

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 15.12.2023 13:11:56

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

### **ХИМИЯ ПИЩИ**

Направление подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация  
общественного питания

Направленность (профиль) Технология и организа  
ция ресторанного дела

Квалификация выпускника: бакалавр

Для очной формы обучения

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Пятигорск, 2021 г.

## Содержание

	С.
Введение	2
Лабораторная работа № 1	4
Лабораторная работа № 2	7
Лабораторная работа № 3	12
Лабораторная работа № 4	14
Лабораторная работа № 5	20
Лабораторная работа № 6	23
Лабораторная работа № 7	27
Лабораторная работа № 8	31
Список рекомендуемой литературы	37

### Введение

Цель дисциплины «Химия пищи» - приобретение теоретических знаний, практических умений и навыков в области определения качественных и количественных показателей основных пищевых веществ пищи, пищевых добавок, биологически активных добавок.

При изучении дисциплины необходимо освоить следующие темы: Питание и пищеварение. Теории и концепции питания. Составные компоненты пищи: вода, свободная и связанная влага, активность воды; белки, функции и свойства белков; углеводы, функции и свойства углеводов; липиды, функции и свойства липидов; витамины, минеральные вещества, пищевые кислоты, пищевые добавки, биологически активные добавки. Безопасность пищевых продуктов. Природные токсиканты. Загрязнители.

В результате освоения компетенций ПК-4, ПК-5 студент должен знать краткие сведения о процессе пищеварения, метаболизм основных питательных веществ, состав, строение, функции и свойства основных пищевых веществ, их превращения при производстве пищевых продуктов; характеристику ксенобиотиков, генетически модифицированные продукты питания, основные понятия науки о питании, теорию сбалансированного и адекватного питания, принципы рационального питания; уметь определять основные органолептические, физико-химические, микробиологические показатели качества пищевых продуктов, количественно определять содержание основных пищевых веществ в составе продуктов питания, применять знания по определению направления развития технологии пищевых производств; владеть навыками определения показателей качества пищевых продуктов и фальсификации продуктов питания, методиками определения показателей качества и безопасности пищевых веществ и продуктов питания.

Дисциплина «Химия пищи» входит в обязательную часть дисциплин модуля (Б1.О.11) подготовки бакалавра по направлению 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, направленности (профиля) Технология и организация ресторанного дела. Ее освоение происходит в 4 семестре.

## Наименование лабораторных работ

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
	<b>4 семестр</b>		
	Лабораторная работа №1. Исследование свойств простых белков	4,5	
	Лабораторная работа №2. Выделение, очистка и исследование химического состава белка	4,5	
	Лабораторная работа №3. Общие свойства ферментов	4,5	
	Лабораторная работа №4. Липиды. определение физико-химических показателей	4,5	
	Лабораторная работа №5. Количественный анализ витаминов	4,5	
	Лабораторная работа №6. Качественный анализ витаминов	4,5	
	Лабораторная работа №7. Углеводы	4,5	
	Лабораторная работа №8 Характеристика пищевого сырья	4,5	
	<b>Итого за 4 семестр</b>	<b>36</b>	
	<b>Итого</b>	<b>36</b>	

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

## Тема: "ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПРОСТЫХ БЕЛКОВ"

1. Теоретическая часть (коллоквиум).
  - 1.1. Углеводы, определение и классификация.
  - 1.2. Общие свойства моноз, физические и химические свойства.
  - 1.3. Что такое изоэлектрическая точка белков? Почему она различна для различных белков?
  - 1.4. Что такое денатурация? Чем может быть вызвана денатурация белков?
  - 1.5. От чего зависит заряд белка в водном растворе?
2. Практическая часть.
  - 2.1. Изучение свойств простых белков.
  - 2.2. Реакции осаждения белков.
  - 2.3. Растворимость белков.

### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Белки (протеины) - высокомолекулярные соединения, построенные из остатков  $\alpha$ -аминокислот, ковалентно связанных пептидной связью. В молекулах белков встречаются остатки в основном 20 аминокислот. Аминокислотная последовательность является специфической характеристикой данного белка. Различают простые и сложные белки. Простые белки дают при гидролизе только аминокислоты, в состав сложных входят дополнительные атомные группы. Белки имеют трехмерную структуру, которая стабилизируется водородными, ионными и неполярными связями. Белки содержат большое число ионизирующих групп и являются полиэлектролитами. Для каждого класса белков характерно чрезвычайное разнообразие функций. Белки выполняют такие важные функции, как каталитическую, структурную, транспортную, защитную, регуляторную, сократительную и другие.

Реакции осаждения белков весьма разнообразны, однако их можно разделить на две группы:

а) практически необратимые реакции осаждения, при которых белки претерпевают глубокие изменения и не могут быть вновь растворены в первоначальном растворителе: в этом случае имеет место денатурация белка: к необратимым реакциям относятся осаждение белка солями тяжелых металлов, алкалоидными реактивами, минеральными, органическими кислотами и осаждение при нагревании;

б) обратимые реакции осаждения, при которых осаждаемые белки не подвергаются глубоким изменениям и поэтому могут быть растворены в первоначальном растворителе - молекулы белка при этом сохраняют свои первоначальные, включая биологические, свойства и не подвергаются денатурации.

К обратимым реакциям осаждения следует отнести реакции осаждения белков органическими растворителями (спиртом или ацетоном) и реакции высаливания белков (осаждение под влиянием концентрированных растворов нейтральных солей щелочных и щелочноземельных металлов).

Почти все белки денатурируют при нагревании до температуры от 50 °С до 55 °С и выше. Механизм тепловой денатурации связан с перестройкой структуры белковой молекулы, в результате которой белок теряет свои нативные свойства и растворимость. Присутствие солей и концентрация водородных ионов играют важную роль в выпадении в осадок денатурированного при нагревании белка. Наиболее полное осаждение происходит в изоэлектрической точке, т.е. при такой величине рН, когда коллоидные частицы белка наименее устойчивы.

Осаждение белка концентрированными минеральными кислотами (кроме ортофосфорной кислоты) объясняется как явлениями дегидратации белковых частиц и нейтрализации их зарядов, так и рядом других причин (денатурацией, образованием солей).

В избытке серной или соляной кислот, а также при их длительном воздействии, выпавший осадок денатурированного белка растворяется, по-видимому, за счет перезарядки белка и частичного гидролиза. В избытке азотной кислоты этого растворения не происходит (возможно, сопутствующий нитрат-ион мешает перезарядке белковой молекулы).

Механизм осаждения белков органическими кислотами объясняется дегидратацией белковой молекулы и снятием заряда.

При действии солей тяжелых металлов на растворы белка происходит денатурация белковой молекулы. Осаждение дегидратированного белка обусловлено адсорбцией тяжелого металла на поверхности белковой молекулы и образованием нерастворимых комплексов. Избыток некоторых солей ведет к растворению (пептизации) осадка белков.

Многие белки хорошо растворяются в воде, что обусловлено наличием на поверхности белковой молекулы свободных гидроксильных групп. Различные белки растворяются по-разному. Растворимость белка в воде зависит от характера белка, реакции среды, присутствия катализатора. В кислой среде лучше растворяются белки, обладающие кислыми свойствами (альбумин, глобулин, проламин), щелочные белки (протамины, гистоны) лучше растворяются в щелочной среде.

Объекты исследования: белок сырого куриного яйца.

Оборудование, посуда: химические пробирки диаметром 2 см, пипетки.

## 2. ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

Работу выполняют бригады по 2 человека, используя белок сырого яйца и 1%-ый раствор яичного белка.

### 2.1. ОСАЖДЕНИЕ БЕЛКА ПРИ НАГРЕВАНИИ

В пять пронумерованных пробирок наливают по 10 капель 1%-го раствора яичного белка. Содержимое первой пробирки нагревают на газовой горелке или водяной бане. Жидкость мутнеет, и, так как частицы денатурированного белка несут заряд, они удерживаются во взвешенном состоянии (яичный альбумин является кислым белком и в нейтральной среде заряжается отрицательно).

Во вторую пробирку добавляют 1 каплю 1%-й уксусной кислоты и нагревают. Выпадает осадок белка вследствие того, что белок теряет заряд и находится в состоянии, близком к изоэлектрической точке.

В третью пробирку добавляют 1 каплю 10%-го раствора уксусной кислоты и содержимое нагревают. Осадка белка не образуется даже при кипячении, так как в кислой среде частицы белка перезаряжаются, приобретая положительный заряд.

В четвертую пробирку добавляют 1 каплю 10%-го раствора уксусной кислоты и 1 каплю насыщенного раствора хлористого натрия. Образуется осадок белка вследствие адсорбции ионов хлористого натрия (образование двойного изоэлектрического слоя) и нейтрализации положительного заряда на частицах белка.

В пятую пробирку добавляют 1 каплю 10%-го раствора едкого натра и нагревают. Осадка не образуется даже при кипячении, так как в щелочной среде отрицательный заряд на частице белка усиливается.

Результаты работы внести в табл.1.1.

Таблица 1.1.

Нейтральная среда	Слабокислая среда	Кислая среда	Кислая среда и электролит	Щелочная среда

## 2.2. ОСАЖДЕНИЕ БЕЛКА КОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТАМИ

В три пробирки наливают по 15-20 капель концентрированной соляной, серной и азотной кислот. Затем, наклонив пробирки под углом  $45^{\circ}$ , осторожно по стенке пробирки (чтобы жидкости не смешались) наливают равный объем раствора белка. На границе двух слоев жидкости появляется осадок белка в виде тонкой пленки. Осторожно встряхивая пробирки, обнаруживают растворение осадка.

## 2.3. ОСАЖДЕНИЕ БЕЛКА ОРГАНИЧЕСКИМИ КИСЛОТАМИ

В две пробирки наливают по 5 капель 1%-го раствора белка и по 1-2 капли 10%-го раствора сульфациловой и трихлоруксусной кислот. В обеих пробирках образуются осадки белка.

