**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров

Утверждаю

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.Г. Локтионова

 « »\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2019 г.

БИОЭЛЕМЕНТЫ И ДРУГИЕ МИКРОНУТРИЕНТЫ

Методические указания по выполнению практических работ для студентов направления 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»

Курск 2019

УДК: 573

Составители: А.Г. Калужских, А.Г. Беляев.

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *А.Е. Ковалева*

**Биоэлементы и другие микронутриенты**:методические указания по выполнению практических работ / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.Г. Калужских, А.Г. Беляев.Курск, 2019. с.: Библиогр.: с.

Приводится перечень практических работ, цель их выполнения, вопросы для подготовки, краткие теоретическиесведения, задания, рекомендуемая литература.

Предназначены для студентов направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» очной, заочной и сокращенной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60х84 1/16.

Усл. печ. л. Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение | 4 |
| ОСЕННИЙ СЕМЕСТР |  |
| Практическая работа №1 «Организация жизни и ее основные харак­теристики» | 6 |
| Практическая работа №2 «Функции биополимеров» | 18 |
| Практическая работа №3 «Биологически активные вещества» | 29 |
| Практическая работа №4 «Свойства и функции белков» | 36 |
| Практическая работа №5 «Свойства и функции макроэлементов» | 45 |
| Практическая работа №6 «Свойства и функции микроэлементов» | 52 |
| ВЕСЕННИЙ СЕМЕСТР |  |
| Практическая работа №1 «Моносахариды. Определение глюкозы с помощью реакции восстановления оксида меди» | 60 |
| Практическая работа №2 «Реакция восстановления рибофлавина» | 63 |
| Практическая работа №3 «Реакция на пиридоксин (витамин В6) с хлоридом железа (III)» | 67 |
| Практическая работа №4 «Выделение фолиевой кислоты из дрожжей и её обнаружение» | 71 |
| Практическая работа №5 «Качественные реакции на жирорастворимые витамины» | 75 |
| Практическая работа №6 «Обнаружение белков в составе нуклеопротеидов» | 81 |
| Список рекомендуемой литературы | 86 |

**ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания к выполнению практических работ предназначены для студентов направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» с целью закрепления и углубления ими знаний, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении учебной литературы.

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта. Перечень практических работ, их объем соответствуют учебному плану и рабочей программе дисциплины. При подготовке к занятиям студенты должны изучить соответствующий теоретический материал по учебной литературе,приобрести теоретические и практические знания по вопросам биологии.

Студенты должны ознакомиться с содержанием (теоретической часть) и порядком выполнения практической работы.

Каждое занятие содержит цель его выполнения, контрольные вопросы, краткие теоретические сведения, задания для выполнения. При выполнении работ основным методом обучения является самостоятельная работа студентов под руководством преподавателя. Результаты выполненных каждым студентом заданий обсуждаются в конце занятий. Оценка преподавателем работы студента осуществляется комплексно: по результатам выполненного задания, устному сообщению и качеству оформления работы, что может быть учтено в рейтинговой оценке знаний студента.

**Правила оформления работ**

Перед выполнением работы необходимо внимательно ознакомиться с методикой её проведения и предположить ожидаемый результат, вытекающий из теоретического обоснования процесса.Выполнение работ знакомит студента с особенностями протекания различных биологических процессов, дополняет и закрепляет теоретический материал наиболее сложных разделов изучаемой дисциплины.

В начале раздела и перед работой излагаются краткие теоретические обоснования по биологии. К каждой работе дано описание того или иного биологического процесса.

Выполняемую работу обязательно записать в тетрадь с указанием номера, названия, цели работы, принципа метода, происходящих реакций или процессов, схемы исследования и полученных результатов. По результатам работы произвести расчет или оформить полученные данные по предложенной схеме и сделать вывод.

1.Отчеты по каждой теме занятия оформляются в отдельной тетради.

2. Перед оформлением каждой работы студент должен четко написать ее название, цель выполнения, краткие ответы на вопросы для подготовки, объекты и результаты исследования, выводы по результатам работ. Если предусмотрено оформление работ в виде таблиц, то необходимо все результаты занести в таблицу в тетради. После каждого задания должно быть сделано заключение с обобщением, систематизацией или обоснованием результатов исследований.

3. Каждую выполненную работу студент защищает в течение учебного семестра. Выполнение и успешная защита работ являются допуском к сдаче теоретического курса на экзамене.

**Практическое занятие №1**

**Тема «Организация жизни и ее основные характеристики»**

**Цель:** изучить основные уровни организации жизни, сформировать знания об основных характеристиках уровней организации жизни.

**Краткие теоретические сведения**

Во многих определениях жизни указывается ведущее свойство, которое отличает живое от неживого. Аристотель относит к таким свойствам питание, рост, одрехление. Павлов определяет жизнь, как сложный химический процесс. Апарин - как особую очень сложную форму движения материи. Энгельс - как способ существования белковых молекул. Современное определение жизни звучит так:

«Жизнь - это макромолекулярная открытая система, которой свойственна иерархическая организация, способность к самовозобновлению, обмен веществ и тонко регуляторный процесс».

Каждый организм представляет собой совокупность упорядочение взаимодействующих структур, образующих единое целое, т. е. является системой. Живые организмы обладают признаками, которые отсутствуют у большинства неживых систем. Однако среди этих признаков нет ни одного такого, который был бы присущ только живому. Возможный способ описать жизнь - это перечислить основные свойства живых организмов.

Свойства живого можно описать по-разному, в зависимости от точки зрения.

В частности, свойствами живого можно назвать:

1. Самовозобновление, которое связано с постоянным обменом вещества и энергии, и в основе которого лежит способность хранить и использовать биологическую информацию в виде уникальных информационных молекул: белков и нуклеиновых кислот.

2. Самовоспроизведение, которое обеспечивает преемственность между поколениями биологических систем.

3. Саморегуляция, которая основана на потоке вещества, энергии и информации.

