Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Фурсов Владимир Анатольевич
Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского федерального университета
Дата подписания: 04.06.2026 10:40:41
Уникальный программный ключ:
1c378726a41fd0143ae5bccc8ba81860b00daa62

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» для студентов
направления подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания
направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

Пятигорск, 2026 г.

Содержание

	С.
Введение	2
Лабораторная работа № 1 Исследование свойств простых белков	3
Лабораторная работа № 2 Выделение, очистка и исследование химического состава белка	6
Лабораторная работа № 3 Общие свойства ферментов	11
Лабораторная работа № 4 Углеводы	13
Лабораторная работа № 5 Липиды. определение физико-химических показателей	17
Лабораторная работа № 6 Количественный анализ витаминов	23
Лабораторная работа № 7 Качественный анализ витаминов	26
Лабораторная работа № 8 Характеристика пищевого сырья	30
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 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.

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 а-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 ^{0}C до 55 ^{0}C 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 pH, 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 45^0, 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 трухлоруксусной 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 сернокислой 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 сернокислой 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	Употребляемые	Характер и цвет	Чем обусловлена

осадителей	реактивы	осадка	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 т 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.

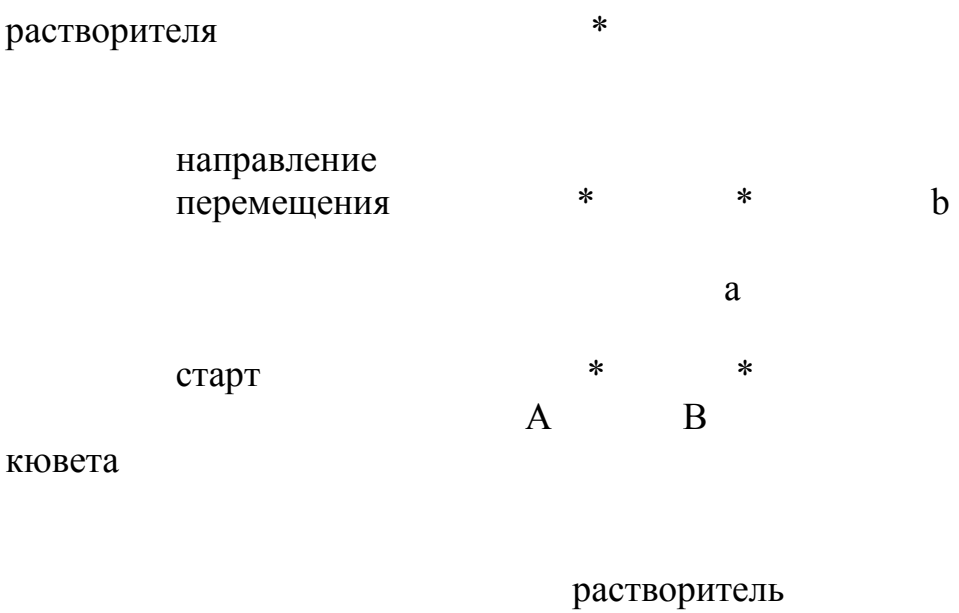
Для идентификации на хроматограммах используют аминокислоты - метчики, входящие в состав смеси и нанесенные на туже хроматограмму. Скорость продвижения аминокислот постоянна в определенной системе растворителей и обозначается R_f.

$R_f = a/b$, где

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

b - расстояние, пройденное фронтом растворителя;

Фронт движения



A - гидролизат (смесь);

B - 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 пластинки помещают на 10 минут в сушильный шкаф при температуре 110 ^{0}C. 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 ^{0}C 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 концевого 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 pH ниже изоэлектрической точки (изоэлектрическая точка казеина pH=4,7) молекула белка перезаряжается, 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 pH-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 сернокислой 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 pH.
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 ^{0}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 ^{0}C. После достижения оптимальной температуры скорость большинства ферментативных процессов начинает падать и при 100 ^{0}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 pH). При небольшом отклонении от оптимума pH скорость ферментативной реакции замедляется, при резком отклонении - реакция прекращается полностью.

Влияние pH 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 ^{0}C, 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 проделывают на стекле реакцию с йодом (J_2 в KJ).

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, ^{0}C	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 ^{0}C на 10 мин. После чего из пробирки 3 отбирают несколько капель жидкости и на стекле смешивают с J_2 в K 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 ^{0}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: «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 углеводных компонентов иммуноглобулинов в поддержании иммунитета). Углеводы также используются для синтеза нуклеиновых кислот (рибоза, дезоксирибора), 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 α- и β-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 α(1→4)-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 α(1→4)-связями. Гидролиз α(1→4)-связей происходит под действием α-амилазы, а α(1→6)-связей - под действием α(1→6)-глюкозидазы. Ряд полисахаридов функционирует в качестве структурных элементов клеточных стенок. В структурном полисахариде растений целлюлозе остатки D-глюкозы связаны друг с другом β(1→4)-связями. Целлюлоза устойчива к воздействию α- и β-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.

$$CuSO_4+2NaOH = Cu(OH)_2+Na_2SO_4$$

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. Сернокислая 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 сернокислой меди. При наличии люкозы 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 нагрвают 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 сернокислый, 2-% раствор. Реактив Селиванова. Сахароза, 1-% раствор. Едкий натрий, 10-% раствор.

2.4.1. Проба с сернокислым кобальтом.

В пробирку к 2 мл однопроцентного раствора сахарозы приливают несколько капель 2% сернокислого 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. Градуирванные пипетки.

Реактивы. Крахмал, 1% раствор. Раствор Люголя. Сернокислый 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 сернокислый аммоний до полного насыщения. Над нерастворившимся сернокислым 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 № 5

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.

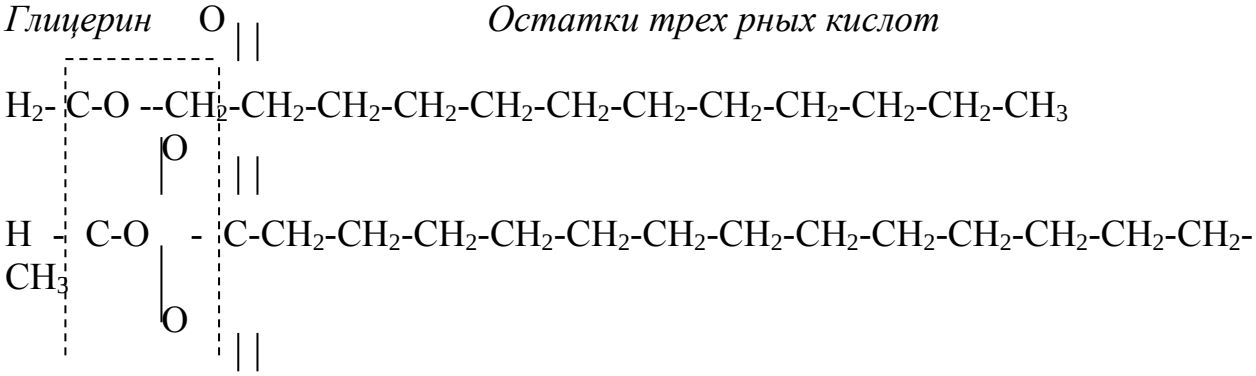
Наиболее употребительным является деление липидов на *жиры* и *жироподобные вещества – липоиды.*

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.

Жиры – это сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и жирных кислот, называемые глицеридами:



Триглицерид

По происхождению жиры делят на растительные (масла) и животные. В составе природных жиров найдено несколько десятков различных жирных кислот. Среди них большая доля принадлежит высшим жирным монокарбоновым кислотам, т.е. кислотам с числом углеродных атомов в молекуле, равным 16 и более. Низкомолекулярные жирные кислоты в меньшей степени участвуют в образовании жиров.

Высшие жирные кислоты, обнаруживаемые в составе глицеридов, разделяются на 2 группы: насыщенные и ненасыщенные(углеводородная цепь которых содержит одну или несколько двойных связей). Для

большинства жиров пищевых продуктов характерно наличие разнокислотных триглицеридов, содержащих в молекуле две или три различные жирные кислоты. Однокислотные жиры встречаются реже, чем разнокислотные. В природе известно около 70 различных жирных кислот, но наиболее часто в жирах встречаются: из насыщенных – пальмитиновая, стеариновая; из ненасыщенных – олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая.

Жиры различного происхождения отличаются друг от друга по составу жирных кислот. В растительных жирах в основном содержатся ненасыщенные жирные кислоты, а в животных преобладают насыщенные. Свойства жиров в основном обусловлены свойствами жирных кислот. Так, преобладание насыщенных или ненасыщенных жирных кислот оказывает существенное влияние на температуру плавления жиров. Она повышается с увеличением числа и длины насыщенных жирных кислот. Чем выше температура плавления жира, тем он труднее усваивается. Чем больше в жире непредельных (ненасыщенных) жирных кислот и чем больше степень непредельности (число двойных связей), тем ниже температура плавления жира, поэтому растительные масла остаются жидкими даже при температурах, близких к 0°С и ниже.

Физические свойства жиров. Жиры легче воды и нерастворимы в ней вследствие своей неполярности, но растворимы в органических растворителях. С водой жиры в присутствии слабых щелочей, белков и других коллоидов могут образовывать эмульсии, т.е. распределяться в воде в виде мельчайших капелек (например, в молоке), или. Наоборот, мельчайшие капельки воды распределяются в жире. Это свойство жиров используется в производстве маргарина, майонеза, кремов, а также 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 плесенями. 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:

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

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;

а – 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 №6

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 фотоэлектоколориметрическим 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, фотоэлектроколориметрический 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 то колебаний напряжения в сети переменного тока.

Основными параметрами всех фотометрических определений являются длина волны λ, при которой производится измерение оптической плотности, величина оптической плотности D_λ, толщина слоя образца l, концентрация раствора С. Калибровочный график представляет собой график зависимости оптической плотности (D_λ) от концентрации исследуемого раствора (С).

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 pH 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	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

А – величина оптической плотности испытуемого раствора;

К – объем эфирного экстракта, мл;

П – величина оптической плотности стандартного раствора;

М – 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 фотэлектроколориметра.
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?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

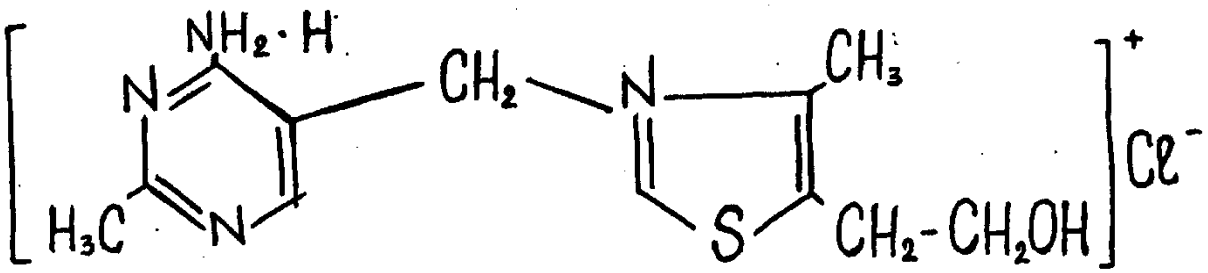
Тема: "КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВИТАМИНОВ.

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 никотиновое 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 ил реагентами фотохимических процессов протекающих в клетке и участвующие в обмене веществ, как правило, в соединении со специфическими белками в составе ферментных систем.

Тиамин (витамин B_1) - водорастворимый витамин. Наряду с аминогруппой витамин B_1 содержит атом серы и поэтому он получил свое название тиамин. В химической структуре он содержит два кольца - пиримидиновое и тиазольное, соединенные метиленовой (- CH_2) группой.