## 2.4. ОСАЖДЕНИЕ БЕЛКА СОЛЯМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

В три пробирки наливают по 5 капель 1%-го раствора яичного белка и по 1 капле: в первую - 7%-го раствора сернистой меди, во вторую - 5%-го раствора уксуснокислого свинца, в третью - 5%-го раствора азотнокислого серебра. Наблюдается образование осадка во всех трех пробирках.

В первую пробирку добавляют еще 5-10 капель раствора сернистой меди, во вторую - 5-20 капель уксуснокислого свинца, в третью - 5-10 капель

азотнокислого серебра. Пронаблюдать, что происходит. Результаты внести в табл.1.2.

Таблица 1.2.

Название групп осадителей	Употребляемые реактивы	Характер и цвет осадка	Чем обусловлена реакция

## 2.5. РАСТВОРИМОСТЬ БЕЛКОВ

В пробирку наливают 2 капли яичного белка и 20 капель воды, перемешивают. При этом яичный альбумин растворяется, а глобулин выпадает в осадок. В другую пробирку наливают 2 капли яичного белка и 20 капель 5%-го раствора хлористого натрия. Результаты внести в табл. 1.3.

Таблица 1.3.

Название белка	Вода	5%-ый раствор хлористого натрия	Образование осадка (-,+)

## 3. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Работы с концентрированными растворами кислот и щелочей проводить в вытяжном шкафу при включенной вентиляции.

Соблюдать правила работы с газовой горелкой.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: "ВЫДЕЛЕНИЕ, ОЧИСТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БЕЛКА "

1. Теоретическая часть (коллоквиум).
  - 1.1. Характеристика аминокислот.
  - 1.2. Биологическое значение аминокислот.
  - 1.3. Классификация аминокислот.
  - 1.4. Методы фракционирования и очистки белков.
2. Практическая часть.
  - 2.1. Провести выделение и диализ белков.
  - 2.2. Проба на хлориды.
  - 2.3. Провести биуретовую реакцию.

### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для выяснения химического состава белка его необходимо выделить в очищенном виде.

В настоящее время в чистом виде получено несколько тысяч простых и сложных белков. При выделении и очистке белок отделяют от других белков и небелковых соединений, исходя из таких его свойств, как размер молекулы, растворимость, заряд, специфическое средство связывания.

Обычно применяют несколько способов очистки и сравнивают их эффективность путем определения интересующего белка по какому-либо свойству, например, ферменты - по каталитической активности. Определение общего количества белка на каждом этапе выделения также позволяет установить степень очистки искомого белка.

Отделение белков от низкомолекулярных веществ проводят путем диализа или ультрафильтрации через полупроницаемую мембрану.

Метод диализа основан на неспособности коллоидных частиц проникать через полупроницаемые мембраны, в то время как частицы кристаллоидов легко проходят через них. Обладая большим диаметром, частицы белка не способны к проникновению через мембраны. Диализ широко используется для очистки белков от низкомолекулярных примесей. Простейшим диализатором может служить целлофановый мешочек, опущенный в стакан с проточной водой. Коллоидный раствор помещают в мешочек; при этом молекулы сахаров, солей легко диффундируют через мембрану, а коллоидный раствор белка остается в мешочке.

Разделение белков проводят методами гель-фильтрации (по размеру молекул), ионообменной хроматографии (на основе различий в общем заряде), тонкослойной хроматографии, электрофореза (по скорости миграции молекул в электрическом поле), аффинной хроматографии (на основе характерного для многих белков высокого сродства к специфическим химическим группам).

Метод тонкослойной хроматографии основан на неодинаковой способности адсорбироваться на тех или иных адсорбентах и различной растворимости в двух смешивающихся жидкостях.

Одним растворителем является вода, другим - водонасыщенный органический растворитель, частично смешивающийся с водой. Водная фаза неподвижна, а органический растворитель подвижен. Неподвижной фазой служит сорбент, который насыщается водой при помещении в камеру с повышенной влажностью.

Для идентификации на хроматограммах используют аминокислоты - метчики, входящие в состав смеси и нанесенные на ту же хроматограмму. Скорость продвижения аминокислот постоянна в определенной системе растворителей и обозначается  $R_f$ .

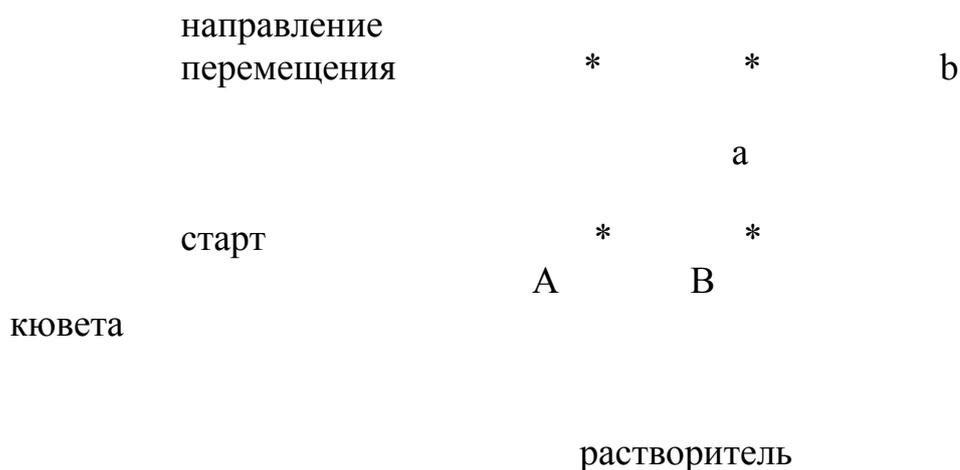
$$R_f = a/b, \text{ где}$$

a - расстояние, пройденное аминокислотой от места нанесения (старта) до границы растворителя;

b - расстояние, пройденное фронтом растворителя;

Фронт движения  
растворителя

\*



А - гидролизат (смесь);

В - метчик (серин с  $R_f=0,22$ ).

Исследуемый раствор и "метчик" наносят на пластинку "Силуфол", каплями, пользуясь микропипеткой. Пробу наносят осторожно, не нарушая слоя сорбента (силикагеля и крахмала как связующего)

Располагают капли на одной линии так, чтобы расстояние между ними, а также от нижнего и бокового краев было не менее 20 см.

Пластинку помещают в герметически закрывающуюся камеру, куда предварительно (за 2 часа) наливают насыщенный водой фенол или верхний слой смеси бутанол-уксусная кислота-вода, взятых в соотношении 4:1:5.

Нижний край пластинки должен быть погружен в жидкость на 5 мм. Пластинка должна находиться в камере в течение 15-30 мин. За это время растворитель поднимется на высоту 80-100 мм. После этого пластинку пинцетом вынимают из камеры, высушивают от растворителей на воздухе, отмечают линию финиша и опрыскивают 0,1%-ым раствором нингидрина в ацетоне. Для проявления пятен пластинку помещают на 10 минут в сушильный шкаф при температуре 110 °С. При этом на ней появляются фиолетовые пятна аминокислот. Сопоставляя положение пятен "метчиков", определяют наличие тех или иных аминокислот в исследуемой смеси. Определяют  $R_f$  аминокислот и сравнивают с табличными данными.

Последовательность аминокислот в белках уникальна, каждый белок имеет строго определенную последовательность аминокислот. Аминокислотный состав белка определяют после гидролиза его составляющих либо кислотным (нагреванием до 110 °С в течение 24 часов с 6 N HCl), либо щелочным (кипячением с 2-4 N NaOH в течение 8-12 часов), либо ферментативным способом. Далее аминокислоты полученного гидролизата разделяют методами хроматографии (газожидкостной, тонкослойной или ионообменной) Фракционированные аминокислоты определяют по окраске, образующейся при нагревании с нингидрином: аминокислоты дают с ним интенсивное синее окрашивание.

Для определения в белке или пептиде концевой остатка, несущего аминогруппу, его метят с помощью соединения, образующего стабильную ковалентную связь с азотом аминогруппы, например, динитрофторбензолом.

Высаливанием белков называют выделение белков из водных растворов нейтральными растворами концентрированных солей щелочных и щелочноземельных металлов.

При добавлении достаточно больших концентраций этих солей к раствору белка происходит дегидратация белковых частиц и снятие заряда, при этом белок выпадает в осадок. Разные белки осаждаются при различных концентрациях солей, что зависит от ионной силы осадителя и размера частиц белковой молекулы. Например, глобулин, имеющий большой молекулярный вес, по сравнению с альбумином, легче выпадает в осадок, чем альбумин.

В молоке казеин содержится в виде растворимой кальциевой соли. При подкислении казеинат кальция разлагается и выпадает в осадок в свободном виде. Избыток кислоты мешает осаждению, так как при рН ниже изоэлектрической точки (изоэлектрическая точка казеина  $pH=4,7$ ) молекула белка перезарядается, и казеин вновь переходит в раствор.

## 2. ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 2.1. ВЫСАЛИВАНИЕ БЕЛКОВ

В пробирку наливают 20 капель неразведенного яичного белка, добавляют равный объем насыщенного раствора сернокислого аммония и перемешивают. Получается полунасыщенный раствор сернокислого аммония, при котором выпадает осадок (КАКОЙ БЕЛОК?). Через 5 мин осадок отфильтровывают. В фильтрате остается другой белок (КАКОЙ?). К фильтрату добавляют измельченный порошок сернокислого аммония до полного насыщения. Выпавший осадок отфильтровывается. Фильтрат проверяют на полноту осаждения, проделав **биуретовую реакцию**. Для этого к фильтрату добавляют несколько капель 10%-го едкого натра и 1%-го раствора сернокислой меди. Если прошло неполное высаливание белков, фильтрат приобретает красно-фиолетовое окрашивание, что свидетельствует о наличии белка.

Результаты работы занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1.