4. Большинство химических процессов в организме находятся не в динамичном состоянии.

5. Живые организмы способны к росту.

Также основные свойства живого можно разделить следующим образом.

1. Одна из наиболее примечательных особенностей живых организмов - это их сложность и высокая степень организации. Они характеризуются усложненным внутренним строением и содержат множество различных сложных молекул.

2. Любая составная часть организма имеет специальное назначение и выполняет определенные функции. Это относится нетолько к органам (почки, легкие, сердце и т. д.) и клеткам, нои к внутриклеточным структурам и молекулам.

3. Живые организмы обладают способностью извлекать, преобразовывать и использовать энергию окружающей среды -либо в форме органических питательных веществ, либо в видеэнергии солнечного излучения.

Благодаря этой энергии и веществам, поступающим из окружающей среды, организмы поддерживают свою целостность (упорядоченность) и осуществляют раз личные функции, возвращают же в природу продукты распада и преобразованную энергию в виде тепла, т. е. организмы способны к обмену веществом и энергией.

4. Организмы способны специфически реагировать на изменения окружающей среды. Способность реагировать на внешнеераздражение -- универсальное свойство живого.

5. Живые организмы хорошо приспособлены к среде обитания. Они прекрасно соответствуют своему образу жизни. Достаточно ознакомиться со строением крота, рыбы, паразитическогочервя, чтобы представить в общих чертах, как они живут. Особенности строения, функций и поведения данного организма, отвечающие его образу жизни, называются адаптациями (приспособлениями).

6. Самая поразительная особенность живых организмов -способность к самовоспроизведению, т. е. размножению. Потомство всегда сходно с родителями. Существуют механизмы передачи информации о признаках, свойствах и функциях организмов из поколения в поколение. В этом проявляется наследственность. Как установлено, механизмы хранения и передачи наследственных свойств одинаковы для всех видов.

Однако сходство родителей и потомков никогда не бывает полным: потомки, будучи похожи на родителей, всегда в чем-то отличаются от них. В этом состоит явление изменчивости, основные законы которойтакже общие для всех видов. Таким образом, живым организмам свойственны размножение, наследственность и изменчивость.

7. Для живого характерна способность к историческому развитию и изменению от простого к сложному. Этот процесс называют эволюцией. В результате эволюции возникло все многообразие живых организмов, приспособленных к определенным условиям существования.

Основные признаки живого:

1. Обмен веществом и энергией.

2. Обмен веществ - особый способ взаимодействия живых организмов со средой.

3. Обмен веществ требует постоянного притока некоторых веществ и энергии из вне и выделения некоторых продуктов диссимиляции во внешнюю среду. Организм является открытой системой.

4. Раздражимость - заключается в передаче информации от внешней среды к организму; на основе раздражимости осуществляется Саморегуляция и гомеостаз.

5. Репродукция - воспроизведение себе подобных.

6. Наследственность - поток информации между поколениями в результате чего обеспечивается преемственность.

7. Изменчивость - появление новых признаков в процессе репродукции; основа эволюции.

8. Онтогенез - индивидуальное развитие, реализация индивидуальной программы.

9. Филогенез - историческое развитие, эволюционное развитие осуществляется в результате наследственной изменчивости, естественного отбора и борьбы за существование.

10. Организмы включены в процесс эволюции.

Таким образом, основными признаками живого является то, что они могут развиваться и способны к размножению и созданию собственного вида.

**УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНИ**

Для живой природы характерны разные уровни организации ее структур, между которыми существует сложное соподчинение. Жизнь на каждом уровне изучают соответствующие разделы биологии: молекулярная биология, цитология, генетика, анатомия, физиология, эволюционное учение, экология.

Живая природа является целостной, но неоднородной системой, которой свойственна иерархическая организация. Под системой, в науке понимают единство, или целостность, составленное из множества элементов, которые находятся в закономерных отношениях и связях друг с другом. Главные биологические категории, такие, как геном (генотип), клетка, организм, популяция, биогеоценоз, биосфера, представляют собой системы.

Иерархической называется система, в которой части, или элементы, расположены в порядке от низшего к высшему. Так, в живой природе биосфера слагается из биогеоценозов, представленных популяциями организмов разных видов, а тела организмов имеют клеточное строение.

Иерархический принцип организации позволяет выделить в живой природе отдельные уровни, что удобно с точки зрения изучения жизни как сложного природного явления.

Выделяется несколько классификаций уровней организации жизни, которые не противоречат друг другу, а, наоборот, в чем-то дополняют друг друга.

Все живые организмы в природе состоят из одинаковых уровней организации, это общая для всех живых организмов характерная биологическая закономерность. Выделяют следующие уровни организации живых организмов:

- молекулярный,

- клеточный,

- тканевый,

- органный,

- организменный,

- популяционно-видовой,

- биогеоценотический,

- биосферный.

Молекулярно-генетический уровень.

Это наиболее элементарный характерный для жизни уровень. Как бы сложно или просто ни было строение любого живого организма, они все состоят из одинаковых молекулярных соединений. Примером этого являются нуклеиновые кислоты, белки, углеводы и другие сложные молекулярные комплексы органических и неорганических веществ.

Их называют иногда биологическими макромолекулярными веществами. На молекулярном уровне происходят различные процессы жизнедеятельности живых организмов: обмен веществ, превращение энергии. С помощью молекулярного уровня осуществляется передача наследственной информации, образуются отдельные органоиды и происходят другие процессы.

Клеточный уровень.

Клетка является структурной и функциональной единицей всех живых организмов на Земле. Отдельные органоиды в составе клетки имеют характерное строение и выполняют определенную функцию. Функции отдельных органоидов в клетке взаимосвязаны и выполняют единые процессы жизнедеятельности.