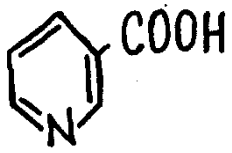
Пиримидиновое кольцо Тиазоловое кольцо

Тиамин (витамин B_1) - 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 B_1 следует отметить развитие отрицательного азотистого баланса, увеличение выделения с мочой аминокислот и креатина, а также резкое увеличение в крови концентрации а-кетокислот (в основном

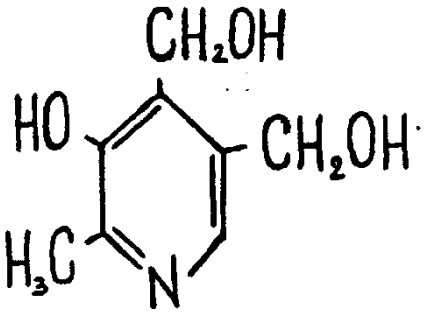
пировиноградной). Показано, что содержание тиамина в сердечной мышце и печени у больных бери-бери в 5-6 раз ниже нормы. Тиамин широко распространен в природе. Содержится в пшеничном хлебе, сое, горохе, а также в продукта, животного происхождения - и печени, ночках, молоке. Суточная потребность от 1,3 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

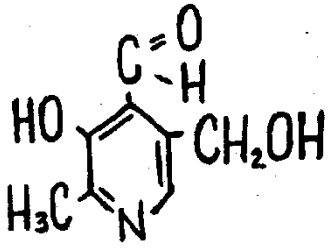
Пиридоксин (витамин B_6) Термин "витамин B_6" применяется ко всем трем производным 3-оксипиримидина, которые обладают витаминной активностью:
пиридоксину, пиридоксалю, пиридоксамину.



Пиридоксин

Витамин B_6 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.

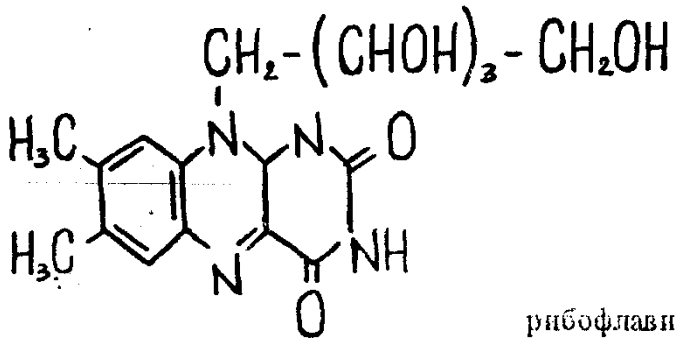
Пиридоксаль (витамин B_6) - альдегидное производное пиридоксина.



пиридоксаль

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

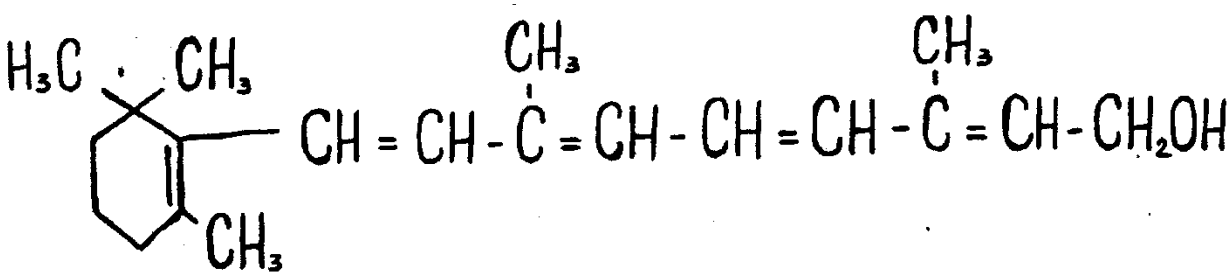
Рибофлавин (витамин B_2) - водорастворимый витамин. В основа его строения лежит система изоаллоксозина, и боковой цепи - пятиатомный спирт - рибитол.



рибофлавин

Биологическая активность рибофлавина определятся его окислительно-восстановительными свойствами. Рибофлавин, присоединяя два атома водорода, обратимо восстанавливается, переходя в бесцветное соединение - лейкофлавин. Входит в состав флавиновых дегидрогеназ. Из пищевых продуктов рибофлавином богаты: хлеб (из муки грубого помола), семена злаков, яйца, молоко, мясо, свежие фрукты, овощи. В печени и почках животных рибофлавин связано белками в составе ФМН (флавинмононуклеотида) и ФАД. Из организма человека и животных рибофлавин выделяется с мочой в свободном виде. Суточная потребность человека 2-4 мг.

Ретинол (витамин А) - жирорастворимый витамин, молекула которого состоит из b - нонового ядра и боковой изопреноидной цепи.



ретинол

Ретинол обладает высокой специфичностью строения. Изменения в боковой цепи приводят к снижению или полной потере витаминной активности у полученных производных. Действие света, нагревание раствора, плавление кристаллов ретинола, контакт с поверхностно - активными веществами (ПВА) приводит к цис-, транс - изомерным переходам. Провитаминами ретинола являются каротиноиды. Витамин А необходим для нормального роста молодых организмов, обладает противоинфекционным действием, участвует в процессе восприятия света и

выполняет ряд других биологических функций. Содержится в больших количествах в жире печени морских рыб и наземных животных. Наибольшее содержание каротиноидов в моркови, абрикосах, перце, томатах.

Эргокальциферол (витамин Д2) - жирорастворимый витамин, в основе строения которого лежит циклопентанпергидрофенантреновое ядро. При облучении ряда стеринов (7-дегидрохолестерина, эргостеринов) уф лучами образуются соответствующие витамины группы Д

.

2. ТЕХНИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

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 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 № 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°С. 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 °С 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 обьемным методами, цвет - в проходящем или отраженном свете в стакане диаметром 5 см при 20°С; слой продукта при этом должен быть не менее 5 см. Вкус устанавливают опробованием при 20°С, 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°С 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, %):

Магниевые 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. 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 H и D.

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

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	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 кочерыги, 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 (Х) в % вычисляют по формуле:

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

погрешность измерений 0,01%

где m1 - масса бюкса с навеской до высушивания, г;
m2 - 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 слаборозовой 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 слаборозовой 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, $см^3$;
k – поправочный коэффициент;
C – молярная концентрация краски, моль/$дм^3$;
M –молекулярная (эквивалентная) масса аскорбиновой кислоты, равная 88г/моль;
V_1- объем экстракта, $см^3$;
V_2-объем экстракта, взятый для титрования,$см^3$;

m- масса навески, г.

Сделать выводы по результатам проведенных экспериментов.

Рекомендуемая литература и интернет - ресурсы:

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. Свирепова; 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

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: «Химия пищи» для студентов
направления подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания
направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

Пятигорск, 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
Введение	3
Тема 1. Основные пищеварительные процессы	5
Тема 2. Теории и концепции питания: теория сбалансированного питания, теория адекватного питания	9
Тема 3. Теория рационального питания	12
Тема 4. Вода в пищевых продуктах	19
Тема 5. Белки	20
Тема 6. Углеводы	23
Тема 7. Липиды	24
Тема 8. Витамины	25
Тема 9. Минеральные вещества	27
Тема 10. Пищевые кислоты	30
Тема 11. Пищевые добавки. Вещества, улучшающие внешний вид пищевых продуктов	31
Тема 12. Вещества, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов	31
Тема 13. Вещества, влияющие на вкус и аромат пищевых продуктов	33
Тема 14. Пищевые добавки, замедляющие микробиологическую и окислительную порчу пищевого сырья и готовых продуктов	33
Тема 15. Биологически активные добавки	34
Тема 16. Безопасность пищевых продуктов	35
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	35

ВВЕДЕНИЕ

Среди основных проблем, стоящих перед человеческим обществом в наше время, можно выделить несколько главных, превалирующих над всеми другими:

- обеспечение населения земного шара продуктами питания;
- обеспечение энергией;
- обеспечение сырьем, в том числе водой;
- охрана окружающей среды, экологическая и радиационная безопасность жителей планеты, замедление негативных последствий интенсивной производственной деятельности и защита человека от результатов этой негативной деятельности.

Среди них одной из самых важных и сложных является обеспечение населения земного шара продуктами питания. Являясь одним из важнейших факторов окружающей среды, питание с момента рождения до самого последнего дня жизни человека влияет на его организм. Ингредиенты пищевых веществ, поступая в организм человека с пищей и преобразуясь в ходе метаболизма в результате сложных биохимических превращений в структурные элементы клеток, обеспечивают наш организм пластическим материалом и энергией, создают необходимую физиологическую и умственную работоспособность, определяют здоровье, активность и продолжительность жизни человека, его способность к воспроизводству. Состояние питания, поэтому, является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье нации.

Продукты питания должны не только удовлетворять потребности человека в основных питательных веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные функции.

На решение этих задач и направлена концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2005 г., одобренная постановлением Правительства РФ от 10 августа 1998 г. №917.

Под государственной политикой в области здорового питания понимается комплекс мероприятий, направленный на создание условий, обеспечивающих удовлетворение потребностей населения в рациональном здоровом питании с учетом его традиций, привычек, экономического положения, в соответствии с требованиями медицинской науки.

У большинства населения России, по данным Института питания РАМН, выявлены нарушения полноценного питания, обусловленные как недостаточным потреблением пищевых веществ, так и нарушением пищевого статуса населения России, в первую очередь недостатком витаминов, макро- и микроэлементов, полноценных белков, и нерациональным их соотношением. Важнейшие нарушения пищевого статуса населения России (по данным Института питания РАМН):

— избыточное потребление животных жиров;

— дефицит полиненасыщенных жирных кислот;

— дефицит полноценных (животных) белков;

—дефицит витаминов (аскорбиновой кислоты, рибофлавина (B_2), тиамина (B_1), фолиевой кислоты, ретинола (А) и р-каротина, токоферола и других);

— дефицит минеральных веществ (кальция, железа);

— дефицит микроэлементов (селена, цинка, йода, фтора);

— дефицит пищевых волокон.