Название белка	Используемая соль	Степень насыщения	Образование осадка (-,+)
Глобулин Альбумин			

### 2.2. ВЫДЕЛЕНИЕ КАЗЕИНА ИЗ МОЛОКА

10 мл молока разбавляют равным количеством дистиллированной воды и осаждают казеин 10 каплями 10%-го раствора уксусной кислоты. Реакцию среды определяют на рН-метре или с помощью индикаторной бумаги. Выделившийся в

виде хлопьев казеин отфильтровывают и промывают на фильтре дистиллированной водой 2-3 раза. Небольшие порции осадка снимают с фильтра шпателем и проделывают цветную реакцию на белок (биуретовую).

### 2.3. ДИАЛИЗ БЕЛКОВ

Приготовление солевого раствора белка. К 2 каплям яичного белка добавляют 20 капель 5%-го раствора хлористого натрия, этот раствор наливают в целлофановый мешочек (предварительно удалите из него воду).

Диализ. Закрепляют верхний край мешочка двумя стеклянными палочками, скрепляют их концы резиновыми кольцами и помещают целлофановый мешочек в стакан с дистиллированной водой на 1 час, меняя воду каждые 15 мин. Через некоторое время содержимое мешочка мутнеет, а затем выпадает в осадок глобулин.

По окончании диализа с небольшими порциями диализата (наружная жидкость) и диализируемой жидкости проделывают реакции на хлориды, белок и убеждаются в том, что минеральные соли продиффундировали во внешний сосуд, а белок остался в мешочке.

Проба на хлориды в диализате. К 10 каплям диализата прибавляют 10 капель 10%-го раствора азотной кислоты и 1 каплю 1%-го раствора азотнокислого серебра. Выпадает осадок хлорида серебра.

Проба на белок (биуретовая реакция) в диализате. К 10 каплям диализата прибавляют 5 капель 10%-го раствора едкого натра и 1 каплю раствора серноокислой меди. Синее окрашивание свидетельствует об отсутствии белка в диализате.

Проба на белок в диализируемой жидкости. С 10 каплями диализируемой жидкости проводят биуретовую реакцию, как указано выше. Образующееся красно-фиолетовое окрашивание свидетельствует о наличии белка в диализируемой жидкости.

Сделать выводы по работе.

### 3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое аминокислоты?
2. Физико-химические свойства аминокислот.
3. Биологическое значение аминокислот.
4. Классификация аминокислот.
5. Способы гомогенизации биологического материала.
6. Как осуществляется экстракция белков?
7. Методы фракционирования и очистки белков.
8. Очистка белков от низкомолекулярных примесей.
9. Теоретические основы хроматографического разделения аминокислот.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### Тема: "ОБЩИЕ СВОЙСТВА ФЕРМЕНТОВ "

1. Теоретическая часть (коллоквиум).
  - 1.1. Ферменты и их классификация.
  - 1.2. Строение ферментов.
  - 1.3. Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций.
2. Практическая часть.
  - 2.1. Определение оптимальной температуры действия ферментов.
  - 2.2. Зависимость действия ферментов от реакции среды рН.
  - 2.3. Активирование и ингибирование амилазы.

#### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Ферменты, или энзимы, представляют собой высокоспециализированный класс веществ белковой природы, используемый живыми организмами для осуществления многих тысяч взаимосвязанных химических реакций, включая синтез, распад и взаимопревращения огромного множества и разнообразия химических соединений.

При повышении температуры скорость ферментативных реакций возрастает так же, как и скорость большинства химических реакций: с ростом температуры на  $10^{\circ}\text{C}$  скорость реакции увеличивается в 2-4 раза. Но такое увеличение скоростей для ферментативных наблюдается в узком интервале температур. Температура, при которой отмечается максимальная скорость реакции, называется оптимальной и для большинства ферментов животного происхождения, она находится в пределах  $37-40^{\circ}\text{C}$ . После достижения оптимальной температуры скорость большинства ферментативных процессов начинает падать и при  $100^{\circ}\text{C}$  все ферменты теряют каталитические свойства. Это объясняется тепловой денатурацией белковой молекулы фермента.

Скорость ферментативных реакций зависит от содержания водородионов в среде. Концентрация ионов водорода, при которой наблюдается максимальная скорость реакции, называется оптимальной (оптимум рН). При небольшом отклонении от оптимума рН скорость ферментативной реакции замедляется, при резком отклонении - реакция прекращается полностью.

Влияние рН на активность ферментов объясняется тем, что белковая молекула фермента является амфотерным электролитом, каталитический эффект которого зависит от степени ионизации функциональных групп, которые входят в активный центр.

#### 2. ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

##### 2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕЙСТВИЯ ФЕРМЕНТОВ

В 4 пробирки (1,2,3,4) вносят по 10 капель 0,5%-го раствора крахмала. В 4 другие пробирки (5,6,7,8) вносят по 10 капель разведенной в 10 раз слюны.

Пробирки 1 и 5 помещают на 10 мин в лед, 2и 6 оставляют при комнатной температуре, 3 и 7 ставят в термостат при температуре 37 °С, 4 и 8 - в кипящую воду.

Через 10 мин сливают вместе (попарно) содержимое пробирок, тщательно перемешивают и оставляют стоять 10 мин. Затем из каждой пробирки отбирают несколько капель (3-5) жидкости и прodelьывают на стекле реакцию с йодом (J<sub>2</sub> в КJ).

Если окраска получается синей, оставляют раствор еще на 10 мин и после этого повторяют реакцию с йодом на стекле до появления красновато-оранжевой окраски.

Полученные результаты занести в табл.3.1.

Таблица 3.1.

Номер пробирок	Температура, °С	Окраска с йодом
1 и 5	0	
2 и 6	20	
3 и 7	37	
4 и 8	100	

### 3.2. ЗАВИСИМОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ФЕРМЕНТОВ ОТ РЕАКЦИИ СРЕДЫ pH

Готовят 5 буферных растворов с pH от 5,5 до 7,8. К 10 мл приготовленных смесей добавляют по 1 мл слюны, разбавленной водой в 100 раз и 1 мл крахмала. Содержимое пробирок тщательно перемешивают и ставят в термостат при 37 °С на 10 мин. После чего из пробирки 3 отбирают несколько капель жидкости и на стекле смешивают с J<sub>2</sub> в К J. Если получается синее окрашивание, то реакцию с йодом повторяют каждые 5 мин до тех пор, пока не будет красного или оранжевого окрашивания, которое указывает на близкое завершение гидролиза. Через 2-3 мин после появления подобной окраски все пробирки вынимают из термостата и помещают в стакан со льдом. После этого быстро добавляют в каждую пробирку по 2-3 капли раствора иода, перемешивают и отмечают окраску. Оптимальная pH для амилазы слюны будет в той пробирке, в которой крахмал полностью расщепился (при реакции с йодом окраска будет желтой). Фиолетовое, красно-фиолетовое и бурое окрашивание показывает меньшую степень расщепления крахмала.

Результаты опыта занести в табл. 3.2.

Таблица 3.2.

Номер пробирок	pH среды	Количество 0,5%-го раствора крахмала, мл	Количество слюны, 1:100, мл	Окраска с йодом
1	5,6	1	1	
2	6,4	1	1	
3	6,8	1	1	
4	7,2	1	1	
5	7,8	1	1	

### 3.3. АКТИВАЦИЯ И ИНГИБИРОВАНИЕ АМИЛАЗЫ

В две пробирки вносят по 1 мл раствора хлорида натрия, сульфата меди, а 3 пробирку - дистиллированную воду. Во все пробирки добавляют по 2 мл раствора крахмала и по 1 мл раствора разбавленной слюны. Все пробирки одновременно помещают в водяную баню при 38 °С.

Через 10-15 мин все пробирки одновременно охлаждают под струей воды и помещают в стакан со льдом (ледяной водой). Во все пробирки добавляют раствор иода. По окраске судят о скорости гидролиза крахмала.

По работе делают вывод о факторах, влияющих на скорость ферментативных реакций, о том, что является активаторами и ингибиторами ферментов.

### 3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие вещества называются ферментами? Их химическая природа.
2. Различие в действии ферментов и неорганических катализаторов.
3. Какие известны общие свойства ферментов и факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций?
4. Какие существуют теории, объясняющие механизм действия ферментов?
5. Какие активаторы и ингибиторы ферментов известны?
6. Какие существуют способы выделения и очистки ферментов?
7. Строение ферментов.
8. Что представляет собой активный центр ферментов?

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: " ЛИПИДЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ"

#### 1. Теоретическая часть (коллоквиум)

1. Химический состав и классификация липидов
2. Характеристика жирно-кислотного состава липидов
3. Свойства жиров
4. Физико-химические показатели (константы) жиров

#### 2. Практическая часть

Определить степень ненасыщенности различных жиров

Определить вязкость и коэффициент преломления растительного масла при его хранении и нагревании

Определить кислотное число растительного масла при его хранении и нагревании

#### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Липидами называются природные органические вещества, общими свойствами которых являются их гидрофобность и нерастворимость в воде, но все они

растворяются в органических растворителях – хлороформе, ацетоне, бензине, спирт, толуоле и др.

В состав липидов входят вещества разного химического строения, и вследствие этого многообразия все еще не выработано общепринятой классификации этого класса соединений.

**По химическому строению** липиды обычно делят на 3 большие группы: *простые, сложные и ароматические*. Молекулы *простых* липидов состоят только из остатков жирных кислот и спиртов, это в основном триглицериды (жиры) и другие нейтральные липиды. В отличие от простых липидов *сложные* липиды кроме углерода, кислорода и водорода содержат в своем составе азот и фосфор; важнейшими представителями сложных липидов являются фосфолипиды, гликолипиды и липопротеиды. Третью группу липидов составляют *ароматические* липиды. Их еще называют стероидами. Они являются производными продукта конденсации полностью гидрированного фенантрена и циклопентана (циклопентанпергидрофенантрена). В состав стероидов входят стерины и стериды, типичный представитель стеринов – холестерин.

