

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 22.05.2024 10:29:17

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

## **Методические указания**

по выполнению лабораторных работ

по дисциплине «Методы исследования сырья и продуктов общественного  
питания» для студентов

направления подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация  
общественного питания

направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

Пятигорск, 2024 г.

## Содержание

Введение

Наименование лабораторных работ

Лабораторное занятие № 1 Общие сведения, термины и определения. Организация лабораторного контроля. Составление плана-схемы эксперимента

Лабораторное занятие № 2 Методы определения показателей качества сырья и продуктов питания. Оценка качества продукции общественного питания. Порядок отбора проб.

Лабораторное занятие № 3 Спектральные методы. Рефрактометрия и поляриметрия. Люминесцентный метод исследования.

Лабораторное занятие № 4 Аналитические методы определения свойств сырья и готовой продукции. Относительная плотность. Кислотность. Сухие вещества и влажность. Активность воды. Функционально-технологические свойства.

Лабораторное занятие № 5 Методы определения влаги и массовой доли сухих веществ. Сухие вещества и влажность. Активность воды. Функционально-технологические свойства.

Лабораторное занятие № 6 Белок. Методы определения белка

Лабораторное занятие № 7 Углеводы. Методы определения углеводов

Лабораторное занятие № 8 Витамины. Методы определения витаминов.

Лабораторное занятие № 9 Минеральные вещества. Методы определения минеральных веществ

Рекомендуемая литература и интернет – ресурсы

Приложения

## Введение

Цель дисциплины «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания»:

1. Приобретение теоретических знаний в области применения методов анализа пищевых продуктов, отбора проб для анализа сырья, пищевых продуктов и продукции общественного питания.

2. Изучение современных источников информации при исследовании качества продуктов питания; проведении экспериментальных исследований.

Задачами освоения дисциплины «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания» является формирование знаний, умений и навыков по следующим направлениям деятельности:

1. Оценка качества пищевых продуктов.
2. Познание методов исследований пищевых продуктов.

Дисциплина «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений дисциплин.

### Наименование лабораторных работ

№ темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
<b>Очная форма обучения</b>			
<b>5 семестр</b>			
1	<b>Общие сведения, термины и определения. Организация лабораторного контроля. Составление плана-схемы эксперимента</b> Характеристика, планирование и этапы эксперимента. Схема эксперимента. Состав, содержание для схемы исследования продукции общественного питания. Оформление рабочей тетради.	2	-
2	<b>Методы определения показателей качества сырья и продуктов питания. Оценка качества продукции общественного питания. Порядок отбора проб</b> Документы, регламентирующие порядок и технику отбора проб. Проба. Партия. Определение средней массы отобранных блюд. Оформление рабочей тетради.	2	-
3	<b>Спектральные методы. Рефрактометрия и поляриметрия. Люминесцентный метод исследования</b> Люминесцентное излучение и его природа. Виды люминесценции в зависимости от способа возбуждения. Понятие фосфоресценции. Факторы влияющие на интенсивность флуоресценции. Оформление рабочей тетради.	2	-
5	<b>Аналитические методы определения свойств сырья и готовой продукции. Относительная плотность. Кислотность. Сухие вещества и влажность. Активность воды. Функционально-технологические свойства.</b> Измерительные методы определения. Экспертные методы. Биологические методы. Органолептические методы. Химические, физические и физико-химические методы исследования. Спектральные методы анализа. Методы рефрактометрии и поляриметрии. Хроматографические методы определения. Организация лабораторного контроля. Оформление рабочей тетради.	2	-
5	<b>Методы определения влаги и массовой доли сухих веществ.</b>	2	-

	<b>Сухие вещества и влажность. Активность воды. Функционально-технологические свойства.</b> Методы для определения содержания влаги и массовой доли сухих веществ. Высушивание до постоянной массы (арбитражный метод). Высушивание в аппарате ВЧ. Рефрактометрический метод. Дифференциальная сканирующая колориметрия. Диэлектрические измерения. Оформление рабочей тетради.		
6	<b>Белок. Методы определения белка</b> Качественные реакции определения белка. Биуретовая реакция на пептидную (амидную) связь (реакции Пиотровского). Количественные методы. Химические методы исследования биологической ценности белков. Биологические методы исследования белка. Оформление рабочей тетради.	2	-
7	<b>Углеводы. Методы определения углеводов</b> Классификация углеводов. Методы определения углеводов, их сущность. Перманганатный метод Бертрана. Цианидный метод. Рефрактометрический метод. Оформление рабочей тетради.	2	-
7	<b>Витамины. Методы определения витаминов</b> Классификация витаминов. Основные методы, применяемые при их определении. Потенциометрический метод определения витамина С. Флуориметрический метод определения витамина С. Методы определения витаминов В1 и В2. Оформление рабочей тетради.	2	-
7	<b>Минеральные вещества. Методы определения минеральных веществ</b> Роль и классификация минеральных веществ. Колориметрический метод определения железа. Фотометрический анализ (молекулярная абсорбционная спектроскопия). Эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Оформление рабочей тетради.	2	-
<b>Итого за 5 семестр</b>		<b>14</b>	<b>-</b>
<b>Заочная форма обучения</b>			
<b>7 семестр</b>			
1	<b>Общие сведения, термины и определения. Организация лабораторного контроля. Составление плана-схемы эксперимента</b> Характеристика, планирование и этапы эксперимента. Схема эксперимента. Состав, содержание для схемы исследования продукции общественного питания. Оформление рабочей тетради.	2	-
2	<b>Методы определения показателей качества сырья и продуктов питания. Оценка качества продукции общественного питания. Порядок отбора проб</b> Документы, регламентирующие порядок и технику отбора проб. Проба. Партия. Определение средней массы отобранных блюд. Оформление рабочей тетради.	2	-
<b>Итого за 7 семестр</b>		<b>4</b>	

## Лабораторное занятие № 1

Тема: Общие сведения, термины и определения. Организация лабораторного контроля. Составление плана-схемы эксперимента

*Цель работы:* Изучить теоретическую часть и научиться составлять план-схему эксперимента по выбранной теме.

*Формируемые компетенции или их части:*

Код	Формулировка:
ПК-7	Способен проводить лабораторные исследования безопасности и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов в соответствии с регламентами, стандартными методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ПК-8	Способен организовать контроль за обеспечением качества продукции и услуг

*Теоретическая часть:*

*План:*

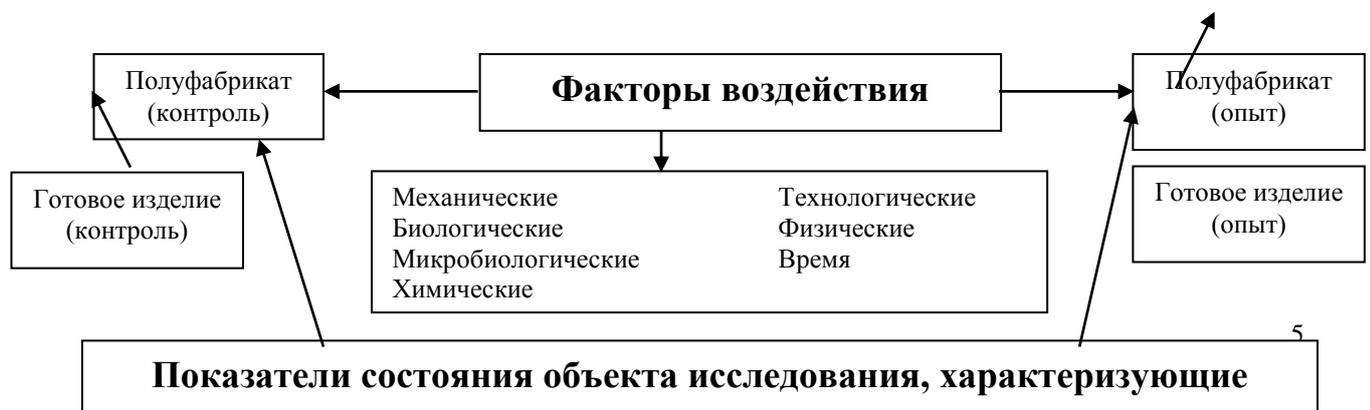
1. Общая схема эксперимента и составление схемы проведения анализа.
2. Основные методы оценки качества продукции.

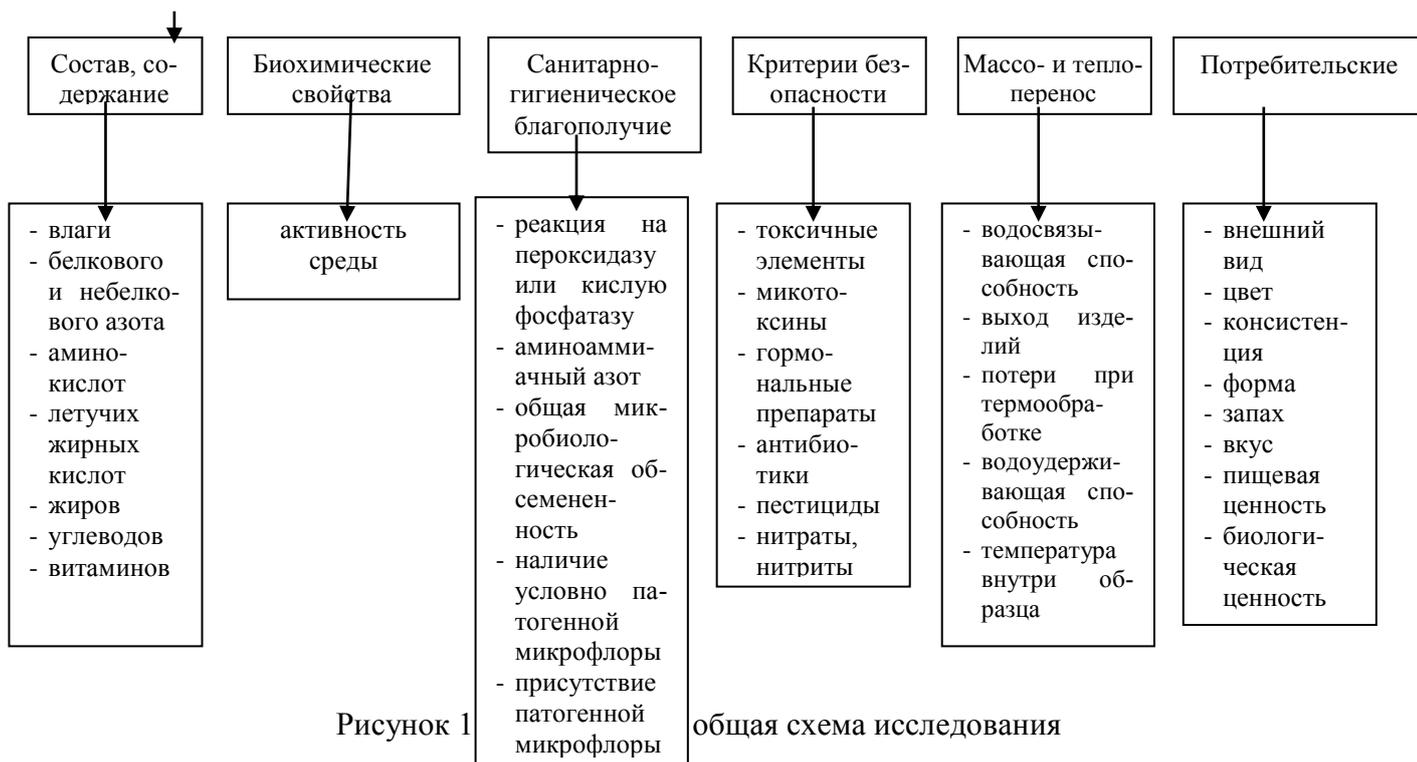
*Практическое задание:*

1. Изучить показатели качества продукции.
2. Изучить методы оценки качества продукции и их классификацию.
3. Изучить характеристику входящих в классификацию методов анализа продуктов питания.
4. Изучить общую схему эксперимента.
5. Составить схему проведения анализа кулинарной продукции или продуктов питания по индивидуальному заданию с учетом рекомендуемых контрольных показателей (пример 1,2).
6. Указать нормативные или технические документы, по которым производится контроль качества исследуемого объекта.

*Содержание работы:*

Предприятия пищевой промышленности, агропромышленного комплекса, общественного питания производят продукты питания (сырье, полуфабрикаты и готовая продукция), которые должны отвечать установленным требованиям нормативной, технической и технологической документации. К ним предъявляются определенные требования по установленным показателям: белки, жиры, углеводы, кислотность, щелочность и т.д. Для контроля этих показателей используются различные методы (рис. 1.1).





В соответствии с требованиями стандарта, пищевые продукты на каждый вид продовольственных продуктов, установлены показатели, необходимые для потребителя, поэтому при выработке продукции, разработке новых видов требуется установленными методами определить необходимые показатели, которые располагаются на упаковке, а в предприятиях общественного питания в меню.

При исследовании качества продуктов питания необходимо поставить эксперимент, используя общую схему исследования (рис. 1.2). Эксперимент – технически наиболее сложный и трудоемкий этап научного исследования. Обычно эксперимент проводится после теоретического исследования. В этом случае эксперимент подтверждает, а иногда и опровергает результаты теоретических исследований. Однако часто эксперимент предшествует теоретическому исследованию. Это характерно для поисковых экспериментов, для случаев отсутствия достаточной теоретической базы исследования. При таком порядке проведения исследований теория объясняет и обобщает результаты экспериментов.

Экспериментальное исследование заключается не только в пассивном наблюдении изучаемого явления, но и в активном вмешательстве в ход его протекания, с тем, чтобы выделить отдельные стороны и связи, искусственно их воспроизводить в условиях, которые можно менять по желанию исследователя.

Эксперимент важен не только тем, что он помогает раскрывать все новые и новые закономерности в реальной действительности, но и тем, что позволяет подтвердить правильность теоретических положений.

Проведение экспериментального исследования связано со значительными затратами труда и материальных средств. Поэтому чрезвычайно важно изучить методы экспериментального исследования, которые обеспечили бы существенное сокращение времени и затрат на проведение опытов. Таким требованиям отвечают математические методы планирования эксперимента и его анализа.

Планирование эксперимента – это последовательность постановки и изменения переменных по некоторой, заранее разработанной схеме, обладающей определенными оптимальными свойствами. Основная цель планирования – получить максимум информации при наименьших материальных и временных затратах и повышенной точности получаемых результатов.

Любой эксперимент может быть разбит на четыре основных этапа:

1-й этап – постановка задачи эксперимента;

2-й этап – планирование эксперимента;

3-й этап – подготовка и проведение эксперимента. В этот этап входит подбор оборудования, его подготовка к работе, проведение опытов, проверка полученных промежуточных результатов;

4-й этап – анализ отработанных результатов эксперимента и принятие решений на основе этого анализа.

Достаточно широко методы анализа используются в научных исследованиях. Методом сравнений доказываемся возможность внедрения опытных образцов в практику работы предприятий общественного питания или пищевых производств. Выбор методов анализа производится по примерной общей схеме эксперимента с учетом вида и особенностей разрабатываемой продукции.

Ассортимент выпускаемой продукции в общественном питании достаточно широкий и требует особенного подхода в выборе методов анализа по контролю за качеством. Методическими указаниями и стандартом ГОСТ Р 50763-95 установлены показатели, которые подлежат обязательному контролю.

В современных условиях с целью безопасности продуктов питания разрабатываются и внедряются новые исследования сырья и продукции в индустрии питания. Кроме того, совершенствуются действующие методы анализа и внедряются новые методы, позволяющие за достаточно короткое время получить контролируемые результаты.

Результаты требуется оформить в рабочей тетради в виде схем проведения анализа и таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Характеристика методов анализа \_\_\_\_\_

Показатель	Нормативный или технический документ (полное название)	Характеристика метода анализа

*Контрольные вопросы:*

1. Характеристика эксперимента.
2. Планирование эксперимента.
3. Этапы эксперимента.
4. Методы оценки качества продукции.
5. Схема эксперимента.
6. Характеристика методов анализа.
7. Физические и физико-химические методы определения показателей качества продуктов питания.
8. Способы получения информации.
9. Источник получения информации.
10. Состав, содержание для схемы исследования продукции общественного питания.
11. Санитарно-гигиеническое благополучие для схемы исследования продукции общественного питания.
12. Критерии безопасности для схемы исследования продукции общественного питания.
13. Массо- и теплоперенос для схемы исследования продукции общественного питания.
14. Потребительские свойства для схемы исследования продукции общественного питания.

## Классификация методов анализа

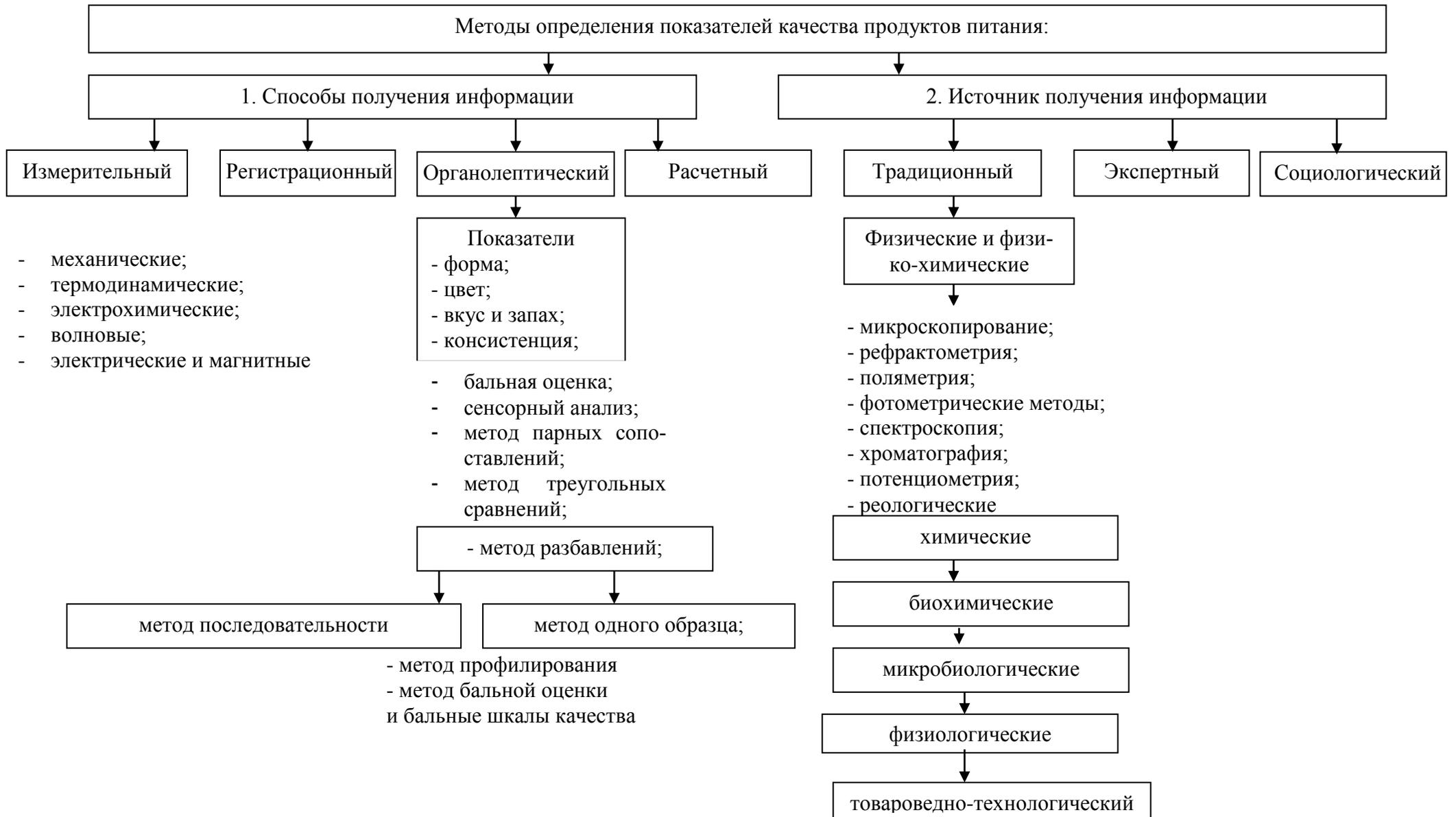


Рисунок 1.2 – Классификация методов анализа

Пример 1

СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПРОДУКЦИИ ОБЩЕСТВЕННОГО  
ПИТАНИЯ

ПЕРЕЦ ФАРШИРОВАННЫЙ  
Полуфабрикаты и кулинарные изделия

Состав, со-  
держание

- кислотность (общая);
- влага
- поваренная соль;
- жир;
- белки;
- углеводы;
- соотношение оболоч-  
ки и фарша

Санитарно-гигиеническое  
благополучие

- реакция на пероксидазу  
или кислую фосфатазу  
(кулинарные изделия);
- общая микробиология  
обсемененность;
- наличие условно патоген-  
ной микрофлоры;
- присутствие патогенной  
микрофлоры

Критерии без-  
опасности

- нитраты;
- нитриты;
- микотоксины;
- токсические элементы

Массо- и теп-  
лоперенос

- выход изделия;
- потери при термооб-  
работке
- температура внутри  
образца

Потребительские  
свойства

- внешний вид;
- цвет;
- консистенция;
- форма;
- запах;
- вкус;
- пищевая ценность
- биологическая  
ценность

Рисунок 1.3 – Схема исследования продукции общественного питания – «Перец фаршированный»

Пример 2



Рисунок 1.4 – Схема исследования продукции общественного питания – «Шницель рубленый»

## Лабораторное занятие № 2

Тема: Методы определения показателей качества сырья и продуктов питания. Оценка качества продукции общественного питания. Порядок отбора проб.

*Цель работы:* изучить порядок отбора проб сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для органолептического и физико-химического анализа.

*Формируемые компетенции или их части:*

Код	Формулировка:
ПК-7	Способен проводить лабораторные исследования безопасности и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов в соответствии с регламентами, стандартными методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ПК-8	Способен организовать контроль за обеспечением качества продукции и услуг

*Теоретическая часть:*

*План:*

1. Порядок отбора проб скоропортящихся продуктов.
2. Порядок отбора проб консервов.
3. Отбор проб полуфабрикатов и блюд (изделий).

*Практическое задание:*

1. Изучить порядок отбора проб сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

*Содержание работы:*

Продовольственные товары исследуют партиями. Под партией понимают предназначенную для контроля совокупность единиц продукции одного наименования, типоминнала или типоразмера и исполнения, произведенную в течение определенного интервала времени в одних и тех же условиях. Число единиц продукции составляет объем партии.

Контроль качества продукции может быть сплошным (полным) или частичным (выборочным). К сплошному контролю прибегают редко, так как он не всегда возможен или сопряжен с большими затратами времени и труда. Контроль, при котором решение о качестве контролируемой продукции принимается по результатам проверки одной или нескольких выборок, или проб, отобранных из партии или потока продукции, называется выборочным.

Выборка отбирается от продукции, количество которой исчисляется в штуках или экzemплярах, и представляет собой изделие или определенную совокупность изделий, предназначенных для исследования. Отдельные выборки, соединенные вместе, образуют представительную выборку. При составлении представительной выборки из каждой части контролируемой совокупности отбирают такое количество изделий, чтобы в достаточной степени отразить свойства данной совокупности в целом.

Определенное количество нештучной продукции, выделенной для контроля, называется пробой. Если ее отбирают одновременно из определенной части нештучной продукции, то проба называется точечной. Серии точечных проб образуют объединенную пробу, которую тщательно перемешивают. Если она оказывается большой по массе или объему, то из нее выделяют среднюю пробу или средний образец. Пробой считается также часть среднего образца, выделенного и подготовленного для измерительного (лабораторного) испытания.

Если средняя проба партии товара подготовлена неправильно, то и результаты анализов, проведенных с большой точностью, могут дать ошибочное представление о его качестве. Поэтому порядок и техника отбора проб регламентированы стандартами и другими

нормативно-техническими документами.

Перед выемкой проб или выделением выборок необходимо ознакомиться с документацией данной партии продукта (накладными, сертификатами и т. п.), произвести наружный осмотр всей партии, проверить состояние тары и ее чистоту, сверить маркировку тары с данными документов, определить однородность партии.

В случае поступления смешанных партий продукцию сортируют на однородные партии. После осмотра всей партии товара отбирают отдельные единицы упаковки (бочки, ящики, мешки и т. п.) и вскрывают их.