Организация здорового питания населения — сложный и многофакторный процесс, который можно реализовать только опираясь на глубокие знания, стройную научную концепцию и продуманную научно-техническую политику.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-4. Способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства	ИД-1$_{ПК-4}$ Анализирует свойства, функции, классификацию и значение сырьевых компонентов, их изменения при технологической обработке, основные направления их использования при производстве пищевых продуктов для обеспечения получения безопасной продукции высокого качества. ИД-2$_{ПК-4}$ Организует выбор, применяет методы и средства измерений, испытаний и контроля для исследования качества, безопасности сырья и готовой продукции ИД-3$_{ПК-4}$ Разрабатывает мероприятия по совершенствованию системы контроля качества и оптимизации технологических процессов производства продуктов питания	Осознает 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. Анализирует основные органолептические, физико-химические, микробиологические показатели качества пищевых продуктов. Определяет показатели качества пищевых продуктов и фальсификации продуктов питания, владеет методиками определения показателей качества и безопасности пищевых веществ и продуктов питания
ПК-5. Способен применять специализированные и профессиональные знания, в том числе инновационные, в	ИД-1$_{ПК-5}$ Осуществляет контроль качества, безопасности сырья и готовой продукции с использованием нормативной документации, основных и прикладных методов	Осознает основные понятия науки о питании, теорию сбалансированного и адекватного питания, принципы рационального питания. Количественно определяет содержание основных пищевых веществ в составе продуктов

области технологии производства продуктов питания, определять направления развития технологии пищевых производств, повышения качества и безопасности готовой продукции	исследований ИД-2$_{ПК-5}$ Организовывает технологический процесс производства продуктов питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов с применением современного технологического оборудования, традиционных и новых видов сырья ИД-3$_{ПК-5}$ Выявляет объекты для улучшения технологии пищевых производств с учетом прогрессивных методов эксплуатации оборудования, принципов управления качеством, безопасностью и прослеживаемостью производства, основ физиологии пищеварения и обмена веществ, современных концепций питания	питания, применять знания по определению направления развития технологии пищевых производств. Анализирует специализированные и профессиональные знания, в том числе инновационные, в области технологии производства продуктов питания, направления развития технологии пищевых производств с целью повышения качества и безопасности готовой продукции

Тема 1. Основные пищеварительные процессы

Пищеварение – химическая, иногда также механическая обработка пищи – сложный процесс, при котором происходит переваривание пищи и её усвоение клетками. В ходе пищеварения происходит превращение органических макромолекул пищи в более мелкие молекулы, в частности, расщепление биополимеров пищи на мономеры. Этот процесс осуществляется с помощью пищеварительных (гидролитических) ферментов. После вышеописанного процесса обработки пища всасывается непосредственно в цитоплазму клеток (при внеклеточном пищеварении у бактерий и грибов и при внутриклеточном пищеварении) или через стенки пищеварительного тракта в жидкие среды организма (у человека – в кровь или лимфу).Таким образом, процесс пищеварения заключается в переработке пищи и её усвоении организмом.

У человека пищеварение начинается в ротовой полости, где пища пережёвывается. Этот процесс стимулирует экзокринные железы, выделяющие слюну. Присутствующая в слюне амилаза участвует в расщеплении полисахаридов и образовании болюса — пищевого комка, что облегчает прохождение пищи по пищеводу. Раздражение рецепторов в слизистой оболочке глотки вызывает глотательный рефлекс, который координируется в глотательном центре, расположенном в продолговатом мозге и варолиевом мосту. В координированном акте глотания участвуют мягкое нёбо и язычок (uvula), которые предотвращают попадание пищи в носовую полость, и надгортанник, который не даёт пище попадать в трахею.

Желудок

Желудок расположен под диафрагмой в левом подреберье и надчревной области. Имеется 3 оболочки:

Внешняя (Брюшина)

Мышечный слой

наружный слой (продольный)

средний слой (циркулярный);

внутренний слой (косой).

Внутренняя (Слизистая оболочка) — выстлана неороговевающим, цилиндрическим эпителием.

Пища попадает в желудок, проходя через кардиальный сфинктер. Там она смешивается с желудочным соком, активными компонентами которого являются соляная кислота и пищеварительные ферменты:

Пепсин – расщепляет белки до аминокислот, полипептидов, олигопептидов.

Реннин (или химозин) – имеется у детей до 1 года, помогает переварить молочные продукты. После одного года химозин пропадает, его функции будет выполнять соляная кислота.

Париетальные клетки желудка также секретируют внутренний фактор Касла, необходимый для всасывания витамина B_{12}.

Тонкая кишка

Через пилорический сфинктер пища попадает в тонкую кишку. Первый отдел тонкой кишки — двенадцатиперстная кишка, где происходит смешивание пищи с желчью, которая обеспечивает эмульгирование жиров ферментами поджелудочной железы и тонкой кишки, расщепляющими углеводы (мальтоза, лактоза, сахароза), белки (трипсин и химотрипсин). В тонкой кишке происходит всасывание основного объёма питательных веществ и витаминов через кишечную стенку.

Толстая кишка

После прохождения тонкой кишки пища попадает в толстую кишку, состоящую из слепой, ободочной, сигмовидной и прямой кишок. Здесь происходит всасывание воды и электролитов, здесь же происходит и формирование каловых масс.

Регуляция пищеварения

Пищеварение у человека является психофизиологическим процессом. Это означает, что на последовательность и скорость реакций влияют гуморальные способности желудочно-кишечного тракта, качество пищи и состояния вегетативной нервной системы.

Гуморальные способности, влияющие на пищеварение, обуславливаются гормонами, которые вырабатываются клетками слизистой оболочки желудка и тонкого кишечника. Основными пищеварительными гормонами являются гастрин, секретин и холецистокинин. Они выделяются в кровеносную систему желудочно-кишечного тракта и способствуют выработке пищеварительных соков и продвижению пищи.

Усваиваемость зависит от качества пищи:

значительное содержание клетчатки (в том числе растворимой) способно существенно уменьшить всасывание;

некоторые микроэлементы, содержащиеся в пище, влияют на процессы всасывания веществ в тонком кишечнике;

жиры различной природы всасывают по-разному. Насыщенные животные жиры всасываются и преобразуются в человеческий жир гораздо легче, чем полиненасыщенные растительные жиры, которые практически не участвуют в образовании человеческого жира;

всасывание кишечником углеводов, жиров и белков несколько меняется в зависимости от времени суток и времени года;

всасывание меняется также в зависимости от химического состава продуктов, которые поступили в кишечник раньше.

Регуляция пищеварения обеспечивается также вегетативной нервной системой. Парасимпатическая часть стимулирует секрецию и перистальтику, в то время как симпатическая часть подавляет.

Гормоны и другие биологически активные вещества, влияющие на пищеварение

Га́строэнте́ропанкреати́ческая эндокри́нная систе́ма – отдел эндокринной системы, представленный рассеянными в различных органах пищеварительной системы эндокринными клетками (апудоцитами) и пептидергическими нейронами, продуцирующими пептидные гормоны. Является наиболее изученной частью диффузной эндокринной системы (синоним АПУД-система) и включает примерно половину её клеток. Гастроэнтеропанкреатическую эндокринную систему называют «самым большим и сложным эндокринным органом в организме человека».

Гастри́н – гормон, синтезируемый G-клетками желудка, расположенными в основном в пилорическом отделе желудка. Гастрин связывается со специфическими гастриновыми рецепторами в желудке. Результатом усиления аденилатциклазной активности в париетальных клетках желудка является увеличение секреции желудочного сока, в особенности соляной кислоты. Гастрин также увеличивает секрецию пепсина главными клетками желудка, что, вместе с повышением кислотности желудочного сока, обеспечивающим оптимальный pH для действия пепсина, способствует оптимальному перевариванию пищи в желудке. Одновременно гастрин увеличивает секрецию бикарбонатов и слизи в слизистой желудка, обеспечивая тем самым защиту слизистой от воздействия соляной кислоты и пепсина. Гастрин тормозит опорожнение желудка, что обеспечивает достаточную для переваривания пищи длительность воздействия соляной кислоты и пепсина на пищевой комок. Кроме того, гастрин увеличивает продукцию простагландина E в слизистой желудка, что приводит к местному расширению сосудов, усилению кровоснабжения и физиологическому отёку слизистой желудка и к миграции лейкоцитов в слизистую.

Секрети́н – пептидный гормон, состоящий из 27 аминокислотных остатков, вырабатываемый S-клетками слизистой оболочки тонкой кишки и участвующий в регуляции секреторной деятельности поджелудочной

железы. Усиливают стимуляцию продукции секретина желчные кислоты. Всасываясь в кровь, секретин достигает поджелудочной железы, в которой усиливает секрецию воды и электролитов, преимущественно бикарбоната. Увеличивая объём выделяемого поджелудочной железой сока, секретин не влияет на образование железой ферментов. Эту функцию выполняет другое вещество, вырабатываемое в слизистой оболочке тонкой кишки – холецистокинин. Биологическое определение секретина основано на его способности (при внутривенном введении животным) увеличивать количество щёлочи в соке поджелудочной железы. Секретин является блокатором продукции соляной кислоты париетальными клетками желудка. Основой эффект, вызываемый секретином, - стимуляция продукции эпителием желчных, панкреатических протоков и бруннеровских желёз бикарбонатов, обеспечивая, таким образом, до 80 % секреции бикарбонатов в ответ на поступление пищи. Этот эффект опосредован через секрецию холецистокинина и это приводит к увеличению продукции желчи, стимулирования сокращений желчного пузыря и кишечника и увеличению секреции кишечного сока.

Холецистокини́н (CCK; ранее носил название панкреозимин) – нейропептидный гормон, вырабатываемый I-клетками слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки и проксимальным отделом тощей кишки. Холецистокинин выступает медиатором в разнообразных процессах, происходящих в организме, в том числе, в пищеварении. Холецистокинин стимулирует расслабление сфинктера Одди; увеличивает ток печёночной желчи; повышает панкреатическую секрецию; снижает давление в билиарной системе: вызывает сокращение привратника желудка, что тормозит перемещение переваренной пищи в двенадцатиперстную кишку. Холецистокинин является блокатором секреции соляной кислоты париетальными клетками желудка. Ингибитором холецистокинина является соматостатин.

Глюкозозави́симый инсулинотро́пный по́липепти́д (ранее распространённые наименования: гастроингиби́торный по́липепти́д, желу́дочный ингиби́торный пепти́д; общепринятые аббревиатуры: GIP, ГИП или ЖИП) – пептидный гормон, состоящий из 42 аминокислотных остатков, вырабатываемый K-клетками слизистой оболочки двенадцатиперстной и проксимальной части тощей кишок. Относится к семейству секретина. Глюкозозависимый инсулинотропный полипептид является инкретином, то есть вырабатывается в кишечнике в ответ на пероральный приём пищи. Основная функция глюкозозависимого инсулинотропного полипептида – стимуляция секреции инсулина бета-клетками поджелудочной железы в ответ на приём пищи. Кроме того, ГИП ингибирует абсорбцию жиров, угнетает реабсорбцию натрия и воды в пищеварительном тракте, ингибирует липопротеинлипазу.

Вазоакти́вный интестина́льный пепти́д (называемый также вазоакти́вный интестина́льный полипепти́д; общепринятые аббревиатуры ВИП и VIP) – нейропептидный гормон, состоящий из 28 аминокислотных

остатков, обнаруживаемый во многих органах, включая кишечник, головной и спинной мозг, поджелудочную железу. Вазоактивный интестинальный пептид, в отличие от других пептидных гормонов из семейства секретина, является исключительно нейромедиатором. Обладает сильным стимулирующим действием на кровоток в стенке кишки, а также на гладкую мускулатуру кишечника. Является ингибитором, угнетающим секрецию соляной кислоты париетальными клетками слизистой оболочки желудка. ВИП также является стимулятором продукции пепсиногена главными клетками желудка.

Мотили́н – гормон, вырабатываемый хромаффинными клетками слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта, преимущественно двенадцатиперстной и тощей кишок.

Соматостати́н – гормон дельта-клеток островков Лангерганса поджелудочной железы, а также один из гормонов гипоталамуса. По химическому строению является пептидным гормоном. Соматостатин подавляет секрецию гипоталамусом соматотропин-рилизинг-гормона и секрецию передней долей гипофиза соматотропного гормона и тиреотропного гормона. Кроме того, он подавляет также секрецию различных гормонально активных пептидов и серотонина, продуцируемых в желудке, кишечнике, печени и поджелудочной железе. В частности, он понижает секрецию инсулина, глюкагона, гастрина, холецистокинина, вазоактивного интестинального пептида, инсулиноподобного фактора роста-1.

Контрольные вопросы

1. Что такое пищеварение?
2. Назовите ферменты желудка, участвующие в пищеварении?
3. Какие гормоны и другие биологически активные вещества влияют на пищеварение?