**По отношению к щелочам** липиды делят на 2 группы: *омыляемые*, которые при взаимодействии с щелочами гидролизуются, отщепляя жирные кислоты и образуя соли высокомолекулярных жирных кислот – мыла, и *неомыляемые*, которые не содержат жирнокислотных остатков, соединенных эфирной связью, и поэтому при контакте с щелочами не гидролизуются и не образуют мыл. К омыляемым липидам относятся, простые и сложные липиды, к неомыляемым – жирорастворимые пигменты, витамины, ароматические липиды.

**Наиболее употребительным** является деление липидов на *жиры* и *жироподобные вещества – липоиды*.

**Липоиды.** К жироподобным веществам – *липоидам* относятся фосфолипиды, гликолипиды, стероиды и воска. *Фосфолипиды (фосфатиды, фосфоглицериды)*, как и жиры, являются сложными эфирами и состоят из глицерина, двух молекул жирных кислот, фосфорной кислоты и спиртового компонента. Фосфолипиды – дифильные соединения. Та часть молекулы, которая состоит из остатков жирных кислот – гидрофобная, другая часть молекулы, состоящая из глицерина, фосфорной кислоты и спиртового компонента, способна к ионизации и легко растворяется в воде – она гидрофильна. Поэтому фосфолипиды называют полярными липидами в отличие от жиров – триглицеридов, которые называют неполярными. Фосфолипиды входят в состав почти всех тканей, участвуют в формировании клеточных и внутриклеточных мембран.

*Стероиды* находятся в жирах в виде *стеринов* – высокомолекулярных гидроароматических спиртов и их эфиров, называемых *стеридами*. Стерины животных называются зоостеринами, а растений – фитостеринами.

**Воска.** Эта группа жироподобных веществ, представляющая собой по химическому строению сложные эфиры высших жирных кислот и высокомолекулярных одноатомных спиртов. Все воска в обычных условиях твердые и растворяются, как и жиры, в органических растворителях. Воска в растениях и животных выполняют в основном защитную функцию.



иметь большое значение для усвоения жиров. Жиры нелетучи, но при сильном нагревании (240-250 °С) разлагаются с образованием летучих сильно пахнущих веществ, среди которых альдегид акролеин имеет очень неприятный запах и горький вкус.

Из химических свойств наиболее важными для пищевых жиров являются гидролиз, и окисление и гидрогенизация (восстановление).

В процессе гидролиза жиры расщепляются на глицерин свободные жирные кислоты. Важное значение при гидролизе имеет присутствие воды, так как она принимает непосредственное участие в реакции. Гидролиз жиров ускоряется под действием содержащихся в них ферментов липаз, при повышении температуры. Едкие щелочи (NaOH и KOH) также вызывают гидролиз жиров. Этот процесс называют *омылением*.

В процессе хранения жиры могут подвергаться прогорканию, вызванному их *окислением*. Окисление жиров действием кислорода воздуха без участия ферментов называют *автоокислением* (самоокислением). Начинается это изменение жиров с образования перекисных соединений в результате окисления кислородом воздуха непредельных жирных кислот. Затем в результате вторичных реакций окисления перекисных соединений накапливаются альдегиды, кетоны, низкомолекулярные кислоты и другие вещества, придающие жиру горький вкус. Окислительное прогоркание жиров ускоряется в присутствии даже небольшого количества влаги, света, при повышенной температуре. Скорость окисления возрастает с увеличением числа двойных связей в молекуле жирных кислот, в присутствии катализаторов – следов металла (меди, железа). Окисление жиров может протекать и с участием ферментов, например, окисление маргарина, сливочного масла при поражении плесенью. Окислительное прогоркание – самый распространенный вид порчи жиров. При этом в жирах не только ухудшаются органолептические свойства, но и снижается их биологическая ценность за счет уменьшения содержания незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой, арахидоновой).

*Гидрогенизация.* Жиры, содержащие непредельные жирные кислоты, способны присоединять водород по месту двойных связей. Процесс присоединения жирами водорода называется *гидрогенизацией*. В результате непредельные жирные кислоты превращаются в предельные, а жиры из жидких – в твердые. Гидрогенизированный жир является основным сырьем для изготовления маргарина и кулинарных жиров.

*Физико-химические показатели жиров.* Жиры характеризуются некоторыми общими физико-химическими показателями, к которым относятся плотность, температуры плавления и застывания, коэффициент преломления, вязкость, кислотное число, число омыления, йодное число и др. сопоставление полученных при анализе физико-химических показателей позволяет установить природу и качество жира.

*Кислотное число* показывает сколько мг едкого калия требуется для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. Свободные жирные кислоты накапливаются в жире при его гидролизе. Чем более благоприятны и продолжительны условия хранения, тем больше накапливается свободных жирных кислот. Кислотное число характеризует свежесть и доброкачественность жира и богатых жиром пищевых продуктов.

*Число омыления* характеризуется количеством мг едкого калия, необходимого для нейтрализации как свободных, так и связанных жирных кислот, содержащихся в 1г жира. Высокое число омыления указывает на присутствие в жире низкомолекулярных кислот.

*Йодное число* показывает количество г йода, которое может присоединиться к 100 г жира. Йод, как известно, может вступать в реакцию с непредельными жирными кислотами, присоединяясь к ним по месту двойных связей. Чем больше ненасыщенных жирных кислот содержится в молекуле жира, тем большее количество йода он может связать. Чем выше йодное число, тем жир легче окисляется и менее устойчив при хранении.

## ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 2.1. СРАВНЕНИЕ НЕНАСЫЩЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ЖИРОВ

**Оборудование, реактивы.** Весы технохимические; микробюретка; пробирки стеклянные химические; пипетки; хлороформ; йод (0,001 н) в хлороформе.

**Объекты исследования.** Различные жиры: коровье масло, свиное сало, растительное масло, маргарин.

Отвесить в пробирки по 0,5 г различных жиров (свиное сало, коровье масло, маргарин, подсолнечное масло). Растворить каждый жир в 3 мл хлороформа и титровать из микробюретки 0,001 н раствором йода в хлороформе до отчетливо розовой окраски. Записать объем раствора йода, пошедший на насыщение каждого вида жира. Результаты опытов внести в таблицу.

Таблица 2.1

Вид жира	Объем 0,001 н йода в хлороформе, пошедший на титрование
Сливочное масло	
Свиное сало	
Подсолнечное масло	
Маргарин	

Сделать выводы о степени насыщенности различных жиров, расположить исследованные жиры по убывающей степени насыщенности.

### 2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИРА.

**Оборудование, реактивы.** Рефрактометр, секундомер, вискозиметр капиллярный, весы технохимические, конические колбы на 250 мл, микробюретка; нейтральная смесь этилового спирта и этилового эфира в соотношении 1:2, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, 0,1 н раствор гидрата окиси натрия.

**Объекты исследования.** Свежее (рафинированное или нерафинированное) растительное масло; масло, подвергнутое длительному хранению; масло, прогретое в течение 2, 4, 6, 8 и 12 часов.

Определение вязкости и коэффициента преломления свежего, хранившегося и прогретого образцов растительного масла. Вязкость масла определить с помощью капиллярного вискозиметра при температуре 20 °С. После исследования каждого образца масло из вискозиметра вылить, промыть прибор органическим

растворителем (с растворителем работать под тягой) и просушить в сушильном шкафу.

Коэффициент преломления образцов масла определить в рефрактометре с точностью до 0,0002. После совмещения границы раздела света и тени с перекрестием сетки отсчитать по шкале целые, десятые, сотые и тысячные доли значения показателя преломления, десятитысячные доли оценить на глаз.

Замер провести 2-3 раза и подсчитать среднее арифметическое значение.

**Определение кислотного числа.** Накопление свободных жирных кислот при термическом окислении масла контролируют, определяя его кислотное число.

В коническую колбу вместимостью 250 мл отвесить на технохимических весах 3-5 г жира, прилить 50 мл нейтральной смеси этилового спирта и этилового эфира, перемешать до полного растворения жира и добавит 3-4 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина. Если масло темное, то вместо фенолфталеина следует добавить 2 мл 1 %-ного раствора тимолфталеина. Раствор масла быстро оттитровать из микробюретки 0,1 н водным раствором гидрата окиси калия или натрия до появления слабо-розовой окраски, устойчивой в течение 30 секунд, если в качестве индикатора использовался фенолфталеин, или синей – при использовании тимолфталеина.

Кислотное число вычисляют по формуле:

$$K.ч. = \frac{5,611 \cdot k \cdot b}{a},$$

где *b* – количество 0,1 н раствора КОН или NaOH, израсходованного на титрование, мл;

*k* – поправка к титру раствора КОН или NaOH ;

5,611 – титр точно 0,1 н раствора КОН или NaOH;

*a* – навеска жира в г.

Результаты исследований свести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Образцы масел	Физические показатели		Химические показатели
	вязкость	Коэффициент преломления	Кислотное число

Сделать выводы:

- 1) о зависимости вязкости и коэффициента преломления растительного масла от продолжительности его хранения и нагревания;
- 2) о зависимости кислотного числа растительного масла от продолжительности его хранения и нагревания;

### 3.КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Что такое липиды?
2. На какие виды подразделяются липиды?
3. Каков химический состав и строение жиров?
4. Какие виды жиров вы знаете?

5. Каковы физические и химические свойства жиров?
6. Какие изменения претерпевают жиры пищевых продуктов при хранении и термической обработке?
7. Каков механизм автоокисления жиров?
8. Что происходит с жирами при взаимодействии с водой при хранении и 9. гидротермической обработке?
9. Какие физические показатели качества жиров вы знаете и как они изменяются в процессе хранения и термической обработки?
10. Какие химические показатели (константы) жира вы знаете и как они изменяются при хранении и термической обработке?
11. Что понимают под биологической ценностью жира и как она изменяется в процессе хранения и термической обработки?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: «КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВИТАМИНОВ»

1. Теоретическая часть (коллоквиум).