Количество единиц упаковки, подлежащих вскрытию, устанавливается действующими стандартами. Например, для составления представительной выборки консервов из однородной партии до 500 единиц упаковки для вскрытия отбирают 3 % (но не менее пяти единиц), а свыше 500 – 2%. При составлении объединенной пробы от зерномучных товаров, затаренных в мешки, или от свежих фруктов и овощей в ящиках из партии до 100 мест отбирают не менее трех единиц упаковки (из разных рядов и ярусов), из партии свыше 100 мест – на каждые 50 мест дополнительно по одной единице упаковки. Если в партии имеется не более пяти единиц упаковки, то следует вскрыть все единицы.

Приемы и техника отбора проб для составления среднего образца товаров разных групп неодинаковы и зависят от их физико-химических свойств. Необходимые сведения об этом приведены в приложении. Пробы для бактериологического исследования отбирают, соблюдая правила стерильности. Бракованную продукцию исследуют отдельно.

Средние пробы, подготовленные для лабораторного анализа, помещают в чистую сухую тару (банки, бутылки, мешочки и т. д.), которую плотно закрывают, опечатывают, снабжают этикеткой и в кратчайшие сроки доставляют в лабораторию. Пробы с посторонним запахом или зараженные вредителями упаковывают в отдельную тару. На все изъятые пробы составляют акт в двух экземплярах: один направляют в лабораторию, а другой остается у материально-ответственного лица и служит основанием для списания изъятых продуктов. Пробы, поступившие в лабораторию, регистрируют в приемном журнале и подготавливают для анализа. Цель и характер исследования указывают в акте выемки проб.

Пробы скоропортящихся продуктов или предназначенные для биологического исследования в лабораторию доставляют немедленно и сразу же анализируют.

Перед определением химических показателей разнородную среднюю пробу превращают в однородную путем тщательного измельчения и перемешивания. Способы измельчения зависят от консистенции продукта. Сыпучие продукты (зерно, крупы, бобовые) в количестве 200 – 250 г размалывают на лабораторной мельнице и просеивают через металлическое сито с отверстиями диаметром 1 мм. Сход с сита снова измельчают. Так поступают до тех пор, пока вся проба не будет измельчена до частиц требуемого размера. Брикеты пищевых концентратов разминают, перемешивают и выделяют пробу массой 200 – 250 г, которую размалывают на лабораторной мельнице. Из объединенной пробы свежих фруктов и овощей составляют меньшую по массе лабораторную пробу, которую очищают от загрязнений. Картофель и овощи моют щеткой в воде и обсушивают на воздухе. Из каждого клубня, корнеплода, кочана капусты, плода тыквенных овощей вырезают по длине  $\frac{1}{4}$  или  $\frac{1}{8}$ . Для измельчения берут 1 – 2 кг. Среднюю пробу листовых и пряных овощей (салата, шпината, укропа и др.) измельчают целиком, у семечковых плодов удаляют семенное гнездо и семена, у косточковых – косточку, у винограда – семена, у citrusовых – кожуру и семена, у плодов бахчевых культур (арбузов, дынь, тыкв) снимают корковый слой и отделяют семена. Томаты, перцы, баклажаны, огурцы анализируют с семенами, кожицу отделяют протиранием мезги через капроновое сито.

Для измельчения фруктов и овощей применяют различные лабораторные приборы (размельчители тканей, универсальные кухонные комбайны, мясорубки и др.).

При исследовании консервов после определения соотношения составных частей жидкую часть сливают в фарфоровую чашку, а твердую – пропускают два раза через мясорубку. Полученный фарш смешивают с жидкой частью и растирают по частям в фарфоровой ступке

до однородной массы, которую помещают в банку с притертой пробкой. Перед измельчением на мясорубке из фруктовых консервов удаляют косточки, из консервов из кур и дичи – кости, из рыбных пресервов (кильки, хамсы, тюльки) – специи. Крупную и мелкую рыбу (сельдь, салаку) в разделанном виде измельчают на мясорубке; мясо, копчености пропускают несколько раз через мясорубку, а затем тщательно растирают в ступке.

Пюреобразные продукты (томат-пюре, томат-пасту, овощную икру, паштеты, мясной фарш, повидло и др.), а также джем и варенье после вскрытия тары тщательно перемешивают шпателем, ложкой или растирают в ступке до однородной массы. От подготовленной пробы отбирают навески для анализов. Перед взятием навески всю массу тщательно перемешивают. Пробы сырья (продуктов), стандартизованных полуфабрикатов, кулинарных и мучных кондитерских изделий на базах (складах), экспедициях, на производстве контролируемых предприятий отбирают для лабораторного исследования в соответствии с методикой, установленной ГОСТ, ОСТ и другой нормативно-технической документацией (НТД).

Пробы сырья (продуктов), стандартизованных полуфабрикатов, кулинарных и мучных кондитерских изделий на базах (складах), экспедициях, на производстве контролируемых предприятий отбирают для лабораторного исследования в соответствии с методикой, установленной ГОСТ, ОСТ и другой нормативно-технической документацией (НТД).

Отбор проб производят от однородной партии продукции.

Перед отбором проб при осмотре партии продукции представитель лаборатории должен ознакомиться с документацией (накладными, качественными удостоверениями) и произвести наружный осмотр всей партии. Он должен: обратить внимание на состояние тары (исправность, наличие деформации, загрязнения), соответствие упаковки и маркировки требованиям технических условий; провести сличение данных маркировки на упаковке с данными документов; проверить соблюдение температурного режима, условий и времени транспортирования.

После осмотра проводится вскрытие отдельных единиц упаковки (в случае затаренной продукции), отбор и органолептическая оценка средней пробы (исходного образца).

В случае разногласий в оценке качества из средней пробы отбирают образец (пробу) для лабораторного анализа. Однородной партией считают пищевые продукты, полуфабрикаты, мучные кулинарные и кондитерские изделия одного наименования и одной массы, выработанные в течение смены одним предприятием, предъявленные к одновременной сдаче-приемке.

Средней или общей пробой (исходным образцом) считают совокупность отдельных выемок, отобранных из вскрытых единиц упаковки однородной партии сырья, полуфабрикатов, кулинарных, мучных кулинарных и кондитерских изделий, внешние признаки которой характеризуют всю партию.

За лабораторный образец (пробу) принимают часть средней пробы, выделенную для анализа, в количестве, указанном в НТД на каждый вид продукции.

Отбор проб блюд (изделий) производится вначале обследования предприятия. Отбирают пробы, подготовленные к отпуску, и (или) у потребителей. Отобранные пробы взвешивают с целью проверки выхода. При этом проводят внешний осмотр проб с одновременным органолептическим анализом составных частей блюд (плотной, жидкой частей супа, основного изделия, гарнира, соуса второго блюда и т. д.), взятых отдельно на производстве. По результатам этого анализа решают вопрос о необходимости доставки пробы в лабораторию.

Затем проводят сплошную органолептическую оценку качества полуфабрикатов, блюд и изделий.

Определяют среднюю массу полуфабрикатов, штучных и порционируемых кулинарных и штучных кондитерских изделий взвешиванием каждого их вида по 10 шт., отобранных из разных лотков или противней, или одного лотка (противня). Преднамеренный выбор изделий не допускается. При получении заниженных результатов взвешивают еще 10 изделий. Затем производят поштучное взвешивание не менее 10 изделий.

Средняя масса блюд, отобранных на раздаче, определяется путем отдельного взве-

шивания трех порций, последующим суммированием и делением на 3.

Колебание температуры при взвешивании горячих блюд и кулинарных изделий допускается в пределах 10° С.

Отклонение средней массы блюд и изделий от установленной нормы их выхода по рецептуре не допускается. Отклонение массы при взвешивании одного блюда (изделия) не должно превышать ±3%.

Допускаемые отклонения от установленной массы полуфабрикатов и изделий, на которые имеется действующая НТД, указаны в НТД.

Допускаемые отклонения фактической массы от выхода по рецептуре для одного изделия или одной расфасовки кулинарных полуфабрикатов и штучных кондитерских полуфабрикатов даны в приложении.

С целью установления правильности отпуска к блюдам растительного и сливочного масла, сметаны, сахара, порционируемых с помощью мерников или ложек, проверяют массу указанных продуктов в объеме этого инвентаря одновременным взвешиванием 10 – 20 порций.

Контроль массы всей вышеуказанной продукции производят путем взвешивания на весах настольных циферблатных: при взвешивании 10 шт – со шкалой до 1 кг, с погрешностью не более ±2,5 г, при поштучном взвешивании – со шкалой до 200 г, с погрешностью не более ±1 г.

Объем отпускаемых горячих и холодных напитков (кофе, какао, чая, соков, прохладительных напитков без наполнителя и т. д.) замеряют при установленной для них температуре отпуска, используя мерную посуду (цилиндры или мензурки).

При определении полноты вложения фруктов в компоты и сладкие супы отделяют плотную часть от жидкой процеживанием. Для этого предварительно взвешенные пять порций компота или супа процеживают через металлическое сито или дуршлаг в посуду и через 10 мин взвешивают плотную часть. Массу плотной части сравнивают с выходом по рецептуре с учетом допускаемых отклонений.

Определяют соотношение фарша и оболочки в полуфабрикатах – голубцы, кабачки, перец фаршированные, блинчики с разными фаршами. Для этого взвешивают: кабачков – 4 шт (2 середины и 2 края), остальных полуфабрикатов – по 3шт, отделяют фарш, взвешивают его и рассчитывают содержание фарша.

Допускаемые отклонения массы плотной части сладких супов, компотов и фаршей указаны в табл.2.1.

Определяют количество панировки и выход мяса, рыбы, птицы, кролика - в изделиях с двойной панировкой (мука, льезон, сухари). Для этого взвешивают 3 – 5 изделий, освобождают с помощью скальпеля от панировки, снова взвешивают и рассчитывают среднюю массу. Прибавляя к средней массе массу потерь при тепловой обработке, находят фактическую массу нетто мяса (рыбы), мясных продуктов, птицы, кролика. Эту массу сравнивают с массой нетто сырья (мяса, рыбы) по рецептуре.

Таблица 2.1 – Допускаемые отклонения от выхода по рецептуре составных частей полуфабрикатов, блюд и изделий

№ п/п.	Наименование блюда или изделия	Допускаемые отклонения от выхода по рецептуре, %
--------	--------------------------------	--

1	Салаты мясные (содержание мяса)	±10
2	Студни (плотная часть)	±10
3	Мясо, рыба заливные (масса мяса, рыбы)	± 5
4	Супы (масса мяса, рыбы)	±10
5	Голубцы, кабачки и другие овощи, фаршированные мясо-полуфабрикат (содержание фарша)	± 5
6	Блинчики с разными фаршами – полуфабрикат (содержание фарша)	± 5
7	Блинчики с разными фаршами (готовые изделия), кроме блинчиков с творогом	±10
8	Пельмени-полуфабрикат (содержание фарша)	± 5
9	Вареники-полуфабрикат (содержание фарша)	± 5
10	Компоты, коктейли и сладкие супы (плотная часть)	±10

Для определения количества панировки в жареной печенке, реализуемой по массе, взвешивают 3 – 5 изделий, счищают панировку, печенку взвешивают и рассчитывают массу панировки в процентах к массе изделия. Полученные данные сравнивают с данными контрольных проработок, проведенных не менее трех раз.

Если для отдельных изделий, в том числе фирменных, нормы потерь при тепловой обработке не установлены, количество панировки и выход мяса, рыбы, птицы, кролика определяют проведением контрольных проработок работниками лаборатории.

При сомнении в готовности отбирают жареные изделия в количестве 1 – 2 шт. с целью определения достаточности термической обработки.

Определяют соответствие технологической обработки сырья установленным требованиям.

Запись результатов органолептического анализа продукции производится в акте отбора проб и в журнале органолептической оценки, результаты взвешивания – в акте отбора проб.

В лабораторию направляются полуфабрикаты, блюда и изделия, которые при органолептическом анализе вызывают сомнение в отношении свежести или соблюдения рецептуры; запись производят в акте отбора проб.

Полуфабрикаты, блюда и изделия с оценкой «неудовлетворительно», в которых нарушения не могут быть устранены, (в том числе полуфабрикаты и изделия из натурального и рубленого мяса, в которых обнаружен наполнитель) с реализации снимают.

При отборе проб блюд для физико-химического анализа у потребителя или подготовленных к отпуску, одновременно на раздаче или на производстве берут еще по одной порции одноименных блюд, которые являются контрольными и исследуются отдельно. При отборе контрольных проб соблюдают следующее: первые блюда отбирают без мяса и сметаны; при отборе вторых блюд из натуральных и натуральных панированных мяса, мясных продуктов, рыбы, птицы, кролика или из натуральных рубленых изделий из мяса, рыбы, птицы, кролика дополнительно отбирают только гарнир и соус; из рубленых мяса, рыбы, птицы и кролика с наполнителем отдельно отбирают основное изделие, гарнир и соус.

При отборе проб молочных супов и горячих напитков с молоком берут контрольные пробы молока из фляги, а коктейлей с молочными продуктами – пробы молока, сливок, мороженого и сиропа.

При сомнении в качестве сметаны и сливочного масла на раздаче контрольные пробы сметаны отбирают из фляг, масла - из монолита.

Перед отбором дополнительной (контрольной) пробы первого блюда содержимое котла тщательно перемешивают, переносят из него не менее пяти порций в отдельную кастрюлю и разливают по тарелкам, после чего отбирают одну порцию.

Пробу гарнира (после тщательного его перемешивания) берут из центра котла и на расстоянии 3 см от стенки.

Соус тщательно перемешивают шумовкой, двигая ею вверх и вниз 6 – 7 раз, после чего разливательной ложкой отбирают среднюю пробу.

Пробы, отобранные для физико-химического анализа, аккуратно, по возможности, без потерь, переносят в чистую, сухую, предварительно взвешенную посуду лаборатории.

При переносе пробы жидкого блюда тщательно очищают ложкой приставшие к тарелке плотные частицы и присоединяют их к пробе.

При переносе пробы второго мясного или рыбного блюда, изъятого у потребителя или подготовленного к отпуску, гарнир и соус счищают с основного изделия и присоединяют их к общей массе гарнира с соусом. Основное изделие взвешивают и оставляют на производстве. Затем в посуду лаборатории переносят в первую очередь часть гарнира с соусом, остальной частью гарнира собирают оставшиеся на тарелке жир и соус и переносят в ту же посуду.

Остальные блюда переносят в посуду лаборатории целиком, соблюдая общие правила переноса проб.

Отобранные пробы блюд (изделий) для физико-химического анализа представляют собой средние пробы. Они являются образцами для лабораторного исследования.

Алкобольные коктейли в количестве двух порций отбирают методом контрольной закупки и параллельно готовят две порции контрольного образца (эталона).

Контрольное приготовление производится изготовителем в присутствии лица, отобравшего пробу, из бутылок заводской упаковки в строгом соответствии с рецептурой, с использованием мерной посуды, имеющей клеймо государственной поверки. Исследуемый и контрольный образцы должны быть приготовлены из компонентов одной партии.

Бутылки с напитками, использованными для приготовления исследуемого образца, укупоривают, опечатывают и берут в лабораторию для анализа. Если коктейль приготовлен с использованием импортного алкогольного напитка, для анализа отбирают бутылку заводской упаковки.

Другие компоненты (сок, сироп, компот) отбирают в количестве 200 г.

Из контрольного и исследуемого образцов коктейлей осторожно, пинцетом, вынимают консервированные фрукты, дольки апельсина, ломтики лимона, слегка прижимая их к стенке сосуда в течение 1 – 2 мин для того, чтобы дать стечь жидкости, затем определяют их массу и в коктейль не кладут. С целью отделения плотной части можно также использовать ситечко диаметром 7 – 8 см.

Количество спирта, поглощенного фруктами, незначительно, им пренебрегают. Массу плотной части сравнивают с выходом по рецептуре с учетом допускаемых отклонений (см. Приложение А). Затем измеряют объем жидкой части двух порций коктейля и находят средний объем одной порции в миллилитрах. Две порции исследуемого образца и эталона помещают в лабораторную посуду и упаковывают.

Коктейли с молочными продуктами отбирают для анализа методом контрольной закупки в количестве двух порций (из одного миксера) и параллельно готовят две порции контрольного образца (эталона). Две порции исследуемого образца и эталона переносят в посуду лаборатории, взвешивают и упаковывают.

Напиток «Кофе черный», изготавливаемый в электрокофеварках, отбирают для анализа в количестве одной порции методом контрольной закупки и параллельно готовят порцию контрольного образца из зерен кофе. Измеряют объем контрольного и исследуемого напитков и упаковывают.

Для доставки проб блюд (изделий) в лабораторию лучше всего использовать комплект из восьми цилиндрических судков. Можно также использовать стеклянные и полиэтиленовые банки с крышками. При отборе проб в банки их поверх крышек накрывают бумагой и обвязывают. Судки и банки пломбируют.

Булочные и мучные кондитерские изделия завертывают в пергаментную бумагу, укладывают в полиэтиленовый пакет (каждый вид изделия отдельно), обвязывают и пломбируют. Пломбированные судки или банки нумеруют в порядке, соответствующем записи в

акте отбора проб.

Отобранные пробы немедленно доставляют в лабораторию. При отсутствии такой возможности допускается доставка проб не позднее 4 – 6 ч с момента их отбора; коктейлей алкогольных – не позднее 4 ч, а коктейлей с молочными продуктами – не позднее 2 ч с момента приготовления. Доставленные пробы должны обязательно подготавливаться для анализа в день поступления в лабораторию и исследоваться, по возможности, в тот же день.

Остатки проб сохраняются в холодильнике при температуре 4 – 8° С до окончания испытаний и выдачи результатов анализа, после чего с разрешения заведующего лабораторией уничтожаются.

Лаборатории периодически (по графику) обязаны обследовать предприятия в выходные и праздничные дни с отбором проб для анализа.

*Содержание работы:*

1. Определить соотношение фарша и оболочки в 100 г пельменей.
2. Определить соотношение фарша и оболочки в 200 г блинчиков с различными фаршами.
3. Полученные результаты оформить в виде таблицы
4. По полученным результатам сделать выводы

Таблица 2.2 – Отклонения от выхода по рецептуре составных частей полуфабрикатов, блюд и изделий

Наименование полуфабриката	Масса фарша, г	Масса оболочки, г	Отклонения от массы по рецептуре, %	Допустимые отклонения по НТД, %	Заключение

*Контрольные вопросы:*

1. Какие документы регламентируют порядок и технику отбора проб?
2. Что понимают под пробой?
3. Что такое партия?
4. Что необходимо сделать перед выемкой проб?
5. Какие действия необходимо предпринять, если поступила смешанная партия?
6. Какая документация составляется на изъятые пробы?
7. Как определить среднюю массу отобранных блюд?
8. Какие полуфабрикаты, блюда и изделия направляются на лабораторные исследования?

### Лабораторное занятие № 3

Тема: Спектральные методы. Рефрактометрия и поляриметрия. Лю-минесцентный метод исследования.

*Цель работы:* ознакомиться с сущностью люминесцентного метода анализа пищевых продуктов. Освоить работу с люминоскопом ЛПК –1. Освоить люминесцентные методы определения доброкачественности пищевых продуктов.

*Формируемые компетенции или их части:*

Код	Формулировка:
ПК-7	Способен проводить лабораторные исследования безопасности и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов в соответствии с регламентами, стандартными методиками, требованиями нормативно-технической документации, требовани-

	ями охраны труда и экологической безопасности
ПК-8	Способен организовать контроль за обеспечением качества продукции и услуг

*Теоретическая часть:*

*План:*

1. *Теоретические основы люминесцентного анализа.*

*Практическое задание:*

1. Определение степени созревания сыра
2. Определение доброкачественности меда
3. Определение сорта и вида муки
4. Определение степени свежести яиц
5. Определение вида жира

*Содержание работы:*

*Теоретические основы люминесцентного анализа*

Люминесценцией называют свечение атомов, ионов, молекул и других более сложных частиц вещества, которое в результате перехода в них электронов при возвращении из возбужденного состояния в нормальное. Чтобы вещество начало люминесцировать, к нему необходимо извне подвести определенное количество энергии. Частицы вещества, поглощая энергию, переходят в возбужденное состояние, пребывая в нем некоторое время. Затем они возвращаются в состояние покоя, отдавая при этом часть энергии возбуждения в виде квантов люминесценции.

Свечение, возникающее под действием световых лучей оптического диапазона ультрафиолетовых (УФ) и видимых частот, носит название фотолюминесценции, которая в зависимости от вида возбужденного уровня и времени пребывания в нем подразделяется на флуоресценцию и фосфоресценцию.

Флуоресценция – это вид собственного свечения вещества, которое продолжается только при облучении. Если источник возбуждения устранить, то свечение прекращается мгновенно или спустя не более 0,001 с.

Фосфоресценцией называют собственное свечение вещества, которое продолжается после отключения возбуждающего света.

Для исследования пищевых продуктов используют явление флуоресценции.

*Определение доброкачественности пищевых продуктов люминесцентным методом*

*1. Определение степени созревания сыра*

Сыр с несозревшим тестом флуоресцирует на разрезе желтым цветом, при созревании появляется серо-синий или фиолетовый оттенок.

Кусочек сыра размером 50 x50 x5 мм помещают в кювету люминоскопа и наблюдают свечение.

*2. Определение доброкачественности меда*

Мед вносят в кювету люминоскопа слоем толщиной 5 мм. Рядом помещают пробу натурального меда слоем такой же толщины и наблюдают свечение.

Натуральный мед светится ярко-желтым цветом, фальсифицированный – беловатым, синеватым цветом.

Для визуального определения качества пищевых продуктов применяют люминоскоп ЛПК-1. Исследуемый объект в кювете из нелюминесцирующего материала (стекло, пластмасса) помещают в смотровую камеру прибора и закрывают заслонку. Сверху через специальное стекло на объект направляют ультрафиолетовое излучение ртутной лампы. Люминесценцию объекта в камере (цвет и интенсивность) наблюдают в тубус на передней панели

прибора.

### 3. Определение сорта и вида муки

Наблюдением за цветом флуоресценции муки можно определить ее сорт, вид и наличие в ней вредных примесей. Оболочки, алейроновый слой и зародыш зерновки пшеницы и ржи имеют более интенсивное синее свечение по сравнению с эндоспермом. Следовательно, чем ниже сорт муки, тем более яркой флуоресценцией обладает продукт. Разные виды муки также различаются по цвету свечения (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Показатели люминесценции различных видов муки

Наименование продукта	Цвет люминесценции
Мука пшеничная высшего сорта	голубой
Мука пшеничная 1 сорта	синий
Мука пшеничная 2 сорта	ярко-синий
Мука ячменная	матово-белый
Мука гороховая	розовый
Мука соевая	сине-зеленый
Мука с наличием спорыньи	фиолетовый мерцающий

Муку вносят в кювету люминоскопа слоем толщиной 5 мм и наблюдают свечение.

### 4. Определение степени свежести яиц

По изменению цвета и интенсивности свечения можно судить о степени свежести куриных яиц. Например, свежие куриные яйца с белой скорлупой имеют интенсивную красную флуоресценцию, при хранении цвет флуоресценции становится голубым. В процессе хранения куриных яиц с темной скорлупой в люминесценции появляются голубовато-фиолетовые тона.

Целое куриное яйцо помещают в кювету люминоскопа и наблюдают свечение.

### 5. Определение вида жира

Пробу жиров помещают в кювету люминоскопа и виде кусочков 15 x 15 x 5мм так, чтобы испытуемые образцы находились в центре поля зрения смотровой камеры. В качестве контроля рядом с исследуемым образцом помещают пробу сливочного масла. Кювету помещают в смотровую камеру и наблюдают свечение. Цвет люминесценции исследуемых образцов сравнивают с цветом люминесценции сливочного масла. Характеристика люминесценции жиров и сливочного масла представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристика люминесценции жиров

Вид жира	Цвет люминесценции
Масло сливочное	от бледного до ярко-желтого
Маргарин сливочный	беловато-розовый
Маргарин столовый	беловато-розовый
Маргарин "Любительский"	беловато-розовый
Маргарин "Российский"	беловато-розовый
Маргарин "Экстра"	матово-белый
Маргарин особый	матово-белый
Кулинарный жир "Украинский"	интенсивно-голубой
Кулинарный жир "Белорусский"	интенсивно-голубой
Сало растительное	интенсивно-голубой

*Контрольные вопросы:*

1. Что называют люминесцентным излучением и какова его природа?

2. Какие виды люминесценции различают в зависимости от способа возбуждения?
3. Что называют фосфоресценцией?
4. Что называют флуоресценцией?
5. Какие факторы влияют на интенсивность флуоресценции?