У одноклеточных организмов (одноклеточные водоросли и простейшие) все жизненные процессы проходят в одной клетке, и одна клетка существует как отдельный организм. Вспомните одноклеточные водоросли, хламидомонады, хлореллу и простейших животных -- амебу, инфузорию и др. У многоклеточных организмов одна клетка не может существовать как отдельный организм, но она является элементарной структурной единицей организма.

Тканевый уровень.

Совокупность сходных по происхождению, строению и функциям клеток и межклеточных веществ образует ткань. Тканевый уровень характерен только для многоклеточных организмов. Также отдельные ткани не являются самостоятельным целостным организмом. Например, тела животных и человека состоят из четырех различных тканей (эпителиальная, соединительная, мышечная, нервная). Растительные ткани называются: образовательная, покровная, опорная, проводящая и выделительная. Вспомните строение и функции отдельных тканей.

**Органный уровень.**

У многоклеточных организмов объединение нескольких одинаковых тканей, сходных по строению, происхождению и функциям, образует органный уровень. В составе каждого органа встречается несколько тканей, но среди них одна наиболее значительная. Отдельный орган не может существовать как целостный организм. Несколько органов, сходных по строению и функциям, объединяясь, составляют систему органов, например пищеварения, дыхания, кровообращения и т. д.

Организменный уровень.

**Растения (хламидомонада, хлорелла) и животные (амеба, инфузория и т. д.), тела которых состоят из одной клетки, представляют собой самостоятельный организм.** А отдельная особь многоклеточных организмов считается как отдельный организм. В каждом отдельном организме происходят все жизненные процессы, характерные для всех живых организмов, -- питание, дыхание, обмен веществ, раздражимость, размножение и т. д. Каждый самостоятельный организм оставляет после себя потомство.

У многоклеточных организмов клетки, ткани, органы и системы органов не являются отдельным организмом. Только целостная система органов, специализированно выполняющих различные функции, образует отдельный самостоятельный организм. Развитие организма, начиная с оплодотворения и до конца жизни, занимает определенный промежуток времени. Такое индивидуальное развитие каждого организма называется онтогенезом. Организм может существовать в тесной взаимосвязи с окружающей средой.

Популяционно-видовой уровень.

**Совокупность особей одного вида пли группы, которая длительно существует в определенной части ареала относительно обособленно от других совокупностей того же вида, составляет популяцию. На популяционном уровне осуществляются простейшие эволюционные преобразования, что способствует постепенному появлению нового вида.**

Биогеоценотический уровень.

**Совокупность организмов разных видов и различной сложности организации, приспособленных к одинаковым условиям природной среды, называется биогеоценозом, или природным сообществом. В состав биогеоценоза входят многочисленные виды живых организмов и условия природной среды. В природных биогеоценозах накапливается энергия и передается от одного организма к другому. Биогеоценоз включает неорганические, органические соединения и живые организмы.**

Биосферный уровень.

**Совокупность всех живых организмов на нашей планете и общей природной среды их обитания составляет биосферный уровень. На биосферном уровне современная биология решает глобальные проблемы, например определение интенсивности образования свободного кислорода растительным покровом Земли или изменения концентрации углекислого газа в атмосфере, связанные с деятельностью человека.**

Главную роль в биосферном уровне выполняют "живые вещества", т. е. совокупность живых организмов, населяющих Землю. Также в биосферном уровне имеют значение "биокосные вещества", образовавшиеся в результате жизнедеятельности живых организмов и "косных" веществ (т. е. условий окружающей среды. На биосферном уровне происходит круговорот веществ и энергии на Земле с участием всех живых организмов биосферы.

Уровни организации жизни можно представить и в следующей последовательности. Особенность данной классификации заключается в том, что отдельные уровни иерархической системы жизни определяются в ней на общей основе выделения для каждого уровня элементарной единицы и элементарного явления.

Элементарная единица - это структура или объект, закономерные изменения которых, обозначаемые как элементарное явление, составляют специфический для соответствующего уровня вклад в процесс сохранения и развития жизни. Соответствие выделяемых уровней узловым моментам эволюционного процесса, вне которого не стоит ни одно живое существо, делает их всеобщими, распространяющимися на всю область жизни, включая человека.

1. Молекулярный уровень. Элементарные структурные единицы - гены - фрагменты молекулы нуклеиновой кислоты, в котором записан определенный в качественном и количественном отношении объем биологической (генетической) информации.

Элементарное явление заключается, прежде всего, в процессе конвариантной редупликации, или самовоспроизведении, с возможностью некоторых изменений в содержании закодированной в гене информации. Путем редупликации ДНК происходит копирование заключенной в генах биологической информации, что обеспечивает преемственность и сохранность (консерватизм) свойств организмов в ряду поколений. Редупликация, таким образом, является основой наследственности.

В силу ограниченной стабильности молекул или ошибок синтеза в ДНК (время от времени, но неизбежно) случаются нарушения, которые изменяют информацию генов. В последующей редупликации ДНК эти изменения воспроизводятся в молекулах-копиях и наследуются организмами дочернего поколения. Указанные изменения возникают и тиражируются закономерно, что и делает редупликацию ДНК конвариантной, т.е. происходящей иногда с некоторыми изменениями. Такие изменения в генетике получили название генных (или истинных) мутаций. Конвариантность редупликации, таким образом, служит основой мутационной изменчивости.

Биологическая информация, заключающаяся в молекулах ДНК, не участвует непосредственно в процессах жизнедеятельности. Она переходит в действующую форму, будучи перенесена в молекулы белков. Отмеченный перенос осуществляется благодаря механизму матричного синтеза, в котором исходная ДНК служит, как и в случае с редупликацией, матрицей (формой), но для образования не дочерней молекулы ДНК, а матричной РНК, контролирующей биосинтез белков. Отмеченное дает основание причислить матричный синтез информационных макромолекул также к элементарному явлению на молекулярно-генетическом уровне организации жизни.

Основные явления этого уровня:

- репликация,

- биосинтез,

- мутации,

- передача информации.