Тема 2. Теории и концепции питания: теория сбалансированного питания, теория адекватного питания

Теория сбалансированного питания преобладала в диетологии до последнего времени. Согласно этой теории, предпочтительным считается питание, при котором приток питательных веществ в организм соответствует их расходу. Пища состоит из компонентов, различных по физиологическому значению: полезных и вредных, или токсичных. В ней содержатся и незаменимые вещества, которые не могут образовываться в организме, но необходимы для его жизнедеятельности. Обмен веществ у человека определяется уровнем концентрации аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, витаминов и минеральных веществ, следовательно, можно создать так называемые элементы диеты.

Концепция сбалансированного питания была научно обоснована в 1964 г. акад. А.А. Покровским. На основе данной концепции были разработаны рационы для различных групп населения с учетом физических нагрузок, климатических и других условий, созданы новые пищевые технологии. Главным итогом данной работы было установление коррелятивной зависимости между усвоением пищи и степенью сбалансированности ее химического состава.

Сбалансированное питание - это учет всего комплекса факторов питания, их взаимосвязи в обменных процессах, а также индивидуальности ферментных систем и химических превращений в организме. Со временем теория сбалансированного питания была подвергнута переоценке. Ее кризис стимулировал новые научные исследования в области физиологии пищеварения, биохимии пиши, микробиологии. Были открыты новые механизмы пищеварения, установлено, что переваривание происходит не только в полости кишечника, но и непосредственно на стенках кишечника, на мембранах его клеток; была выявлена ранее неизвестная гормональная система кишечника, получены новые сведения относительно роли симбиотических микроорганизмов, обитающих в кишечнике, и об их взаимоотношениях с организмом человека.

Классическая теория сбалансированного питания основывается на следующих положениях:

1. Идеальным считается питание, во время которого поступление пищевых веществ отвечает их расходам.

2. Поступление пищевых веществ обеспечивается в результате разрушения пищевых структур и всасывания полезных веществ - нутриентов, необходимых для метаболизма, пластических и энергетических потребностей организма.

3. Утилизация еды осуществляется самим организмом.

4. Еда состоит из компонентов, разных по физиологическому значению: нутриентов, балластных веществ (от них ее можно очистить) и вредных, токсичных соединений.

5. Метаболизм организма определяется необходимым уровнем аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, витаминов и солей.

6. Много нутриентов, способных к всасыванию и ассимиляции, освобождается в результате ферментативного гидролиза органических продуктов за счет внеклеточного (полостного) и внутриклеточного пищеварения.

В этом случае пищевые вещества усваиваются в два этапа: полостное пищеварение - всасывание.

Согласно этой теории, нормальное функционирование организма обеспечивается при его снабжении не только необходимыми энергией и белком, но также при соблюдении определенных соотношений между многочисленными незаменимыми факторами питания, каждый из которых выполняет свою специфическую функцию в обмене веществ.

В основе концепции сбалансированного питания лежит определение пропорций отдельных пищевых веществ в рационе, отражающих сумму обменных реакций, которые характеризуют химические процессы, обеспечивающие в итоге жизнедеятельность организма. Одной из главных биологических закономерностей, на которых базируется теория, является правило соответствия ферментных наборов организма химическим структурам пищи.

Кризис теории сбалансированного питания и открытие некоторых витальных, неизвестных ранее механизмов (лизосомального и мембранного пищеварения, различных видов транспорта пищевых веществ, общих эффектов кишечной гормональной системы), результаты сопоставления ряда характеристик безмикробных и обычных животных, данные прямых исследований влияния элементных диет на организм и т.д. привели к пересмотру ряда основных положений этой теории. На основе полученных данных и обобщений нами была предложена новая теория – **теория адекватного питания** (ее развитие еще далеко не завершено) и сформулированы новые постулаты основополагающего значения: 1) питание поддерживает молекулярный состав и возмещает энергетические и пластические расходы организма на основной обмен, внешнюю работу и рост (этот постулат - единственный общий для теорий сбалансированного и адекватного питания); 2) нормальное питание обусловлено не одним потоком нутриентов из желудочно-кишечного тракта во внутреннюю среду организма, а несколькими потоками нутритивных и регуляторных веществ, имеющими жизненно важное значение; 3) необходимыми компонентами пищи служат не только нутриенты, но и балластные вещества; 4) в метаболическом и особенно трофическом отношении ассимилирующий организм является надорганизменной системой; 5) существует эндоэкология организма-хозяина, образуемая микрофлорой кишечника, с которой организм хозяина поддерживает сложные симбионтные отношения, а также кишечной, или энтеральной, средой; 6) баланс пищевых веществ в организме достигается в результате освобождения нутриентов из структур пищи при ферментативном расщеплении ее макромолекул за счет полостного и мембранного пищеварения, а в ряде случаев - внутриклеточного (первичные нутриенты), а также вследствие синтеза новых веществ, в том числе незаменимых, бактериальной флорой кишечника (вторичные нутриенты). Относительная роль первичных и вторичных нутриентов варьирует в широких пределах. Охарактеризуем некоторые из этих постулатов несколько более подробно. Как можно видеть, основные постулаты теории адекватного питания принципиально отличаются от таковых теории сбалансированного питания. Однако один из них является общим. Он заключается в том, что питание поддерживает молекулярный состав организма и обеспечивает его энергетические и пластические потребности. Далее, человек и высшие животные в метаболическом и трофическом отношениях представляют собой не организмы, а в сущности надорганизменные системы. Последние включают в себя, кроме макроорганизма, микрофлору его желудочно-

кишечного тракта - микроэкологию и энтеральную среду, которые составляют внутреннюю экологию организма, или эндоэкологию. Между организмом хозяина и его микроэкологией поддерживаются положительные симбионтные взаимоотношения. Теория адекватного питания в отличие от теории сбалансированного питания не только связывает нормальное питание и ассимиляцию пищи с одним потоком во внутреннюю среду организма различных нутриентов, освобождающихся в результате переваривания пищи в желудочно-кишечном тракте, но принимает существование по крайней мере еще трех основных жизненно важных потоков.

Первый - поток регуляторных веществ (гормонов и гормоноподобных соединений), продуцируемых эндокринными клетками желудочно-кишечного тракта, а также образующихся в его содержимом.

Второй поток состоит из бактериальных метаболитов. В него входят модифицированные под влиянием бактериальной флоры кишечника балластные вещества пищи и нутриенты, а также продукты ее жизнедеятельности. С этим потоком во внутреннюю среду организма поступают вторичные нутриенты. В этот поток входят также токсические вещества, к которым относятся токсины пищи, а также токсические метаболиты, образующиеся в желудочно-кишечном тракте за счет деятельности бактериальной флоры. По-видимому, этот поток в норме физиологичен.

Третий поток состоит из веществ, поступающих из загрязненной пищи или загрязненной внешней среды, в том числе ксенобиотиков. Наконец, согласно теории адекватного питания, так называемые балластные вещества, и в том числе преимущественно пищевые волокна, являются эволюционно важным компонентом пищи. Все постулаты теории адекватного питания взаимосвязаны и образуют совокупность новых и нетрадиционных представлений, подходов, методов исследования и технических приемов.

Схема потоков веществ из желудочно-кишечного тракта во внутреннюю среду организма в соответствии с новой теорией адекватного питания (по: Уголев, 1985). В дополнение к потокам, указанным на рис.2.1, при обработке балластныхвеществ формируются вторичные нутриенты, токсины, экзогормоны; пища стимулирует выделение кишечных гормонов. Иногда теорию адекватного питания критикуют за то, что она слишком «пищеварительная». Это не так. Эта теория биологична и технологична, т.е. она придает большое значение эволюционным особенностям и особенностям функционирования механизмов, обеспечивающих усвоение пищи. Такой подход позволяет рассматривать ряд проблем, которые недостаточно оценивались классической теорией, но которые имеют решающее значение с точки зрения трофологии. Охарактеризуем более подробно некоторые постулаты и следствия, вытекающие из теории адекватного питания.

Контрольные вопросы

1. Перечислите положения сбалансированного питания.
2. В чем состоит основополагающее значение адекватного питания?

3. Назовите основные потоки при переваривании пищи по теории адекватного питания.

Тема 3. Теория рационального питания

Питание должно быть рациональным, сбалансированным.

Сколько химических веществ расходует организм взрослого человека в процессе жизнедеятельности, столько же должно поступать их с продуктами питания. Однако в процессе обмена одни вещества могут переходить в другие. При этом большинство из них может синтезироваться в организме, тогда как некоторые являются как бы исходными: они не могут синтезироваться и должны обязательно поступать с пищей. Отсюда все пищевые вещества делятся на заменимые и незаменимые. К последним относятся незаменимые аминокислоты (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин), незаменимые жирные кислоты (линолевая, линоленовая), витамины и минеральные вещества.

Теория **сбалансированного питания**, которую в нашей стране широко и углубленно разрабатывал академик АМН СССР А. А. Покровский, заключается в установлении тесной связи питания с процессами обмена веществ. При этом особая роль отводится незаменимым факторам питания.

Рациональное питание должно основываться на теории сбалансированного питания и предусматривать правильный режим потребления пищи. Необходимо знать и соблюдать три принципа рационального питания: умеренность, разнообразие, режим приема пищи. Умеренность в питании не позволяет потреблять с пищей энергии больше или меньше, чем ее расходуется в процессе жизнедеятельности; разнообразие пищи в рационе с наибольшей степенью вероятности гарантирует поступление в организм всех незаменимых компонентов питания; определенный режим питания (время приемов пищи в течение дня, а также количество и качество пищи при каждом ее приеме) поддерживает аппетит в нужных рамках.

Рассмотрим подробнее каждый из трех принципов рационального питания.

Первый принцип рационального питания — умеренность.

Умеренность в питании необходима для соблюдения баланса между поступающей с пищей и расходуемой в процессе жизнедеятельности энергией.

Закон сохранения энергии в природе является абсолютным, он справедлив не только для неживой материи, но действует и в живом организме, в том числе и в клетках органов и тканей человека.

Расход энергии в организме осуществляется тремя путями: в результате так называемого основного обмена, специфического динамического действия пищи и мышечной деятельности.

Основной обмен — это минимальное количество энергии, которое необходимо человеку для поддержания жизни в состоянии полного покоя. Такой обмен обычно бывает во время сна в комфортных условиях. Его чаще всего рассчитывают по отношению к «стандартному» мужчине (возраст 30 лет, масса тела 65 кг) или к «стандартной» женщине (тот же возраст, масса тела 55 кг), занимающимися легким физическим трудом. Основной обмен зависит от возраста (у маленьких детей он на единицу массы тела в 1,3—1,5 раза выше, чем у взрослых), от общей массы тела, от внешних условий проживания и индивидуальных особенностей человека. Установлено, что в среднем при основном обмене затрачивается около 1 ккал на 1 кг массы тела за 1 час. У людей, постоянно испытывающих физические нагрузки, основной обмен, как правило, повышается в пределах 30 %.

Специфическое динамическое действие пищи обусловлено ее перевариванием в желудочно-кишечном тракте человека. Наибольший расход энергии вызывает переваривание белков, которое увеличивает интенсивность основного обмена обычно на 30—40%. Прием с пищей жиров повышает основной обмен на 4—14 %, углеводов—на 4—7%. Даже чай и кофе вызывают повышение основного обмена в пределах 8 %. Подсчитано, что при смешанном питании и оптимальном количестве потребляемых пищевых веществ основной обмен увеличивается в среднем на 10—15 %.

Физическая деятельность оказывает существенное влияние на расход энергии в организме человека. Чем больше физическая активность, тем больше энергии тратит организм человека. Если масса тела человека больше стандартной, то энерготраты при указанных видах деятельности пропорционально увеличиваются, если меньше — снижаются.