#### Лабораторное занятие № 4

Тема: Аналитические методы определения свойств сырья и готовой продукции. Относительная плотность. Кислотность. Сухие вещества и влажность. Активность воды. Функционально-технологические свойства.

*Цель работы:* изучить практически некоторые аналитические методы определения свойств исследуемого сырья и готовой продукции.

*Формируемые компетенции или их части:*

Код	Формулировка:
ПК-7	Способен проводить лабораторные исследования безопасности и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов в соответствии с регламентами, стандартными методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ПК-8	Способен организовать контроль за обеспечением качества продукции и услуг

*Теоретическая часть:*

*План:*

1. Относительная плотность продуктов.
2. Кислотность

*Практическое задание:*

1. Определение общей (титруемой) кислотности в сухих продуктах детского и диетического питания.
2. Определение активной кислотности (рН) консервов

*Содержание работы:*

Рассмотрим наиболее важные прикладные методы оценки качества и готовой продукции.

#### *Относительная плотность*

Относительная плотность определяется как отношение плотности исследуемого вещества к плотности «стандартного» вещества в определенных физических условиях:

$$d = \frac{\rho}{\rho_0}, \quad (4.1)$$

где  $\rho$  – плотность данного вещества (кг/м<sup>3</sup>);

$\rho_0$  – плотность «стандартного» вещества (кг/м<sup>3</sup>).

Плотность вещества,  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, определяется как отношение покоящейся массы,  $m$  (кг) к ее объему  $v$ (м<sup>3</sup>):

$$\rho = \frac{m}{v}, \quad (4.2)$$

Для жидких пищевых веществ «стандартным» веществом является чистая вода при температуре 3,98°С и нормальном атмосферном давлении, что соответствует наибольшей ее плотности.

Относительную плотность определяют при температуре продукта 20°С и воды 4°С

или 20°C и обозначают символами  $d_{4^{\circ}\text{C}}^{20^{\circ}\text{C}}$  или  $d_{20^{\circ}\text{C}}^{20^{\circ}\text{C}}$ . Для пересчета значений плотности  $d_{4^{\circ}\text{C}}^{20^{\circ}\text{C}}$  в  $d_{20^{\circ}\text{C}}^{20^{\circ}\text{C}}$  или наоборот пользуются температурными коэффициентами расширения.

$$d_{20^{\circ}\text{C}}^{20^{\circ}\text{C}} = 1,00177 d_{4^{\circ}\text{C}}^{20^{\circ}\text{C}} \text{ и } d_{4^{\circ}\text{C}}^{20^{\circ}\text{C}} = 0,99823 d_{20^{\circ}\text{C}}^{20^{\circ}\text{C}}$$

Относительная плотность жидких продуктов зависит не только от их температуры, но и от концентрации сухих веществ.

Показатели плотности учитываются при оценке качества молока, определении содержания сухих веществ в плодовых и ягодных экстрактах, содержания поваренной соли в растворах.

Для определения относительной плотности чаще всего применяют пикнометрический или ареометрический метод.

Пикнометрический метод основан на определении массы равных объемов исследуемого продукта и воды при температуре 20°C с помощью прибора пикнометра, который взвешивается, термостатируется вместе с исследуемым продуктом и отдельно с дистиллированной водой.

Плотность исследуемого продукта вычисляется по формуле:

$$d_{20} = \frac{m_1 - m}{m_2 - m}, \quad (4.3)$$

где  $m$  – масса пустого пикнометра, г;

$m_1$  – масса пикнометра с исследуемой жидкостью, г

$m_2$  – масса пикнометра с дистиллированной водой, г.

Ареометрический метод проводят с помощью прибора ареометр со шкалой, показывающей плотность. В исследуемый жидкий продукт погружают ареометр до тех пор, пока масса жидкого продукта, вытесненного им, не станет равной массе ареометра. Плотность жидкого продукта определяют по градуированной шкале ареометра в зависимости от уровня его погружения. Внутри некоторых ареометров имеется термометр, которым можно измерять температуру исследуемого жидкого продукта.

### *Кислотность*

Кислотность является одним из показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, в частности, молока и молочных продуктов, соков, сиропов, булочных изделий и др. и характеризует степень их свежести. Под общей кислотностью подразумевается содержание в продукте всех кислот и их кислых солей, реагирующих со щелочью при титровании.

Метод определения титруемой кислотности основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Титруемую кислотность выражают в градусах Тернера ( $^{\circ}\text{T}$ ) или градусах Кеттстофера ( $^{\circ}\text{K}$ ), а также в процентах какой-либо кислоты.

Один градус Тернера соответствует объему ( $\text{см}^3$ ) водного раствора гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/ $\text{дм}^3$ , необходимый для нейтрализации 100 г ( $100 \text{ см}^3$ ) исследуемого продукта.

Для определения общей кислотности приготавливают вытяжку исследуемого образца, добавляют индикатор 1%-ый фенолфталеин и титруют 0,1 моль/ $\text{дм}^3$  раствором щелочи до слабо-розового окрашивания, не исчезающего (при спокойном стоянии пробы) 1 мин. Замечают объем раствора щелочи, пошедшего на титрование, и рассчитывают титруемую кислотность по формуле, соответствующей данному виду продукта, указанной в конкретной методике.

Активная кислотность также является показателем качества некоторых видов продукции и сырья, таких как бульоны, мясные полуфабрикаты, охлажденная продукция и др. Определяют ее электрометрически с помощью приборов рН-метров разных марок. В состав приборов входят стеклянный и вспомогательный электрод, при погружении которых в раствор исследуемого образца происходит обмен ионами между поверхностью стеклянного

электрода и раствора. В результате этого ионы лития в поверхностных слоях стекла замещаются ионами водорода, и стеклянный электрод приобретает свойства водородного электрода. Показатель pH контролируемого раствора определяют по шкале прибора.

#### *Определение общей (титруемой) кислотности в сухих продуктах детского и диетического питания*

Метод определения титруемой кислотности изложен в ГОСТ 25555.0 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности», ГОСТ Р 30648.4-99 Продукты молочные для детского питания. Титриметрические методы определения кислотности».

*Аппаратура, реактивы и материалы:* весы лабораторные общего назначения, бюретки вместимостью 25 см<sup>3</sup>; воронки стеклянные диаметром 10 – 15 см; колбы мерные вместимостью 250 см<sup>3</sup>; колбы конические вместимостью от 100 до 250 см<sup>3</sup>; пипетки вместимостью 20 – 25 см<sup>3</sup>; стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 50, 150 и 200 см<sup>3</sup>; гидроокись натрия или гидроокись калия; спирт ректификованный; фенолфталеин 1 %-ый спиртовой раствор; вода дистиллированная; бумага фильтровальная лабораторная; бумага лакмусовая; вата медицинская гигроскопическая; палочки стеклянные оплавленные.

#### *Ход работы*

Из пробы отвешивают 5 г сухой молочной смеси с погрешностью не более ± 0,01 г в стакан, вместимостью 150 – 200 см<sup>3</sup>, добавляют небольшими порциями 40 см<sup>3</sup> горячей (65°C) дистиллированной воды и тщательно растирают смесь до однородной массы.

К охлажденному раствору добавляют еще 80 см<sup>3</sup> холодной дистиллированной воды, 5 капель 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина, перемешивают и титруют 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствором гидроокиси натрия или гидроокиси калия до образования розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 сек.

Кислотность, X<sub>2</sub>, °Т, т.е. в 1 см<sup>3</sup> 1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси или гидроокиси калия в пересчете на 100 г продукта, вычисляют по формуле

$$X_2 = \frac{V \cdot 10}{m}, \quad (4.4)$$

где V – объем точно 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия или гидроокиси калия, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;

m – масса навески испытуемого концентрата, г.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,5°.

Вычисления проводят с погрешностью не более 0,01°.

#### *Определение активной кислотности (pH) консервов*

Метод определения pH установлен в ГОСТ 26188 «Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения pH», ГОСТ Р 30648.5-99 «Продукты молочные для детского питания. Методы определения активной кислотности».

*Аппаратура, реактивы и материалы:* pH-метр или ионметр с измерительным стеклянным электродом и хлорсеребряным электродом сравнения, буферные растворы, изготовленные из стандарт-титров образцовых растворах для pH-метрии и имеющим pH: 1) 3,57 или 4,00; 2) 5,00 или 6,86; 3) 9,22 (один из растворов должен иметь pH, близкий к pH исследуемого продукта); дистиллированная вода перед приготовлением растворов должна быть прокипячена в течение 30 мин; исследуемые образцы продукции.

#### *Ход работы*

Установленный на рабочем месте и заземленный прибор включают в сеть с напряжением 220 В и прогревают в течение 25 мин, после чего производят его проверку. Выбирают необходимые электроды и подготавливают их к работе согласно паспорт на них. Электроды перед погружением в буферный или раствор необходимо тщательно промыть дистиллиро-

ванной водой и затем протереть фильтровальной бумагой. Так как буферные и контрольные растворы при многократном применении могут менять рН, то прежде чем корректировать показания прибора при помощи ручки «Калибровка», надо убедиться, что погрешность измерения вызвана не изменениями настройки прибора, а изменением рН буферного раствора. Это проверяется по свежему буферному или контрольному раствору.

Стрелку измерительного прибора устанавливают на показании величины, соответствующей рН буферного раствора при данной температуре, и проверяют его показания во всех стандартных буферных растворах (рН 4,00; рН 6,86; рН 9,22). Ошибки измерения рН не должны превышать 0,05.

Для измерения рН исследуемого образца анализируемый раствор помещают в стакан и погружают туда электроды. Величину рН отсчитывают по шкале, когда показания прибора примут установившееся значение (на что требуется около 3 мин).

#### *Оформление результатов работы*

В отчет по работе необходимо включить краткое описание методов исследования образцов сырья и продукции. Результаты представить в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты определения кислотности сырья и продукции

Наименование сырья и продукции	Исследуемые свойства		
	Титруемая кислотность	Активная кислотность (рН)	Плотность

#### *Контрольные вопросы:*

1. Дать определение пищевой, биологической и энергетической ценности продуктов.
2. Дать определение качества и свойства продукции.
3. Какие методы определения называют измерительными?
4. Что такое экспертный метод? Привести примеры.
5. Какие методы называются биологическими?
6. Какие свойства продукции определяют органолептическими методами?
7. Основные правила отбора проб и подготовка их к анализу.
8. Химические, физические и физико-химические методы исследования.
9. Плотность продукта, какие методы используют для определения плотности.
10. Сущность и классификация спектральных методов анализа.
11. Методы рефрактометрии и поляриметрии. Приборы, используемые при исследовании данными методами.
12. Хроматографические методы определения, сущность и классификация.
13. Какие методы применяют для исследования состава и количества липидов в пищевых продуктах?
14. Безопасность пищевых продуктов. Определение основных веществ.
15. Какие минеральные вещества относятся к макро- и микроэлементам. Методы их определения.
16. Организация лабораторного контроля.

### **Лабораторное занятие № 5**

Тема: Методы определения влаги и массовой доли сухих веществ. Сухие вещества и влажность. Активность воды. Функционально-технологические свойства.

*Цель работы:* изучить методы определения влажности и содержание сухих веществ в образцах представленного сырья и готовой продукции.

*Формируемые компетенции или их части:*

Код	Формулировка:
ПК-7	Способен проводить лабораторные исследования безопасности и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов в соответствии с регламентами, стандартами методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ПК-8	Способен организовать контроль за обеспечением качества продукции и услуг

*Теоретическая часть:*

План:

1. Сухие вещества и влажность.
2. Активность воды.

*Практическое задание:*

1. Определение влаги методом ускоренного высушивания.
2. Определение влаги на приборе ВЧ.
3. Определение содержания сухих веществ рефрактометрическим методом.

*Содержание работы:*

#### *Сухие вещества и влажность*

Вода – одно из самых распространенных веществ на земле, она является необходимым условием жизни и входит в состав всех пищевых продуктов и материалов.

Вода, не являясь собственно питательным веществом, жизненно необходима как стабилизатор температуры тела, переносчик нутриентов (питательных веществ) и пищеварительных отходов, реагент и реакционная среда в ряде химических превращений, стабилизатор конформации биополимеров и, наконец, как вещество, облегчающее динамическое поведение макромолекул, включая проявление ими каталитических (энзиматических) свойств.

Вода – важнейшая составляющая пищевых продуктов. Она присутствует в разнообразных растительных и животных продуктах как клеточный и внеклеточный компонент, как диспергирующая среда и растворитель, обуславливая консистенцию и структуру. Вода влияет на внешний вид, вкус и устойчивость продукта при хранении. Благодаря физическому взаимодействию с белками, полисахаридами, липидами и солями, вода вносит значительный вклад в структуру пищи.

Содержание влаги (%) в пищевых продуктах изменяется в широких пределах: фрукты, овощи – 70-95; мясо – 65-75; молоко – 87; сыр – 37; хлеб – 35; джем – 28; мука – 12 – 14; сухое молоко – 4.

Общая влажность продукта указывает на количество влаги в нем, но не характеризует ее причастность к химическим и биологическим изменениям в продукте. В обеспечении его устойчивости при хранении важную роль играет соотношение свободной и связанной влаги.

Связанная влага – это ассоциированная вода, прочно связанная с различными компонентами – белками, липидами и углеводами за счет химических и физических связей.

Свободная влага – это влага, не связанная полимером и доступная для протекания биохимических, химических и микробиологических реакций.

Содержание влаги (сухого вещества) в пищевых продуктах определяют прямыми и косвенными методами. Прямыми методами из продукта извлекают влагу и устанавливают ее количество; косвенными (высушиванием, рефрактометрией, по плотности и электропроводности раствора) – определяют содержание сухих веществ (сухого остатка). К косвенным относят также метод, основанный на взаимодействии воды с определенными реагентами.

Определение содержания влаги высушиванием до постоянной массы (арбитражный метод) основано на выделении гигроскопической влаги из исследуемого объекта при определенной температуре. Высушивание производят до постоянной массы или ускоренными методами при повышенной температуре в течение заданного времени.

Высушивание образцов, спекающихся в плотную массу, производят с прокаленным песком, масса которого должна быть в 2 – 4 раза больше массы навески. Песок придает навеске пористость, увеличивает поверхность испарения, препятствует образованию на поверхности корочки, затрудняющей удаление влаги. Высушивание производят в фарфоровых чашках, алюминиевых или стеклянных бюксах в течение 30 минут, при определённой температуре, зависящей от вида продукта.

Массовую долю сухих веществ ( $X$ , %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m) \cdot 100}{m_1 - m}, \quad (5.1)$$

где  $m$  – масса бюксы со стеклянной палочкой и песком, г;

$m_1$  – масса бюксы со стеклянной палочкой, песком и навеской до высушивания, г;

$m_2$  – масса бюксы со стеклянной палочкой, песком и навеской после высушивания, г.

Высушивание в аппарате ВЧ производится за счёт инфракрасного излучения в аппарате, состоящем из двух соединённых между собой массивных плит круглой или прямоугольной формы (рисунок 5.1).

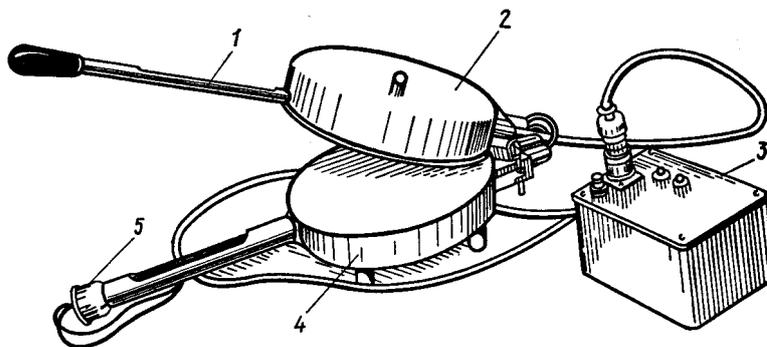


Рисунок 5.1 – Аппарат ВЧ для определения влажности

1 – рукоятка; 2 – верхняя плита; 3 – блок управления; 4 – нижняя плита; 5 – электроконтактный термометр.

В рабочем состоянии между плитами устанавливают зазор 2 – 3 мм. Температура греющей поверхности контролируется двумя ртутными термометрами. Для поддержания постоянной температуры прибор снабжён контактным термометром, включённым последовательно с реле. На контактном термометре устанавливается заданная температура. Прибор включают в сеть за 20 – 25 мин до начала высушивания для нагревания до заданной температуры.

Навеску продукта высушивают в пакете из роторной бумаги размером 20x14 см в течение 3 мин при определённой температуре, охлаждают в эксикаторе 2 – 3 мин и быстро взвешивают с точностью до 0,01 г.

Влажность ( $X$ , %) рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1 - m}, \quad (5.2)$$

где  $m$  – масса пакета, г;

$m_1$  – масса пакета с навеской до высушивания, г;

$m_2$  – масса пакета с высушенной навеской, г.

Рефрактометрический метод применяют для производственного контроля при определении содержания сухих веществ в объектах богатых сахарозой: сладких блюдах, напитках, соках, сиропах. Метод основан на зависимости между коэффициентом преломления исследуемого объекта или водной вытяжки из него и концентрацией сахарозы. Коэффициент

преломления зависит от температуры, поэтому замер производят после термостатирования призм и исследуемого раствора.

Массу сухих веществ ( $X$ , г) для напитков с сахаром рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{a \cdot P}{100}, \quad (5.3)$$

где  $a$  – массовая доля сухих веществ, определённая рефрактометрическим методом, %;  
 $P$  – объём напитка, см<sup>3</sup>.

Для сиропов, плодово-ягодных и молочных киселей и др. по формуле:

$$X = \frac{a \cdot m_1}{m}, \quad (5.4)$$

где  $a$  – массовая доля сухих веществ в растворе, %;  
 $m_1$  – масса растворённой навески, г;  
 $m$  – масса навески, г.

Кроме этих распространённых методов определения сухих веществ применяется ещё ряд методов, позволяющих определить содержание как свободной, так и связанной влаги.

Дифференциальная сканирующая колориметрия. Если образец охладить до температуры меньше 0°C, то свободная влага замёрзнет, связанная – нет. При нагревании замороженного образца в колориметре можно измерить тепло, потребляемое при таянии льда. Незамёрзшая вода определяется как разница между общей и замёрзшей водой.

Диэлектрические измерения. Метод основан на том, что при 0°C значения диэлектрической проницаемости воды и льда примерно равны. Но если часть влаги связана, то её диэлектрические свойства должны сильно отличаться от диэлектрических свойств объёмной воды и льда.

Измерение теплоёмкости. Теплоёмкость воды больше, чем теплоёмкость льда, т.к. с повышением температуры в воде происходит разрыв водородных связей. Это свойство используют для изучения подвижности молекул воды. Значение теплоёмкости, в зависимости от её содержания в полимерах, даёт сведения о количестве связанной воды. Если при низких концентрациях вода специфически связана, то её вклад в теплоёмкость мал. В области высоких значений влажности её в основном определяет свободная влага, вклад которой в теплоёмкость примерно в 2 раза больше, чем льда.

Ядерно-магнитный резонанс (ЯМР). Метод заключается в изучении подвижности воды в неподвижной матрице. При наличии свободной и связанной влаги получают две линии в спектре ЯМР вместо одной для объёмной воды.

#### *Активность воды*

Состояние воды в продуктах определяется различными характеристиками, среди которых: водосвязывающая способность, энергия вязи влаги и др. В последнее время все большее значение приобретает показатель «активность воды» ( $a_w$ ) как наиболее перспективный и информативный. Это показатель, введенный в 1950-х годах В.И. Скоттом и Х. Салвином, характеризует состояние воды в пищевых продуктах, используемой микроорганизмами для их жизнедеятельности.

По мнению ряда зарубежных авторов, измерение активности воды является одним из необходимых видов контроля качества продуктов, без которого в настоящее время не может обойтись ни одно предприятие пищевой промышленности.

По этой причине показатель активности воды ЕЭС с 1976 г. введен как обязательно для оценки качества пищевых продуктов, а в США он включен в инструкцию Управления по контролю за качеством пищевых продуктов и лекарственных препаратов.

Согласно современной классификации пищевые продукты по величине активности воды делятся на три группы:

- продукты с высокой влажностью ( $a_w = 0,9-1,0$ );
- продукты с промежуточной влажностью ( $a_w = 0,6-0,9$ );
- продукты с низкой влажностью (сухие) ( $a_w = 0,6$ ).

Среди многообразия известных методов определения активности воды ( $\alpha_w$ ) часто используется косвенный метод, отличающийся простотой измерения и отсутствием дорогостоящих приборов. Это гравиметрический метод, модифицированный Х.М. Феттом, который предложил измерять  $\alpha_w$  при помощи эксикаторов. Для этого проводят серию опытов, ставя параллельно 6 (не менее) эксикаторов, в которые заливают насыщенные растворы веществ, имеющие известные значения активности, близкие к ожидаемому значению в продукте. В эксикаторы над растворами на одном и том же уровне помещают сетки из полимерного материала, на которые кладут точно взвешенные образцы продукта (массой около 15 – 20 г). Эксикаторы помещают в термостат с температурой 25<sup>0</sup>С на 24 ч, после чего образцы быстро вынимают и взвешивают, определяя степень уменьшения или увеличения массы, т.е. степени сорбции и десорбции проб.

Затем по полученным данным путем графической интерполяции устанавливают  $\alpha_w$  образца, т.е. величину, при которой наступает равновесное состояние между раствором и образцом без изменения массы последнего.

#### *Техника выполнения работы:*

##### *Определение влаги методом ускоренного высушивания*

*Аппаратура, реактивы и материалы:* Бюксы стеклянные и металлические диаметром 40 – 50 мм, высотой 40 – 50 мм; весы лабораторные общего назначения; термометр технический стеклянный ртутный на 150<sup>0</sup> С; шкаф сушильный электрический; эксикатор; кальций хлористый технический; кислота серная плотностью 1,84 г/см<sup>3</sup>; палочки стеклянные длиной 55 – 60 мм; песок очищенный прокаленный; щипцы тигельные.

##### *Ход работы*

Чистую пустую бюксу с 5 – 10 г прокаленного песка и стеклянную палочку сушат с крышкой (в открытом виде) в течение 30 мин в сушильном шкафу при температуре 130<sup>0</sup>С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Из аналитической пробы концентрата в высушенную бюксу берут навеску массой 5 г с погрешность не более  $\pm 0,01$ г. Открытую бюксу с навеской вместе с крышкой помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до 140 – 145 <sup>0</sup>С. Температуру шкафа при установке бюкс доводят до 130 <sup>0</sup>С в течение 10 мин и этот момент считают началом сушки.

Продолжительность сушки при температуре 130 $\pm$ 2<sup>0</sup>С установлена: 40 мин для молочных концентратов и продуктов детского питания; 45 мин – для остальных видов концентратов.

После высушивания навески бюксу вынимают из сушильного шкафа тигельными щипцами, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают с погрешность не более  $\pm 0,01$  г.

Массовую долю влаги, X, %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \quad (5.5)$$

где m – масса навески испытуемого концентрата, г;

m<sub>1</sub> – масса бюксы с навеской до высушивания; г;

m<sub>2</sub> – масса бюксы с навеской после высушивания, г.

За результаты испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

Вычисления проводят с погрешностью не более 0,01%.

Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать 0,25%.

##### *Определение влаги на приборе ВЧ*

*Аппаратура, реактивы и материалы:* прибор ВЧ; весы лабораторные общего назначения; термометры стеклянные ртутные на 250<sup>0</sup>С; часы; эксикатор; кальций хлористый техни-

ческий; бумага фильтровальная лабораторная, бумага газетная; ножницы.

#### Ход работы

Перед определением влаги прибор ВЧ нагревают до температуры, указанной в таблице, и подсушивают в нем бумажные пакеты в течение 3 мин. После высушивания пакеты помещают в эксикатор для охлаждения на 2-3 мин.

Таблица 5.1 – Масса навески, температура и продолжительность высушивания некоторых продуктов

Вид концентрата	Масса навески, г	Температура высушивания, °С	Продолжительность высушивания, мин
Каши молочные: гречневая, рисовая, манная	4	140	2
Отвары крупяные и мука из круп	4	140	10
Смеси молочные на отварах и на муке, кисель молочный	4	130	3

Примечание: допускается отклонение от температуры высушивания  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

Для изготовления пакетов берут лист газетной бумаги размером 20x14 см, складывают его пополам, а затем открытые с трех сторон края пакета загибают на 1,5 см; размер готовых пакетов 8x11 см.

Можно пользоваться пакетами треугольной формы из бумаги размером 15x15 см, с шириной загиба краев 1,5 см.