1.1. Принципы работы фотоэлектроколориметра.

1.2. Биологическая роль каротинов.

1.3. Биологическая роль витамина С.

2. Практическая часть.

2.1. Изучение свойств и методы количественного определения каротинов.

2.2. Определение количества витамина С и изучение его свойств.

### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Фотоколориметрическим или фотоэлектроколориметрическим называется метод, основанный на фотометрировании (измерении) количества света, прошедшего через окрашенный раствор с помощью фотоэлементов. Под воздействием света в фотоэлементе возникает электрический ток, пропорциональный интенсивности освещения. Сила тока измеряется чувствительным прибором – гальванометром, по показаниям которого находят концентрацию определяемого вещества в растворе.

Фотоэлементом называется прибор, в котором световая энергия превращается в электрическую. Работа фотоэлемента основана на явлении фотоэффекта – отрыве электронов от атомов вещества под влияние освещения.

В связи с тем, что между интенсивностью светового потока и силой электрического тока, развиваемого фотоэлементом, существует прямая пропорциональность, фотоэлектродиметрический метод подчиняется тем же закономерностям, которые лежат в основе фотометрии.

Сущность работы фотоколориметра прямого действия заключается в следующем: на пути светового потока помещают светофильтр и кюветы с окрашенным раствором. Из раствора свет попадает на фотоэлемент, в котором возникает соответствующая сила тока, измеряемая гальванометром. По показаниям шкалы гальванометра, пользуясь калибровочной кривой, находят содержание вещества в растворе. Схема отличается простотой, но интенсивность освещенности зависит от колебаний напряжения в сети переменного тока.

Основными параметрами всех фотометрических определений являются длина волны  $\lambda$ , при которой производится измерение оптической плотности, величина оптической плотности  $D_{\lambda}$ , толщина слоя образца  $l$ , концентрация раствора  $C$ . Калибровочный график представляет собой график зависимости оптической плотности ( $D_{\lambda}$ ) от концентрации исследуемого раствора ( $C$ ).

Данный метод можно использовать для анализа только оптически прозрачных жидких сред.

В настоящей работе с помощью фотоколориметра проводится количественный анализ каротинов в спиртовом экстракте красного перца.

Витамин С (антискорбутный витамин) представляет собой аскорбиновую кислоту. Характерным свойством аскорбиновой кислоты является ее способность к окислению. Она окисляется в дегидроаскорбиновую кислоту, которая в свою очередь может быть снова восстановлена в аскорбиновую кислоту.

Способность витамина С к окислению используется для его количественного определения. Он может восстанавливать 2,6-дихлорфенолиндофенол, превращая его в бесцветное соединение.

В нейтральной и щелочной среде водный раствор натриевой соли 2,6-дихлорфенолиндофенола окрашен в синий, в кислой среде- имеет розовую окраску при рН 4,0-5,0- в фиолетовую.

## 2. ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

### 2.1. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРОТИНОВ.

В колбу с притертой пробкой на 250 мл вносят 1 г воздушно-сухого красного перца, предварительно тонко измельченного, добавляют 200 мл петролейного эфира и проводят экстракцию в течение 24 часов.

Окрашенный в желтый цвет эфир отфильтровывается в мерный цилиндр. После этого определяют интенсивность окраски полученного раствора на фотоэлектроколориметре, предварительно построив калибровочный график.

Построение калибровочного графика.

В мерную колбу на 1л помещают 0,72 чистых кристаллов  $K_2Cr_2O_7$ . Раствор тщательно взбалтывают и оставляют на сутки в темном месте. Шкалу готовят только на следующий день согласно нижеприведенной таблице. После этого определяют интенсивность окраски полученного раствора путем определения оптической плотности на фотоэлектроколориметре и строят калибровочный график на миллиметровой бумаге.

Цветная колориметрическая шкала.

№ пробирки и	Кол-во основного раствора, мл	Кол-во воды, мл	Кол-во каротина, мг/мл	№ пробирки	Кол-во основного раствора, мл	Кол-во воды, мл	Кол-во каротина, мг/мл
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10,0	0,0	0,004160	11	5,0	5,0	0,002080
2	9,5	0,5	0,003959	12	4,5	5,5	0,001872
3	9,0	1,0	0,003744	13	4,0	6,0	0,001664

4	8,5	1,5	0,003536	14	3,5	6,5	0,001456
5	8,0	2,0	0,003328	15	3,0	7,0	0,001248
1	2	3	4	5	6	7	8
6	7,5	2,5	0,003120	16	2,5	7,5	0,001040
7	7,0	3,0	0,002912	17	2,0	8,0	0,000832
8	6,5	3,5	0,002704	18	1,5	8,5	0,000624
9	6,0	4,0	0,002406	19	1,0	9,0	0,000415
10	5,5	4,5	0,002288	20	0,5	9,5	0,000208

Содержание каротина (мг%) вычисляют по формуле:

$C = (0,00416 \cdot a \cdot K \cdot 100) / (П \cdot M)$ , где

A – величина оптической плотности испытуемого раствора;

K – объем эфирного экстракта, мл;

П – величина оптической плотности стандартного раствора;

M – количество экстракта красного перца, взятого для анализа, мл;

0,00416 – количество каротина в 1 мл стандартного раствора, мг.

## 2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНА С

К 50 мл. молока приливают 4 мл насыщенного раствора щавелевой кислоты. После взбалтывания приливают 10 мл. насыщенного раствора хлористого натрия, перемешивают и фильтруют. 25 мл. фильтра переносят в коническую колбу и титруют из микробюретки 0,001 N раствором 2,6- дихлорфенолиндофенола до розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 секунд. Если в результате фильтрования параллельных проб не совпадают производят еще титрование двух проб.

1 мл. 0,001 N раствором 2,6- дихлорфенолиндофенола соответствует 0,088 мг. аскорбиновой кислоты.

## 3. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Работы с концентрированными растворами кислот и щелочей проводить в вытяжном шкафу при включенной вентиляции.

Соблюдать правила работы с электроприборами.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Теоретические основы и принцип работы фотэлектродиметра.
2. Какие свойства аскорбиновой кислоты и 2,6- дихлорфенолиндофенола лежат в основе количественного определения витамина С?
3. Почему титрование Витамина С в кислой среде?
4. Какие продукты образуются при окислении витамина С?

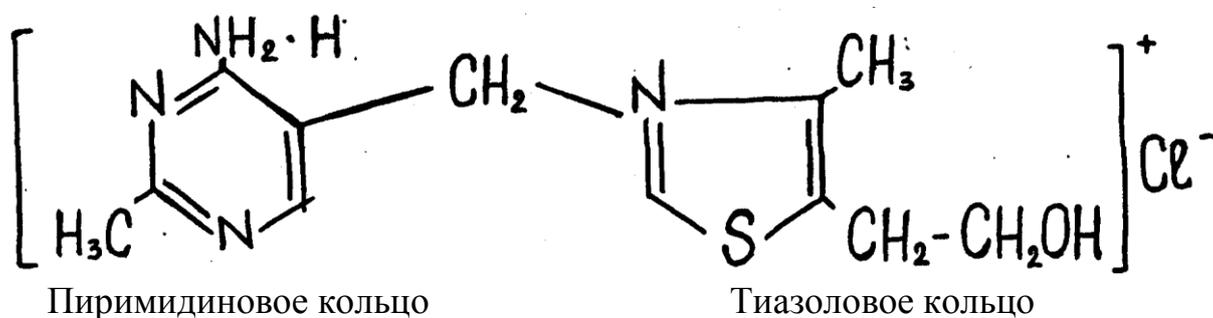
Тема: "КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВИТАМИНОВ."

1. Теоретическая часть (коллоквиум).
  - 1.1. Витамины и их классификация.
  - 1.2. Жирорастворимые витамины.
  - 1.3. Водорастворимые витамины.
2. Практическая часть.
  - 2.1. Определенно тиамина.
  - 2.2. Определение никотиновой кислоты.
  - 2.3. Определение пиридоксина.
  - 2.4. Определение рибофлавина.
  - 2.5. Определение ретинола,
  - 2.6. Определение эргокальциферола.

### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Витамины - незаменимые для жизни органические вещества разнообразной структуры, являющиеся биологическими катализаторами химических реакций или реагентами фотохимических процессов протекающих в клетке и участвующие в обмене веществ, как правило, в соединении со специфическими белками в составе ферментных систем.

Тиамин (витамин В<sub>1</sub>) - водорастворимый витамин. Наряду с аминогруппой витамин В<sub>1</sub> содержит атом серы и поэтому он получил свое название тиамин. В химической структуре он содержит два кольца - пиримидиновое и тиазольное, соединенные метиленовой (-CH<sub>2</sub>) группой.

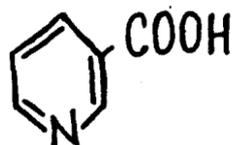


Тиамин (витамин В<sub>1</sub>) - солянокислая соль.

При недостаточности тиамина развивается тяжелое заболевание бери-бери. В настоящее время уже имеются данные для подтверждения мнения, что это заболевание представляет собой комбинированный авитаминоз при котором организм испытывает потребность, и в других витаминах - рибофлавине, пиридоксине, витамине РР, С и других. Из биохимических нарушений авитаминозе В<sub>1</sub> следует отметить развитие отрицательного азотистого баланса, увеличение выделения с мочой аминокислот и креатина, а также резкое увеличение в крови концентрации α-кетокислот (в основном пировиноградной). Показано, что содержание тиамина в сердечной мышце и печени у больных бери-бери в 5-6 раз ниже нормы. Тиамин широко распространен в природе. Содержится в пшеничном

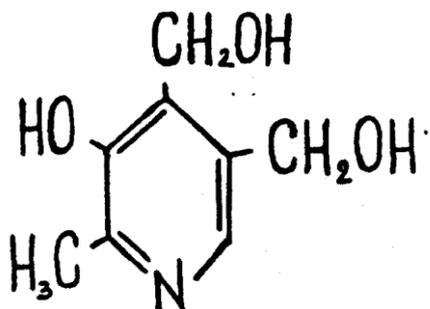
хлебе, сое, горохе, а также в продуктах животного происхождения - и печени, ночках, молоке. Суточная потребность от 1,3 до 1,9 мг.