2. Клеточный уровень. Воплощение биологической информации в конкретные процессы жизнедеятельности требует специальных структур, энергии и разнообразных химических веществ (субстратов). Описанные выше условия в живой природе обеспечивает клетка, служащая элементарной структурой клеточного уровня.

Элементарное явление представлено реакциями клеточного метаболизма, составляющими основу потоков энергии, веществ и информации. Благодаря деятельности клетки поступающие извне вещества превращаются в субстраты и энергию, которые используются (в соответствии с имеющейся генетической информацией) в процессе биосинтеза белков и других соединений, необходимых организму.

Таким образом, на клеточном уровне сопрягаются механизмы передачи биологической информации и превращения веществ и энергии. Элементарное явление на этом уровне служит энергетической и вещественной основой жизни на всех других уровнях ее организации.

Основные процессы уровня: способность к самовоспроизведению, регуляторность химических реакций, запасание и расходование энергии.

3. Организменный уровень. Единицей уровня является организм в его развитии от момента зарождения до прекращения существования в качестве живой системы, что позволяет также назвать этот уровень онтогенетическим. Закономерные изменения организма в индивидуальном развитии составляют элементарное явление данного уровня.

Эти изменения обеспечивают рост организма, дифференциацию его частей и одновременно интеграцию развития в единое целое, специализацию клеток, органов и тканей. В ходе онтогенеза в определенных условиях внешней среды происходит воплощение наследственной информации в биологические структуры и процессы, на основе генотипа формируется фенотип организмов данного вида.

Основные процессы уровня:

- возникновение новых организмов,

- взаимодействие организмов между собой.

4. Популяционно-видовой уровень. Единицей уровня являются особи, объединённые в популяции, которые в свою очередь объединены в виды. Объединение особей в популяцию происходит благодаря общности генофонда, используемого в процессе полового размножения для создания генотипов особей следующего поколения. Популяция в силу возможности межпопуляционных скрещиваний представляет собой открытую генетическую систему.

Действие на генофонд популяции элементарных эволюционных факторов, таких, как мутационный процесс, колебания численности особей, естественный отбор, приводит к эволюционно значимым изменениям генофонда, которые представляют элементарные явления на данном уровне.

Основные признаки уровня:

- рождаемость,

- смертность,

- структура популяции (половая и возрастная),

- плотность, численность популяции.

5. Биосферный уровень. Организмы одного вида населяют территорию с известными абиотическими показателями (климат, химизм почв, гидрологические условия) и взаимодействуют с организмами других видов. В процессе совместного исторического развития на определенной территории организмов разных систематических групп образуются динамичные, устойчивые во времени сообщества - биогеоценозы, которые служат элементарной единицей биогеоценотического (экосистемного) уровня.

Элементарное явление на рассматриваемом уровне представлено потоками энергии и круговоротами веществ. Ведущая роль в этих круговоротах и потоках принадлежит живым организмам. Биогеоценоз - это открытая в вещественном и энергетическом плане система. Биогеоценозы, различаясь по видовому составу и характеристикам абиотической своей части, объединены на планете в единый комплекс - область распространения жизни, или биосферу.

Для этого уровня характерно:

- активное взаимодействие живого и неживого вещества,

- биологический круговорот веществ и энергии.

Приведенные выше уровни отражают важнейшие биологические явления, без которых невозможны эволюция и, следовательно, само существование жизни. Хотя элементарные единицы и явления на выделяемых уровнях различны, все они тесно взаимосвязаны, решая свою специфическую задачу в рамках единого эволюционного процесса.

С конвариантной редупликацией на молекулярно-генетическом уровне связаны элементарные основы этого процесса в виде явлений наследственности и истинной мутационной изменчивости.

Особая роль клеточного уровня состоит в энергетическом, вещественном и информационном обеспечении происходящего на всех других уровнях.

На онтогенетическом уровне биологическая информация, находящаяся в генах, преобразуется в комплекс признаков и свойств организма. Возникающий таким образом фенотип становится доступным действию естественного отбора.

На популяционно-видовом уровне определяется эволюционная ценность изменений, относящихся к молекулярно-генетическому, клеточному и онтогенетическому уровням.

Специфическая роль биогеоценотического уровня состоит в образовании сообществ организмов разных видов, приспособленных к совместному проживанию в определенной среде обитания. Важной отличительной чертой таких сообществ является их устойчивость во времени.

Рассмотренные уровни отражают общую структуру эволюционного процесса, закономерным результатом которого является человек. Поэтому типичные для этих уровней элементарные структуры и явления распространяются и на людей, правда, с некоторыми особенностями в силу их социальной сущности.

Также уровни организации жизни можно представить в виде следующего описания.

Самый нижний, наиболее древний уровень жизни -- это уровень молекулярных структур. Здесь проходит граница между живым и неживым. Выше находится клеточный уровень жизни. И клетка, и заключенные в ней молекулярные структуры в главных чертах строения у всех организмов сходны.

Органно-тканепый уровень характерен только для многоклеточных организмов, у которых клетки и образованные из них части организма достигли высокой степени структурной и функциональной специализации.

Следующий уровень -- это уровень целостного организма. Как бы ни различались организмы между собой, их объединяет то, что они все состоят из клеток.

Вид, объединяющий сходные в основных чертах организмы, составляет более сложный уровень организации жизни. Здесьдействуют свои законы -- законы внутривидовых отношений организмов.

Наконец, еще более высоким уровнем является уровень биоценозов, т. е. сообществ всех видов, населяющих ту или иную территорию или акваторию. На этом уровне действуют законы межвидовых отношений.

Совокупность всего живого, населяющего Землю, составляет биосферу. Это высший уровень организации жизни. Законы, характерные для более высоких уровней организации живого мира, не исключают действия законов, присущих более низким уровням.

Общая биология изучает законы, характерные для всех уровней организации жизни.