При испытании концентратов, содержащих в рецептуре жир, в пакет помещают дополнительно вкладыш из фильтровальной бумаги размером 11x24 мм, сложенный в три слоя таким образом, чтобы два слоя бумаги находились на нижней стороне пакета, а один слой на верхней; навеску помещают на два слоя фильтровальной бумаги, образующей вкладыш.

Из аналитической пробы концентрата в предварительно высушенный и взвешенный пакет берут с погрешностью не более  $\pm 0,01$  г навеску в количестве 4 г.

Для получения правильных результатов испытаний навеску берут быстро и распределяют ее ровным слоем по всей поверхности пакета или вкладыша.

Пакет закрывают, помещают в прибор ВЧ и сушат навеску по режимам, указанным в таблице.

В прибор помещают одновременно два пакета с навесками (параллельные определения).

После высушивания пакеты охлаждают в эксикаторе в течение 5 мин и взвешивают с погрешностью не более  $\pm 0,01$  г.

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

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \quad (5.6)$$

где  $m$  – масса навески испытуемого концентрата, г;

$m_1$  – масса пакета с навеской до высушивания; г;

$m_2$  – масса пакета с навеской после высушивания, г.

За результаты испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

Вычисления проводят с погрешностью не более 0,01%.

Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать 0,3%.

#### Определение содержания сухих веществ рефрактометрическим методом

Аппаратура, реактивы и материалы: рефрактометр лабораторный РПЛ-3, или ИРФ-457; термостат ТС-13; баня водяная; термометр со шкалой до  $100^\circ\text{C}$  с ценой деления  $1^\circ\text{C}$ ; пи-

петки вместимостью 2,10 см<sup>3</sup> с делениями; чашки фарфоровые выпарительные диаметром 4 – 6 см; бюксы стеклянные; палочки стеклянные оплавленные; колба коническая вместимостью 50-100 см<sup>3</sup>; стакан химический вместимостью 100 – 150 см<sup>3</sup>; воронка стеклянная диаметром 3 – 4 см.

#### Ход работы

Перед началом работы проверяют показания прибора по дистиллированной воде. На нижнюю призму рефрактометра оплавленной стеклянной палочкой наносят 1 – 2 капли дистиллированной воды, опускают верхнюю призму и через 2 – 3 мин проводят замер. Граница светотени должна быть четкой и проходить через точку пересечения нитей (перекрестие) или пунктирную линию.

Рефрактометр установлен на показатель преломления дистиллированной воды при 20<sup>0</sup>С 1,3329, что соответствует 0% сухих веществ.

Призмы рефрактометра вытирают сухой марлей и оплавленной стеклянной палочкой наносят 1 – 2 капли исследуемой жидкости, профильтрованной через крупнопористую фильтровальную бумагу. Опускают верхнюю призму и через 2 – 3 мин производят замер.

Замер производят 2 – 3 раза и рассчитывают среднее арифметическое.

По шкале рефрактометра определяют коэффициент преломления или массовую долю сухих веществ.

Если шкала рефрактометра градуирована на коэффициент преломления, то по таблице находят массовую долю сухих веществ.

Таблица 5.2 – Определение содержания сухих веществ по показателю преломления

Показатель преломления при 20 <sup>0</sup> С	Массовая доля сухих веществ	Показатель преломления при 20 <sup>0</sup> С	Массовая доля сухих веществ	Показатель преломления при 20 <sup>0</sup> С	Массовая доля сухих веществ	Показатель преломления при 20 <sup>0</sup> С	Массовая доля сухих веществ
1,333	0	1,3456	8,5	1,3598	17,5	1,3865	33,0
1,3337	0,5	1,3464	9,0	1,3606	18,0	1,3883	34,0
1,3344	1,0	1,3471	9,5	1,3614	18,5	1,3902	35,0
1,3351	1,5	1,3479	10,0	1,3622	19,0	1,3920	36,0
1,3359	2,0	1,3487	10,5	1,3631	19,5	1,3939	37,0
1,3367	2,5	1,3494	11,0	1,3639	20,0	1,3958	38,0
1,3374	3,0	1,3502	11,5	1,3655	21,0	1,3978	39,0
1,3381	3,5	1,3510	12,0	1,3672	22,0	1,3997	40,0
1,3388	4,0	1,3518	12,5	1,3689	23,0	1,4016	41,0
1,3395	4,5	1,3526	13,0	1,3706	24,0	1,4036	42,0
1,3403	5,0	1,3533	13,5	1,3723	25,0	1,4056	43,0
1,3411	5,5	1,3541	14,0	1,3740	26,0	1,4076	44,0
1,3418	6,0	1,3549	14,5	1,3758	27,0	1,4096	45,0
1,3425	6,5	1,3557	15,0	1,3775	28,0	1,4117	46,0
1,3433	7,0	1,3565	15,5	1,3793	29,0	1,4137	47,0
1,3435	7,1	1,3573	16,0	1,3811	30,0	1,4158	48,0
1,3441	7,5	1,3582	16,5	1,3829	31,0	1,4179	49,0
1,3448	8,0	1,3590	17,0	1,3847	32,0	1,4200	50,0

Массу сухих веществ для плодово-ягодных напитков (X, г) рассчитывают по формуле

$$X = \frac{a \cdot P}{100}, \quad (5.7)$$

где а – массовая доля сухих веществ, определенная рефрактометрическим методом, %;

Р – объем напитка, см<sup>3</sup>.

### Оформление результатов работы

Результаты работы оформляются в виде таблицы 5.3.

Таблица 5.3 – результаты определение массы сухих веществ

методы определения	масса сухих веществ для сырья и готовой продукции, %		

#### Контрольные вопросы:

1. Какие методы используют для определения содержания влаги и массовой доли сухих веществ?
2. Свободная и связанная влага.
3. Высушивание до постоянной массы (арбитражный метод).
4. Высушивание в аппарате ВЧ.
5. Рефрактометрический метод.
6. Дифференциальная сканирующая колориметрия.
7. Диэлектрические измерения.
8. Измерение теплоёмкости.
9. Ядерно-магнитный резонанс.
10. Классификация пищевых продуктов по величине активности воды.
11. Косвенный метод, гравиметрический метод определения активности воды.

### Лабораторное занятие № 6

Тема: Белок. Методы определения белка

*Цель работы:* изучить методы исследования белка.

*Формируемые компетенции или их части:*

Код	Формулировка:
ПК-7	Способен проводить лабораторные исследования безопасности и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов в соответствии с регламентами, стандартными методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ПК-8	Способен организовать контроль за обеспечением качества продукции и услуг

#### *Теоретическая часть:*

План:

1. Классификация белков.
2. Методы определения белков.
3. Биологическая ценность белков.

#### *Практическое задание:*

1. Определение массовой доли белков методом формольного титрования.
2. Колориметрический метод определения белка (по Лоури).
3. Определение белка колориметрическим методом.

#### *Содержание работы:*

Белки – высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, молекулы

которых построены из остатков аминокислот.

В природе существует примерно от  $10^{10}$  до  $10^{12}$  различных белков, содержание которых в биологических объектах зависит от ряда факторов – климатических условий, урожайности, биологических особенностей. Белки в питании человека занимают особое место. Они выполняют ряд специфических функций, свойственных только живой материи. Белковые вещества наделяют организм пластическими свойствами, заключающимися в построении структур субклеточных включений (рибосом, митохондрий и т.д.), и обеспечивают обмен между организмом и окружающей внешней средой. В обмене веществ участвуют как структурные белки клеток и тканей, так и ферментные и гормональные системы. Белки регулируют и координируют все то многообразие химических превращений в организме, которое обеспечивает функционирование его как единого целого.

Эффективность обмена белков в значительной степени зависит от количественного и качественного состава пищи. При поступлении белков (с пищей) ниже рекомендуемых норм, в организме начинают распадаться белки тканей (печени, плазмы крови и т.д.), а образующиеся аминокислоты – расходоваться на синтез ферментов, гормонов и других, необходимых для поддержания жизнедеятельности организма, биологически активных соединений. Повышенное содержание белков в составе пищи значительного влияния на обмен веществ в организме человека не оказывает, при этом избыток продуктов азотистого обмена выводится с мочой.

Состояние белкового обмена в большей степени зависит от недостатка или отсутствия незаменимых аминокислот. Клетки организма человека не могут синтезировать необходимые белки, если в составе пищи отсутствует хотя бы одна незаменимая кислота.

Среднесуточная физиологическая потребность в белке в течении более чем ста лет постоянно исследуется и периодически отражается в решениях ВОЗ, ФАО и национальных организаций различных стран. Эти величины носят ориентировочный характер, так как они находятся в стадии постоянного уточнения в зависимости от возраста человека, пола, климата, индивидуальных и национальных особенностей и степени загрязнения окружающей среды. В соответствии с рекомендациями ВОЗ и ФАО величина оптимальной потребности в белке составляет 60 – 100 г в сутки или 12 – 15 % от общей калорийности пищи. В пересчёте на 1 кг массы тела потребность белка в сутки для детей, в зависимости от возраста, колеблется от 1,05 до 4,00 г.

По своему строению белки представляют собой высокомолекулярные соединения, состоящие из аминокислот. Соединенные амидной (пептидной) связью (-СО - NH) аминокислоты образуют полипептиды простого (протеина) и сложного (протеида) строения. В состав протеидов дополнительно входят небелковые вещества (липиды, углеводы и т.д.).

Известно, что в состав белков входят двадцать различных аминокислот, причем восемь из них не могут синтезироваться в организме человека и поэтому являются незаменимыми (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин).

Полузаменимые аминокислоты синтезируются в организме, но в недостаточном количестве, поэтому частично должны поступать с пищей. К таким аминокислотам относятся аргинин, тирозин, гистидин (последняя аминокислота не синтезируется в организме детей).

Заменимые аминокислоты синтезируются в организме в достаточном количестве. Они представлены девятью аминокислотами, хотя некоторые из них можно отнести к условнозаменимым (например, тирозин образуется в организме только из фенилаланина и при поступлении последнего в недостаточном количестве может оказаться незаменимым; цистин и цистеин могут образовываться из метионина, но необходимы при недостатке этой аминокислоты).

В среднем белковые молекулы содержат (50 – 54) % углерода; (15 – 18) % азота; (20 – 23) % кислорода; (6 – 8) % водорода и (0,3 – 2,5) % серы.

Несмотря на огромное разнообразие аминокислотного состава белков, каждому индивидуальному белку характерен только для него строго определенный аминокислотный состав, что обусловлено генетическим кодом, сформированным в процессе эволюции.

Все протеиногенные аминокислоты являются,  $\alpha$  – аминокислотами с характерной для них общей структурной особенностью – наличием карбоксильной и аминной групп, связанных с атомом углерода в  $\alpha$  – положении.

Часть структуры всех аминокислот одинакова, однако функциональная группа (R – остаток) не одинаков по структуре, электрическому заряду и растворимости. От соответствующего сочетания этих групп зависят свойства белковых молекул.

В зависимости от химических свойств R-групп все протеиногенные аминокислоты подразделяются на четыре основных класса:

- неполярные (гидрофобные);
- полярные;
- отрицательно заряженные;
- положительно заряженные.

По своей стехиометрической конфигурации все аминокислоты, за исключением глицина, имеют ассиметричный атом углерода в  $\alpha$  – положении, с которым связаны четыре разные группы (радикал, атом водорода, карбоксильная группа и аминогруппа). Таким образом, аминокислоты обладают оптической активностью (дисперсией оптического вращения).

Присутствие аминокислот, содержащих основные ( $-NH_2$ ) и кислые ( $-COOH$ ), обуславливает амфотерные (амфолитные) свойства. Они обуславливают высокую буферность водных растворов белков, а, следовательно, постоянное значение рН живой клетки. Эти свойства положены в основу методов разделения, идентификации и количественного анализа аминокислот, нашедших широкое использование при определении аминокислотного состава в белковой молекуле.

В таблице 6.1 приведены свойства протеиногенных L-  $\alpha$ -аминокислот. Свойства аминокислот определяют функциональные свойства белков, под которыми принято понимать физико-химические характеристики, определяющие их поведение при переработке в пищевые продукты, а также обеспечивающие желаемую структуру, технологические и потребительские свойства пищевых продуктов.

Эта область научных интересов имеет центральное значение для развития технологии переработки белка в новые формы пищи.

Таблица 6.1 – Физико-химические свойства протеиногенных L-  $\alpha$ - аминокислот

Название (тривиальное и рациональное)	Сокращённое обозначение	Удельное вращение в водном растворе 25°C [ $\alpha$ ] <sub>D</sub>	Константа кислотной диссоциации			Изоэлектрическая точка pI	Растворимость при 25°C, г на 100г воды
			pK <sub>1</sub>	pK <sub>2</sub>	pK <sub>3</sub>		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1. Моноаминокарбоновые</b>							
1.1. Глицин ( $\alpha$ -аминоуксусная)	Gly	-	-	-	-	5,970	24,990
1.2. Аланин ( $\alpha$ -аминопропионовая кислота)	Ala	+1,8	2,35	9,87	-	6,000	16,510
1.3. Валин ( $\alpha$ -аминоизовалериановая кислота)	Val	+ 6,6	2,32	9,62	-	6,000	7,040
1.4. Лейцин ( $\alpha$ -аминоизокапроновая кислота)	Leu	- 11,0	2,36	9,60	-	6,000	0,990
1.5. Изолейцин ( $\alpha$ -амино- $\beta$ -метил- $\gamma$ -валериановая кислота)	Ile	+ 12,4	2,26	9,62	-	5,900	2,230
1.6. Тирозин	Tyr	+ 11,8	2,20	9,21	10,16	7,300	0,035
1.7. Фенилаланин ( $\alpha$ -амино- $\beta$ -	Phe	- 34,5	2,20	9,31	-	3,500	1,420

фенилпропионовая кислота)									
2.Моноаминодикарбоновые									
2.1.	Аспарагиновая аминоянтарная кислота)	( $\alpha$ -	Asp	+ 6,7	1,88	3,65	9,00	2,800	0,500
2.2.	Лизин диаминокарбоновая кислота)	( $\alpha,\epsilon$ -	Lys	+ 13,5	2,20	8,90	10,28	9,700	-
2.3.	Аргинин ( $\alpha$ -амино- $\delta$ -гуанидо- валериановая кислота)		Arg	12,5	2,18	9,09	13,20	10,90	-
3.Гидрокислоты									
3.1.	Серин ( $\alpha$ -амино- $\beta$ - оксипропионовая кислота)	$\beta$ -	Ser	- 7,9	2,21	9,35	-	5,700	5,030
3.2.	Треонин ( $\alpha$ -амино- $\beta$ - оксимасляная кислота)	$\beta$ -	Thr	-28,5	2,15	9,12	-	5,800	20,500
4.Тиаминокислоты									
4.1.	Цистеин ( $\alpha$ -амино- $\beta$ - меркапто-пропионовая кислота)	$\beta$ -	Cys	-16,5	1,71	8,33	10,78	5,000	-
4.2.	Цистеин (3,3-ди-тио-бис- 2аминопропионовая кислота)		(Cys) <sub>2</sub>	1,4	2,01	8,02	5,00	0,011	-
4.3.	Метионин ( $\alpha$ -амино- $\gamma$ -метил- меткаптомасляная кислота)		Met	- 10,0	2,28	9,21	-	5,700	3,350
5.Гетероциклические аминокислоты									
5.1.	Триптофан ( $\alpha$ -амино- $\beta$ - индолпропионовая кислота)	$\beta$ -	Trp	- 33,7	2,38	9,30	-	5,900	1,140
5.2.	Гистидин ( $\alpha$ -амино- $\beta$ - имидозолилпропионовая кислота)	$\beta$ -	His	- 38,5	1,78	5,97	8,97	7,00	4,290
5.3.	Пролин (пирролидин- карбоновая кислота)	$\alpha$ -	Pro	- 86,2	1,99	10,0	-	6,300	12,300
5.4.	Гидроксипролин ( $\alpha$ - гидроксипирролидин- карбоновая кислота)	( $\alpha$ - $\beta$ -	Нур	- 59,6	1,82	9,65	-	5,800	36,110

Белковые фракции сортов, их биотипов различаются по числу субфракций, компонентов и их соотношению. Субфракции и компоненты имеют специфический аминокислотный состав.

Присутствие белка в пищевых объектах устанавливается с помощью качественных реакций, которые условно разделяют на две группы: цветные реакции и реакции осаждения.

Среди первой группы наиболее распространёнными реакциями является биуретовая реакция на пептидную (амидную) связь (реакция Пиотровского) и нингидриновая реакция на  $\alpha$  – аминокислоты, а также специфические, обусловленные присутствием в белках остатков определённых аминокислот. По результатам специфических реакций ориентировочно можно судить о пищевой ценности белков.

Суть реакции Пиотровского состоит в том, что благодаря присутствию в молекуле белка пептидной связи ( $-\text{CO} - \text{NH}-$ ) амидная связь реагирует с раствором гидроксида меди, жидкость окрашивается в фиолетово-синий или фиолетово-красный цвет.

Все методы определения белковых веществ основаны на свойствах и составе белокобразующих аминокислот.

Классификация методов представлена на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Методы определения белка

Для наблюдения реакции в пробирки наливают по 1 – 2 см<sup>3</sup> белка с равным количеством 4 % раствора щёлочи и добавляют 1 – 2 капли 0,5% раствора медного купороса.

Реакцию дают все белки, а также продукты их гидролиза – пептоны и пептиды, начиная с тетрапептидов.

Другой качественной реакцией на белки, содержащие α – аминокислоты является нингидриновая реакция. Нингидрин в концентрации 0,1 % реагирует с равным объёмом раствора белка NH<sub>2</sub> – группами, содержащимися в α – положении при нагревании с последующим охлаждением придаёт системам синее окрашивание.

Существуют также частные реакции на белки, связанные с присутствием фенольных и гетероциклических групп.

Во второй группе реакций белки осаждают действием солей, органических растворителей, концентрированных кислот, щелочей, ионов тяжёлых металлов, температуры и в изоэлектрической точке. Белки в растворённом состоянии крайне неустойчивы, поэтому при добавлении органических растворителей (спирт, ацетон), концентрированных растворов нейтральных солей щелочных металлов и воздействий физических факторов (нагревание, облучение, ультразвук) гидратная оболочка разрушается, и они выпадают в осадок.

Так как белковые вещества сырья (муки, крупы, молока, мяса), включая ферменты, часто являются определяющими в обеспечении качества пищевых изделий, то для изучения физико-химических, биохимических и физиологических свойств этих соединений обязательным условием является получение белков в индивидуальном и, по возможности, неденатурированном состоянии. Белки обычно теряют природные (нативные) свойства (растворимость, гидратацию, ферментативную активность и т.д.), подвергаясь денатурации под влиянием различных факторов.

Наиболее распространёнными количественными методами являются метод Кьельдаля, Лоури с реактивом Фолина, Войвуда в модификации Т.А. Глаголевой, К.А. Мерка.

Содержание белка в пищевых объектах обычно определяют по количеству азота с использованием метода Кьельдаля. С целью упрощения и сокращения длительности анализа этот метод с момента его разработки (1983) неоднократно модифицировался с применением различных катализаторов и условий минерализации. На основе модифицированных методов созданы высокопроизводительные автоматические анализаторы типа «Кьельфос», стоимость определения содержания белка на которых и сегодня остаётся высокой.

Метод основан на минерализации навесок при нагревании с концентрированной серной кислотой в присутствии катализаторов. Аммиак отгоняют в раствор борной кислоты и оттитровывают его 0,1н. раствором серной кислоты. Объём кислоты, пошедший на титрование, умножают на титр по азоту и узнают содержание азота в пробе.

Химическая реакция аммиака с борной кислотой идёт с образованием метаборной

кислоты из ортоборной ( $\text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{HBO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ). Сама борная кислота очень слабая и не оказывает влияния на концентрацию ионов водорода. Реакция идёт следующим образом:  $\text{NH}_3 + \text{HBO}_2 = \text{NH}_4^+ + \text{BO}_2^-$ . Полученный в результате анион  $\text{BO}_2^-$  оттитровывают раствором кислоты; при этом происходит восстановление протона в боррат-анион (основание):  $\text{H}^+ + \text{BO}_2^- = \text{HBO}_2$ . Анион  $\text{BO}_2^-$  является сильным основанием и, следовательно, его можно титровать сильной кислотой.

Существует и некоторая условность в методе Кьельдаля при расчёте количества белка, заключающаяся в использовании переводного коэффициента. Однако, несмотря на недостатки, метод Кьельдаля является унифицированным, он включён в ГОСТы на многие пищевые продукты.

Для перевода количества азота в содержание белка используют коэффициент 6,25. Принят он потому, что большинство белков содержит 16 % азота ( $100:6,25 = 16$ ). Однако более правильным является использование коэффициентов, соответствующих фактическому содержанию сырого белка в каждом его виде. Так, для пшеницы получен коэффициент 5,7, так как её белки содержат 17,5 % азота. Для других белковых ресурсов коэффициенты перевода приняты следующими: 5,7 – рожь, ячмень, овёс, семена подсолнечника; 5,8 – соя; 6,25 – кукуруза, мясо; 6,38 – молоко.

Колориметрический метод определения белка (Метод Лоури) основан на реакции белков с реактивом Фолина, дающей синее окрашивание. Интенсивность окраски определяют на фотоэлектроколориметре с красным светофильтром (или на спектрофотометре при длине волны 750 нм). Количество белка в растворе находят по калибровочной кривой. Метод применяют для определения белка в растворах с концентрацией от 10 до 100 мкг.

В основе биуретового метода лежит биуретовая реакция. По оптической плотности с использованием калибровочных графиков находят концентрацию белка в растворах. Этот метод определения белка требует для выполнения доступных реактивов и используется для определения белков в растворах, в том числе предназначенных для электрофореза.

Имеются различные методы определения азота, такие как метод Дюма, нейтронно-активационный и с фенолятгипохлоридом на приборе «Техникон». Принцип метода Дюма заключается в разложении органического соединения в атмосфере оксида углерода до газообразного состояния с последующим измерением объёма азота ( $\text{N}_2$ ). В нейтронно-активационном методе атомы азота образца бомбардируются нейтронами в ядерном реакторе с получением изотопа  $^{13}\text{N}$ . Содержание белка рассчитывают по количеству гамма-лучей.

Широкое распространение получил метод инфракрасной спектроскопии, в основе которого лежит поглощение белками света с определённой длиной волны и измерение интенсивности его отражения в пробах анализаторах. Приборы калибруют по образцам зерна (эталонам) с известным содержанием белка, определяемым по методу Кьельдаля.

Известны методы количественного определения белка, основанные на различной степени помутнения (нефелометрический метод), способности белков адсорбировать красители (кумасси синий R-250, амидочёрный и др.) и преломлять лучи света (по показателю преломления). Они характеризуются высокой точностью и простотой определения, хотя имеют ряд ограничений. Наиболее удобными являются методы с кумасси синим, биуретовый и Лоури.

Массовую долю белка определяют также колориметрическим методом, который основан на способности белков при pH ниже изоэлектрической точки связывать кислые красители вследствие образования нерастворимого комплекса. При этом интенсивность окраски раствора уменьшается обратно пропорционально количеству белка. После удаления нерастворимого комплекса измеряют оптическую плотность раствора оставшегося красителя и по градуировочному графику определяют массовую долю белка.

Определение массовой доли белков методом формольного титрования. Этот метод применяют для контроля массовой доли белка в молоке кислотностью не более 22°C. Он основан на реакции щелочных аминогрупп белка с формалином, в результате которой высвобождаются карбоксильные кислые группы белка. При этом повышается титруемая кислотность молока, по приросту которой определяют массовую долю белка в молоке.

Для определения массовой доли белка в молоке применяют также рефрактометрический метод. Он основан на изменении показателей преломления молока и безбелковой молочной сыворотки, полученной из того же образца молока, разность между которыми пропорциональна массовой доле белка в молоке.

При изучении физико-химических свойств белков и их превращении в пищевых системах широко используют методы фракционирования и очистки от небелковых соединений. Они основаны на различии таких свойств белков, как размер молекул, растворимость заряд и сродство к специфическим химическим группам.

Общая схема операций по выделению белков сводится к измельчению биологического материала (гомогенизации), экстрагирования и собственно выделению, то есть очистки и получению белка в индивидуальном состоянии.

Осаждение белков из раствора под действием солей щелочных и щелочноземельных металлов называют высаливанием. Для высаливания чаще применяются сульфат аммония, под влиянием которого белки, как правило, сохраняют растворимость и ферментативную активность.