Никотиновая кислота (витамин РР) - витамин, относящимся к комплексу витамина В, необходимых человеку и многим млекопитающим. В виде амида никотиновая кислота входит в состав коферментов дегидрогеназ - НАД, и НАДФ. Содержится в продуктах растительного и животного происхождения (молоко, мясо, рыба, дрожжи). Никотиновая кислота может синтезироваться в организме некоторых животных из триптофана. Суточная потребность человека в никотиновой кислоте - 15-20 мг.



Никотиновая кислота

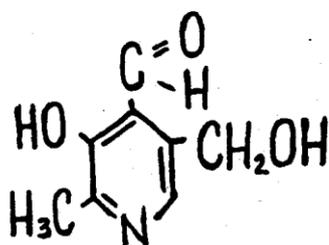
Пиридоксин (витамин В<sub>6</sub>) Термин "витамин В<sub>6</sub>" применяется ко всем трем производным 3-оксипиридина, которые обладают витаминной активностью: пиридоксину, пиридоксалу, пиридоксамину.



Пиридоксин

Витамин В<sub>6</sub> широко распространен в продуктах растительного и животного происхождения. Источником этого витамина для человека могут быть: горох, фасоль, хлеб, картофель, мясо. Суточная потребность для человека точно не установлена, т.к. он синтезируется микрофлорой кишечника.

Пиридоксаль (витамин В<sub>6</sub>) - альдегидное производное пиридоксина.



пиридоксаль

В виде фосфорного эфира - пиридоксальфосфата входит в состав ряда ферментов, катализирующих реакции переаминирования и декарбоксилирования а-амниокислот.

Рибофлавин (витамин В<sub>2</sub>) - водорастворимый витамин. В основа его строения лежит система изоаллоксозина, и боковой цепи - пятиатомный спирт - рибитол.



## 2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИАМИНА

При действии железосинеродистого кальция тиамин окисляется с образованием желтого пигмента тиохрома.

К 1-2 мг порошка тиамина добавляют 1-2 капли 5%-го раствора железосинеродистого калия, 10 капель едкого натра (10%-й раствор) и перемешивают. При нагревании жидкость окрашивается и желтый цвет, превращения тиамина в тиохром. При освещении ультрафиолетовыми лучами тиохрома видна голубая флюоресценция.

## 2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ.

При нагревании никотиновой кислоты с раствором уксуснокислой меди образуется синий осадок медной соли никотиновой кислоты.

5-10 мг никотиновой кислоты растворяют при нагревании в 10-20 каплям 10%-го раствора уксусной кислоты. К нагретому до кипения раствору добавляют равный объем 5%-го раствора уксуснокислой меди. Жидкость окрашивается в голубой цвет, а при стоянии выпадает синий осадок медной соли никотиновой кислоты.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПИРИДОКСИНА.

При прибавлении к раствору витамина В6 раствора хлорного железа, жидкость окрашивается в красный цвет вследствие образования комплексного соединения типа фенолята железа.

К 5 каплям раствора витамина В6 прибавляют 1 каплю 5%-го раствора хлорного железа. Встряхивают, жидкость приобретает красную окраску.

## 2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИБОФЛАВИНА.

При добавлении к раствору рибофлавина концентрированной соляной кислоты и металлического цинка происходит бурное выделение водорода и в конце реакции желтая окраска жидкости меняется. Реакция обусловлена восстановлением рибофлавина сначала в родофлавин (промежуточное соединение), а затем в лейкофлавин.

В пробирку наливают 10 капель взвеси рибофлавина в воде (0,025%-й), добавляют 5 капель концентрированной соляной кислоты и опускают зернышко металлического цинка. Начинается бурное выделение водорода и идет изменение окраски. Отметить изменение окраски в начале и конце реакции.

## 2.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕТИНОЛА.

Хлороформный раствор рыбьего жира, содержащий ретинол, при добавлении концентрированной серной кислоты, приобретает красное окрашивание, переходящее в красно-бурое.

В сухую пробирку с 1 мл рыбьего жира в хлороформе вносят 1 каплю концентрированной серной кислоты. Жидкость окрашивается в красный цвет.

## 2.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭРГОКАЛЬЦИФЕРОЛА.

Рыбий жир, содержащий эргокальциферол, при добавлении раствора брома меняет окраску.

В сухую пробирку вносят 1-3 капли рыбьего жира и 2-4 капли раствора брома в хлороформе.. Отметить изменение окраски.

## УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ.

При проведении анализов на жирорастворимые витамины работать в вытяжном шкафу и при включении вентиляции.

## 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Что такое витамины? Когда и кем они открыты?
2. Какие витамины относятся к группе жирорастворимых?
3. Какова структура витаминов группы "А" и их физико-химические свойства?
4. Какие из известных провитаминов обладают наибольшей активностью витамина А и как они используются в организме?
5. Витамин Д, его химическое строение, биологическая роль, источники и провитамины.
6. Какие стерины и при каких условиях синтезируются в организме в витамины группы "Д" в организме?
7. Каковы физико-химические свойства никотиновой кислоты?
8. Каково строение рибофлавина? Его распространение в природе и участие в обмене веществ?
9. Какова химическая природа тиамина? Пищевые источники этого витамина.
10. В состав каких ферментов входит пиридоксин? Какова его химическая природа?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### Тема: «УГЛЕВОДЫ».

1. Теоретическая часть (коллоквиум).
  - 1.1. Углеводы, определение и классификация.
  - 1.2. Общие свойства моноз.
  - 1.3. Дисахариды. Строение. Свойства.
  - 1.4. Полисахариды. Строение свойства.
  - 1.5. Пищевая ценность углеводов.
2. Практическая часть.
  - 2.1. Доказательство наличия гидроксильных групп в молекулах углеводов.
  - 2.2. Доказательство наличия карбонильных групп.  
Альдегидная проба Муре.

2.3. Реакции восстановления металлов и окисления углеводов в щелочной среде.

2.4. Дисахариды.

Цветные реакции на сахарозу.

2.5. Полисахариды.

2.5.1. Цветные реакции на крахмал.

2.5.2. Коллоидные свойства крахмала

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Углеводы - полигидроскиальдегиды или кетоны с эмпирической формулой  $C_m(H_2O)_n$ . Они делятся на моносахариды (один альдегидный или кетонный остаток); олигосахариды (несколько моносахаридных остатков) и полисахариды - крупные линейные или разветвленные молекулы, содержащие большое число моносахаридных остатков.

Углеводы наряду с белками и липидами являются важнейшими химическими соединениями живых организмов. В организме животных и человека углеводы выполняют весьма важные функции: прежде всего энергетическую (главный вид клеточного топлива), структурную (обязательный компонент большинства внутриклеточных структур). защитную (участие углеводов компонентов иммуноглобулинов в поддержании иммунитета). Углеводы также используются для синтеза нуклеиновых кислот (рибоза, дезоксирибоза), они являются составными компонентами нуклеотидным коферментов, играющих исключительно важную роль в метаболизме живых существ. В составе тела человека растительных организмах за счет целлюлозы на долю углеводов приходится до 80% сухой массы.

Моносахариды - бесцветные, твердые кристаллические вещества, которые легко растворяются в воде, но нерастворимы в неполярных растворителях. Как правило, они сладкого вкуса.

Общие свойства моносахаридов связаны с наличием в их молекуле спиртовых и альдегидных групп. Как спирты они образуют алкоголяты. Как альдегиды они способны к реакции полимеризации и реакции восстановления металлов и окисления углеводов. Моносахариды содержат по крайней мере один асимметричный атом углерода и потому могут существовать в виде разных стереоизомеров. Наиболее распространенные в природе сахара, такие, как рибоза, фруктоза и маниоза, относятся к D-ряду. Простые сахара, содержащие пять и более атомов углерода, могут существовать в виде замкнутых циклических полуацеталей - фураноз (пятичленные кольца) или пираноз (шестичленные кольца). Фуранозы и пиранозы встречаются в виде аномерных  $\alpha$ - и  $\beta$ -форм, которые в процессе мутаротации могут превращаться друг в друга. Сахара, способные восстанавливать окислители, называются восстанавливающими (редуцирующими) сахарами. Дисахариды состоят из двух моносахаридов, связанных друг с другом ковалентной связью. Мальтоза содержит два остатка D-глюкозы, связанных друг с другом  $\alpha(1\rightarrow4)$ -гликозидной связью. лактоза образована из D-галактозы и D-глюкозы. Сахароза, которая не относится к категории восстанавливающих сахаров, состоит из остатков D-глюкозы и D-фруктозы, соединенных друг с другом через аномерные

атомы углерода. Полисахариды (гликаны) содержат большое число моносахаридных остатков, связанных друг с другом гликозидными связями. Некоторые из них играют роль резервных углеводов. Наиболее важными резервными полисахаридами являются крахмал и гликоген - высокомолекулярные разветвленные полимеры, в которых остатки глюкозы в линейных участках цепи соединены друг с другом  $\alpha(1\rightarrow4)$ -связями. Гидролиз  $\alpha(1\rightarrow4)$ -связей происходит под действием  $\alpha$ -амилазы, а  $\alpha(1\rightarrow6)$ -связей - под действием  $\alpha(1\rightarrow6)$ -глюкозидазы. Ряд полисахаридов функционирует в качестве структурных элементов клеточных стенок. В структурном полисахариде растений целлюлозе остатки D-глюкозы связаны друг с другом  $\beta(1\rightarrow4)$ -связями. Целлюлоза устойчива к воздействию  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз, и потому позвоночные не могут переваривать клетчатку.