В медико-биологической науке широко используют классификацию уровней в соответствии с важнейшими частями, структурами и компонентами организма, являющимися для исследователей разных специальностей непосредственными объектами изучения. Такими объектами могут быть организм как таковой, органы, ткани, клетки, внутриклеточные структуры, молекулы.

Выделение уровней рассматриваемой классификации хорошо согласуется с разрешающей способностью методов, которыми пользуются биологи и врачи: изучение объекта невооруженным глазом, с помощью лупы, светооптического микроскопа, электронного микроскопа, современных физико-химических методов. Очевидна связь этих уровней и с типичными размерами изучаемых биологических объектов (табл. 1).

Таблица 1

Уровни организации (изучения), выделяемые в многоклеточном организме (по Э. Дс. Робертсу и др., 1967, с изменениями)

|  |
| --- |
|  |
| Размеры объекта | Объект изучения | Уровень организации (по объекту изучения) | Уровень организации (по методу изучения) |  |
| 0,1 мм (100 мкм) и более | Организм, органы | Организменный, органный | Анатомический |  |
| 100-10 мкм | Ткани | Тканевый | Гистологический (светооптический) |  |
| 20-0,2 мкм (200 нм) | Клетки (эукариотические и прокариотические) | Клеточный | Цитологический |  |
| 200-1 нм | Клеточные компоненты | Субклеточный | Ультраструктурный (электронно-микроскопический) |  |
| Менее 1 нм | Молекулы | Макромолекулярный | Физико-химический |  |
|  |  |  |  |  |

Взаимопроникновение идей и методов различных областей естествознания (физики, химии, биологии), возникновение наук на стыке этих областей (биофизика, биохимия, молекулярная биология) повлекли за собой расширение классификации, вплоть до выделения молекулярного и электронно-атомного уровней.

Медико-биологические исследования, проводимые на этих уровнях, уже сейчас дают практический выход в здравоохранение. Так, приборы, основанные на явлениях электронного парамагнитного и ядерного магнитного резонанса, с успехом применяют для диагностики заболеваний и состояний организма.

Возможность исследовать фундаментальные биологические процессы, происходящие в организме, на клеточном, субклеточном и даже молекулярном уровнях является выдающейся, но не единственной отличительной чертой современной биологии. Для нее типичен углубленный интерес к процессам в сообществах организмов, которые определяют планетарную роль жизни.

Таким образом, классификация пополнилась надорганизменными уровнями, такими, как видовой, биогеоценотический, биосферный.

Разобранной выше классификации придерживается большинство конкретных медико-биологических и антропобиологических наук. Это неудивительно, так как она отражает уровни организации живой природы через исторически сложившиеся уровни ее изучения.

**Следует отметить, что существует также и единый уровень организации живых организмов.**

Структурное и функциональное единство всех живых организмов составляет клетка. Вспомните строение и функции органоидов клетки.

Размножение живых организмов. При размножении живые организмы оставляют потомство, т. е. воспроизводят себе подобных. Через молекулы ДНК передаются характерные признаки данного организма следующему поколению. Из одной молекулы ДНК при ее удвоении образуются две молекулы, полностью повторяющие исходную. Размножение живых организмов тесно связано с явлением наследственности.

Наследственность живых организмов**.** С помощью наследственности живые организмы передают свои признаки, свойства и особенности из поколения в поколение. Признаки живых организмов определяются через особенности их строения различных уровней организации. Свойства организмов определяются благодаря функциям каждого структурного соединения. Наследственность осуществляется на основе передачи генетического кода, заложенного в специальных веществах (генетический аппарат). Генетический код связан с последовательностью расположения нуклеотидов аминокислот в молекуле ДНК.

В целом в ходе эволюции происходит повышение уровня организации, усложнение живого (от низших организмов к высшим). Формирование каждой следующей ступени иерархии уровней происходит на основе предыдущей, которая структурно в неё входит.

Усложнение живого вещества, как всякий длящийся процесс, тоже развертывается во времени, однако самого времени, оно неявно входит в него как тактовая частота смены поколений и выражается через изменение фазовых состояний поля жизни. Здесь время представлено числом произведенных эволюционных шагов, главным образом, пространственно-ресурсными ограничениями биосферы. Этот фактор - геометрическая и материально-энергетическая ограниченность жизненного пространства Земли - проявляется в эволюции биологических видов как тенденция наилучшего приспособления организма к внешней природной данности, среде жизни.

Стремясь к максимальной адаптации, видовой организм превращается в органический придаток геологической структуры, "автоматизируется" в своем жизнепроявлении и всем существом прочно врастает в биокосный монолит планеты. В конечном счете, внекультурные биологические виды оказываются в хвосте мирового эволюционного процесса, становятся, в космическом масштабе времени, живыми ископаемыми, поскольку неотделимы от физической структуры планеты.

**Контрольные вопросы**

1. Понятие и определение «Жизни»
2. Основные характеристики и свойства живого
3. Основные признаки живого
4. Уровни организации жизни и их характеристика

**Практическое занятие №2**

**Тема «Функции биополимеров»**

**Цель:**изучить особенности строения и функционирования биополимеров.

**Биополимеры** - класс полимеров, встречающихся в природе в естественном виде, входящие в состав живых организмов: белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, лигнин. Биополимеры состоят из одинаковых (или схожих) звеньев - мономеров. Мономеры белков - аминокислоты, нуклеиновых кислот - нуклеотиды, в полисахаридах - моносахариды. Выделяют два типа биополимеров - регулярные (некоторые полисахариды) и нерегулярные (белки, нуклеиновые кислоты, некоторые полисахариды).

***Биополимеры. Структура и функции***

Биополимеры высокомолекулярные природные соединения, являющиеся структурной, основой всех живых организмов и играющие определяющую роль в процессах жизнедеятельности. К Б. относятся белки, нуклеиновые кислоты и полисахариды; известны также смешанные Б. - гликопротеиды, липопротеиды, гликолипиды и др.