Глобулины выпадают в осадок при 50 % насыщении, альбумины при 100 % насыщении растворов солей, а при ступенчатом фракционировании (20 – 100 % насыщения) выпадают белки и других классов (проламины, глютелины).

В практике выделения и очистки белков используются различные типы хроматографии: адсорбционная, распределительная, ионообменная и хроматография по сродству.

Адсорбционная хроматография основана на различиях в полярности белков. В колонке вместе с буферным раствором упаковывают адсорбент, на который в небольшом объёме растворителя наносят исследуемый образец. Компоненты разделяемой смеси адсорбируются, затем элюируются с помощью буферного раствора с увеличивающейся концентрацией или полярностью. Фракции белка собирают с помощью автоматического коллектора фракций.

В распределительной хроматографии, в отличие от адсорбционной, в качестве неподвижной фазы выступает водный слой, удерживаемый твёрдой фазой (силикагель, бумага). Разделяемые вещества многократно распределяются между водным слоем и движущейся фазой растворителя и с разной скоростью перемещаются по длине колонки или бумаге. Распределительную хроматографию на бумаге часто используют для анализа пептидов и аминокислот. Адсорбентом служат нити целлюлозы, а растворителем – смесь органических растворителей, например, бутиловый спирт – уксусная кислота – вода. Хроматограмму проявляют, высушивают и анализируют местонахождение разделяемых компонентов тем или иным способом.

Методом ионообменной хроматографии белки или аминокислоты разделяют на основе различий в общем заряде молекул. Если белок в нейтральной среде (рН 7) имеет положительный заряд, то он связывается на колонке с ионообменником, содержащим фенольные, сульфо- и карбоксильные группы (катионообменник). Чаще всего для фракционирования белков используют производные полистерола и целлюлозы.

Положительно заряженный белок снимается с колонки с помощью раствора хлористого натрия или изменением рН элюирующего буфера. При этом ионы натрия конкурируют с положительно заряженными группами белков. Белки с меньшим положительным зарядом вымываются с колонки первыми, с большим зарядом – последними.

Хроматография по сродству (аффинная хроматография) основана на принципе избирательного связывания белков со специфическими веществами (лигандами) прикрепленными к носителю. Лиганды (глюкозу) ковалентно присоединяют к носителю (проводя иммобилизацию) и наносят на колонку исследуемую белковую смесь. Несвязавшиеся белки удаляют соответствующим буфером, а нужный белок элюируют раствором, содержащим лиганд в очень высокой концентрации. При этом присоединённые к колонке остатки глюкозы в молекуле белка замещаются на глюкозу, находящуюся в растворе.

Гель-фильтрация, или метод молекулярных сит заключается в пропускании белков

через колонку с гелем сефадекса или других типов (агарозных, полистирольных). Применяются также пористые стеклянные шарики и пористый кварц (порасил).

Принцип методов электрофоретического разделения заключается в способности молекул пептидов и аминокислот, находясь в заряженной форме в виде катионов (+) или анионов (-), передвигаться в электрическом поле с определённой скоростью.

Очень высокую разрешающую способность имеет метод изоэлектрического фокусирования белков, в основе которого лежит фронтальный электрофорез, проводимый на колонке одновременно в градиенте рН и напряжения.

В организме синтезируется только часть аминокислот, другие должны доставляться с пищей. Первые из них называются заменимыми, вторые незаменимыми. Заменимые аминокислоты способны заменять одна другую в рационе, так как они превращаются одна в другую или синтезируются из промежуточных продуктов углеводного или липидного обмена.

Жизнедеятельность человека обеспечивается ежедневным потреблением с пищей сбалансированной смеси, содержащей восемь незаменимых аминокислот и две частичнозаменимые. Незаменимые представлены аминокислотами с разветвлённой цепью углерода – лейцином, изолейцином и валином, ароматическими – фенилаланином, триптофаном и алифатическими – треонином, лизином и метионином. К частичнозаменимым относят аргинин и гистидин, так как в организме они синтезируются довольно медленно.

Важным понятием, характеризующим качество поступающего в организм белка, является биологическая ценность, то есть наличие незаменимых аминокислот и степень их усвоения. Чем ближе потребляемый белок по аминокислотному составу подходит к составу белков организма, тем выше его биологическая ценность.

Изучение химического состава пищевых продуктов, закономерностей метаболических превращений в организме каждого из многочисленных белковых веществ, входящих в состав продукта, выявление их участия в жизнедеятельности, а также интегрального биологического эффекта, привело к возникновению научных представлений о биологической ценности, под которой понимают относительную степень задержки азота пищи или эффективность его утилизации для поддержания азотистого равновесия, зависящая от аминокислотного состава и других структурных особенностей белков. Таким образом, термин «биологическая ценность» отражает качество белковых компонентов продукта, связанных как с перевариванием белка, так и со степенью сбалансированности его состава. Биологическая ценность может быть определена химическими и биологическими методами (например, с использованием тест-организмов).

Основываясь на понятии биологической ценности как степени соответствия состава пищи физиологическим потребностям организма, разработаны некоторые принципы биологической оценки качества продуктов питания.

Большинство исследований пришло к единому мнению, что биологическую ценность белков, независимо от использованного варианта проведения эксперимента или метода её расчёта необходимо выражать не в абсолютных, а в относительных величинах (в процентах) то есть в сравнении с аналогичными показателями, полученными с применением стандартных белков.

Химические методы исследования биологической ценности белков разрабатывались на основании результатов изучения состава белков в пищевых продуктах и установленной связи между степенью задержки азота, пищевого белка в живом организме и наличием в нём незаменимых аминокислот.

Наиболее широко используется метод Х. Митчела и Р. Блока, в соответствии с которым рассчитывается показатель аминокислотного сора (а.с.). Скор выражают в процентах или безразмерной величиной, представляющей собой отношение содержания аминокислот (а.к.) в исследуемом белке к её количеству в эталонном белке. При расчёте сора формула выглядит следующим образом:

$$\text{Аминокислотный скор} = \frac{\text{мгАКв}1\text{белка}}{\text{мгАКв}1\text{этало́на}} \cdot 100, \quad (6.1)$$

Аминокислота, скор который имеет самое низкое значение, называется лимитирующей аминокислотой.

Таблица 6.2 – Содержание аминокислот в 1 г идеального белка

Аминокислота	Содержание, мг	Аминокислота	Содержание, мг
Изолейцин	40	Фенилаланин+тирозин	60
Лейцин	70	Треонин	40
Метионини + цистин	35	Триптофан	10
Валин	50	Всего	360

Другой метод определения биологической ценности белков заключается в определении индекса незаменимых аминокислот (ИНАК). Метод представляет собой модификацию метода аминокислотного скор и позволяет учитывать количество всех незаменимых кислот. Индекс рассчитывают по формуле:

$$\text{ИНАК} = \sqrt[n]{\frac{\text{Лиз}_б}{\text{Лиз}_э} \times \frac{\text{Три}_б}{\text{Три}_э} \times \dots \times \frac{\text{Гис}_б}{\text{Гис}_э}}, \quad (6.2)$$

где  $n$  – число аминокислот;

индексы б, э – содержание аминокислоты в изучаемом и эталонном белке соответственно.

Известны и другие химические методы, которые основаны на исследовании аминокислотного состава белка с последующим расчётом индексов биологической ценности (индексы Озера, Митчела, Корпачи).

Вышеперечисленные методы индексов и скор по стандарту, не позволяют учитывать одну из важнейших характеристик биологической ценности белка, а именно, доступность усвоения в организме аминокислот, входящих в его состав. Например, количество доступного лизина является в настоящее время наиболее ценным показателем «технологического» снижения биологической ценности белков. В литературе описаны различные способы определения доступного лизина в белковых продуктах: химические, биологические и микробиологические.

Особый интерес вызывают у исследователей такие методы определения биологической ценности белков, в которых в какой-либо степени имитируются условия пищеварения в организме человека. Метод ферментативного переваривания белков протеолитическими ферментами желудочно-кишечного тракта применяется для изучения скорости расщепления белков, находящихся в составе различных пищевых продуктов.

Для изучения биологической ценности белков наибольшее применение получили биологические методы исследования, результаты которых служат основой для сравнения с данными, полученными при использовании химических методов.

Биологические методы основаны на скормливании изучаемого белка живому организму с последующим выявлением его реакции. Основными показателями оценки при этом являются привес (рост животных) за определённый период времени, расход белка и энергии на единицу привеса, коэффициенты перевариваемости и отложения азота в теле, доступность аминокислот. Биологические методы исследования биологической ценности белков можно классифицировать на росто-весовые и балансовые. Эти методы широко используют для определения различных индексов биологической ценности белков.

Росто-весовые методы основаны на учёте прибавки веса тела на единицу потреблённого белка за определённое время.

Наибольшее распространение получили, разработанные П.Осборном, методы определения коэффициента эффективности белка (КЭБ или PER), которым определяют прибавку

веса тела на один грамм потреблённого белка за экспериментальный период. Для сравнения при определении показателя используют контрольную группу животных со стандартным белком – казеином. В количестве, обеспечивающем в рационе 10% белка. Методика определения КЭБ признана оригинальной в ряде стран (США, Канада).

Балансовые методы исследования биологической ценности белка основаны на определении различных реакций организма на потребляемый белок. Методы определения биологической ценности белков, основанные на данных балансовых исследований, считают наиболее точными из всех предложенных.

В настоящее время в исследовательских целях используют метод с реснитчатой инфузорией *Tetrahymena pyriformis*. Метод был разработан S.A. Stott и H. Smith.

Однако наибольшее распространение получил модифицированный метод определения относительной биологической ценности. В отличие от общепринятого метода Стотта и Смита предлагаемый метод значительно проще и дешевле, производительнее и легко доступен любым лабораториям, которые имеют самый необходимый минимум для проведения микробиологических исследований. Модификация сводится к следующему:

1. Используемые в анализе витамины и нуклеотиды заменяются дрожжевым экстрактом, а соли – морской солью.

2. В 10 раз уменьшается количество всех компонентов анализа (величина навески исследуемого продукта, объём инокулята и т.д.).

3. Вместо специальных плоскодонных колб Эрленмеера, занимающих много места в термостате, что существенно ограничивает производительность анализа, используются флаконы из-под антибиотиков с резиновой пробкой, имеющей срез внутреннего валика для аэрации среды. Флаконы размещают в штативе, что значительно облегчает все манипуляции с пробами.

4. Используемый в заключительной стадии опыта раствор формалина для фиксации инфузорий вносится непосредственно во флаконы и из них уже берётся взвесь для подсчёта клеток.

Сущность метода заключается в термостатировании флаконов микрофлоры с исследуемыми образцами продуктов (мясных, овощных, молочных и др.) и фиксируют инфузории йодноспиртовым раствором или раствором формалина. Относительная биологическая ценность продукта определяется отношением числа выросших на опытном продукте к числу инфузорий, выросших на контрольном продукте, умноженном на 100.

Изложенный выше метод был использован для определения биологической ценности пищевых продуктов прошедших тепловую обработку и некоторой готовой продукции. Полученные данные позволили предложить ряд рекомендаций для рационализации технологических процессов производства продуктов.

Результаты исследований по определению влияния способов тепловой обработки на биологическую ценность овощей приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Влияние тепловой обработки на биологическую ценность овощей

Наименование продукта	Общий азот в % (на абсолютно сухое вещество)	ОБЦ по отношению к внутреннему стандарту	Потери в % по отношению к внутреннему стандарту
Капуста белокочанная			
свежая сырая	2,73	100,0	-
варёная	2,16	129,97	29,57
варёная с солью	2,25	122,57	22,57
тушёная	1,75	125,84	25,84
тушёная с солью	2,20	112,94	12,94
Капуста квашенная			
сырая	2,57	94,66	5,34

варёная	2,20	125,51	25,51
тушёная	2,49	92,84	7,16
Картофель			
сырой очищенный	1,75	100,0	-
варёный целым	1,30	121,36	21,36
клубнем в воде	1,24	137,76	37,70
варёный на пару			
варёный в кожице	1,4	108,51	8,51
в воде			

*Определение массовой доли белков методом формольного титрования*

*Аппаратура, реактивы и материалы:* Пипетки простые вместимостью 20 и 50 см<sup>3</sup> и градуированные вместимостью 1 и 5 см<sup>3</sup>; стаканы химические вместимостью 150 – 200 см<sup>3</sup>, бюретка вместимостью 25 см<sup>3</sup> с ценой деления 0,1 см<sup>3</sup>, снабжённая трубкой с натронной известью для защиты раствора гидроксида натрия от углекислого газа, и бюретка вместимостью 50 см<sup>3</sup> с ценой деления 0,1 см<sup>3</sup>; резиновая груша; гидроксид натрия, ч.д.а. или х.ч. 0,1н и 40 %-ный растворы; раствор гидроксида натрия готовят на дистиллированной воде, свободной от диоксида углерода; спирт этиловый ректификованный или спирт синтетический; фенолфталеин (2 %-ный спиртовой раствор); формалин технический; 2,5 %-ный водный раствор сульфата кобальта ч. или ч.д.а., сульфит натрия ч.д.а. или ч.; 1 н раствор серной кислоты; вода дистиллированная, свободная от диоксида углерода.

Для определения содержания формальдегида в техническом формалине готовят раствор сульфита натрия: 126 г сульфита натрия кристаллического (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>·7H<sub>2</sub>O) или 63 г безводного сульфита натрия (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) растворяют в мерной колбе вместимостью 500 см<sup>3</sup> и объём доводят дистиллированной водой до метки.

Раствор сульфита натрия в количестве 50 см<sup>3</sup> нейтрализуют 1 н. раствором серной кислоты в присутствии фенолфталеина до слабо-розовой окраски и добавляют точно 3 см<sup>3</sup> испытуемого формалина. Образовавшийся в результате реакции гидроксид натрия титруют 1 н. раствором серной кислоты до слабо-розовой окраски.

Количество 1 н. раствора серной кислоты (в см<sup>3</sup>), израсходованной на титрование образовавшегося гидроксида натрия, показывает количество формальдегида, содержащегося в 100 см<sup>3</sup> формалина (г/100см<sup>3</sup>). Для определения количества белка допускается применять формалин с содержанием формальдегида не менее 36 г на 100 см<sup>3</sup>. При наличии мути или осадка раствор формалина перед употреблением фильтруют.

Формалин перед употреблением нейтрализуют: к 50 см<sup>3</sup> формалина добавляют 3 – 4 капли 2 %-ного раствора фенолфталеина и затем по каплям приливают сначала 40 %-ный, а затем в конце 0,1 н раствор гидроксида натрия до появления слабо-розового окрашивания.

Формалин, оставшийся на следующий день, в случае необходимости дополнительно нейтрализуют 0,1н. раствором гидроксида натрия. Нейтрализация формалина, в котором образовался осадок, производится после фильтрования.

Для приготовления эталона окраски в химический стакан вместимостью 150 – 200 см<sup>3</sup> отмеривают пипеткой 20 мл молока и добавляют 0,5 мл 2,5 %-ного раствора сульфата кобальта. Эталон пригоден для работы в течении одной смены. Для лучшего сохранения к эталону можно добавить одну каплю формалина. Во избежание отстоя сливок эталон рекомендуется перемешивать.

Таблица 6.4 – Определение содержания белков в молоке при титровании проб в присутствии формалина

Количество 0,1н. раствора NaOH, см <sup>3</sup>	Массовая доля белков в молоке, %	Количество 0,1н. раствора NaOH, см <sup>3</sup>	Массовая доля белков в молоке, %
2,45	2,35	3,3	3,16
2,5	2,4	3,35	3,21

2,55	2,44	3,4	3,25
2,6	2,49	3,45	3,31
2,65	2,54	3,5	3,35
2,7	2,59	3,55	3,4
2,75	2,64	3,6	3,45
2,8	2,69	3,65	3,5
2,85	2,73	3,7	3,55
2,9	2,78	3,75	3,6
2,95	2,83	3,8	3,65
3	2,88	3,85	3,69
3,05	2,93	3,9	3,74
3,1	2,98	3,95	3,79
3,15	3,03	4	3,84
3,2	3,07	4,05	3,89
3,25	3,12	4,1	3,94

#### *Ход работы*

В химический стакан вместимостью 150 – 200 см<sup>3</sup> отмеривают с помощью пипетки 20 см<sup>3</sup> молока и добавляют 0,25 см<sup>3</sup> 2 %-ного раствора гидроксида натрия до появления слабо-розового окрашивания, соответствующего окраски этанола. Затем в стакан вносят 4 см<sup>3</sup> нейтрализованного 36 – 40 %-ного формалина, перемешивают круговыми движениями и через 1 мин вторично титруют до появления слабо-розового окрашивания.

Если испытания проводят при искусственном освещении, то для точного определения момента появления окраски используют белый экран, для чего лист чертёжной бумаги размером 40 x 40 см сгибают пополам.

Массовая доля (в %) общего количества белков в молоке равна количеству 0,1н. раствора гидроксида натрия, затраченного на нейтрализацию в присутствии формалина, умноженному на 0,959. Массовую долю общего белка в молоке можно определить также по таблице.

#### *Колориметрический метод определения белка (по Лоури)*

*Аппаратура, реактивы и материалы:* 1) 2 %-й раствор Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в 0,1н NaOH; 2) раствор 0,5 % CuSO<sub>4</sub> x 5H<sub>2</sub>O в 1 %-м растворе двухзамещённого виннокислого натрия или калия; 3) опытный раствор: готовят смешивая 1-й и 2-й растворы (50 : 1 по объёму); реактив годен в течение дня; 4) реактив Фолина.

Приготовление реактива Фолина: для стандартного раствора 100г вольфрамата натрия (Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> x 2H<sub>2</sub>O) и 25 г молибдата натрия Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> x 2H<sub>2</sub>O растворяют в 700 см<sup>3</sup> воды. К смеси добавляют 50 см<sup>3</sup> 85 %-го раствора фосфорной и 100 см<sup>3</sup> соляной кислот (ρ = 1,19). Затем кипятят (не слишком сильно) 10 ч с обратным холодильником в вытяжном шкафу. После этого в колбу добавляют 150 г сернокислого лития, 50 см<sup>3</sup> воды и 5 капель бромной воды. Смесь кипятят в течение 15 мин в вытяжном шкафу для удаления избытка брома, после охлаждения доводят водой до 1 дм<sup>3</sup>. Затем фильтруют и хранят в тёмной склянке с притёртой пробкой. Раствор должен быть ярко-жёлтого цвета. Обычно перед употреблением реактив Фолина разбавляют в 2 раза. Раствор можно хранить длительное время.

#### *Ход работы*

К 0,4см<sup>3</sup> раствора белка добавляют 2см<sup>3</sup> опытного раствора. Смесь перемешивают и через 10 мин приливают к ней 0,2 см<sup>3</sup> рабочего раствора Фолина. Интенсивность окраски определяют на ФЭК-56М с красным светофильтром (или на спектрофотометре при 750 нм) через 30мин. Количество белка в растворе находят по калибровочной кривой.

Для построения калибровочной кривой 100 мг чистого белка (сывороточного γ – глобулина, кристаллического альбумина и др.) растворяют в 100 см<sup>3</sup> 0,1н NaOH (1см<sup>3</sup> содержит 1мг белка). В 9 мерных колб на 10 см<sup>3</sup> приливают раствор белка в возрастающих количе-

ствах: 0,5 см<sup>3</sup>, а затем от 1 до 8 см<sup>3</sup>. Раствор в колбах доводят водой до метки, перемешивают и из каждой колбы берут по 0,4 см<sup>3</sup> для определения белка по указанной прописи. По полученным данным вычерчивают калибровочную кривую.

Примечание: определение белка данным методом в растительных объектах, содержащих фенолы, приводит к завышению результатов, так как они образуют аналогичную окраску с реактивами. Перед определением белка для удаления фенольных соединений необходима обработка ацетоном, охлаждённым до –10°С.

#### *Определение белка колориметрическим методом*

Аппаратура, реактивы и материалы: в стеклянную пробирку помещают пипеткой 1 см<sup>3</sup> раствора молока, приливают 20 см<sup>3</sup> раствора красителя и, закрыв пробирку резиновой пробкой, перемешивают её содержимое, переворачивая пробирку от 2 до 10 раз.

Следует избегать встряхивания, так как при этом образуется трудноразрушимая пена.

Пробирку помещают в центрифугу и центрифугируют при частоте вращения 1000 об/мин в течение 20 мин.

Отбирают пипеткой 1 см<sup>3</sup> надосадочной жидкости, помещают в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, доливают колбу до метки водой и содержимое перемешивают. Аналогичным способом разбавляют раствор красителя в 50 раз.

Измеряют на фотоколориметре оптическую плотность разбавленного раствора красителя по отношению к разбавленному содержимому мерной колбы.

Массовую долю белка (Б), %, вычисляют по формуле:

$$B = 7,78D - 1,34, \quad (6.3)$$

где D – измеренная оптическая плотность, ед. оптической плотности;

7,78 – эмпирический коэффициент, % / ед. оптической плотности;

1,34 – эмпирический коэффициент, %.

Предел допустимой погрешности результата измерений составляет  $\pm 0,1$  % массовой доли белка при доверительной вероятности 0,80 и расхождении между двумя параллельными измерениями не более 0,013 единиц оптической плотности или не более 0,1 % массовой доли белка.

За окончательный результат измерения принимают среднее арифметическое значение результатов вычислений двух параллельных наблюдений, округляя результаты до второго десятичного знака.

#### *Контрольные вопросы:*

1. Качественные реакции определения белка.
2. Биуретовая реакция на пептидную (амидную) связь (реакции Пиотровского).
3. Количественные методы.
4. Химические методы исследования биологической ценности белков.
5. Биологические методы исследования белка.
6. Балансовые методы исследования биологической ценности белка.
7. Методы исследования белка и биологической ценности, их сущность
8. Рекомендации ВОЗ и ФАО потребления белка.
9. Строение, структура и состав белка.
10. Деление белка на классы.
11. Свойства белков.
12. Биологическая ценность белка.
13. Влияние тепловой обработки на биологическую ценность белка.

## **Лабораторное занятие № 7**

*Тема: Углеводы. Методы определения углеводов.*

*Цель работы:* изучить теоретически и освоить определение углеводов в сырье и готовой продукции.

*Формируемые компетенции или их части:*

Код	Формулировка:
ПК-7	Способен проводить лабораторные исследования безопасности и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов в соответствии с регламентами, стандартными методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ПК-8	Способен организовать контроль за обеспечением качества продукции и услуг

*Теоретическая часть:*

*План:*

- 1.Классификация углеводов.
- 2.Качественные и количественные методы определения сахаров.

*Практическое задание:*

1. Определение сахарозы рефрактометрическим методом.

*Содержание работы:*

Согласно принятой в настоящее время классификации углеводы подразделяются на три основные группы: моносахариды, олигосахариды и полисахариды.

Углеводы широко распространены в природе, они встречаются в свободной и связанной форме в любой растительной, животной или бактериальной клетке. Углеводы составляют три четверти биологического мира и примерно 60 – 80 % калорийности пищевого рациона.

Наиболее распространённый углевод – целлюлоза, структурный компонент деревьев и других растений. Главный пищевой ингредиент – крахмал. Моносахариды встречаются в свободном виде в природе в небольших количествах, в основном они присутствуют как структурные единицы полисахаридов, входят в дисахариды и олигосахариды.

Среди моносахаридов широко известными являются глюкоза, фруктоза, галактоза, арабиноза, ксилоза и D – рибоза.

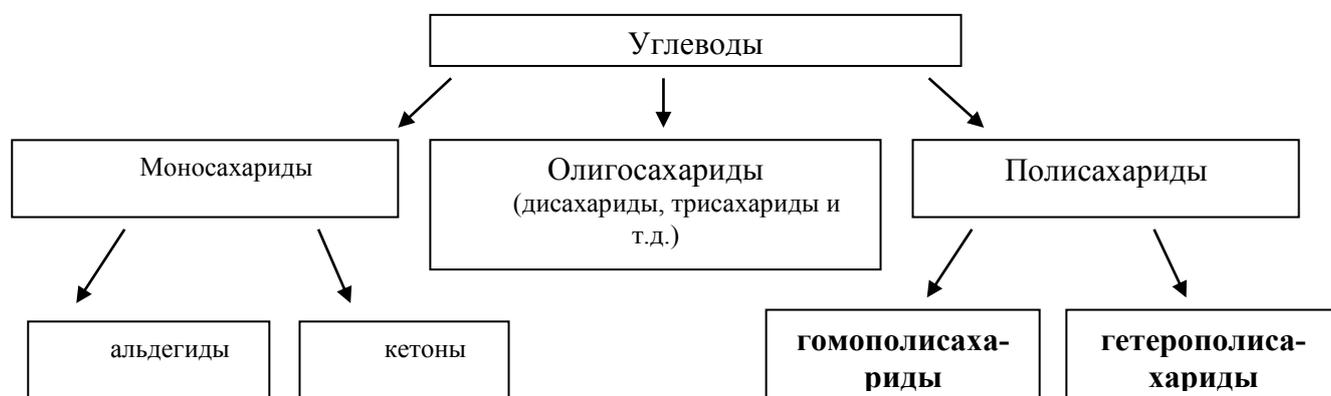


Рисунок 7.1 – Принципиальная классификация углеводов

Глюкоза (виноградный сахар) в свободном виде содержится в ягодах и фруктах (в винограде до 8 %; в сливе, черешне 5 – 6 %, в мёде 36 %).