Суточные энерготраты человека зависят от возраста, пола, массы тела, характера трудовой деятельности, климатических условий и индивидуальных особенностей протекания реакций обмена веществ в организме.

При кратковременном недостатке энергетической ценности пищи организм частично расходует запасные вещества, главным образом жир (из жировой ткани) и углеводы (гликоген). При длительном недостатке энергетически ценной пищи организм расходует не только резервные углеводы и жиры, но и белки, что, в первую очередь, ведет к уменьшению массы скелетных мышц, а, следовательно, к возникновению и развитию дистрофии.

Кратковременный избыток энергетической ценности пищи отрицательно сказывается на процессах усвояемости и утилизации основных пищевых веществ, что выражается в увеличении количества каловых масс и выделении повышенного количества мочи. При длительном избытке энергетической ценности пищи часть жиров и углеводов начинает откладываться в виде резервного жира в жировой ткани. Это приводит к увеличению массы тела и в последующем к ожирению.

Второй принцип рационального питания — разнообразие.

Население нашей планеты использует для питания тысячи пищевых продуктов и еще больше кулинарных блюд. И все многообразие продуктов питания складывается из различных комбинаций пищевых веществ: белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ и воды. Естественно, что различные пищевые продукты имеют разный химический состав.

Энергетическая ценность рациона питания зависит от входящих в его состав белков, жиров и углеводов. Углеводы поставляют преимущественно энергию, тогда как жиры и особенно белки не только снабжают организм энергией, но и являются необходимым материалом для обновления клеточных и субклеточных структур. Использование белков в качестве энергетического материала весьма невыгодно для организма: во-первых, белки — наиболее дефицитное и ценное пищевое вещество, во-вторых, при окислении белков, сопро-вождающемся выделением энергии, образуются недоокисленные вещества, обладающие существенным токсическим действием.

Оптимальным в рационе практически здорового человека является соотношение белков, жиров и углеводов, близкое к 1:1,2:4. Это соотношение наиболее благоприятно для максимального удов-летворения как пластических, так и энергетических потребностей организма человека. Белки в большинстве случаев должны составлять 12 %, жиры — 30—35 % общей калорийности рациона. Лишь в случае значительного повышения доли физического труда, и увеличения в связи с этим потребности в энергии содержание белков в ра-ционе может быть снижено до 11 % его общей калорийности (за счет увеличения доли жиров и углеводов, как поставщиков калорий).

Какова же приблизительная суточная потребность взрослого человека, занимающегося легким физическим трудом, в энергетической ценности пищи, в белках, жирах и углеводах? Пищевой рацион должен содержать 80—90 г белков, 100— 105 г жиров, 360—400 г углеводов, энергетическая ценность его должна составлять 2750—2800 ккал.

Оптимальное соотношение животных и растительных белков в рационе человека колеблется в пределах от 60:40 до 50:50 (в зависимости от качества растительных белков), а в среднем составляет 55:45.

При определении потребности человека в жирах следует учитывать необходимость полного обеспечения организма полноценными жировыми веществами, а именно: незаменимыми жирными полиненасыщенными кислотами, фосфолипидами, необходимыми для обновления клеток и внутриклеточных компонентов, а также жирорастворимыми витаминами.

Потребление углеводов в расчете на одного жителя в нашей стране составляет в среднем около 460 г в день, тогда как в соответствии с научными рекомендациями норма должна составлять 386 г в день. Особенно опасным для здоровья населения страны является неуклонный рост потребления сахара, которое превысило 120 г в день (в среднем), в то время как рекомендуемая норма составляет 50—100 г в день (50 г при легком физическом труде, до 100 г при тяжелом физическом труде). Сахар является

носителем так называемых пустых калорий, он не содержит каких-либо незаменимых компонентов питания. Больше того, сахар способствует возникновению и развитию кариеса зубов, тогда как другой представитель углеводов — крахмал — такого действия не оказывает. Кроме того, потребление сахара в значительных количествах повышает концентрацию глюкозы в крови, что является фактором риска для возникновения сахарного диабета. В то же время крахмал вследствие его более медленного переваривания в пищеварительном тракте таким эффектом не обладает. Поэтому рекомендуется максимально ограничивать потребление сахара и кондитерских изделий и заменять их, если это необходимо, крахмалом.

Здоровому организму человека необходимы так называемые растительные волокна или балластные вещества, которые представлены, в основном, оболочками растительных клеток и состоят преимущественно из клетчатки и пектина. Оптимальным считается потребление 10—15 г этих веществ в день, в том числе 9—10 г клетчатки и 5—6 г пектиновых веществ. Растительные волокна улучшают моторную функцию желудочно-кишечного тракта, способствуют ликвидации застойных явлений в кишечнике. Установлена обрат-ная зависимость между их содержанием в пище и частотой возникновения рака толстого кишечника.

Витамины занимают особое место в питании, являясь его незаменимым фактором. В далеком и даже сравнительно недавнем прошлом некоторые группы населения испытывали тяжелые бедствия в результате развития гипо - и авитаминозов. Такие заболевания, как цинга, пеллагра, рахит, полиневрит (болезнь бери-бери), некоторые виды анемии (малокровие) и гемофилии (усиленное кровотечение), а также многие другие неоднократно поражали значительные контингенты людей в результате резкого уменьшения в их пище тех или иных витаминов. В настоящее время, благодаря широкой пропаганде медицинских знаний, мероприятиям органов здравоохранения и правительств многих стран, направленным на создание условий для достаточного обеспечения населения витаминами, эти заболевания встречаются относительно редко.

Потребности организма человека во всех необходимых ему минеральных веществах, как правило, вполне удовлетворяются обычным набором пищевых продуктов с включением достаточных количеств овощей, фруктов, хлеба и молока. В нашей стране и во многих других странах выявлены территории, в почве которых содержится сниженное количество того или иного минерального вещества, что приводило к недостаточному потреблению его с пищей и к развитию определенных патологических симптомов. Путем искусственного добавления недостающих минеральных веществ к продуктам массового потребления, например введением йода в поваренную соль (для нормализации функции щитовидной железы) или фтора в воду (для профилактики кариеса зубов), удается ликвидировать такого рода недостаточность.

Третий принцип рационального питания — режим приема пищи.

Режим питания человека обычно регулируется аппетитом. Каждому знакомо чувство голода, которое сигнализирует о том, что организму человека для правильной жизнедеятельности важно получить новую порцию пищи, несущую истраченные в процессе обмена веществ энергию, пластические вещества, витамины и минеральные вещества. Физиолого-биохимическая сущность этого чувства, называемого также аппетитом, до конца не выяснена. Еще работами И. П. Павлова было показано, что в головном мозге расположен так называемый пищевой центр. Возбуждение пищевого центра различными импульсами (снижением концентрации глюкозы в крови, сокращениями опорожненного желудка и др.) и создает аппетит, степень которого зависит от степени возбуждения пищевого центра.

Необходимо иметь в виду, что в результате определенной инерции возбуждения пищевого центра аппетит сохраняется еще некоторое время даже после приема пищи. Это связано с необходимостью переваривания и всасывания пищевых веществ. И только после начала поступления их в кровь возбуждение пищевого центра начинает сменяться его торможением.

Чувство голода свойственно, несомненно, всем развитым животным, и поэтому не вызывает сомнений, что оно досталось человеку по наследству от его диких предков. Но так как последние не всегда могли рассчитывать на удачу в поисках пищи, определенные преимущества в борьбе за существование получали те из них, которые, найдя пищу, потребляли ее в большом количестве, т. е. те, которые имели повышенный аппетит. Таким образом, повышенный аппетит, по всей видимости, возник в процессе эволюции животного мира, закрепился в потомстве и передался по наследству человеку. Однако в настоящее время в развитых странах проблема питания человека потеряла свою былую остроту, и в связи с этим повышенный аппетит также утратил свой биологический смысл. Больше того, он стал своего рода врагом человека, виновником допускаемого людьми систематического или несистематического переедания. Поэтому в повседневной жизни не следует руководствоваться одним только аппетитом, хотя и не считаться с ним тоже нельзя.

Дело в том, что аппетит сигнализирует о потребности не только в необходимом количестве пищи (об этом он как раз весьма часто сигнализирует неправильно), но и в ее качестве. Сравнительно распространенным является чувство, когда после долгого отсутствия в питании какого-либо продукта вдруг появляется острое желание съесть именно этот продукт. Объясняется это тем, что в данном продукте содержится значительное количество незаменимого компонента, которого меньше во всех других потребляемых продуктах, вследствие чего организм человека начинает испытывать недостаток в нем. Сигнал о намечающемся неблагополучии организм получает при возникновении аппетита к конкретному пищевому продукту. В данном случае аппетит подает совершен-но правильный сигнал и ему необходимо после-довать. Следовательно, аппетит надо обязательно при-нимать во внимание, но при

этом не забывать о том, что он может серьезно подвести, если не контролировать количество потребляемой пи-щи. Весьма целесообразно ввести соответствующую поправку к аппетиту в виде регулярного контроля за массой тела.

Дробное питание (5—6 раз в день) подавляет возбуждение пищевого центра и снижает аппетит. При этом иногда достаточно одного яблока или стакана кефира. Надо помнить также, что острые и соленые блюда (не говоря уже об алкоголе) существенно усиливают аппетит.

Итак, повышенный аппетит может нанести вред здоровью, но и полное его отсутствие должно настораживать. Для поддержания аппетита в нужных рамках очень важно соблюдение правильного режима питания.

В основу режима питания должны быть поло-жены четыре основных принципа.

Первым принципом является постоянство приемов пищи по часам суток. Каждый прием пищи сопровождается определенной реакцией на него организма — выделяются слюна, желудочный сок, желчь, сок поджелудочной железы и т. д. В процессе пищеварения большую роль играют условно-рефлекторные реакции, такие, как выделение слюны и желудочного сока на запах и вид пищи и др. В цепи условно-рефлекторных реакций большое значение принадлежит фактору времени, т. е. выработанной привычке человека потреблять пищу в определенное время суток. Выработка постоянного стереотипа в режиме питания имеет большое значение для условно-рефлекторной подготовки организма к приему и перевариванию пищи.

Вторым принципом является дробность питания в течение суток. Одно- или двухразовое питание нецелесообразно и даже опасно для здоровья ввиду слишком большого количества одномоментно потребляемой пищи. Исследования показали, что при двухразовом питании инфаркт миокарда, острые панкреатиты встречаются значительно чаще, чем при трех- и четырехразовом питании, и это объясняется именно обилием одноразово потребляемой пищи при двухразовом питании. Практически здоровому человеку рекомендуется трех- или четырехразовое питание: завтрак, обед, ужин и стакан кефира или яблоко перед сном. Когда позволяют условия, то можно вводить в режим питания один или два дополнительных приема пищи: между завтраком и обедом и между обедом и ужином. Конечно же, с дополнительными приемами пищи не должно увеличиваться общее количество потребляемой пищи за день.

Третьим принципом режима питания является максимальное соблюдение сбалансированности пищевых веществ при каждом приеме пищи. Это значит, что набор продуктов при каждом основном приеме пищи (завтрак, обед, ужин) должен доставлять организму человека белки, жиры, углеводы, а также витамины и минеральные вещества в рациональном соотношении.

Наконец, четвертый принцип режима питания заключается в правильном физиологическом распределении количества пищи по ее

приемам в течение дня. Наиболее полезен такой режим, когда на завтрак приходится около трети общего количества суточного рациона, на обед — несколько более трети и на ужин — менее трети.