**Биологические функции биополимеров**. Нуклеиновые кислоты выполняют в клетке генетические функции. Последовательность мономерных звеньев (нуклеотидов) в дезоксирибонуклеиновой кислоте - ДНК (иногда в рибонуклеиновой кислоте - РНК) определяет последовательность мономерных звеньев (аминокислотных остатков) во всех синтезируемых белках и, Т.о., строение организма и протекающие в нём биохимические процессы. При делении каждой клетки обе дочерние клетки получают полный набор генов благодаря предшествующему самоудвоению (репликации молекул ДНК. Генетическая информация с ДНК переносится на РНК, синтезируемую на ДНК как на матрице). Эта т. н. информационная РНК (и-РНК) служит матрицей при синтезе белка, происходящем на особых органоидах клетки - рибосомахпри участии транспортной РНК (т-РНК). Биологическая изменчивость, необходимая для эволюции, осуществляется на молекулярном уровне за счёт изменений в ДНК (см. Мутация).

Белки выполняют в клетке ряд важнейших функций. Белки-ферменты осуществляют все химические реакции обмена веществ в клетке, проводя их в необходимой последовательности и с нужной скоростью. Белки мышц, жгутиков микробов, клеточных ворсинок и др. выполняют сократительную функцию, превращая химическую энергию в механическую работу и обеспечивая подвижность организма в целом или его частей. Белки - основной материал большинства клеточных структур (в т. ч. в специальных видах тканей) всех живых организмов, оболочек вирусов и фагов. Оболочки клеток являются липопротеидными мембранами, Рибосомы построены из белка и РНК и т.д. Структурная функция белков тесно связана с регуляцией поступления различных веществ в субклеточные органеллы (Активный транспорт ионов и др.) и с ферментативным катализом. Белки выполняют и регуляторные функции (Репрессоры), "запрещая" или "разрешая" проявление того или иного гена. В высших организмах имеются белки - переносчики тех или иных веществ (например, гемоглобин - переносчик молекулярного кислорода) и иммунные белки, защищающие организм от чужеродных веществ, проникающих в организм (см. Иммунитет). Полисахариды выполняют структурную, резервную и некоторые другие функции. Белки и нуклеиновые кислоты образуются в живых организмах путём матричного ферментативного Биосинтеза. Имеются теперь и биохимические системы внеклеточного синтеза Б. с помощью ферментов, выделенных из клеток. Разработаны методы химического синтеза белков и нуклеиновых кислот.

***Первичная структура биополимеров***

Состав и последовательность мономерных звеньев Б. определяют их т. н. первичную структуру. Все нуклеиновые кислоты являются линейными гетерополимерами - сахарофосфатными цепочками, к звеньям которых присоединены боковые группы - азотистые основания: аденин и тимин (в РНК - урацил), гуанин и цитозин; в некоторых случаях (главным образом в т-РНК) боковые группы могут быть представлены другими азотистыми основаниями. Белки - также гетерополимеры; молекулы их образованы одной или несколькими полипептидными цепочками, соединёнными дисульфидными мостиками. В состав полипептидных цепей входит 20 видов различных мономерных звеньев - остатков аминокислот. Молекулярная масса ДНК варьирует от нескольких млн. (у мелких вирусов и бактериофагов) до ста млн. и более (у более крупных фагов); бактериальные клетки содержат по одной молекуле ДНК с молекулярной массой в несколько млрд. ДНК высших организмов может иметь и большую молекулярную массу, но измерить её пока не удалось из-за разрывов в молекулах ДНК, возникающих при их выделении. Рибосомные РНК имеют молекулярную массу от 600 тыс. до 1,1 млн., информационная (и-РНК) - от сотен тысяч до нескольких миллионов, транспортная (т-РНК) - около 25 тыс. Молекулярная масса белков варьирует от 10 тыс. (и менее) до миллионов; в последнем случае, однако, обычно возможно разделение белковой частицы на субъединицы, соединённые между собой слабыми, большей частью гидрофобными, связями. Конформация, т.е. та или иная пространственная форма молекул Б., определяется их первичной структурой. В зависимости от химического строения и внешних условий молекулы Б. могут находиться либо в одной или в нескольких преимущественных конформациях (обычно встречающиеся в природных условиях нативные состояния Б.: например, глобулярное строение белков, двойная спираль ДНК), либо принимать многие более или менее равновероятные конформации. Белки делят по пространственной структуре на фибриллярные (нитевидные) и глобулярные; белки-ферменты, белки-переносчики, иммунные и некоторые другие имеют, как правило, глобулярную структуру. Для ряда белков - гемоглобин, миоглобин, лизоцим, рибонуклеаза и др. - эта структура установлена во всех деталях (с определением при помощи рентгеноструктурного анализа расположения каждого атома). Она определяется последовательностью аминокислотных остатков и образуется и поддерживается относительно слабыми взаимодействиями между мономерными звеньями полипептидных цепей в водно-солевом растворе (кулоновские и дипольные силы, водородные связи, гидрофобные взаимодействия), а также дисульфидными связями. Глобула белка формируется так, что большинство полярных гидрофильных аминокислотных остатков оказывается снаружи и контактирует с растворителем, а большинство неполярных (гидрофобных) остатков находится внутри и изолировано от взаимодействия с водой. Молекулы белка, обладающие избытком неполярных групп, когда часть из них оказывается на поверхности глобулы, образуют высшую, т. н. четвертичную структуру, при которой несколько глобул агрегируют, взаимодействуя между собой в основном неполярными участками (**рис.1**). Пространственная структура каждого белка-фермента уникальна и обеспечивает необходимое для его функционирования расположение в пространстве всех звеньев Б., в особенности т. н. активных центров (См. Активные центры). В то же время она не абсолютно жестка и допускает необходимые в процессе функционирования (при взаимодействии с субстратами, ингибиторами и другими веществами) конформационные сдвиги и изменения.