Фруктоза (плодовый сахар) содержится в чистом виде в пчелином мёде (до 37 %), ви-

нограде (7,7 %), яблоках (5,5 %).

Галактоза – составная часть молочного сахара (лактозы), которая содержится в молоке млекопитающих, растительных тканях и семенах.

Дисахариды – сложные сахара, каждая молекула которых при гидролизе распадается на две молекулы моносахаридов. Среди дисахаридов особенно широко известны мальтоза, сахароза и лактоза.

Пектиновые вещества, содержащиеся в растительных соках и плодах, представляют собой гетерополисахариды, построенные из остатков галактуроновой кислоты. Пектиновые вещества составляют основу гелей.

Для определения моно- и олигосахаридов используют их восстанавливающую способность. Сначала их извлекают из пищевых продуктов 80 %-м этиловым спиртом. Спиртовые экстракты упаривают под вакуумом, разбавляют горячей водой и фильтруют. При анализе продуктов, относительно богатых белками и фенольными соединениями, фильтрат дополнительно обрабатывают нейтральным раствором ацетата свинца, избыток которого удаляют сульфатом, фосфатом или оксалатом натрия. Осадок отфильтровывают, а в фильтрате определяют восстанавливающие (редуцирующие) сахара с использованием гесацианоферрата (III) калия, фелинговой жидкости или йодометрически. Для определения сахарозы (вместе с редуцирующими сахарами) её необходимо предварительно гидролизовать.

Качественный и количественный анализ отдельных сахаров проводят методами газожидкостной, ионообменной или высокого разрешения жидкостной хроматографией.

Определение крахмала основано, как правило, на определении полученной при гидролизе глюкозы химическими методами или на способности полученных растворов вращать плоскость поляризации. Для определения крахмала необходимо предварительно освободиться от моно- и олигосахаридов экстракцией 80 %-ным этанолом. Затем проводят извлечение крахмала из продукта каким-либо способом (например, растворением сначала в холодной, потом в горячей воде) и освобождаются от белков путём обработки раствора фосфорновольфрамовой кислоты, ацетатом цинка, гесацианоферратом (III) калия или другими белковыми осадителями. Определение крахмала проводят, как правило, путём определения глюкозы после ферментативного или кислотного гидролиза. Для расчёта используют соответствующие коэффициенты. Можно применять метод поляриметрии.

Для определения декстринов их извлекают (40°C) водой и осаждают 96 %-м этанолом, проводят гидролиз и определяют глюкозу. Для расчёта используют соответствующие коэффициенты. Можно использовать метод спектрофотометрии, измеряя интенсивность окраски йодокрахмального комплекса.

Общее содержание пищевых волокон (лигнин + неусваиваемые углеводы) обычно определяют гравиметрическим методом. Анализ заключается в использовании фракционирования – сначала растворяют крахмал и белки при помощи ферментов, имитирующих расщепление их в желудочно-кишечном тракте человека ( $\alpha$  – амилаза, пепсин, панкреатин), растворимые пищевые волокна осаждают спиртом, фильтруют, осадок взвешивают.

Определение пектина основано на извлечении пектина (растворимого пектина и протопектина) из пищевого продукта, осаждении и взвешивании. Для извлечения растворимого пектина применяют экстракцию холодной водой с последующим кипячением. Для извлечения протопектина применяют кипячение с соляной кислотой после извлечения растворимого пектина. Для продуктов, богатых крахмалом, применяют специальные приёмы его отделения. Для осаждения пектина проводят реакцию с хлоридом кальция. Помимо взвешивания можно определять в осадке содержание кальция комплексонометрически с трилоном Б и по этим данным рассчитывать содержание пектина.

Гемицеллюлозы гидролизуются труднее, чем пектин, их определяют после удаления пектинов. Определение гемицеллюлоз основано на определении восстанавливающих сахаров, полученных при кислотном или щелочном гидролизе. Для расчёта используются соответствующие коэффициенты.

Метод определения клетчатки основан на проведении гидролиза легкорастворимых

углеводов при соответствующих условиях и получении негидролизуемого остатка, который взвешивают.

Ниже описанные методы определения сахаров, наиболее часто используемые при исследовании сырья и готовой продукции.

**Перманганатный метод Бертрана.** Этот метод основан на окислении сахаров реактивами, в состав которых медь входит в виде растворимого комплексного соединения. Оно образуется при смешивании равных объёмов раствора сернокислой меди (Фелинг №1) и щелочного раствора калия-натрия виннокислого (Фелинг №2). При нагревании жидкость Фелинга окисляет редуцирующие сахара, в результате чего окись меди восстанавливается до закиси. Закись меди растворяют кислым раствором железоммонийных квасцов или сернокислого окисного железа, при этом закись меди восстанавливает серно-кислое окисное железо в серно-кислое закисное железо, которое оттитровывают раствором марганцово-кислого натрия. По объёму марганцовокислого калия рассчитывают количество восстановленной меди, а затем, пользуясь специальными таблицами, находят количество сахара.

**Цианидный метод.** Данный метод применяют для определения количества хлеба в рубленых полуфабрикатах из мяса (птицы, рыбы); риса в фаршах; муки и манной крупы в творожных изделиях; сахарозы в сладких и вторых блюдах, напитках, лактозы в молочных продуктах.

Метод основан на способности редуцирующих сахаров восстанавливать в щелочном растворе железосинеродистый калий в железисто-синеродистый.

Окончание процесса окисления редуцирующих сахаров определяют по индикатору, в качестве которого используют метиленовый голубой. В конце реакции он восстанавливается сахарами в бесцветное лейкооснование. Метод можно использовать при концентрации сахаров не менее 0,2 % и не более 2 %.

**Рефрактометрический метод.** Этим методом контролируют содержание сахара в напитках (чае, кофе с сахаром, кофе и какао с молоком), сладких блюдах (киселях, плодово-ягодных, молочных, муссах плодово-ягодных, желе, самбуках), в бисквите и песочных лепёшках, в некоторых кремах. Принцип метода описан ранее.

Для определения сахарозы фруктозы и других кетосахаров в растительных продуктах и сырье используют метод Мак-Рери и Слаттери (1960), основанный на способности кетосахаров давать окраску с резорцином в кислой среде.

Количественное определение большинства высокомолекулярных углеводов основано на свойстве их гидролизываться при кипячении с разбавленными (крахмал, гемицеллюлозы) или концентрированными (целлюлоза) минеральными кислотами до конечного продукта – простых сахаров и на учете последних. Многие углеводы обладают оптической активностью, и это свойство также используется для количественного их определения (крахмал). Очень часто применяются поляриметрические методы с использованием поляриметров различной конструкции. Принцип метода состоит в гидролизе крахмала и определении в гидролизате угла вращения.

Количественное определение пектиновых веществ основано на их свойстве давать окраску с карбазолом. Среди таких методов широко применяют карбазольный метод, который основан на появлении специфического фиолетово-розового окрашивания в результате взаимодействия уроновых кислот с карбазолом в сернокислой среде. При этом образуется 5-карбоксихифурфурол, обладающий максимумом поглощения при 535 нм.

Количественное определение каждой из групп полисахаридов затрудняется их растворимостью. Поэтому существует много схем последовательного определения полисахаридов, но ни одну из них нельзя рассматривать как достаточно точную. В большинстве их предварительным кипячением с водой спиртонерастворимого остатка извлекают пектиновые вещества, затем, применяя растворы щелочи различной концентрации, извлекают гемицеллюлозы, затем серной кислотой (также различной концентрации) определяют целлюлозу. В некоторых схемах вместо щелочи для определения гемицеллюлоз применяют обработку разбавленной (2 – 3%-й) кислотой.

Определение целлюлозы проводят по методу Кюршнера и Ганека. Этот метод основан на окислении, разрушении и растворении различных химических соединений, входящих в состав продуктов, смесью уксусной и азотной кислот. При этом целлюлоза (клетчатка) практически не растворяется, отфильтровывается и взвешивается.

Для качественного обнаружения различных углеводов используют некоторые характерные для них реакции. В продуктах в свободном состоянии присутствуют различные сахара – моносахариды и олигосахариды. Благодаря введению в лабораторную практику метода распределительной хроматографии на бумаге удастся легко и сравнительно быстро разделить сложную смесь сахаров на индивидуальные сахара и идентифицировать их.

Для определения моносахаридного состава используется газохроматическое разделение данных смесей на летучие производные.

Для качественного определения крахмала используют очень чувствительную реакцию крахмала с йодом (синее окрашивание), применяемую, например, в качестве контроля на полноту гидролиза. Для обнаружения целлюлозы применяют раствор йода в растворах хлористого цинка и йодистого калия (синее окрашивание), для пектина – окраску с рутением красным или после гидролиза – окраску галактуроновой кислоты карбазолом.

В отдельных случаях требуется получить и другую характеристику полисахаридов, например, определить количество гидроксильных, метоксильных групп, особенности их строения. Для этих целей полисахариды выделяют тем или иным способом, по возможности с сохранением их нативных свойств, и изучают их особенности.

При установлении строения углеводов широко применяется получение метиловых эфиров сахаров. В аналитических и препаративных целях применяется периодатное окисление для определения числа свободных гидроксильных групп, для выделения целевых продуктов окисления, а также для установления структуры полисахаридов, строения гликозидов.

#### *Техника выполнения работы:*

##### *Определение сахарозы рефрактометрическим методом*

*Аппаратура, реактивы и материалы:* Рефрактометр лабораторный РЛУ, РЛ, ИРФ-22 или УРЛ; весы лабораторные общего назначения; баня водяная; воронки стеклянные, колбы мерные вместимостью 100 см<sup>3</sup>, колбы конические вместимостью 100 – 200 см<sup>3</sup>, стаканы химические вместимостью 50 – 100 см<sup>3</sup>, палочки стеклянные, кальций хлористый кристаллический 4% -ный раствор; кислота уксусная 80%-ный раствор, вода дистиллированная, бумага фильтровальная.

Подготовка к испытанию: нулевую точку рефрактометра проверяют по дистиллированной воде. Показатель преломления воды при температуре 20°C равен 1,3330; температурные отклонения вызывают изменения показателя преломления воды, указанные в таблице 8.

Таблица 7.1 – Показатель преломления воды в зависимости от температуры раствора

Температура, °С	Показатель преломления воды	Температура, °С	Показатель преломления воды
15	1,3335	23	1,3327
16	1,3334	24	1,3326
17	1,3333	25	1,3325
18	1,3332	26	1,3324
19	1,3331	27	1,3323
20	1,3330	28	1,3322
21	1,3329	29	1,3321
22	1,3328	30	1,3320

Для определения массовой доли сахарозы в молочных смесях из аналитической пробы отвешивают 10 г продукта с погрешность не более 0,01 г, переносят через сухую воронку в

мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, приливают 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и оставляют на 15 – 20 мин периодически взбалтывая. Прибавляют 0,6 см<sup>3</sup> 80 %-ного раствора уксусной кислоты, доливают колбу до метки дистиллированной водой, перемешивают содержимое и фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу. В фильтрате определяют показатель преломления.

Из полученного фильтрата хорошо оплавленной стеклянной палочкой наносят 2 – 3 капли на призму рефрактометра и определяют показатель преломления по левой шкале прибора. Во время определения показателя преломления линия раздела светлого и темного полей должна быть резко выражена.

При расчете показателя рефракции необходимо отмечать температуру прибора.

Массовую долю сахарозы, X<sub>2</sub>, %, вычисляют по формуле

$$X_2 = (N_1 - N) \cdot 10000 \cdot K, \quad (7.1)$$

где N – показатель преломления дистиллированной воды при температуре определения;

N<sub>1</sub> – показатель преломления испытуемого раствора при температуре определения;

K – коэффициент пересчета показателя преломления на процентное содержание сахарозы в исследуемом пищевом концентрате, (для молочных смесей K=0,2500 – при рецептурной закладке сахара 18%; K=0,2770 – при рецептурной закладке сахара 25%).

За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должны превышать 0,3%.

Вычисления проводят с погрешностью не более 0,01%.

*Контрольные вопросы:*

1. Классификация углеводов.
2. Методы определения углеводов, их сущность.
- 3.

## Лабораторное занятие № 8

*Тема:* Витамины. Методы определения витаминов.

*Цель работы:* изучить теоретические и освоить практически методы исследования витамина С, β-каротина.

*Формируемые компетенции или их части:*

Код	Формулировка:
ПК-7	Способен проводить лабораторные исследования безопасности и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов в соответствии с регламентами, стандартными методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ПК-8	Способен организовать контроль за обеспечением качества продукции и услуг

*Теоретическая часть:*

План:

1. Витамины – биорегуляторы процессов, протекающих в живом организме.
2. Методы определения витамина С.
3. Методы определения витаминов группы В.

*Практическое задание:*

1. Определение содержания аскорбиновой кислоты.
2. Упрощенный метод определения витамина С.
3. Определение β-каротина.

### *Содержание работы:*

Витамины – низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, биорегуляторы процессов, протекающих в живом организме. Это важнейший класс незаменимых пищевых веществ. Для нормальной жизнедеятельности человека витамины необходимы в небольших количествах, но так как организм не может удовлетворить свои потребности в них за счёт биосинтеза (он не синтезирует витамина или синтезирует их в недостаточном количестве), они должны поступать с пищей в качестве её обязательного компонента. Из витаминов образуются коферменты или простетические группы ферментов, некоторые из них участвуют в транспортных процессах через клеточные барьеры, в защите компонентов биологических мембран и т.д. Отсутствие или недостаток в организме витаминов вызывает болезни недостаточности: гиповитаминозы (болезни в результате длительного недостатка) и авитаминозы (болезни в результате отсутствия или резко выраженного глубокого дефицита витаминов). Недостаток одного витамина относят к моногиповитаминозам, нескольких – полигиповитаминозам. При гиповитаминозах наблюдается утомляемость, потеря аппетита, раздражительность, нестойкость к заболеваниям, кровоточивость дёсен. При авитаминозах проявляются болезни, вызванные значительным дефицитом витаминов (бери-бери, цинга, пеллагра и др.). По мнению нескольких специалистов, существуют пограничные состояния, при которых в определённых условиях может развиваться дефицит витаминов.

Сейчас известно свыше 13 соединений, относящихся к витаминам. Различают собственно витамины и витаминоподобные соединения (полная незаменимость которых не всегда доказана). К ним относятся биофлавоноиды (витамин Р), пангамовая кислота (витамин Р), парааминобензойная кислота (витамин Н<sub>1</sub>), оротовая кислота (витамин В<sub>13</sub>), холин (витамин В<sub>4</sub>), инозит (витамин Н<sub>3</sub>), метилметионинсульфоний (витамин U), липоевая кислота, карнитин.

В отдельных продуктах содержатся провитаминные соединения, способные превращаться в организме человека в витамины, например, β-каротин, превращающийся в витамин А; эргостеролы, под действием ультрафиолетовых лучей превращаются в витамин Д.

По растворимости витамины могут быть разделены на две группы: водорастворимые (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, С и другие) и жирорастворимые (А, Д, Е, К).

В качестве единицы измерения пользуются миллиграммами (1 мг = 10<sup>-3</sup> г), микрограммами (1 мкг = 0,01 мг = 10<sup>-6</sup> г) на 1 г продукта или мг% (миллиграммы витаминов на 100 г продукта) или мкг% (микрограммы витаминов на 100 г продукта).

В то же время имеется группа соединений, близких к витаминам по построению, которые, конкурируя с витаминами, могут занять их место в ферментных системах, но не в состоянии выполнять их функции. Они получили название антивитаминов.

Здоровое питание населения является одним из важнейших условий здоровья нации. Массовые обследования, проведенные Институтом РАМН, свидетельствуют о дефиците витаминов у большей части населения России. Наиболее эффективный способ витаминной профилактики – обогащение витаминами массовых продуктов питания.

Основные группы продуктов питания для обогащения витаминами:

- мука и хлебобулочные изделия – витамины группы В;
- продукты детского питания – все витамины;
- напитки, в том числе сухие концентраты – все витамины, кроме А, Д;
- молочные продукты – витамины А, Д, Е, К;
- фруктовые соки – все витамины, кроме А, Д.

При производстве продуктов питания нормирование и контроль за содержанием витаминов предусмотрены в продуктах, где они добавляются или где необходимо гарантировать их определенное содержание (продукты для детского и диетического питания, лечебные продукты). Добавляемыми и контролируемые витаминами в плодоовощных консервах являются витамин С и каротин; витамины В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> определяют при установлении пищевой ценности продукта.

Витамин С находится в продуктах в виде аскорбиновой кислоты и дегидроаскорбиновой кислоты; обе формы физиологически активны, поэтому нормируется их суммарное содержание. В свежеприготовленных продуктах преобладает аскорбиновая кислота, поэтому для контроля витамина С используют упрощенные методы. После хранения часть аскорбиновой кислоты окисляется до дегидроаскорбиновой кислоты, а часть разрушается. Для контроля витамина С в таких продуктах используют либо потенциометрический метод с восстановлением дегидроаскорбиновой кислоты  $\alpha$ -цистеином, либо флуориметрический метод.

Упрощенный метод основан на извлечении аскорбиновой кислоты раствором соляной кислоты (которая извлекает не только свободную, но и связанную аскорбиновую кислоту) с последующим визуальным или потенциометрическим титрованием ее раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия (краски). Метод применим для продуктов, содержащих более 2 мг аскорбиновой кислоты в 1 кг или 1 дм<sup>3</sup> продукта.

Флуориметрический метод определения витамина С основан на взаимодействии дегидроаскорбиновой кислоты с о-фенилендиамином с образованием флуоресцирующего соединения, интенсивность флуоресценции которого пропорциональна концентрации витамина в растворе. Измерение флуоресценции проводят на флуориметре.

Метод определения каротина изложен в ГОСТ 8756.22 «Продукты пищевые консервированные. Метод определения каротина». Существующие методы определения каротина дают сумму каротинов-изомеров  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ , поэтому правильнее говорить о методе определения содержания каротина.

Метод основан на фотометрическом измерении массовой концентрации каротинов в растворе, полученном после экстрагирования каротинов из продукта органическим растворителем и очищенном от сопутствующих красящих веществ на адсорбционной колонке.

Также используется метод И.К. Мурри – хроматография на колонках, который основан на экстракции ацетоном с последующим хроматографированием на колонке с окисью алюминия.

Из хроматографических методов также используется хроматография на бумаге и тонкослойной хроматографии. Разделение каротиноидов хроматографией в тонких слоях дает возможность выделить изомеры каротина ( $\alpha$ ,  $\beta$ ).

Методы определения витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> изложены в ГОСТ 25999 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>». Оба метода основаны на флуориметрии.

Начальная стадия анализа в обоих методах одинакова: навеску продукта для высвобождения витаминов подвергают кислотному гидролизу путем кипячения в растворе соляной кислоты, затем ферментативному гидролизу с использованием ферментных препаратов – амилоризина П10Х и пектаваморина П10Х.

При определении витамина В<sub>1</sub> полученный гидролизат очищают катионитом, окисляют в тиохром и измеряют интенсивность флуоресценции при длинах волн 320 – 390 нм возбуждающего и 400 – 580 нм излучаемого света.

При определении витамина В<sub>2</sub> в слабоокрашенных овощных, фруктовых и ягодных продуктах в полученном гидролизате проводят окисление пигментов перманганатом калия, затем восстанавливают витамин В<sub>2</sub> гидросульфатом натрия и измеряют интенсивность флуоресценции до и после восстановления при длинах волн 360 – 480 нм возбуждающего и 510 – 650 нм излучаемого света.

При определении витамина В<sub>2</sub> в темноокрашенных консервированных продуктах, а также в овощных консервах с мясом и крупами в полученном гидролизате окисляют пигменты перманганатом калия, затем облучают раствор светом электролампы в течение 40 мин (при этом рибофлавин переходит в люмифлавин), экстрагируют люмифлавин хлороформом и измеряют интенсивность флуоресценции при длинах волн 360 – 480 нм возбуждающего и 510 – 650 нм излучаемого света.

Для определения витаминов группы В применяют кроме вышеперечисленного люминесцентный анализ. Витамин В<sub>1</sub> не обладает собственной флуоресценцией, но щелочные

растворы его легко окисляются с образованием тиохрома, водно-щелочные растворы которого флуоресцируют синим светом с максимумом интенсивности свечения при 460-470 нм.

Для определения этого витамина, навеску продукта подвергают гидролизу. Если в продукте тиамин содержится преимущественно в свободном виде, то ограничиваются кислотным гидролизом. Для определения связанной формы витамина проводят гидролиз ферментом с сильной диастатической активностью. Из раствора тиамин выделяют адсорбцией на стеклянной хроматографической колонке, заполненной силикагелем, с последующим элюированием витамина из адсорбента кипящим кислым раствором KCl. Затем тиамин окисляют щелочным раствором  $K_3Fe(CN)_6$ .

Спиртовой раствор полученного тиохрома отделяют от воды и измеряют ИЛ с помощью флуорометра, снабженного первичным светофильтром, который пропускает УФ-излучение в диапазоне 320 – 390 нм, и вторичным фильтром с полосой пропускания 400 – 580 нм. Содержание тиамина определяют по расчетной формуле.

#### *Определение содержания аскорбиновой кислоты*

1 г сока переносят в мерную колбу на 100 см<sup>3</sup>, доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают и фильтруют через складчатый бумажный фильтр в сухую колбу или стакан. Отбирают в коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> 20 см<sup>3</sup> фильтрата, приливают 1 см<sup>3</sup> 2%-ного раствора соляной кислоты, 0,5 см<sup>3</sup> 1%-ного раствора йодистого калия и 2 см<sup>3</sup> 0,5%-го раствора крахмала. Смесь перемешивают и титруют из микробюретки 0,001 моль/дм<sup>3</sup> раствором йодата калия до устойчивого синего окрашивания.

Параллельно ведут контрольное титрование. Для контрольного титрования вместо фильтрата берут 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды.

1 см<sup>3</sup> 0,001 моль/дм<sup>3</sup> раствора йодата калия соответствует 0,088 мг аскорбиновой кислоты. Содержание аскорбиновой кислоты рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{(C_3 - C_4) \cdot 0,088 \cdot C_1 \cdot 100}{H \cdot C_2}, \quad (8.1)$$

где  $C_1$  – общий объем вытяжки, см<sup>3</sup>;

$C_2$  – аликвота вытяжки, взятая на титрование, см<sup>3</sup>;

$C_3$  – объем 0,001 моль/дм<sup>3</sup> раствора йодата калия, пошедшего на титрование опытного образца, см<sup>3</sup>;

$C_4$  – объем 0,001 моль/дм<sup>3</sup> раствора йодата калия, пошедшего на титрование контрольного образца, см<sup>3</sup>;

$H$  – масса навески, г.

#### *Техника выполнения работы:*

##### *Упрощенный метод определения витамина С*

*Приборы и реактивы:* весы лабораторные; микробюретка вместимостью 2 – 5 мл; колбы конические вместимостью 50 и 100 мл; пипетки вместимостью 1,2,5,10,15 мл; стаканы химические вместимостью 100,150 и 250 мл; воронка стеклянная; палочка стеклянная; вата гигроскопическая; цилиндры измерительные вместимостью 25 и 50 мл; натриевая соль 2,6-дихлорфенолиндофенола, 0,001 н раствор; кислота соляная плотностью 1,19 г/см<sup>3</sup>, х.ч., 2%-ный раствор; вода дистиллированная.

При определении содержания аскорбиновой кислоты необходимо учитывать следующее:

1. Производить не менее двух параллельных титрований из 2 – 3 навесок.
2. При титровании пользоваться микробюретками.
3. Расхождение между параллельными титрованиями не должно превышать 0,03 мл.
4. Объем титруемой жидкости, состоящей из экстракта и дистиллированной воды, должен быть равен 15 мл. Так, если экстракта взято 4 мл, то воды следует добавить 11 мл (4 мл+11 мл=15 мл). Количество экстракта для титрования зависит от содержания в нем витамина С.
5. Для более точного улавливания перехода окраски титрование следует производить

в конической колбе на поверхности стола белого цвета.