Избранное для завтрака, обеда и ужина время суток, естественно, может варьировать в довольно широких пределах в зависимости от производственной деятельности человека. Однако важно, чтобы время между завтраком и обедом, а также между обедом и ужином составляло 5—6 часов. После ужина до начала сна должно пройти 3—4 часа.

Правильный режим питания особенно важен для детского организма. Для грудных детей перерывы между приемами пищи должны составлять 3 часа.

К режиму питания не следует относиться, как к догме. Меняющиеся жизненные условия могут вносить в него свои поправки. Более того, некоторые изменения в режим питания нужно вносить время от времени специально, с целью тренировки пищеварительной системы. Однако, как и при тренировке других органов и систем, нельзя допускать слишком резких изменений в режиме питания.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается первый принцип рационального питания?
2. В чем заключается второй принцип рационального питания?
3. В чем заключаются третий принцип рационального питания?

Тема 4. Вода в пищевых продуктах

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 — важная составляющая пищевых продуктов. Она присутствует в разнообразных растительных и животных продуктах как клеточный и внеклеточный компонент, как диспергирующая среда и растворитель, обусловливая их консистенцию и структуру и влияя на внешний вид, вкус и устойчивость продукта при хранении. Благодаря физическому взаимодействию с белками, полисахаридами, липидами и солями, вода вносит значительный вклад в текстуру пищи.

Общая влажность продукта указывает на количество влаги в нем, но не характеризует ее причастность к химическим, биохимическим и микробиологическим 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.

Активность воды (a_w) — это отношение давления паров воды над данным продуктом к давлению паров над чистой водой при той же температуре. Это отношение входит в основную термодинамическую формулу определения энергии связи влаги с материалом (уравнение Ребиндера):

$$\Delta F = L = RT \cdot \ln \frac{P_0}{P_w} = -RT \cdot \ln \alpha_w ,$$

где ΔF — уменьшение свободной энергии (при постоянной температуре); L — работа отрыва 1 моля воды от сухого скелета материала (без изменения состава); R — универсальная газовая постоянная.

$$\alpha_w = \frac{P_w}{P_0} = \frac{POB}{100},$$

где P_w — давление водяного пара в системе пищевого продукта; P_o — давление пара чистой воды; РОВ — относительная влажность в состоянии равновесия, при которой продукт не впитывает влагу и не теряет ее в атмосферу, %.

По величине активности воды (таблица 1) выделяют: продукты с высокой влажностью (a_w= 1,0—0,9); продукты с промежуточной влажностью (a_w= 0,9-0,6); продукты с низкой влажностью (a_w= 0,6-0,0).

Таблица 1 – Активность воды (a_w) в пищевых продуктах

Продукт	Влажность, %	a_w	Продукт	Влажность, %	a_w
Фрукты	90 – 95	0,97	Мука	16 – 19	0,80
Яйца	70 – 80	0,97	Мед	10 – 15	0,75
Мясо	60 – 70	0,97	Карамель	7 – 8	0,65
Сыр	40	0,92 – 0,96	Печенье	6 – 9	0,60
Джем	30 – 35	0,82 – 0,94	Шоколад	5 – 7	0,40
Хлеб	40 – 50	0,95	Сахар	0 – 0,15	0,10
Кекс	20 – 28	0,83			

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет вода в пищевых продуктах?
2. Что такое свободная и связанная влага?
3. Что такое активность воды?
4. Как подразделяют пищевые продукты в зависимости от величины активности воды?
5. Используя какие технологические приемы, можно влиять на величину активности воды?
6. Какое значение имеет активность воды для стабильности пищевых продуктов?
7. Как влияет активность воды на микробиологическую порчу пищевых продуктов?
8. Какие есть методы определения общего влагосодержания, свободной и связанной влаги в пищевых продуктах?

Тема 5. Белки

Белками, или *белковыми веществами* (протеинами, от греч. protas - первый, важнейший), называют высокомолекулярные (молекулярная масса варьирует от 5—10 тыс. до 1 млн. и более) природные полимеры, молекулы которых построены из остатков аминокислот. Число последних очень сильно колеблется и иногда достигает нескольких тысяч. Каждый белок обладает своей, присущей ему последовательностью расположения аминокислотных остатков.

Биологические функции белков крайне разнообразны. Они выполняют каталитические (ферменты), регуляторные (гормоны), структурные (коллаген, фиброин), двигательные (миозин), транспортные (гемоглобин, миоглобин), защитные (иммуноглобулины, интерферон), запасные (казеин, альбумин, глиадин, зеин) и другие функции. Среди белков встречаются антибиотики и вещества, оказывающие токсическое действие.

Белки составляют основу биомембран, важнейшей составной части клетки и клеточных компонентов. Они играют ключевую роль в жизни

клетки, составляя как бы материальную основу ее химической деятельности. Исключительное свойство белка — *самоорганизация структуры,* т. е. его способность самопроизвольно создавать определенную, свойственную только данному белку пространственную структуру. По существу, вся деятельность организма (развитие, движение, выполнение им его функций и многое другое) связано с белковыми веществами. Без белков невозможно представить себе жизнь.

Белки — важнейшая составная часть пищи человека и животных; поставщик необходимых им аминокислот.

В структуре белка различают четыре уровня организации:

1) первичная структура представлена последовательным соединением аминокислот в цепочку, в которой свободная аминная группа (—NH_2) одной аминокислоты соединена с карбоксильной группой (—COOH) другой аминокислоты, другая аминокислота таким же образом связана с третьей аминокислотой, третья — с четвертой и т.д., до образования крупной молекулярной нити, называемой полипептидной цепочкой. В каждом белке аминокислоты в полипептидной цепочке чередуются в определенном порядке и постоянном составе;

2) вторичной структурой является спиралевидная структура полипептидной цепочки в пространстве. Скручивание ее в спираль происходит под воздействием водородных связей (— H...O =) полярных групп соседних аминокислот;

3) третичная структура проявляется в компактной упаковке спиралевидной цепочки в пространстве. Наличие этой структуры подтверждено рентгеноструктурным анализом белков;

4) четвертичная структура представлена соединением в одну субъединицу нескольких полипептидных цепочек, сочлененных между собой нековалентными связями (водородными, гидрофобными и др.) и ориентированных определенным образом в пространстве в виде глобул или волокон, в зависимости от чего различают белки глобулярные и фибриллярные.

Белки — азотистые соединения. В их состав входят углерод, водород, кислород, азот и сера. Белковые вещества растительного и животного происхождения подразделяются на три группы: а) белки, растворимые в воде или других жидкостях; б) нерастворимые белки и в) сложные белки — протеиды. К группе растворимых относятся альбумины, глобулины, проламины, глютелины, протамины и гистоны.

Альбумины содержат серу, растворимы в чистой воде, в солевых растворах, кислотах и щелочах. Содержатся в животном и растительном сырье.

Глобулины в чистой воде не растворяются, хорошо растворимы в слабых растворах (5-15%) нейтральных солей. В растворах большей концентрации осаждаются. Встречаются больше всего в растительном мире (в основном в семенах). Подобно альбуминам хорошо денатурируются при нагревании, механическом воздействии и т. п.

Проламины — растительные белки, растворимы в этиловом спирте концентрации 60-80%. В пшенице эта группа белка представлена глиадином, на долю которого приходится половина всего белка клейковины.

Глютелины тоже содержатся в семенах злаков, в зерне пшеницы представлены глютенином, участвующим вместе с глиадином в образовании клейковины. В воде, в растворах спирта и нейтральных солей нерастворимы; растворяются в слабых растворах кислот и щелочей.

Протамины и гистоны входят в состав белков клеточных ядер, что говорит об их важной роли в жизненных процессах. Встречаются в основном в белках животного происхождения, обладают выраженными щелочными свойствами, растворимы в воде, при нагревании не свертываются.

К группе нерастворимых белков относятся белки животной природы. Они не растворяются ни в солевых растворах, ни в органических растворителях; растворяются при длительном нагревании в воде.

К этой группе относятся коллаген (белок сухожилий) и кератин (белок шерсти, копыт и рогов).

К протеидам, или сложным белкам, относятся фосфопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды, нуклеопротеиды и др.

Фосфопротеиды - соединения белка с фосфорной кислотой, нерастворимы в воде, растворимы в щелочах. Эти белки представлены в молоке казеином, главным белком молока. Казеин осаждается в молоке слабыми растворами кислот.

Гликопротеиды — соединения белка и углеводов, встречаются в хрящевых тканях животных.

Липопротеиды — нерастворимые соединения белка и липидов, встречаются в веществе плазмы клеток, в клеточных мембранах, в яичном желтке.

Нуклеопротеиды — белки, связанные с нуклеиновой кислотой. Это особо важная группа сложных белков, играющих первостепенную роль в жизнедеятельности организмов, в частности, в явлении наследственности. Содержатся в большом количестве в клеточных ядрах, а также в плазме клеток.

Хромопротеиды состоят из белка и красящего вещества небелковой природы. Их представителем является гемоглобин крови, выполняющий роль переносчика кислорода в организме.

Контрольные вопросы

1. Перечислите биологические функции белков.
2. Назовите четыре уровня организации белковых молекул.
3. Какими свойствами обладают белки?
4. Какие белки являются полноценными?
5. Что такое ферменты?
6. Назовите функции ферментов.
7. Классификация ферментов.

Тема 6. Углеводы

Название «углеводы» было дано соединениям этого класса почти 90 лет назад, когда полагали, что все они содержат углерод, водород и кислород в таких соотношениях, как будто представляют собой различные гидраты углерода общей формулы $C_n(H_2O)_m$. В дальнейшем оказалось, что ряд соединений, принадлежащих по своим свойствам к классу углеводов, содержат водород и кислород в несколько иной пропорции, чем указано в общей формуле (например, дезоксирибоза — $C_5H_{10}O_4$). Однако название «углеводы» сохранилось, хотя химического смысла оно не имеет.

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

Наиболее распространенный 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.

Согласно принятой в настоящее время **классификации** углеводы подразделяются на три основные группы: моносахариды, олигосахариды и полисахариды. На рисунке 1 показана классификация описываемых ниже углеводов.

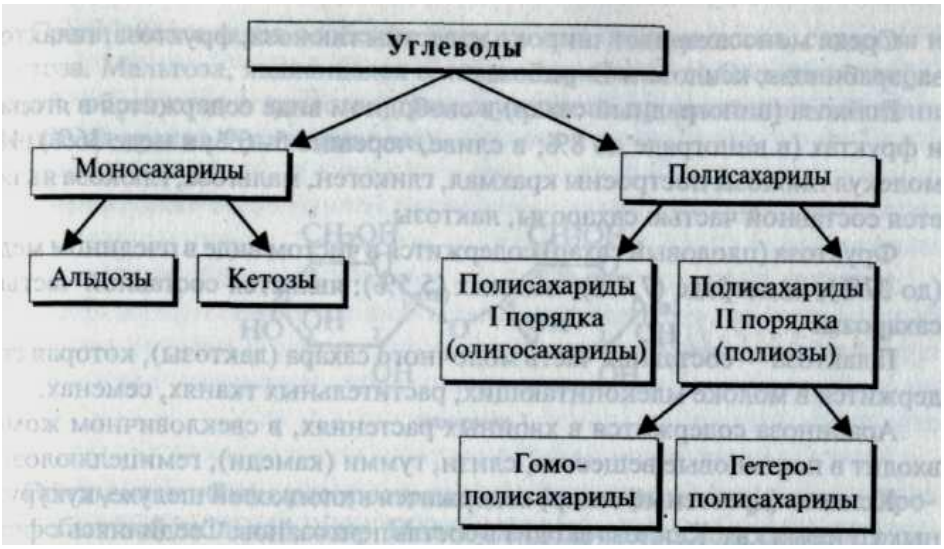


Рисунок 1. Классификация углеводов

Контрольные вопросы

1. Что такое углеводы?
2. Классификация углеводов.
3. Свойства и функции углеводов.
4. Из каких процессов складывается обмен углеводов в организме человека?