Пространственная структура нативной ДНК образована двумя комплементарными нитями и представляет собой двойную спираль Крика - Уотсона; в ней противоположные азотистые основания попарно связаны водородными связями - аденин с тимином и гуанин с цитозином. Устойчивость двойной спирали обеспечивается, наряду с водородными связями, также гидрофобным взаимодействием между плоскими кольцами азотистых оснований, расположенных стопкой (стопочное взаимодействие, или стакинг). Нити РНК спирализованы лишь частично. ДНК вирусов, бактериофагов, бактерий, а также митохондриальная в ряде случаев представляет собой замкнутое кольцо; при этом наряду со спиралью Крика - Уотсона наблюдается ещё дополнительная т. н. сверхспирализация.

***Денатурация биополимеров***

Нарушение нативной пространственной структуры Б. при различных воздействиях (повышение температуры, изменение концентрации металлов, кислотности раствора и др.) называется денатурацией и в ряде случаев обратимо (обратный процесс называется ренатурацией; Молекулы Б. - кооперативные системы: поведение их зависит от взаимодействий составляющих частей. Кооперативность молекул Б. определяется тем, что повороты отдельных звеньев из-за внутримолекулярных взаимодействии зависят от конформации соседних звеньев. В основе денатурации Б. при изменении внешних условий обычно лежат кооперативные конформационные превращения (например, переходы б-спираль - в-структура, б-спираль - клубок, в-структура - клубок для полипептидов, переход глобула - клубок для глобулярных белков, переход спираль - клубок для нуклеиновых кислот). В отличие от фазовых переходов (кипение жидкости, плавление кристалла), являющихся предельным случаем кооперативных процессов и происходящих скачком, кооперативные переходы Б. совершаются в конечном, хотя и сравнительно узком, интервале изменений внешних условий. В этом интервале одномерные, линейные молекулы (нуклеиновые кислоты, полипептиды), претерпевающие переход спираль - клубок, разбиваются на чередующиеся спиральные и клубкообразные участки.

Переход спираль - клубок в ДНК наблюдается при повышении температуры, добавлении в раствор кислоты или щёлочи, а также под влиянием других денатурирующих агентов. Этот переход в гомополинуклеотидах происходит при нагревании в интервале десятых долей°С, в фаговых и бактериальных ДНК - в интервале 3-5°С, в ДНК высших организмов - в интервале 10-15°С. Чем выше гетерогенность ДНК, тем шире интервал перехода и меньше способность молекул ДНК к ренатурации. Переход спираль - клубок в различных видах РНК носит менее кооперативный характер и происходит в более широком интервале температурных или других денатурирующих воздействий.

Белки - полимерные электролиты, их пространственная конформация и кооперативные переходы зависят как от степени ионизации молекулы, так и от концентрации ионов в среде, что влияет на электростатические взаимодействия как между отдельными частями молекулы, так и между Б. и растворителем.

биополимер денатурация пространственная структура

***Строение и биологические функции белков***

Строение белков - результат длительной эволюции на молекулярном уровне, вследствие чего эти молекулы идеально приспособлены к выполнению своих биологических задач. Между первичной структурой, конформацией Б. и конформационными переходами, с одной стороны, и их биологическими функциями - с другой, существуют тесные связи, исследование которых - одна из главных задач молекулярной биологии. Установление таких связей в ДНК позволило понять основные механизмы репликации транскрипции и трансляции, а также Мутагенеза и некоторых других важнейших биологических процессов. Линейная структура молекулы ДНК обеспечивает запись генетической информации, её удвоение при матричном синтезе ДНК и получение (также путём матричного синтеза) многих копий с одного и того же гена, т.е. молекул и-РНК. Сильные ковалентные связи между нуклеотидами обеспечивают сохранность генетической информации при всех этих процессах. В то же время относительно слабые связи между нитями ДНК и возможность вращения вокруг простых химических связей обеспечивают гибкость и лабильность пространственной структуры, необходимые для разделения нитей при репликации и транскрипции, а также подвижность молекулы и-РНК, служащей матрицей при биосинтезе белка (трансляция). Исследование пространственной структуры и конформационных изменений белков-ферментов на разных стадиях ферментативной реакции при взаимодействии с субстратами и коферментами даёт возможность установить механизмы биокатализа и понять природу огромного ускорения химических реакций, осуществляемого ферментами.

***Распад белков***

Белки - это основной строительный материал различных биологических структур клеток организма, поэтому обмен белков имеет первостепенную роль в их разрушении и новообразовании. У здорового человека за сутки обновляется 1-2% общего количества белков тела. Период полураспада белков в мышцах и коже - 80 дней, в мозгу - 180 дней, в сыворотке крови и печени - 10 дней, у некоторых белков - гормонов - часы и минуты. Главным путем распада белков в организме является ферментативный гидролиз - протеолиз. Протеолитические ферменты локализованы в лизосомах и в цитозоле клеток. Распад клеточных белков приводит к образованию аминокислот, которые используются в этой же клетке или выделяются из нее в кровь. В желудочно-кишечном тракте локализованы протеолитические ферменты различной специфичности. В желудочном соке находится пепсин, который быстро гидролизует в белках пептидные связи, образованные карбоксильными группами, прежде всего ароматических аминокислот (фенилаланина, тирозина, триптофана).

Протеолиз в кишечнике обеспечивают трипсин, химотрипсин, дипептидазы и другие, которые участвуют в более глубоком гидролизе белков по сравнению с гидролизом в желудке. Кроме того, слизистая кишечника содержит группу аминопептидаз, которые при действии на полипептидные цепи поочередно высвобождают N-концевые аминокислоты. На скорость гидролиза белков пищи указывает то, что через 15 минут после приема человеком белка, содержащего меченые по азоту (15N) аминокислоты, изотоп 15N обнаруживается в крови. Максимальная концентрация аминокислот достигается через 30-50 минут после приема белка с пищей. Всасывание аминокислот происходит в основном в тонком кишечнике, где функционируют специфические системы транспорта аминокислот. Кровотоком аминокислоты транспортируются во все ткани и органы.