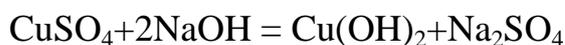
## 2. ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

### 2.1. Доказательство наличия гидроксильных групп в молекулах углеводов.

Приборы: штатив с пробирками, пипетки градуированные.

Реактивы: глюкоза, 5% раствор; едкий натрий 30% раствор; сернокислая медь, 1% раствор; серная кислота, 10% раствор.

В пробирку наливают 3 мл 5% раствора глюкозы, добавляют 1мл 30% раствора едкого натрия и по каплям 1% раствора сернокислой меди. Образующийся гидрат окиси меди при наличии сахара растворяется, окрашивая жидкость в синий цвет.



### 2.2. Доказательство наличия карбонильных групп.

Альдегидная проба Муре.

В пробирку наливают 2мл 5% раствора глюкозы и столько же 30% раствора едкого натрия. Жидкость нагревают до кипения. Появляется сначала желтое, а затем темно-бурое окрашивание и запах карамели, делающийся более заметным при подкислении жидкости 10% серной кислотой.

### 2.3. Реакции восстановления металлов и окисления углеводов в щелочной среде.

Реакции восстановления металлов основаны на свойстве моносахаридов благодаря наличию в молекуле углевода свободных альдегидных или кетонных групп, которые легко окисляются за счет восстановления тяжелых металлов.

Приборы. Штатив с пробирками. Пипетки градуированные. Спиртовка.

Реактивы. Глюкоза, 1% раствор. Едкий натрий, 10-% раствор. Серноокислая медь, 1% раствор. Реактив Фелинга.

### 2.3.1. Проба Троммера.

К 3 мл глюкозы прибавляют 1 мл 10% раствора едкого натрия и по каплям 1% раствор серноокислой меди. При наличии глюкозы образующийся осадок гидрата окиси меди растворяется, окрашивая жидкость в голубой цвет. Верхний слой жидкости нагревают до кипения. Появление желтого, затем красного осадка указывает на окисление глюкозы и на восстановление меди.

### 2.3.2. Проба с жидкостью Фелинга.

К 3 мл 1% раствора глюкозы прибавляют 1 мл жидкости Фелинга. Верхний слой содержимого пробирки нагревают до кипения. Появляется, как и в пробе Троммера, желтый осадок гидрата закиси меди или же красный осадок закиси меди.

## 2.4. Дисахариды.

Цветные реакции на сахарозу.

Дисахариды являются ангидридами моносахаридов, имеют общую формулу  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Они образуются из двух молекул моносахаридов при взаимодействии или двух карбонильных групп (сахароза), или карбонильной группы одной гексозы и спиртовой группы другой (лактоза, мальтоза, целлобиоза) с выделением молекулы воды.

Приборы. Штатив с пробирками. Пипетки градуированные. Водяная баня.

Реактивы. Кобальт серноокислый, 2-% раствор. Реактив Селиванова. Сахароза, 1-% раствор. Едкий натрий, 10-% раствор.

### 2.4.1. Проба с серноокислым кобальтом.

В пробирку к 2 мл однопроцентного раствора сахарозы приливают несколько капель 2% серноокислого кобальта. Добавляют 1 мл 10% раствора едкого натрия. Жидкость окрашивается в фиолетовый цвет.

### 2.4.2. Проба Селиванова.

В пробирку к 2 мл сахарозы приливают 2 мл реактива Селиванова. Нагревают 2-5 мин в кипящей водяной бане, жидкость окрашивается в красный цвет.

## 2.5. Полисахариды.

Полисахариды являются ангидридами моносахаридов, которые образуются в результате соединения большого количества молекул моносахаридов. Наиболее важные полисахариды построены из гексоз.

Приборы. Штатив с пробирками. Градуированные пипетки.

Реактивы. Крахмал, 1% раствор. Раствор Люголя. Серноокислый аммоний. Этиловый спирт. Эфир.

### 2.5.1. Цветные реакции на крахмал.

В пробирку наливают 2 мл 1% раствора крахмала, добавляют 1 каплю раствора Люголя. Жидкость окрашивается в синий цвет, исчезающий при нагревании и появляющийся снова при охлаждении. Поэтому пробу с йодом следует проводить только с холодным раствором крахмала.

### 2.5.2. Коллоидные свойства крахмала

В три пробирки наливают по 2 мл 1% раствора крахмала. В пробирку № 1 приливают кристаллический серноокислый аммоний до полного насыщения. Над нерастворившимся серноокислым аммонием образуется осадок крахмала (высаливание). В пробирку № 2 приливают этиловый спирт и наблюдают выпадение крахмала в осадок. В пробирку № 3 приливают эфир и отмечают то же явление, что и в предыдущем опыте.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

### ТЕМА: ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

Поступающее на предприятие сырье подвергается входному контролю. При этом определяется его качество, сортность, влажность, засоренность и другие показатели.

#### *Отбор проб.*

Проба - это часть среднего образца, приготовленная соответствующим образом для проведения лабораторных испытаний.

Пробы жидкостей отбирают специальными трубками - пробниками или насосом конструкции Вахтина.

Пробы сыпучих и мелкозернистых материалов отбирают специальным мешочным щупом из разных мест - верхнего, среднего и нижнего слоев мешка.

Образцы мяса убойных животных для исследования свежести отбирают от каждой мясной туши и ее части целым куском массой не менее 200г из следующих мест: у зареза, против четвертого и пятого шейных позвонков, в области лопатки, бедра и толстых частей мышц. Образцы замороженных или охлажденных блоков мяса сомнительной свежести отбирают целым куском массой не менее 200г.

Для получения однородной пробы каждый образец отдельно пропускают через мясорубку с диаметром отверстий решетки 2мм: фарш тщательно перемешивают.

Исследования химических, органолептических и микробиологических показателей мяса птицы проводят на трех образцах (тушках), отобранных из оговоренного количества ящиков. От каждого образца отрезают скальпелем на всю глубину мышцы голени и бедра 70г и, не смешивая образцы, дважды измельчают на

мясорубке. Фарш тщательно перемешивают и берут необходимые для анализа навески.

#### *Подготовка проб*

Подготовка проб для физико-химического исследования заключается в получении однородной массы продукта путем его измельчения, растирания, перемешивания (в зависимости от его вида).

Перед измельчением проводят следующие операции:

в продуктах из косточковых плодов удаляют косточки; в остальных продуктах удаляют веточки, чашелистики и посторонние примеси; замороженные продукты предварительно размораживают в закрытой посуде; жидкую фазу, образующуюся при размораживании, добавляют к измельченному продукту.

Пробу продукта в зависимости от консистенции измельчают с помощью мясорубки, дробилки, гомогенизатора, миксера или в ступке до получения гомогенной массы. Если от продукта была отделена жидкость для определения соотношения частей, то после измельчения твердой части обе фазы соединяют и перемешивают.

Подготовленную пробу продукта помещают в стеклянный сосуд. Для определения витаминов навеску берут сразу после приготовления пробы, а для остальных физико-химических анализов - по мере надобности в течение суток. При этом пробу хранят при температуре от 0 до 5 °С.

При подготовке проб продуктов необходимо учитывать ряд требований:

- для определения массовой доли тяжелых металлов (токсичных элементов) измельчение проводят в аппарате из материала, который не может загрязнить продукт металлом;
- для определения массовой доли витамина С в продукте не допускается его излишняя аэрация, нагрев и соприкосновение с металлическими поверхностями ;
- для определения металлических примесей пробу продукта не растирают, а только измельчают и перемешивают.

#### *Входной контроль.*

Целью является установление доли стандартных и нестандартных плодов, видов порчи, а для некоторых продуктов (яблок, винограда) массовой доли сухих веществ.

При проведении технического анализа свежих овощей и плодов принимают во внимание следующие признаки: форму, величину, окраску, степень зрелости, внутреннее строение плодов и овощей, наличие повреждений (механических, сельскохозяйственными вредителями и др.)

Качество мяса определяется его морфологическим и химическим составом, правильностью технологической обработки туш и свежестью. Доброкачественное мясо должно быть хорошо обескровлено, не иметь сгустков крови, кровоподтеков, побитостей, поврежденных тканей, остатков внутренних органов и загрязнений содержимым желудочно-кишечного тракта. Степень свежести мяса определяется органолептическими, а также химическими и бактериологическими методами.

Качество живой рыбы характеризуется ее общим состоянием, упитанностью и размерами. Живая рыба должна быть здоровой, упитанной, с естественной блестящей окраской, без наружных повреждений и видимых признаков заболеваний.

Охлажденная рыба имеет температуру в толще мяса у позвоночника 1 - 5°C. Рыба хорошего качества должна иметь естественную окраску, чистые кожные покровы без повреждений, жабры от темно красного до розового цвета, покрытые тягучей прозрачной слизью; запах свежий, без порочащих примесей.

Мороженая рыба характеризуется температурой внутри мышц от -6 до -8 °C и ниже. По качеству мороженую рыбу подразделяют на первый и второй сорта. Рыба первого сорта должна быть без каких-либо дефектов. Если она не соответствует требованиям первого сорта хотя по одному из признаков, но вполне доброкачественна, то ее относят ко второму сорту. Повторно размороженная рыба является продуктом пониженного качества.

Свежесть рыбы может быть оценена по степени ее люминесценции: при сомнительной свежести появляется ярко-белое свечение с голубоватым оттенком, несвежая рыба дает коричневатое свечение с оранжевыми или красными пятнами.

Входному контролю подвергаются растительные масла. В зависимости от степени очистки растительные масла подразделяют на нерафинированные, гидратированные и рафинированные. К показателям, характеризующим видовые признаки и товарные качества (свежесть, примеси других масел), относят запах, вкус, цвет, прозрачность, отстой, плотность, коэффициент преломления, кислотное и йодное числа, число омыления, наличие неомыляемых веществ.