Тема 7. Липиды

Липидами называют сложную смесь органических соединений с близкими физико-химическими свойствами, которые содержатся в растениях, животных и микроорганизмах. Их общими признаками являются: нерастворимость в воде (гидрофобность) и хорошая растворимость в органических растворителях (бензине, диэтиловом эфире, хлороформе и др.), наличие в их молекулах длинноцепочечных углеводородных радикалов (R) и сложноэфирных группировок.

O
||
(— C— O —)

Липиды широко распространены в природе. Вместе с белками и углеводами они составляют основную массу органических веществ всех живых организмов, являясь обязательным компонентом каждой клетки.

Липиды — важнейший компонент пищи, во многом определяет ее пищевую ценность и вкусовое достоинство.

В растениях они накапливаются главным образом в семенах и плодах (таблица 1).

Таблица 1 – Липиды в семенах и плодах

Культура	Содержание липидов	Культура	Содержание липидов
Подсолнечник	33,0—57,0	Арбуз (семена)	12,0—45,0
Хлопчатник	19,0—29,0	Какао (бобы)	49,0—57,0
Соя	14,0—25,0	Кокосовая пальма (копра)	65,0—72,0
Конопля	30,0—38,0		
Клещевина	35,0—59,0	Кедр (орех)	26,0—28,0
Арахис	54,0—61,0	Пшеница	1,9—2,9
Лен	27,0—47,0	Рожь	2,1—2,8
Рапс	38,0—45,0	Кукуруза	4,8—5,9

Содержание в них липидов зависит не только от индивидуальных особенностей растений, но и от сорта, места и условий произрастания.

У животных и рыб липиды концентрируются в подкожных жировых тканях, в брюшной полости и тканях, окружающих многие важные органы (сердце, почки), а также в мозговой и нервной тканях. Особенно много липидов в подкожной жировой ткани китов (25—30 % от их массы), тюлений и других морских животных.

У наземных животных содержание липидов сильно колеблется: от 33,3% (мясная свинина), 16,0 % (говядина) до 3,0 % (поросята) и 2,0 % (телятина); в тушке рыб (угорь) может достигать 30 %, сельди — 7,0—19,5, у трески — 0,6 %; в молоке животных: оленя — 17—18 %, козы — 5,0, коровы — 3,5—4,0 %.

По химическому строению липиды отличаются большим разнообразием. Молекулы их построены из различных структурных компонентов, в состав которых входят спирты и высокомолекулярные кислоты, а в состав отдельных групп липидов могут также входить остатки фосфорной кислоты, углеводов, азотистых оснований и другие компоненты, связанные между собой различными связями.

Липиды часто делят на две группы: простые и сложные.

Для глицеридов, составляющих основную массу масел и жиров, характерны следующие превращения: гидролиз, обмен остатков жирных кислот, входящих в их молекулы, окисление, гидрирование ненасыщенных ацилглицеринов.

Контрольные вопросы

1. Что такое липиды?
2. Классификация липидов.
3. Свойства и функции липидов.
4. Превращения липидов при производстве продуктов питания.

Тема 8. Витамины

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 счет биосинтеза (он не синтезирует витамины или синтезирует их в недостаточном количестве), они должны поступать с пищей в качестве ее 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 десен. При авитаминозах проявляются болезни, вызванные значительным дефицитом витаминов (бери-бери, цинга, пеллагра и др.). По мнению некоторых специалистов, существуют пограничные состояния, при которых в определенных условиях может развиться дефицит витаминов.

Основная причина нехватки витаминов в организме человека — недостаточное их поступление с пищей (первичные, экзогенные авитаминозы), однако в отдельных случаях наблюдается эндогенные или вторичные авитаминозы, связанные с нарушением процессов усвоения витаминов в организме. По данным института питания РАМН (В. Б. Спиричев) наиболее важными причинами гипо- и авитаминоза (в обобщенном виде) являются следующие:

1. Недостаточное поступление витаминов с пищей, связанное с их низким содержанием в рационе, снижением общего количества потребляемой пищи, потерями витаминов в ходе технологического потока.

2. Угнетение кишечной микрофлоры, продуцирующей некоторые витамины.

3. Нарушение ассимиляции витаминов.

4. Повышенная потребность в витаминах, связанная с особенностями физиологического состояния организма или интенсивной физической нагрузкой, особыми климатическими условиями.

5. Врожденные генетически обусловленные нарушения обмена и функций витаминов.

При приеме витаминов в количестве, значительно превышающем физиологические нормы, могут развиться **гипервитаминозы**. Это особенно характерно для жирорастворимых витаминов.

По растворимости витамины могут быть разделены на две группы (таблица 1): водорастворимые (B_1, B_2, B_6, PP, C и др.) и жирорастворимые (A, D, E, K).

Таблица 1 – Номенклатура, классификация витаминов и витаминоподобных соединений

I. Водорастворимые витамины	
Витамины, представленные преимущественно одним соединением	
Рекомендуемое наименование	Старые наименования
Тиамин	Витамин B_1 (анейрин)
Рибофлавин	Витамин B_2 (лактофлавин)
Пантотеновая кислота	Витамин B_3 или B_5
Биотин	Витамин H
Аскорбиновая кислота	Витамин C
Семейства витаминов	
Рекомендуемое групповое название	Индивидуальные представители
Витамин B_6	Пиридоксин; пиридоксаль; пиридоксамин
Ниацин (витамин PP)	Никотиновая кислота; никотинамид
Фолацин	Фолиевая кислота; тетрагидрофилиевая кислота и ее производные
Кобаламины (витамин B_{12})	Цианокобаламин; оксикобаламин; метилкобаламин
II. Жирорастворимые витамины	
Рекомендуемое групповое название	Индивидуальные представители
Витамин A	Ретинол; ретинилацетат; ретиналь; ретиноевая кислота

Витамин D (кальциферолы)	Эргокальциферол (витамин D_2); холекальциферол (витамин D_3)
Витамин Е Витамин К	α-, β-, γ- и σ-Токоферолы; α-, β-, γ- и σ-токотриенолы 2-Метил-3-фитил-1,4-нафтохинон (филлохинон, витамин К,); менахиноны (витамины K_2); 2-метил-1,4-нафтохинон (менадион, витамин K_2)
III. Витаминоподобные соединения	
Технологическая функция	Наименование соединения
Незаменимые пищевые вещества с пластической функцией	Холин; инозит (миоинозит, мезоинозит)
Биологически активные вещества, синтезируемые в организме человека	Липоевая кислота; оротовая кислота; карнитин
Фармакологически активные вещества пищи	Биофлавоноиды; метилметионинсульфоний (витамин U); пангамовая кислота (витамин B_{15})
Факторы роста микроорганизмов	Парааминобензойная кислота

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию витаминов, дайте определение этой группе химических соединений.
2. Какую физиологическую роль выполняют витамины в организме человека?
3. Какие водорастворимые витамины Вы знаете?
4. Какие жирорастворимые витамины Вы знаете?
5. Дайте характеристику отдельных витаминов. В каких продуктах они присутствуют в максимальном количестве?
6. Приведите примеры витаминоподобных веществ.
7. Что мы понимаем под витаминизацией пищи?

Тема 9. Минеральные вещества

Многие элементы в виде минеральных солей, ионов, комплексных соединений и органических веществ входят в состав живой материи и являются незаменимыми нутриентами, которые должны ежедневно потребляться с пищей. Содержание минеральных веществ в основных продуктах питания приведено в таблице 1.

В соответствии с рекомендацией диетологической комиссии Национальной академии США ежедневное поступление химических элементов с пищей должно находиться на определенном уровне (таблица 2). Столько же химических элементов должно ежесуточно выводиться из организма, поскольку их содержание в нем находится в относительном постоянстве.

Роль минеральных веществ в организме человека чрезвычайно разнообразна, несмотря на то, что они не являются обязательным компонентом питания. Минеральные вещества содержатся в протоплазме и синологических жидкостях, играют 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 виде ионов минеральные вещества участвуют в передаче нервных импульсов, обеспечивают свертывание крови и другие физиологические процессы организма.

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 макроэлементом. 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 и серу. Они содержатся в количествах, измеряемых сотнями и десятками миллиграммов на 100 г тканей или пищевого продукта. Микроэлементы входят в состав тканей организма в концентрациях, выражаемых десятыми, сотыми и тысячными долями миллиграмма и являются необходимыми для его нормальной жизнедеятельности.

Таблица 1 – Минеральный состав основных продуктов питания [по данным И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева «Химический состав пищевых продуктов», 1987]

Пищевые продукты	Макроэлементы, мг							Микроэлементы, мкг								
	Калий	Кальций	Магний	Натрий	Сера	Фосфор	Хлор	Железо	Иод	Кобальт	Марганец	Медь	Фтор	Хром	Цинк	Молибден
Хлеб:																
ржаной формовой	245	35	47	610	52	158	980	3900	5,6	—	1610	220	35	2,7	1210	8
формовой из пшеничной муки I сорта	129	23	33	506	59	84	837	1860	—	1,8	825	134	—	2,2	735	12,8
Молочные продукты:																
молоко коровье	146	120	14	50	29	90	110	67	9	0,8	6	12	20	2	400	5
творог жирный	112	150	23	41	—	216	—	461	—	—	8	74	—	—	394	—
сыр российский	116	1000	50	820	—	540	—	1100	—	—	—	50	—	—	3500	—
Мясо:																
свинина	316	8	27	64,8	220	170	48	1940	6,6	8	28,5	96	69	13,5	2070	13
говядина	355	10,2	22	73	230	188	59	2900	7,2	7	35	182	63	8,2	3240	11,6
баранина	329	9,8	25,1	101	165	168	83,6	2090	2,7	6	35	238	120	8,7	2820	9
Рыба:																

речной карп	265	35	25	55	180	210	55	800	5	35	150	130	25	55	2080	4
морская треска	340	25	30	100	200	210	165	650	135	30	80	150	700	55	1020	4
Овощи:																
капуста белокочанная	185	48	16	13	37	31	37	600	3	3	170	75	10	5	400	10
картофель	568	10	23	28	32	58	58	900	5	5	170	140	30	10	360	8
морковь	200	51	38	21	6	55	63	700	5	2	200	80	55	3	400	20
Фрукты:																
слива	214	20	9	18	6	20	1	500	4	1	110	87	2	4	100	8
яблоко	278	16	9	26	5	11	2	2200	2	1	47	110	8	4	150	6

Таблица 2 – Суточное поступление химических элементов в организм человека *(в мг)* [Ю. Н. Кукушкин. Химические элементы в организме человека, 1998]

Элемент	Взрослые	Дети	Элемент	Взрослые	Дети
K	2000-5500	530	Cr	0,05-0,2	0,04
Na	1100-3300	260	Co	около 0,2	0,001
Ca	800-1200	420		(витамин B_{12})	
Mg	300-400	60	C1	3200	470
Zn	15	5	$P0_4^{3-}$	800-1200	210
Fe	10-15	7	$S0_4^{2-}$	10	-
Mn	2,0-5,0	1,3	I	0,15	0,07
Cu	1,5-3,0	1	Se	0,05-0,07	—
Mo	0,075-0,250	0,06	F	1,5-4,0	0,6

Влияние технологической обработки на минеральных состав пищевых продуктов

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 особенно 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 кулинарной обработке, то в зависимости от технологии (варки, обжаривании, тушении) 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 кулинарной обработке (варке, жарении, тушении) мясо теряет от 5 до 50% минеральных веществ. Однако если обработку нести в присутствии костей, содержащих много кальция, то возможно увеличение содержания кальция в кулинарно обработанных мясных продуктах на 20%.