6. Количество пошедшего на титрование индикатора должно быть в пределах 1 – 2 мл. Если индикатора расходуется менее 1 мл или более 2 мл, то увеличивается погрешность анализа.

7. Титрование не должно продолжаться более 2 мин. При титровании образца с малым содержанием витамина С раствор приливают из микробюретки по каплям. При титровании образца с большим содержанием витамина С вначале прибавляют по несколько капель индикатора.

8. Продолжительность анализа исследуемого образца – не более 35 мин.

Жидкие продукты, взятые для анализа по объему или массе, непосредственно перед титрованием для полной экстракции витамина С разводят 2%-ным раствором соляной кислоты в соотношении 1:1 и тщательно перемешивают. Затем отбирают пипеткой 1 – 10 мл экстракта, в зависимости от содержания витамина С, установленного пробным титрованием, вносят в 2 – 3 конические колбы вместимостью 50 – 100 мл, в которые заранее налито по 1 мл 2%-ного раствора соляной кислоты и добавляют такое количество дистиллированной воды, чтобы общий объем жидкости равнялся 15 мл, после чего титруют 0,001 н раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола до появления розового окрашивания, не исчезающего 0,5 – 1 мин.

Если жидкие продукты титруют без разведения, то их переносят пипеткой в конические колбы, в которые предварительно налит 1 мл 2%-ного раствора соляной кислоты, в количестве 1 – 10 мл (в зависимости от содержания витамина С) и добавляют воду до общего объема 15 мл.

#### *Определение β-каротина*

Метод определения каротиноидов основан на фотометрическом измерении массовой концентрации каротиноидов в растворе этилового спирта.

1 см<sup>3</sup> сока помещают в мерную колбу на 50 см<sup>3</sup>, доводят объем этиловым спиртом до метки, перемешивают и фильтруют. В фильтрате определяют оптическую плотность при длине волны 450 нм, в кювете с толщиной слоя 10 мм. В качестве контроля используется этиловый спирт.

Содержание β-каротина (в мг/100 см<sup>3</sup>) рассчитывают по формуле:

$$K = D \cdot 0,00208 \cdot 50 \cdot 100, \quad (8.2)$$

где  $D$  – оптическая плотность раствора;

0,00208 – количество β-каротина в мг раствора, соответствующее по окраске стандартного образца;

50 – разведение, см<sup>3</sup>.

#### *Контрольные вопросы:*

1. Классификация витаминов.
2. Основные методы, применяемые при их определении.
3. Потенциометрический метод определения витамина С.
4. Флуориметрический метод определения витамина С.
5. Методы определения витаминов В1 и В2.

### **Лабораторное занятие № 9**

Тема: Минеральные вещества. Методы определения минеральных веществ.

*Цель работы:* Изучение колориметрического метода определения железа в пищевых продуктах.

*Формируемые компетенции или их части:*

Код	Формулировка:
ПК-7	Способен проводить лабораторные исследования безопасности и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции общественного питания массового изготовления и

	специализированных пищевых продуктов в соответствии с регламентами, стандартными методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ПК-8	Способен организовать контроль за обеспечением качества продукции и услуг

*Теоретическая часть:*

План:

1. Роль минеральных веществ.
2. Классификация минеральных веществ.
3. Методы определения минеральных веществ.

*Практическое задание:*

2. Колориметрический метод определения железа.

*Содержание работы:*

Роль минеральных веществ в организме человека чрезвычайно разнообразна, несмотря на то, что они не являются обязательным компонентом питания. Минеральные вещества содержатся в протоплазме и биологических жидкостях, играющих основную роль в обеспечении постоянства осмотического давления, что является необходимым условием для нормальной жизнедеятельности клеток и тканей. Они входят в состав сложных органических соединений (например, гемоглобина, гормонов, ферментов), являются пластическим материалом для построения костной и зубной ткани.

В зависимости от количества минеральных веществ в организме человека и пищевых продуктах их подразделяют на макро- и микроэлементы. Так, если массовая доля элемента в организме превышает 10-2 %, то его следует считать микроэлементом. Доля микроэлементов в организме составляет 10-3-10-5 %. Если содержание элемента ниже 10-5 %, его считают ультрамикроэлементом.

К макроэлементам относят калий, натрий, кальций, магний, фосфор, хлор, серу.

Микроэлементы условно делят на две группы: абсолютно или жизненно необходимые (кобальт, железо, медь, цинк, марганец, йод, бром, фтор) и, так называемые, вероятно необходимые (алюминий, стронций, молибден, селен, никель, ванадий и некоторые другие). Микроэлементы называют жизненно необходимыми, если при их отсутствии или недостатке нарушается нормальная жизнедеятельность организма. К наиболее дефицитным минеральным веществам в питании современного человека относятся кальций и железо, к избыточным - натрий и фосфор.

При переработке пищевого сырья, как правило, происходит снижение содержания минеральных веществ (кроме добавления пищевой соли). В растительных продуктах они теряются с отходами. Так, содержание ряда макро- и микроэлементов при получении крупы и муки после обработки зерна снижается, так как в удаляемых оболочках и зародышах этих компонентов находится больше, чем в целом зерне. Например, в среднем, в зерне пшеницы и ржи зольных элементов содержится около 1,7%, в муке же в зависимости от сорта от 0,5 (в высшем сорте) до 1,5% (в обойной).

При очистке овощей и картофеля теряется от 10 до 30% минеральных веществ. Если их подвергают тепловой обработке, то в зависимости от технологии теряется еще от 5 до 30%.

Мясные, рыбные продукты и птица в основном теряют такие макроэлементы, как кальций и фосфор, при отделении мякоти от костей. При тепловой обработке (варке, жарке, тушении) мясо теряет от 5 до 50% минеральных веществ.

Для анализа минеральных веществ в основном используются физико-химические методы – оптические и электрохимические.

Практически все эти методы требуют особой подготовки проб для анализа, которая заключается в предварительной минерализации объекта исследования. Минерализацию можно проводить двумя способами: «сухим» и «мокрым». «Сухая минерализация предполагает проведение при определенных условиях обугливания, сжигания и прокаливания исследуемого материала.

дуемого образца. «Мокрая» минерализация предусматривает еще и обработку объекта исследования концентрированными кислотами (чаще всего  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Наиболее часто применяемые методы исследования минеральных веществ, представлены ниже.

Фотометрический анализ (молекулярная абсорбционная спектроскопия). Он используется для определения меди, железа, хрома, марганца, никеля и других элементов. Метод абсорбционной спектроскопии основан на поглощении молекулами вещества излучений в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях электромагнитного спектра. Анализ можно проводить спектрофотометрическим или фотоэлектроколориметрическим методами.

Эмиссионный спектральный анализ. Методы эмиссионного спектрального анализа основаны на измерении длины волны, интенсивности и других характеристик света, излучаемого атомами и ионами вещества в газообразном состоянии. Эмиссионный спектральный анализ позволяет определить элементарный состав неорганических и органических веществ.

Интенсивность спектральной линии определяется количеством возбужденных атомов в источнике возбуждения, которое зависит не только от концентрации элемента в пробе, но и от условий возбуждения. При стабильной работе источника возбуждения связь между интенсивностью спектральной линии и концентрацией элемента (если она достаточно мала) имеет линейный характер, т.е. в данном случае количественный анализ можно также проводить методом градуировочного графика.

Наибольшее применение в качестве источника возбуждения получили электрическая дуга, искра, пламя. Температура дуги достигает 5000-60000С. В дуге удается получить спектр почти всех элементов. При искровом разряде развивается температура 7000-10 0000С и происходит возбуждение всех элементов. Пламя дает достаточно яркий и стабильный спектр испускания. Метод анализа с использованием в качестве источника возбуждения пламени называют пламенно-эмиссионным анализом. Этим методом определяют свыше сорока элементов (щелочные и щелочноземельные металлы,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  и др.).

Атомно-абсорбционная спектроскопия. Данный метод основан на способности свободных атомов элементов в газах пламени поглощать световую энергию при характерных для каждого элемента длинах волн.

В атомно-абсорбционной спектроскопии практически полностью исключена возможность наложения спектральных линий различных элементов, т.к. их число в спектре значительно меньше, чем в эмиссионной спектроскопии.

Уменьшение интенсивности резонансного излучения в условиях атомно-абсорбционной спектроскопии экспоненциальному кону убывания интенсивности в зависимости от толщины слоя и концентрации вещества, аналогичному закону Бугера-Ламберта-Бера

$$\lg J/J_0 = A = klc, \quad (9.1)$$

где  $J_0$  - интенсивность падающего монохроматического света;

$J$  - интенсивность прошедшего через пламя света;

$k$  - коэффициент поглощения;

$l$  - толщина светопоглощающего слоя (пламени);

$c$  - концентрация.

Постоянство толщины светопоглощающего слоя (пламени) достигается с помощью горелок специальной конструкции.

Методы атомно-абсорбционного спектрального анализа находят широкое применение для анализа практически любого технического или природного объекта, особенно в тех случаях, когда необходимо определить небольшие количества элементов.

Методики атомно-абсорбционного определения разработаны более чем для 70 элементов.

Кроме спектральных методов анализа широкое применение нашли электрохимические методы, из которых выделяются нижеперечисленные.

Ионометрия. Метод служит для определения ионов  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $F^-$ ,  $I^-$ ,  $Cl^-$  и т.д.

Метод основан на использовании ионоселективных электродов, мембрана которых проницаема для определенного типа ионов (отсюда, как правило, высокая селективность метода).

Количественное содержание определяемого иона проводится либо с помощью градуировочного графика, который строится в координатах  $E-pC$ , либо методом добавок. Метод стандартных добавок рекомендуется использовать для определения ионов в сложных системах, содержащих высокие концентрации посторонних веществ.

Полярография. Метод переменного-токовой полярографии используют для определения токсичных элементов (ртуть, кадмий, свинец, медь, железо).

#### *Техника выполнения работы:*

##### *Колориметрический метод определения железа.*

Метод основан на измерении интенсивности окраски раствора комплексного соединения двухвалентного железа с ортофенантролином красного цвета.

##### *Аппаратура, материалы и реактивы.*

Колориметр фотоэлектрический со светофильтром с  $\lambda_{max} = (490+10)$  нм или спектрофотометр. Весы лабораторные, колбы, пипетки, цилиндры, воронки, баня водяная, фильтры обеззоленные, бумага универсальная индикаторная. Кислота серная, растворы  $180\text{г}/\text{дм}^3$  и с  $(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,01$  моль/ $\text{дм}^3$ . Кислота соляная и раствор (1+1) по объему. Гидроксиламина гидрохлорид или гидроксиламин серноокислый раствор  $100\text{ г}/\text{дм}^3$  и солянокислый раствор. Солянокислый раствор применяют только для винодельческой продукции и пива. Спирт этиловый ректификованный. Спирт этиловый ректификованный технический. Ортофенантролин. Натрий уксуснокислый, раствор  $200\text{г}/\text{дм}^3$  или аммоний уксуснокислый, раствор  $180\text{г}/\text{дм}^3$ . Вода дистиллированная. Кислота аскорбиновая.

##### *Подготовка к испытанию.*

##### *Приготовление основного раствора железа с массовой концентрацией 1 г/дм<sup>3</sup>*

Раствор готовят по ГОСТ 4212-76.

##### *Приготовление солянокислого раствора гидроксиламина гидрохлорида.*

10 г гидроксиламина гидрохлорида, взвешенного с погрешностью не более 0,01 г, растворяют в 300-400  $\text{см}^3$  воды, добавляют 170  $\text{см}^3$  соляной кислоты и объем доводят до метки в мерной колбе вместимостью 1000  $\text{см}^3$ .

##### *Приготовление раствора ортофенантролина.*

0,25 г ортофенантролина, взвешенного с погрешностью не более 0,001 г, переносят с 20-30  $\text{см}^3$  воды в мерную колбу вместимостью 100  $\text{см}^3$ , добавляют 20  $\text{см}^3$  этилового спирта и после растворения ортофенантролина объем доводят водой до метки.

##### *Подготовка пробы.*

Минерализацию пробы проводят по ГОСТ 26929-86.

Белые вина, белые виноматериалы и пиво минерализации не подвергают.

Пиво, игристые и шипучие вина перед испытанием освобождают от углекислого газа.

Раствор минерализата, полученного кислотной минерализацией, используют без дополнительной обработки.

Золу, полученную сухой минерализацией, растворяют в 5  $\text{см}^3$  и объем доводят водой до метки.

При испытании кондитерских продуктов к золе до растворения добавляют 1-2  $\text{см}^3$  раствора соляной кислоты и упаривают досуха на водяной бане.

Приготовление растворов сравнения, контрольного раствора и построение градуировочного графика.

1. 10  $\text{см}^3$  основного раствора переносят в мерную колбу вместимостью 500  $\text{см}^3$  и объем доводят до метки раствором серной кислоты 0,01 моль/ $\text{дм}^3$ .

2. При испытании продуктов, за исключением винодельческой продукции и пива, 0,5;

1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 и 4,0 см<sup>3</sup>, раствора, приготовленного по п. 1. (что соответствует 10, 20, 30, 40, 50, 60 и 80 мкг железа) вносят в мерные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup>, в каждую колбу добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора гидроксилamina, доводят рН до 4-6 по индикаторной бумаге с помощью раствора уксуснокислого натрия или аммония. Вносят 1 см<sup>3</sup> раствора ортофенантролина и объем доводят водой до метки. Перемешивают и через 15 минут измеряют оптическую плотность раствора сравнения по отношению к контрольному раствору на фотоэлектроколориметре в кювете с расстоянием между рабочими гранями 20 мм при светофильтре с  $\lambda_{\max} = (490 \pm 10)$  нм или на спектрофотометре при длине волны 510 нм в кювете с расстояниями между рабочими гранями 20 мм.

Контрольный раствор готовят точно так же, как растворы сравнения, но без добавления раствора железа.

При испытании рыбной продукции вместо раствора гидроксилamina допускается внесение (100±10) мг аскорбиновой кислоты.

3. При испытании и винодельческой продукции и пива в мерные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup> вносят 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 см<sup>3</sup> раствора, приготовленного по п. 1. (что соответствует 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120 мкг железа), 10 см<sup>3</sup> солянокислого раствора гидрохлорида гидроксилamina и 1 см<sup>3</sup> раствора ортофенантролина, оставляют на 15 минут, затем вносят 10 см<sup>3</sup> раствора уксуснокислого аммония, объем доводят водой до метки и измеряют оптическую плотность раствора по отношению к контрольному раствору. Контрольный раствор готовят так же, как растворы сравнения, но без добавления раствора железа.

Светофильтр и кювета по п. 2.

Градуировочный график строят, откладывая по оси абсцисс массы железа в мкг, введенные в растворы сравнения, по оси ординат соответствующие им значения оптической плотности.

*Проведение испытания.*

При испытании продуктов, за исключением винодельческой продукции и пива, в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> вносят раствор минерализата в таком объеме, чтобы масса железа в колбе соответствовала 20-80 мкг. Добавляют в колбу все те растворы, в той же последовательности, как указано в п. 2, и измеряют оптическую плотность испытуемого раствора по отношению к контрольному раствору. Контрольный раствор готовят аналогично контрольной пробе, приготовленной со всеми реактивами, указанными выше в п. 2.

При испытании белых вин и виноматериалов и пива в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> вносят в зависимости от массовой концентрации железа 2,5-20 см<sup>3</sup> предварительно отфильтрованного напитка, а затем все растворы в той же последовательности, как указано в п. 3.

Оптическую плотность испытуемого раствора измеряют по отношению к контрольному раствору.

Для приготовления контрольного раствора в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> вносят такой же объем 10 см<sup>3</sup> раствора уксуснокислого аммония и содержимое доводят водой до метки.

При испытании красных вин, красных виноматериалов, коньяков и коньячных спиртов к золе добавляют 10 см<sup>3</sup> солянокислого раствора гидрохлорида гидроксилamina и выдерживают 3-5 мин на кипящей водяной бане. Полученный раствор переносят с промывными водами в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора ортофенантролина. Одновременно готовят контрольный раствор, для чего в другую мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> вносят 10 см<sup>3</sup> солянокислого раствора гидрохлорида гидроксилamina и 1 см<sup>3</sup> раствора ортофенантролина. Через 15 минут в обе колбы вносят 10 см<sup>3</sup> раствора уксуснокислого аммония, содержимое доводят водой до метки и измеряют оптическую плотность испытуемого раствора по отношению к контрольному раствору.

*Обработка результатов.*

Массовую долю железа в продуктах (X) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m_1 \cdot V}{V_1 \cdot m}, \quad (9.2)$$

Массовую концентрацию железа в продуктах ( $X_1$ ) за исключением винодельческой продукции и пива, в мг/дм<sup>3</sup> вычисляют по формуле:

$$X_1 = \frac{m_1 \cdot V}{V_1 \cdot V_2}, \quad (9.3)$$

где  $m_1$  – масса железа, найденная по градуировочному графику, мкг;  
 $V$  – общий объем раствора минерализата, взятый для определения, см<sup>3</sup>;  
 $V_1$  – объем раствора минерализата, взятый для определения, см<sup>3</sup>;  
 $m$  – масса навески продукта, взятая для минерализации, г;  
 $V_2$  – объем продукта, взятый для минерализации, см<sup>3</sup>.

Массовую концентрацию железа в винодельческой продукции и пиве ( $X_2$ ) в мг/дм<sup>3</sup> вычисляют по формуле:

$$X_2 = \frac{m_2}{V_3}, \quad (9.4)$$

где  $m_2$  – масса железа, найденная по градуировочному графику, мкг;  
 $V_3$  – объем напитка, взятый для определения, см<sup>3</sup>.

Вычисление производят до первого десятичного знака. Окончательный результат округляют до целого числа, для коньяков и коньячных спиртов - до первого знака после запятой. За окончательный результат испытаний принимают среднее арифметическое результатов ( $\bar{X}$ ) двух параллельных определений.

*Контрольные вопросы:*

1. Роль минеральных веществ.
2. Классификация минеральных веществ в зависимости от их количества.
3. Физико-химические методы анализа минеральных веществ.

## Рекомендуемая литература и интернет-ресурсы

### Основная литература:

1. Добрынина, А.Ф., Кривцова, Е.С., Торсуева, Е.Д. Физико-химические основы анализа пищи: Учебно-методическое пособие. – Издатель: КГТУ, 2010. – 79 с.
2. Манеева, Э., Крахмалева, Т. Технохимический контроль продуктов специального назначения: Учебное пособие, Ч. Часть 1. Продукты детского питания. Лабораторный практикум Издатель: ОГУ, 2012. – 152 с.

### Дополнительная литература:

1. Голубева Л.В., Смольский Г.М., Богданова Е.В. Методы исследования состава и свойств сырья и молочных продуктов: Учебное пособие, Издатель: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. – 64 с.
2. Карпова, Г.В., Студяникова, М.А. Общие принципы функционального питания и методов исследования свойств сырья продуктов питания: учебное пособие: в 2-х ч., Ч. 1 Издатель: Оренбургский государственный университет, 2012. – 226 с.
3. Карпова, Г.В., Студяникова, М.А. Общие принципы функционального питания и методов исследования свойств сырья продуктов питания: учебное пособие: в 2-х ч., Ч. 2 Издатель: Оренбургский государственный университет, 2012. – 214 с.
4. Микелева, Г.Н., Мельченко, Г.Г., Юнникова, Н.В. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа. – Издатель: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010. – 184 с.
5. Романюк, Т.И., Чусова, А.Е., Новикова, И.В. Методы исследования сырья и продуктов растительного происхождения (теория и практика): Учебное пособие Издатель: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. – 161 с.
6. Сборник технических нормативов. Сборник рецептов на продукцию общественного питания / Составитель Могильный М.П. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 1008 с.
7. Современные методы анализа мяса и мясопродуктов: Учебное пособие Издатель: Издательство КНИТУ, 2013. – 156 с.
8. Соколова, О.Я. Производственный контроль молока и молочных продуктов: Учебное пособие, Издатель: ОГУ, 2012. – 195 с.
9. Сидоров, Ю.Д., Давлетбаева, Д.З., Поливанов, М.А. Технохимический контроль пищевых производств: лабораторный практикум Издатель: КГТУ, 2008. – 135 с.

### Интернет-ресурсы:

1. <http://www.fao.org/> - сайт ФАО
2. <http://www.rsl.ru/> - Российская государственная библиотека
3. <http://www.cnsnb.ru/> - Центральная научная сельскохозяйственная библиотека [Российской академии сельскохозяйственных наук](#)
4. <http://www.suharevka.ru/> – сайт технологического оборудования
5. <http://www.complexdor.ru/> – сайт базы нормативной и технической документации
6. <http://www.twirpx.com/> – сайт поиск литературы
7. <http://www.pitportal.ru/> – сайт информационного портала
8. <http://www.libgost.ru/> – сайт библиотеки Гостов и нормативных документов

Приложение А

Допускаемые отклонения массы кулинарных полуфабрикатов

№ п/п	Полуфабрикат	Допускаемые отклонения от установленной массы нетто
1	2	3
1	Полуфабрикаты мясные натуральные порционные (непанированные и панированные), %	±3,0
	Полуфабрикаты, расфасованные в целлофан, другие прозрачные пленки или пакеты, а также мелкокусковые	Не допускается
2	Полуфабрикаты из рубленого мяса:	
	шницели, битки, котлеты, бифштексы, %	±5,0
	шницели, битки, котлеты, бифштексы, тефтели, зразы, %	±3,0
	голубцы с мясным фаршем весовые (в лотках, ящиках)	Не допускается
	фрикадельки мясные замороженные, расфасованные в пачки, г	±9,0
3	Полуфабрикаты из мяса кур, уток, индеек порционные, расфасованные в пакеты из полимерных материалов массой до 500 г, %	±3,0
	700 г, %	±2,0
	1000 г, %	±2,0
4	Полуфабрикаты из мяса птицы. Котлеты особые, г	±2,5
5	Полуфабрикаты из рубленого мяса сельскохозяйственной птицы и кролика, %	±3,0
6	Полуфабрикаты мучные:	
	тесто, расфасованное по 0,5 и 1 кг, %	±5,0
	пельмени замороженные, расфасованные в пачки, г	±7,0
	блинчики с нежирным творогом, расфасованные в коробки по:	
	100 г, %	±4,0
	500 г, %	±2,0
	1000 г, %	±1,0
7	Полуфабрикаты творожные:	
	тесто для сырников и вареников ленивых домашних, расфасованное в пергамент, полиэтиленовую пленку, массой по:	
	250 г, %	±2,5
	500 г, %	±2,0
	сырники домашние, расфасованные в пергамент, полиэтиленовую пленку, массой по:	
	75 г, %	±3,0
	375 г, %	±2,0
	сырники (в лотках, ящиках), %	±3,0
8	Полуфабрикаты овощные:	
	овощные котлеты картофельные, капустные, морковные, свекольные (в лотках, ящиках), %	±3,0
	картофель сырой очищенный сульфитированный, расфасованный в ящики, корзины, фляги	Не допускается
	картофель, жаренный во фритюре, расфасованный в металлические ящики	Не допускается
9	Полуфабрикаты рыбные:	
	специальной разделки, охлажденные, мороженые, филе мороженое, фарш мороженный, балычные полуфабрикаты соленые из осетровых рыб, полуфабрикаты из сельди весовые (в ящиках)	Не допускается

	то же, расфасованные в потребительскую упаковку то же из котлетной массы (биточки, котлеты, тефтели, зразы)	Не допускается $\pm 3,0$
--	--	-----------------------------

Контролируемые показатели загрязнений химической и биологической природы в различных группах сырья

Группа продуктов	Показатели загрязнений химической и биологической природы					
	токсичные элементы	микотоксины	антибиотики	гормональные препараты	нитрозамины	пестициды
Мясные продукты:						
Мясо и птица свежие, охлажденные и мороженые	+	+	+	+	+	+
Колбасы и кулинарные изделия из мяса и птицы	+	+	-	+	+	+
Консервы из мяса и птицы	+	+	-	+	+	+
Субпродукты сельскохозяйственных животных и птиц	+	+	+	+	-	-
Яйца, яичный порошок	+	-	+	+	-	+
Молоко и молочные продукты:						
Молоко, кисломолочные продукты, молоко сгущенное, стерилизованное в банках, молоко и молочные изделия сухие	+	+	+	+	-	+
Рыба, рыбные и другие продукты моря:						
Рыба свежая, охлажденная и мороженая; рыбные консервы и пресервы	+	-	-	-	+	+
Кулинарные изделия	+	-	-	-	+	+
Моллюски и ракообразные	+	-	-	-	-	-
Икра	-	-	-	-	-	+
Хлебобулочные и мукомольно-крупяные изделия:						
Зерновые	+	+	-	-	+	+
Зернобобовые, крупы, мука, хлебобулочные изделия, хлеб, бараночные сухарные изделия	+	+	-	-	-	+
Сахар и кондитерские изделия:						
Сахар-песок	+	-	-	-	-	+
Кондитерские сахаристые изделия:						
Орехи (миндаль, грецкий орех, земляной орех, фисташки, орех серый калифорнийский, орех пекан)	+	+	-	-	-	+
Конфеты и подобные изделия, кофе	+	+	-	-	-	-
Какао, какао-порошок, шоколад	+	+	-	-	-	+
Печенье	+	-	-	-	-	-
Флодоовощная продукция:						
Овощи, картофель, фрукты, виноград, ягоды свежие, сушеные и концентрированные	+	+	-	-	+	+
Специи и пряности	+	-	-	-	-	+
Чай	+	+	-	-	-	+
Грибы свежие и сушеные, консервированные в стеклянной таре	+	-	-	-	-	+
Консервированные фрукты, ягоды, овощи	+	+	-	-	+	+
Жировые продукты:						
Масло растительное, маргарин	+	+	-	-	-	+
Масло коровье, жиры животные	+	+	+	+	-	+

Напитки и продукты брожения:						
Минеральные воды, напитки на настоях и эссенциях	+	-	-	-	-	-
Пиво, вино, водка и другие спиртовые напитки	+	-	-	-	-	-
Другие продукты:						
Пектин, желатин, крахмал, соль поваренная	+	-	-	-	-	-
Отруби пшеничные	+	+	-	-	-	+

Условные обозначения: «+» – контролируемые и «-» - неконтролируемые показатели.