Подсолнечное масло рафинированное имеет слабо выраженный вкус, запах, а дезодорированное вовсе лишено запаха и вкуса. Оно прозрачное, не содержит отстоя, так как в нем нет фосфатидов. Кислотное число - не более 0,4 мг КОН. Гидратированное масло имеет более интенсивную, чем рафинированное, окраску, делится на первый и второй сорта. В масле первого сорта нормируется количество фосфатидов (0,05%), и кислотное число составляет не более 1,5 мг КОН. В масле второго сорта может содержаться до 1% фосфатидов и кислотное число достигает 2,25 мг КОН. Отстой определяют весовым и объемным методами, цвет - в проходящем или отраженном свете в стакане диаметром 5 см при 20°C; слой продукта при этом должен быть не менее 5 см. Вкус устанавливают опробованием при 20°C, а запах - после растирания на ладонях.

Сахар-песок выпускают трех видов: мелкокристаллический, рафинированный и для промышленной переработки. Рафинированный сахар-песок должен быть сыпучим, сухим на ощупь, без посторонних примесей и комков, белого цвета с блеском. Кристаллы однородные, с ярко выраженными гранями. Вкус сахара и его растворов сладкий, без постороннего привкуса и запаха. Сахар должен растворяться полностью, образуя прозрачный раствор. Влажность не должна превышать 0,14%, содержание сахарозы - не менее 99,75% (на сухую массу), а сахара-песка рафинированного соответственно 0,1 и 99,9%.

Основное внимание следует уделять контролю условий хранения пряностей. Хранят их в плотной упаковке, не пропускающей влаги и воздуха. Их нельзя держать в помещении, где находятся другие продукты с резким или специфическим запахом. Негерметично упакованные пряности также могут передавать свой запах другим продуктам. Температура хранения пряностей 2-15°C при относительной влажности воздуха не выше 75-80%.

Пищевая соль должна иметь определенный для каждого сорта размер зерен, а также влажность. Химический состав всех видов пищевой соли должен быть одинаковым, причем количество примесей в пересчете на сухое вещество не должно превышать 2,5%. Допустимы следующие количества солей, (массовая доля, %):

Магниевоы соли (в пересчете на оксид магния)	0,18
Известковые соли (в пересчете на оксид кальция)	0,78
Калийные соли (в пересчете на оксид калия)	0,11
Сульфаты (в пересчете на серный ангидрид)	1,00
В том числе:	
сульфат натрия	0,50
хлорнокислые, бромистые и йодистые, а также органические соединения	Следы

В соли не должно содержаться и следов соединений введенных металлов, а также нитратов и нитритов. Реакция растворов соли на лакмус должна быть нейтральной, т. е.  $\text{pH} = 7$ .

Качество консервной продукции в значительной степени зависит от качества поступающего на предприятие сырья, и в первую очередь от технологических качеств того или иного хозяйственно-ботанического сорта овощей, плодов и ягод. Консервные сорта этих культур должны отвечать определенным требованиям, предъявленным к ним промышленностью. В целях выявления возможности использования каждого сорта необходимо проводить комплексные изучения сортов, как по агробиологическим, так и по химико-технологическим показателям.

Пригодность сортов овощей, плодов и ягод для переработки устанавливается на основании результатов:

- а) технического анализа сырья;
- б) химического анализа сырья.

*Работа:* Основные показатели качества капусты белокочанной.

*А. Технический анализ.*

а) Определение формы кочана. Для выполнения этой работы штангенциркулем измеряют высоту плода и его наибольший диаметр, мм. Определяют индекс по формуле  $Y = H/D$ .

При индексе 1 - форма округлая

>1 - продолговатая или удлиненная

<1 - плоскоокруглая

б) Определение размера органолептически на основании Н и D.

в) Определение плотности. Для выполнения этой работы определяют массу (взвешиванием) и объем (измерением). По формуле  $\rho = m/v$  определяют плотность.  
 $V = 4/3\pi R^3$

г) Определение цвета и вкуса (органолептически).

Основные показатели, определяемые при техническом анализе, заносят в таблицу 1.

Таблица 1.

Наименование	Средняя масса, г	Размеры, мм		Индекс формы	Характер поверхности	Цвет	Отходы, %
		Высота а	Длина				

### Б. Химический анализ.

Кочан очищают от покровных листьев. От каждого кочана вырезают 1/8 часть вдоль оси, захватывая все части ткани. Из отобранных частей удаляют кочерыжки, а затем их измельчают. Из измельченной части (после тщательного перемешивания) берут две параллельные навески для каждого анализа.

а) определение содержания сухих веществ высушиванием.

Метод основан на способности исследуемых объектов отдавать влагу при определенной температуре. Содержание сухих веществ учитывают по разности массы исследуемого продукта до и после высушивания.

Методика.

Бюкс высушивают до постоянной массы, охлаждают в эксикаторе и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

В бюкс помещают 5г подготовленного для анализа сырья, закрывают крышкой, взвешивают на аналитических весах с той же точностью.

Открытый бюкс с навеской помещают в сушильный шкаф и сушат при 98-100 °С до постоянного веса. Бюксы закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе (25-30°С) и взвешивают.

Содержание сухих веществ (X) в % вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m) \times 100\%}{m_1 - m_2},$$

погрешность измерений 0,01%

где  $m_1$  - масса бюкса с навеской до высушивания, г;

$m_2$  - масса бюкса с навеской после высушивания, г;

$m$  - масса высушенного бюкса, г.

разница между параллельными опытами не более 0,3%.

б) определение аскорбиновой кислоты (витамин С)

Метод основан на редуцирующих свойствах аскорбиновой кислоты.

Для количественного определения используется 2,6 дихлорфенолиндофенол, раствор которого восстанавливается в бесцветное соединение.

Аскорбиновая кислота более устойчива в кислой среде, поэтому для приготовления вытяжек применяют водные растворы кислот (2% соляную, 1% щавелевую).

HCl извлекает из объекта исследования как свободную, так и связанную, аскорбиновую кислоту. Щавелевая кислота осаждает белки и повышает стойкость аскорбиновой кислоты в экстрактах.

#### *Методика.*

В стаканчик (взвешенный заранее) берут навеску 5 г. Навеску переносят в фарфоровую ступку небольшой порцией (20 мл) 2% HCl. Процесс растирания не должен длиться больше 10 минут. Полученную массу сливают из ступки в мерную колбу емкостью 100 мл. Ступку споласкивают несколько раз 2% щавелевой кислотой и выливают в ту же колбу.

Содержимое колбы доводят до 100 мл щавелевой кислотой, колбу закрывают, встряхивают и отстаивают 5 минут. Затем содержимое отфильтровывают через сухой фильтр.

Из полученного фильтрата берут 2 параллельные порции по 10 мл, наливают в стакан объемом 50 мл и титруют из микробюретки 0,001н. раствором краски Тильманса до слабозименой окраски, не исчезающей в течение 0,5-1 мин.

Одновременно проводят контрольный опыт для определения поправки на реактивы. Для этого в коническую колбу наливают 1мл раствора HCl, дистиллированную воду в количестве, равном испытуемому объему, и по каплям титруют 2,6-дихлорфенолиндофенолом до появления слабозименой окраски. Количество израсходованного реактива вычитается из объема, пошедшего на титрование экстракта.

Содержание гидроаскорбиновой кислоты  $X_{г.к}$  (в мг на 100 г продукта) вычисляют по формуле

$$X_{г.к} = 100 V \times k \times C \times M \times V_{л} / 1000 (V_2 \times m),$$

где  $V$  – количество краски, пошедшей на титрование, см<sup>3</sup>;

$k$  – поправочный коэффициент;

$C$  – молярная концентрация краски, моль/дм<sup>3</sup>;

$M$  –молекулярная (эквивалентная) масса аскорбиновой кислоты,  
равная 88г/моль;

$V_1$ - объем экстракта, см<sup>3</sup>;

$V_2$ -объем экстракта, взятый для титрования, см<sup>3</sup>;

$m$ - масса навески, г.

Сделать выводы по результатам проведенных экспериментов.

## Список рекомендуемой литературы

### Основная литература

1. Терещук, Л.В. Пищевая химия: учебное пособие: [16+] / Л.В. Терещук, К.В. Старовойтова; Кемеровский государственный университет. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2020. – 126 с.
2. Химия пищи: учебное пособие: [16+] / Е.В. Никитина, С.Н. Киямова, С.В. Китаевская, О.А. Решетник; Казанский государственный технологический университет. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011. – 146 с.

### Дополнительная литература

1. Крахмалева, Т. Пищевая химия: учебное пособие / Т. Крахмалева, Э. Манеева; Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2012. – 154 с.
2. Каменская, Е.Н. Химические негативные факторы в системе «человек – среда обитания»: учебное пособие / Е.Н. Каменская, М.С. Свиропова; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. – 74 с.
3. Корнеева, Т.А. Основы рационального питания: учебное пособие: [16+] / Т.А. Корнеева, Е.Э. Седова; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 72 с.
4. Васюкова, А.Т. Организация производства и обслуживания на предприятиях общественного питания / А.Т. Васюкова, Т.Р. Любецкая; под ред. А.Т. Васюковой. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2018. – 416 с.: ил. – ISBN 978-5-394-02181-7.
5. Измерительные методы контроля показателей качества и безопасности продуктов питания / В.В. Шевченко, А.А. Вытовтов, Л.П. Нилова, Е.Н. Карасева – СПб.: «Троицкий мост», 2009. Ч.1. Продукты растительного происхождения – 198 с. Ч.2. Продукты животного происхождения – 304 с. ISBN: 978-5-604406-02-8.
6. Смирнова, И.Р. Контроль качества сырья и готовой продукции на предприятиях индустрии питания: учебное пособие / И.Р. Смирнова, Т.Л. Дудник, С.В. Сивченко. – М.: Логос, 2014. - 152 с.: табл., схем, ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-98704-779-8