В технологическом процессе за счет недостаточно качественного оборудования может переходить в конечный продукт некоторое количество микроэлементов. Так, при изготовлении хлеба при тестоприготовлении в результате контакта теста с оборудованием содержание железа может увеличиваться на 30%. Этот процесс нежелательный, поскольку вместе с железом в продукт могут переходить и токсичные элементы, содержащиеся в виде примесей в металле. При хранении консервов в жестяных сборных (то есть спаянных) банках с некачественно выполненным припоем или при нарушении защитного лакового слоя в продукт могут переходить такие высокотоксичные элементы как свинец, кадмий, а также олово.

Следует учесть, что ряд металлов, таких как железо и медь, даже в небольших концентрациях могут вызвать нежелательное окисление продуктов. Их каталитические окислительные способности особенно ярко проявляются в отношении жиров и жировых продуктов. Так, например, при концентрации железа выше 1,5 мг/кг и меди 0,4 мг/кг при длительном хранении сливочного масла и маргаринов эти металлы вызывают прогоркание продуктов. При хранении напитков в присутствии железа выше 5 мг/л меди 1 мг/л при определенных условиях часто может наблюдаться помутнение напитков.

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию минеральных элементов, дайте определение этой группе химических соединений.
2. Какую физиологическую роль выполняют минеральные вещества в организме человека?
3. Какие микроэлементы Вы знаете?
4. Какие макроэлементы Вы знаете?
5. Дайте характеристику отдельных минеральных веществ. В каких продуктах они присутствуют в максимальном количестве?

Тема 10. Пищевые кислоты

Пищевые кислоты. Назначение. Общая классификация. Перечень пищевых кислот, получаемых путем химического и биотехнологического синтеза и требования безопасности, предъявляемые этим ПД. Основные регуляторы pH-среды. Сходство и различия в сравнении с пищевыми кислотами. Использование в РФ.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «пищевые добавки». Определите их роль в создании продуктов питания. Приведите классификацию пищевых

добавок с различными технологическими функциями. Расскажите о рациональной системе цифровой кодификации пищевых добавок с литерой «Е».

2. Что понимают под гигиенической регламентацией пищевых добавок в продуктах питания? Назовите главные условия, выполнение которых обеспечивает безопасность применения пищевых добавок.

3. Приведите примеры пищевых кислот.

Тема 11. Пищевые добавки. Вещества, улучшающие внешний вид пищевых продуктов

Общая классификация красителей (натуральные и синтетические). Достоинства и недостатки. Показатели токсичности и обеспечение безопасности применения. Основные представители. Краткая характеристика, функциональные свойства, возможные побочные эффекты для здоровья человека.

Цветокорректирующие материалы. Определение. Основные сходства и отличия от пищевых красителей. Назначение. Общая классификация и представители. Необходимость применения в пищевом производстве. Токсикология нитратов, нитритов, эритразина, как фиксаторов миоглобина.

Фиксаторы окраски растительных пищевых продуктов (моно-, ортофосфат натрия, смесь карбоната магния с фосфатом натрия, аскорбиновая кислота, диоксид серы, соли сернистой кислоты).

Отбеливатели муки (бромат калия, тиосульфит натрия, цистеин). Требования к безопасности при применении.

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию пищевым красителям. Чем объясняется повышенное внимание потребителей и технологов к окраске продуктов питания? Назовите основные натуральные красители. Что представляют собой каротиноиды, хлорофиллы, энокрасители? Какие другие представители натуральных красителей вам известны?

2. Приведите примеры синтетических красителей. Их особенности по сравнению с натуральными красителями. Дайте определение понятно цветорегулирующие материалы. Назовите известных вам представителей этой группы соединений.

Тема 12. Вещества, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов

Загустители и гелеобразователи

Определения и характеристика функциональных классов загустителей и гелеобразователей. Основные и дополнительные (по назначению) свойства и функции.

Натуральные загустители, полусинтетические и синтетические: желатин, пектины, агароиды, альгинаты, производные целлюлозы и крахмала, галактоманнаны, полисахариды морских растений.

Гелеобразователи белковой природы. Пути и способы эффективного применения загустителей и гелеобразователей в пищевых технологиях.

Уплотнители растительных тканей. Определение. Основные свойства и назначение. Перечень уплотнителей, применяемых в РФ. Проблемы безопасности готовой продукции.

Эмульгаторы и эмульгирующие соли. Пенообразователи.

Характеристика функционального класса эмульгаторов. Особенности химической природы.

Классификация эмульгаторов. Формирование технологических функций эмульгаторов в зависимости от классификационных признаков.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) – как многокомпонентные смеси широкого назначения.

Основные группы ПАВ (моно- и диглицериды жирных кислот, фосфолипиды и эфиры жирных кислот) и функции (солюбилизация, комплексообразование с крахмалом, взаимодействие с белками, изменение вязкости и т.д.).

Лецитины, производные ацилглицеринов; производные дикарбоновых кислот, эфиры моно- и дисахаридов, сорбита и ксилита.

Эмульгирующие соли. Получение и применение. Современные товарные формы.

Пенообразователи. Основные типы пенообразователей и их функции.

Стабилизаторы и стабилизационные системы

Определения. Характеристика функциональных классов. Основные свойства и технологические функции. Области применения в пищевом производстве. Товарные формы.

Вещества, препятствующие слеживанию и комкованию

Определение. Условия предотвращения слеживания и комкования пищевых продуктов. Вещества, уменьшающие липкость; высушивающие добавки; присыпки; разделяющие вещества. Требования безопасности, предъявляемые этому классу пищевых добавок.

Перечень добавок в приложении к ассортименту пищевых продуктов.

Подщелачивающие вещества

Цели введения этих добавок в пищевые системы. Основные группы подщелачивающих веществ и представители, разрешенные к применению в РФ.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные группы загустителей и гелеобразователей.

2. Приведите несколько примеров пищевых эмульгаторов, опишите их смежные функции.

3. Какие группы соединений определяют вкус и аромат пищевых продуктов? Какова их роль в технологии продуктов питания? Роль ароматообразующих веществ в оценке пищевой ценности продуктов питания.

Тема 13. Вещества, влияющие на вкус и аромат пищевых продуктов

Вкусовые вещества и усилители (оживители) вкуса. Основные сходства и отличия. Актуальность и проблемы применения. Токсикология и профилактика отравлений.

Соленые вещества. Классификация соли по происхождению, способам добычи и обработки.

Общие сведения о подсластителях. Натуральные и синтетические подсластители. Токсикология синтетических (интенсивных) подсластителей. Перечень синтетических подсластителей, запрещенных к применению в РФ. Основные подсластители широкого применения.

Сахарозаменители. Характеристика и основные свойства. Смеси подсластителей. Варианты сочетания. Необходимость и значимость расширения ассортимента смесей подсластителей.

Ароматизаторы. Определение. Классификация по происхождению. Ограничения в применении синтетических ароматизаторов.

Требования, предъявляемые экстрактам и эфирным маслам с целью обеспечения безопасности пищевой продукции. Основные эфирные масла, применяемые в РФ.

Контрольные вопросы

1. Какие пищевые добавки относятся к усилителям и модификаторам вкуса?

2. Какие вещества используются в пищевой промышленности для регулирования pH пищевых систем?

3. Дайте определение понятия «подслащивающие вещества» (подсластители). На какие группы веществ их можно разделить? В чем причина широкого применения интенсивных подсластителей в пищевой технологии? Какие представители интенсивных подсластителей вам известны? Назовите их.

Тема 14. Пищевые добавки, замедляющие микробиологическую и окислительную порчу пищевого сырья и готовых продуктов

Антисептики и коптильные препараты

Понятие определения антисептиков. Назначение и основные свойства. Классификация антисептиков. Побочные (нежелательные) эффекты при их

применении. Неорганические и органические ПД: особенности антисептического действия. Основные представители, разрешенные в РФ.

Общие сведения о копчении: определение и назначение. Коптильные препараты: основные технологические свойства. Проблема безопасности при использовании и пути ее решения. Ассортимент копченых пищевых продуктов и критерии безопасности.

Антибиотики

Определение и отличие от антисептиков. Функциональное назначение. Обеспечение безопасности при использовании. Общая классификация и основные представители антибиотиков, широко применяемых в мире.

Антиокислители и их синергисты

Основные понятия: определение, назначение, свойства, химизм предотвращения окислительной порчи жиров животного и растительного происхождения.

Классификация антиокислителей по происхождению. Достоинства и недостатки естественных и синтетических ПД. Обеспечение безопасности при применении. Основные представители, имеющие широкое распространение.

Синергисты и синергизм. Общая классификация и взаимосвязь с комплексообразованием.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «консерванты». Их роль в сохранении пищевого сырья и готовых продуктов. Приведите примеры основных консервантов. Охарактеризуйте их. С чем связана необходимость применения консервантов?

Тема 15. Биологически активные добавки

Необходимость применения БАД. Значение БАД в коррекции питания и здоровья. Характеристика основных компонентов БАД. Общая классификация, БАД по назначению, эффективности, безопасности.

Нутрицевтики и их функциональная роль в профилактике хронических заболеваний.

Парафармацевтики: характеристика, основные свойства, функциональная роль в механизме регуляторных систем человека.

Пробиотики, пребиотики. Общие сведения и понятия. Основные функции и назначение. Участие в поддержании гомеостаза человеческого организма.

Ассортимент пищевых продуктов, обогащаемых БАД.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «биологически активные добавки». Приведите их классификацию. Их роль в создании современных продуктов питания.

2. Какова роль биологически активных добавок в питании человека?

3. Какая нормативно законодательная база регламентирует разработку, применение и безопасность БАД?

4. Какова функциональная роль нутрицевтиков?

5. В чем физиологическое значение парафармацевтиков для человека?

6. По каким признакам можно классифицировать нутри- и парафармацевтики?

7. Какие источники биологического сырья для БАД могут представлять опасность для человека?

8. Что означают термины «пробиотики» и «синбиотики»?

9. В чем отличие симбиотиков от синбиотиков?

10. Какова функциональная роль пребиотиков?

Тема 16. Безопасность пищевых продуктов

Факторы, влияющие на качество БАД (сбалансированность рецептуры, состав и параметры исходного сырья и упаковки, технологическое оборудование, квалификация персонала, условия хранения, транспортирования, реализация). Сертификация БАД.

Государственный контроль и надзор за производством и реализацией БАД: порядок осуществления, службы, основные законодательные акты и нормативно-технические документы.

НАССР как система управления безопасностью БАД: основные цели, задачи. Принципы использования системы. Применение системы НАССР за рубежом и в РФ.

Контрольные вопросы

1. Какими основными документами регламентируется применение пищевых добавок в России?
2. Каковы основные критерии безопасности пищевых добавок?
3. Из каких этапов складывается гигиеническое регламентирование пищевых добавок в продуктах и рационе питания?
4. Что понимают под генетической токсичностью вещества?
5. По каким классификационным признакам разделяются пищевые добавки?
6. Каким образом проявляется экологический эффект пищи?
7. Из каких этапов состоит система анализа опасностей по критическим контрольным точкам (НАССР)?
8. Какие основные законы регулируют проблему безопасности пищевой промышленности в России?
9. Какие различают виды генетического мониторинга?

Рекомендуемая литература и интернет - ресурсы:

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. Свирепова; 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