Приложение В (обязательное)

Нормируемые физико-химические показатели кулинарной продукции

Наименование кулинарной продукции	Массовая доля					Показатель вложения сырья	Общая (титруе- мая) кис-	Щелоч- ность	Свежесть
	влаг или су- хих ве-	жира	сахара	пова- ренной соли					
Полуфабрикаты из:									
картофеля и овощей	+	+	-	+	-	+	-	-	
круп	+	+	+	-	-	-	-	-	
творога	+	+	+	+	-	+	-	-	
рыбы	+	+	-	+*	-	-	-	+	
мяса	-	-	-	-	-	-	-	+	
птицы	-	-	-	+*	-	-	-	+	
натуральной рубленой массы мяса	+	-	-	-	-	-	-	+	
котлетной массы мяса, птицы, рыбы	+	+	-	+	+	-	-	+	
муки	+	+	+	+*	-	+	+	-	
бульоны пищевые	+	+	-	+	-	-	-	-	
соусы концентрированные	+	+	-	-	-	+	-	-	
Кулинарные изделия из:									
картофеля и овощей	+	+	-	+	-	-	-	-	
крупы	+	+	+	-	-	-	-	-	
творога	+	+	+	+	-	+	-	-	
котлетной массы мяса, птицы, рыбы	-	-	-	+	+	+	-	-	
мяса птицы рыбы	-	-	-	+	-	-	-	-	
муки	+	+	+	-	-	+	+	-	
мягкое мороженое	+	+	+	-	-	-	-	-	
Блюда:									
холодные (закуски)	+	+	-	-	-	-	-	-	
супы	+	+	-	-	-	-	-	-	
сладкие супы	+	+	+	-	-	-	-	-	
из котлетной массы рыбы	+	-	-	-	+	-	-	+	
из рубленого мяса	+	-	-	+	-	-	-	+	
из котлетной массы мяса	+	-	-	+	+	-	-	+	
из картофеля, овощей	+	+	-	-	-	-	-	-	
Блюда из:									
круп и макаронных изделий на молоке	+	+	+	-	+	-	-	-	
без молока	+	+	+	-	-	-	-	-	
яиц	+	+	+	-	-	+	-	-	
творога	+	+	+	-	-	+	-	-	
мучные	+	+	-	-	-	-	-	-	
сладкие	+	+	+	-	-	-	-	-	
муссы на манной крупе	+	+	+	-	+	-	-	-	

\* Массовая доля поваренной соли определяется в полуфабрикатах из фиксированной рыбы, в полуфабрикатах из птицы при ее посоле в солевом растворе, пельменях.

Примечание – При приготовлении кулинарной продукции во фритюре устанавливают качество фритюра.

При использовании в процессе приготовления вредных для здоровья химических веществ устанавливают нормы: в сульфитированном картофеле определяют остаточное количество сернистого ангидрида.

В кулинарной продукции, выработанной с применением копчения, дополнительно нормируют содержание нитритов.

Условные обозначения: Знак «+» – нормируемые показатели; знак «-» – ненормируемые показатели.

Приложение Г (справочное)

Микробиологические парной продукции показатели не стандартизованной кулинарной продукции

Группа кулинарной продукции	Количество мезофильных, аэр. и фак. анаэробных микроорганизмов КОЕ в 1 г, не более	Масса продукта, г, в котором не допускаются				Примечание
		БГКП (колиформы)	Staph aureus	Proteus	патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	
Кулинарная продукция из натуральных кусков мяса без соусов (жареные, отварные говядина, свинина, баранина, птица, изделия из субпродуктов)	$1 \times 10^4$	1,0	1,0	0,1	25	
Кулинарная продукция из рубленого мяса с соусом, блинчики с начинкой из мяса и овощей	$2 \times 10^4$	1,0	1,0	0,1	25	
Салаты и винегреты из вареных овощей в незаправленном виде и без добавления соленых огурцов	$10^3$	1,0	1,0	0,1	25	
Салаты из сырых овощей и с добавлением фруктов	$10^4$	0,1	1,0	-	25	E. coli в 1,0 г не допускаются
Компоты	$5 \times 10^2$	1,0	-	-	50	E. coli не допускаются в 10 г
Кисели	$5 \times 10^2$	1,0	-	-	50	
Напитки, изготавливаемые на предприятиях общественного питания	$5 \times 10^2$	1,0	-	-	50	

Приложение Д

Количество блюд, подлежащих отбору для физико-химического анализа

№ п/п	Группа блюд	Количество блюд (порций) или изделий	
		для определения средней массы	для физико-химического анализа
1	2	3	4
1	Холодные блюда: бутерброды с мясными продуктами и гастрономическими товарами консервы рыбные, овощные закусочные (порциями) салаты мясные, овощные, рыбные, винегреты, кроме салатов из свежих огурцов, помидоров и других овощей салаты из свежих огурцов, помидоров и др. овощей, заправленные сметаной, майонезом и др. продуктами блюда из рыбы и рыбных продуктов, из мяса и мясных продуктов паштеты студни, заливные блюда из мяса или рыбы	10 порций 3 порции 3 порции 3 порции 3 порции 3 порции 3 порции	- - 1 порция 2 порции 1 порция 1 порция 2 порции
2	Супы: супы заправочные (щи, борщи, рассольники, солянки, супы с картофелем, овощами, крупами, бобовыми), супы-пюре, молочные супы мясо, птица, рыба, отпускаемые с супом сладкие супы из сушеных и свежих фруктов прозрачные бульоны с гарниром	3 порции 10 порций 3 порции 3 порции	1 порция - 1 порция 1 порция
3	Блюда из рыбы: отварной, припущенной, тушеной, жареной с гарниром, жиром или соусом <sup>1</sup> основное изделие из жареной рыбы, панированной в муке и сухарях или белой панировке основное изделие из котлетной массы и рубленой натуральной рыбы (котлеты, тефтели, рулет) с гарниром и соусом основное изделие	3 порции 10 порций 3 порции 10 порций 3 порции 10 порций	1 порция - 1 порция - 1 порция -
4	Блюда из мяса и мясных продуктов, сельскохозяйственной птицы и кролика: из отварного, тушеного с гарниром и соусом основное изделие  из жареного мяса – натуральные крупнокусковые, порционные натуральные (бифштекс, лангет, эскалоп) с гарниром основное изделие из жареного мяса – натуральные панированные (котлета отбивная, ромштекс, шницель) с гар-	3 порции Взвешивают не менее 10 порций  3 порции 10 порций 3 порции	1 порция -  1 порция - 1 порция

	<p>ниром основное изделие из жареного мяса (бефстроганов, поджарка, гуляш, азу, рагу), мясные продукты в соусе с гарниром из мяса натурального рубленого и котлетной массы с гарниром и соусом или жиром основное изделие</p> <p>из запеченного мяса (кабачки, баклажаны, помидоры, перец, голубцы, фаршированные мясом, запеканки, рулеты) с соусом основное изделие</p>	<p>10 порций</p> <p>3 порции</p> <p>3 порции 10 изделий</p> <p>3 порции 10 изделий</p>	<p>-</p> <p>1 порция</p> <p>1 порция Массой 75 г и более – 4 изделия Массой 50 г – 6 изделия</p> <p>1 порция -</p>
5	<p>Блюда из картофеля, овощей, грибов, бобовых, круп, макаронных изделий: отварные, припущенные, тушеные, жареные, запеченные, заправленные жиром, сметаной или соусом запеканки, пудинги, макаронник, крупеник, лапшевник из вышеуказанных продуктов с жиром, сметаной или соусом основное изделие овощные котлеты, зразы, котлеты, биточки из круп с жиром, сметаной или соусом</p> <p>основное изделие фаршированные овощи с соусом основное изделие</p>	<p>3 порции</p> <p>3 порции 10 порционируемых изделий 3 порции</p> <p>10 порций 3 порции 10 порций</p>	<p>1 порция</p> <p>1 порция 1 порционируемое изделие 1 порция</p> <p>3 изделия 1 порция 3 изделия</p>
6	<p>Блюда из творога: запеканки, пудинги со сметаной или соусом основное изделие</p> <p>сырники со сметаной или соусом основное изделие</p>	<p>3 порции 10 порционируемых изделий 3 порции 10 порций</p>	<p>1 порция 1 порционируемое изделие 1 порция 3 изделия массой 75 г. или 6 изделий массой 50 г.</p>
7	<p>Мучные блюда: пельмени, вареники, блины, оладьи, блинчики (с разным фаршем) с маслом, сметаной и другими продуктами основное изделие: оладьи, блины, блинчики</p>	<p>3 порции</p> <p>10 изделий</p>	<p>1 порция</p> <p>Оладьи массой 75 г – изделия, блины массой 50 г – 4 изделия, блинчики-3 изделия</p>
8	<p>Сладкие блюда: компоты</p>	<p>3 порции</p>	<p>1 порция</p>

	<p>кисели фруктово-ягодные, молочные муссы, желе, кремы, самбуки с сиропом или соусом</p> <p>основное изделие</p> <p>выпеченные сладкие блюда (пудинг, шарлотка и т. д.) с сиропом или соусом</p> <p>основное изделие</p> <p>сироп</p>	<p>3 порции</p> <p>3 порции</p> <p>10 порционируемых изделий</p> <p>3 порции</p> <p>10 порционируемых изделий</p> <p>-</p>	<p>1 порция</p> <p>1 порция</p> <p>1 порционируемое изделие</p> <p>1 порция</p> <p>1 порционируемое изделие</p> <p>100 г</p>
9	<p>Горячие напитки:</p> <p>натуральный кофе из автоматических электрокофеварок</p> <p>из обычных электрокофеварок и при наплитной варке</p> <p>чай</p> <p>кофе, какао с молоком</p> <p>молоко кипяченое</p>	<p>3 порции</p> <p>3 порции</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>1 порция</p> <p>1 порция</p> <p>1 порция</p> <p>1 порция</p> <p>2 порции</p>
10	<p>Холодные напитки:</p> <p>из плодов, ягод, фирменные коктейли</p> <p>коктейли с молочными продуктами</p> <p>коктейли алкогольные, крушоны</p>	<p>3 порции</p> <p>2 порции</p> <p>2 порции</p>	<p>1 порция</p> <p>2 порции</p> <p>2 порции</p>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

**Методические указания**  
по организации и проведению самостоятельной работы  
по дисциплине: «Методы исследования сырья и продуктов  
общественного питания» для студентов  
направления подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация  
общественного питания  
направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

## Содержание

### Введение

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания»
2. План-график выполнения самостоятельной работы
3. Контрольные точки и виды отчетности по ним
4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала
5. Методические указания (по видам работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины)
6. Методические указания по подготовке к экзамену
7. Список рекомендуемой литературы

## Введение

Дисциплина «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания» является важной для подготовки современного технолога. Выполнение индивидуальных и творческих работ по данной дисциплине тесно связано с аудиторной работой.

Цель дисциплины «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания»:

1. Приобретение теоретических знаний в области применения методов анализа пищевых продуктов, отбора проб для анализа сырья, пищевых продуктов и продукции общественного питания.

2. Изучение современных источников информации при исследовании качества продуктов питания; проведении экспериментальных исследований.

Задачами освоения дисциплины «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания» является формирование знаний, умений и навыков по следующим направлениям деятельности:

1. Оценка качества пищевых продуктов.
2. Познание методов исследований пищевых продуктов.

Важное значение самостоятельной работы студентов при изучении курса обусловлено наличием большого количества проблемных и дискуссионных вопросов, требующих творческого подхода, широкого использования специальной литературы и ее глубокого осмысления.

В результате самостоятельного изучения дисциплины обучающийся должен приобрести следующие компетенции:

### Содержание компетенции

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-7 Способен проводить лабораторные исследования безопасности и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов в соответствии с регламентами, стандартными методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности	ИД-1ПК-7 Выполняет лабораторные исследования по рекомендуемым методикам в соответствии с регламентами, стандартными методиками, требованиями нормативно-технической документации, с требованиями охраны труда и экологической безопасности, составляет описание проводимых экспериментов.	Осознает методики в соответствии с регламентами, требованиями нормативно-технической документации, анализирует лабораторные исследования и эксперименты.
	ИД-2ПК-7 Анализирует результаты проведенных экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; владением статистическими методами и средствами обработки экспериментальных данных проведенных исследований.	Анализирует результаты проведенных экспериментов, учитывает методы и средства обработки экспериментальных данных проведенных исследований.
ПК-8 Способен организовать контроль за обеспечением качества продукции и услуг	ИД-1ПК-8 Организует мероприятия, позволяющие провести оценку качества производимых полуфабрикатов и готовой продукции для различных видов питания, оказываемых услуг предприятиями питания.	Анализирует исследования полуфабрикатов и готовой продукции при оценке качества.

## **1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания»**

Дисциплина «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

Ее освоение происходит в 5 семестре для очной формы обучения и в 7 семестре для заочной формы обучения.

Самостоятельная работа – это работа студентов по усвоению обязательной и свободно получаемой информации по самообразованию. Такая форма обучения приобретает в настоящее время актуальность и значимость. Её функцией является обеспечение хорошего качества усвоения знаний, умений, навыков студентами по изучаемой дисциплине. В качестве форм и методов внеаудиторной работы студентов является самостоятельная работа в библиотеке, конспектирование, работа со специальными словарями и справочниками, расширение понятийно-терминологического аппарата, написание рефератов, докладов, сообщений, выполнение контрольных, курсовых и дипломных работ.

Текущая аттестация студентов проводится преподавателем, ведущим лабораторные занятия по дисциплине, в следующих формах: отчет (письменный), собеседование.

Целью подготовки к лабораторным занятиям является письменный отчет в виде рабочей тетради по лабораторным работам. Задачами при подготовке к лабораторным занятиям – оформление результатов опытов лабораторной работы дисциплины.

Целью подготовки к самостоятельному изучению литературы по темам №1-9 дисциплины является собеседование с преподавателем по темам теоретического материала. Задачами при подготовке к самостоятельному изучению литературы по темам №1-9 дисциплины – конспектирование студентом тем дисциплины.

*Научно-теоретический уровень содержания.* В работе необходимо обоснованно изложить тему, представить собственную позицию по проблеме.

Теоретические положения должны быть показаны как обобщение, вывод к фактическому материалу, а фактический материал – как иллюстрация, конкретизация теоретических положений.

*Связь теории с практикой.* В работе должна быть раскрыта практическая значимость обоснованных теоретических положений, проявлено умение автора увязать их с жизнью, в том числе и со своим направлением подготовки.

*Самостоятельность и творчество в решении и изложении рассматриваемых вопросов.* Работа не может быть результатом переписывания с одного источника, она должна быть итогом изучения обширного материала, содержать мысли и рекомендации автора.

*Подбор и изучение литературы.* При подборе литературы следует ориентироваться на источники, изданные в последние годы. Если в литературе отсутствует единая точка зрения по тому или иному вопросу, студенту необходимо изложить взгляды авторов и сделать попытку их критической оценки, высказать свое личное мнение по данному вопросу. В заключении излагаются основные выводы по данному вопросу.

Необходимо составить план, включающий 2-3 вопроса. Тема излагается в соответствии с планом, делаются выводы. Завершает работу список литературы. Необходимо добиваться внутренней связи рассматриваемых вопросов, а также последовательности в изложении каждого вопроса.

Цитаты из работ заключаются в кавычки, пропуски слов в них отмечаются многоточием, при этом надо следить, чтобы сокращения не искажали смысл цитаты. При использовании цитат и цифр необходимо делать ссылку.

В конце работы приводится перечень фактически использованной литературы. Источников должно быть не менее 5. В список используемой литературы включаются лишь те источники, которые действительно использовались. Список составляется в алфавитном порядке.

Для правильного оформления библиографического списка использованной литературы необходимо свериться с приведенным списком в данной методической рекомендации.

## **2. Методические рекомендации по изучению теоретического материала**

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации.

### *Вопросы для собеседования*

1. Организация и проведение контроля качества продуктов питания.
2. Классификация методов анализа сырья и продуктов питания.
3. Абсорбционная спектроскопия.
4. Классификация спектральных методов.
5. Определении показателя преломления (рефракции).
6. Измерение величины угла вращения плоскости поляризации света при прохождении его через оптически активные вещества.
7. Хроматография распределительная.
8. Хроматография адсорбционная.
9. Хроматография ионообменная.
10. Хроматография гель-фильтрационная.
11. Классификация структуры дисперсных систем.

12. Определение наиболее существенных реологических констант посредством специального механического воздействия на исследуемое тело.
13. Основные прикладные методы оценки качества пищевых продуктов.
14. Определение влагосвязывающей способности пищевых продуктов.
15. Определение влагоудерживающей способности пищевых продуктов.
16. Определение жироудерживающей способности пищевых продуктов.
17. Определение гелеобразующей способности пищевых продуктов.
18. Качественный анализ углеводов.
19. Физико-химические методы анализа минеральных веществ - оптические.
20. Классификация социологических методов.
21. Современные методы обнаружения и определения содержания микотоксинов в пищевых продуктах.
22. Современные методы обнаружения и определения содержания консервантов в пищевых продуктах.
23. Современные методы обнаружения и определения содержания тяжелых металлов в пищевых продуктах.
24. Эмиссионная спектроскопия.
25. Классификация методов определения белковых веществ.
26. Основные методы определения содержания жира в пищевых продуктах.
27. Количественный анализ углеводов.
28. Метод определения каротина.
29. Метод определения витамина В1.
30. Метод определения витамина В2.
31. Физико-химические методы анализа минеральных веществ - электрохимические.
32. Применение расчетных методов при проектировании продукции.
33. Характеристика экспертных методов.

#### *Критерии оценивания компетенций*

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент осознает методики в соответствии с регламентами, требованиями нормативно-технической документации, анализирует лабораторные исследования и эксперименты; анализирует результаты проведенных экспериментов, учитывает методы и средства обработки экспериментальных данных проведенных исследований; анализирует исследования полуфабрикатов и готовой продукции при оценке качества.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент осознает методики в соответствии с регламентами, требованиями нормативно-технической документации, анализирует лабораторные исследования и эксперименты; анализирует результаты проведенных эксперимен-

тов, учитывает методы и средства обработки экспериментальных данных проведенных исследований; анализирует исследования полуфабрикатов и готовой продукции при оценке качества, *но допускает ошибки.*

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент *недостаточно* осознает методики в соответствии с регламентами, требованиями нормативно-технической документации, анализирует лабораторные исследования и эксперименты; анализирует результаты проведенных экспериментов, учитывает методы и средства обработки экспериментальных данных проведенных исследований; анализирует исследования полуфабрикатов и готовой продукции при оценке качества.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент *слабо* осознает методики в соответствии с регламентами, требованиями нормативно-технической документации, анализирует лабораторные исследования и эксперименты; анализирует результаты проведенных экспериментов, учитывает методы и средства обработки экспериментальных данных проведенных исследований; анализирует исследования полуфабрикатов и готовой продукции при оценке качества.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если при собеседовании студент раскрывает вопросы по темам дисциплины, не допускает грубых ошибок при изложении материала; хорошо ориентируется: в терминах.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если при собеседовании студент допускает грубые ошибки при изложении материала.

*Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя вопросы для собеседования, которые позволяют оценить ответы студентов по темам дисциплины «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания».

Предлагаемые студенту вопросы для собеседования позволяют проверить компетенции: ПК-7; ПК-8. Вопросы для собеседования повышенного уровня отличаются от базового более глубокими знаниями материала.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо 5 минут, в течение данного времени будет проводиться беседа со студентом в диалоговом режиме.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования нормативными документами и справочными таблицами.

### **3. Методические указания (по видам работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины)**

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания» для студентов по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания.

#### **4. Методические указания по подготовке к экзамену**

Для дисциплины «Методы исследования сырья и продуктов общественного питания» предусмотрен зачет с оценкой.

#### **5. Рекомендуемая литература и интернет - ресурсы:**

##### **Основная литература:**

1. Добрынина, А.Ф., Кривцова, Е.С., Торсуева, Е.Д. Физико-химические основы анализа пищи: Учебно-методическое пособие. – Издатель: КГТУ, 2010. – 79 с.

2. Манеева, Э., Крахмалева, Т. Технохимический контроль продуктов специального назначения: Учебное пособие, Ч. Часть 1. Продукты детского питания. Лабораторный практикум Издатель: ОГУ, 2012. – 152 с.

##### **Дополнительная литература:**

1. Голубева Л.В., Смольский Г.М., Богданова Е.В. Методы исследования состава и свойств сырья и молочных продуктов: Учебное пособие, Издатель: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. – 64 с.

2. Карпова, Г.В., Студяникова, М.А. Общие принципы функционального питания и методов исследования свойств сырья продуктов питания: учебное пособие: в 2-х ч., Ч. 1 Издатель: Оренбургский государственный университет, 2012. – 226 с.

3. Карпова, Г.В., Студяникова, М.А. Общие принципы функционального питания и методов исследования свойств сырья продуктов питания: учебное пособие: в 2-х ч., Ч. 2 Издатель: Оренбургский государственный университет, 2012. – 214 с.

4. Микелева, Г.Н., Мельченко, Г.Г., Юнникова, Н.В. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа. – Издатель: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010. – 184 с.

5. Романюк, Т.И., Чусова, А.Е., Новикова, И.В. Методы исследования сырья и продуктов растительного происхождения (теория и практика): Учебное пособие Издатель: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. – 161 с.

6. Сборник технических нормативов. Сборник рецептов на продукцию общественного питания / Составитель Могильный М.П. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 1008 с.

7. Современные методы анализа мяса и мясопродуктов: Учебное пособие Издатель: Издательство КНИТУ, 2013. – 156 с.

8. Соколова, О.Я. Производственный контроль молока и молочных продуктов: Учебное пособие, Издатель: ОГУ, 2012. – 195 с.

9. Сидоров, Ю.Д., Давлетбаева, Д.З., Поливанов, М.А. Технохимический контроль пищевых производств: лабораторный практикум Издатель: КГТУ, 2008. – 135 с.

**Интернет-ресурсы:**

1. <http://www.fao.org/> - сайт ФАО
2. <http://www.rsl.ru/> - Российская государственная библиотека
3. <http://www.cnsnb.ru/> - Центральная научная сельскохозяйственная библиотека Российской академии сельскохозяйственных наук
4. <http://www.suharevka.ru/> – сайт технологического оборудования
5. <http://www.complexdor.ru/> – сайт базы нормативной и технической документации
6. <http://www.twirpx.com/> – сайт поиск литературы
7. <http://www.pitportal.ru/> – сайт информационного портала
8. <http://www.libgost.ru/> – сайт библиотеки Гостов и нормативных документов.