***Методы исследования биополимеров***

При исследовании строения и конформационных превращений Б. широко используются как очищенные природные Б., так и их синтетические модели, которые проще по строению и легче поддаются исследованию. Так, при изучении белков моделями служат гомогенные или гетерогенные полипептиды (с заданным или случайным чередованием аминокислотных остатков). Моделями ДНК и РНК являются соответствующие синтетические гомогенные или гетерогенные полинуклеотиды. К методам исследования Б. и их моделей относятся рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия, изучение спектров поглощения, оптической активности, люминесценции, методы светорассеяния и динамического двойного лучепреломления, седиментационный метод, вискозиметрия, физико-химические методы разделения и очистки и ряд др. Все методы, разработанные для изучения синтетических полимеров, применимы и к Б. При трактовке свойств Б. и их моделей, закономерностей их конформационных превращений используются также методы теоретической физики (статистической физики, термодинамики, квантовой механики и др.).

***Основные представители биополимеров***

Ксантан (ксантановая камедь / смола) наиболее известный микробный полисахарид. Он культивируется в среде на основе мелассы. Ксантан характеризуют как внеклеточный микробный экзополисахарид, синтезируемый бактериями Xanthomonascampestris, образующийся в виде покрытия на каждой бактерии. Метод получения ксантановой смолы был разработан в 1961 году в США и уже с середины 60-х годов его начали применять в качестве компонента буровых растворов [13] Данный биополимер выпускается под различными фирменными названиями: келцан, Кеm-XD, ХС-биополимер, Barazan D, Flo-Vis в виде порошка. Стоимость биополимера в зависимости от степени очистки товарного продукта может достигатъ нескольких десятков тысяч долларов за тонну. Молекулярная масса ксантанаможет составлять от 5 до 20 млн. Ксантан валяется кислым гетерополисахаридом. В состав ксантана входят остатки D-глюкозы, D-глюкуроновой кислоты, D-маннозы в соотношении 2,8: 2,0: 2,0 соответственно. Кроме того, он содержит около 4,7% О-ацетильных групп и около 3% остатков пировиноградной кислоты, связанных с остатками глюкозы в боковых цепях в виде циклического кеталя. Наиболее важное качество камеди ксантана - это высокая прочность на разрыв одновременно с большой растяжимостью. Кроме того, камедь легко смешивается и поглощается другими веществами, образуя стабильные суспензии и термообратимые мягкие эластичные гели, например, с камедью рожкового дерева. Растворы камеди ксантана высоко псевдопластичны. При увеличении сдвигового усилия резко понижается вязкость. После снятия усилия начальная вязкость восстанавливается почти мгновенно. Ксантановая камедь используется для приготовления буровых растворов в качестве структурообразователя. Биополимер эффективно работает во всех буровых растворах на водной основе - от сильно утяжеленных до систем с низким содержанием твердой фазы, включая пресную, морскую воду, системы на основе соленой воды и плотные рассолы; обеспечивает реологический профиль повышенной вязкости при низких скоростях сдвига и понижает сдвиговые характеристики при высоких скоростях сдвига. Эти характеристики часто приводят к образованию жидкостей, где предельное напряжение сдвига выше, чем пластическая вязкость. Водные растворы его имеют способность макроструктурироватъся в результате образования надмолекулярных пространственных сеток, состоящих из спиральных структурных единиц, соединяющихся водородными и ван-дер-ваальсовыми связями. Макромолекулы ксантана, помимо полярных функциональных групп, содержат также анионные карбоксилатные группы, располагающиеся на боковых ответвлениях внутри основной спирали. Видимо, подобным экранированием заряженных участков макромолекулы ксантана объясняется обратимость и прочность к сдвиговым нагрузкам гидратированных макромолекулярных структур, которые обеспечивают псевдопластичный характер реологического поведения биополимерных растворов. Снижение сдвиговых усилий позволяет свести к минимуму потери давления и давление в стояке внутри бурильной колонны и на долоте, для оптимизации гидравлических показателей и максимальной скорости проходки. Кроме того, межтрубное пространство, в котором наблюдаются низкие сдвиговые усилия, имеет высокоэффективную вязкость для очистки скважины и суспензии шлама.

**Склероглюкан -**нейтральный гомополисахарид, в котором остатки глюкопиранозы связаны в - (1,3) - связями. Склерглюкан синтезируется в среде на основе глюкозы. Склероглюкан впервые описан в 60-х годах прошлого столетия. В водном растворе молекула склероглюкана представляет собой тройную спираль и вследствие этого образует малоэластичные стержни с большим гидродинамическим радиусом. Склерглюкан легко растворяется в воде, образуя псевдопластичные растворы, имеющие большую толерантность в широком диапазоне температуры, рН и концентрации солей. Трехвалентные катионы (Сг3+, Al3+, Fe3+) могут вызывать гелеобразование, отмечена нечувствительность склерглюкана к действию одно - и двух - валентных катионов, а также то, что склероглюкантермостабильнее, чем ксантан [18].

**Эмульсан** - первый ЭПС, получаемый в промышленном масштабе на основе этанола в качестве источника углерода. Он называется также б-эмульсан, или "неоэмульсан", и представляет собой внеклеточный микробный липополисахарид, ассоциированный с белком. Слово "эмульсан" отражает полисахаридную структуру компонентов и исключительную эмульгирующую активность полимера. б-эмульсан состоит в основном из N - и О-ацилированных остатков D-галактозамина и аминоуроновой кислоты. О-Ацильная часть б-эмульсана содержит от 5 до 19% (чаще 7-14%) остатков жирных кислот, включающих 10-18 атомов углерода, причем более 50% жирных кислот составляют 2 - и 3-гидроксидодекановые кислоты. в-Эмульсан, или "протоэмульсан", получают культивированием A. caleoaceticus RAG-1 на сырой нефти или гексадекане. в-эмульсан отличается меньшим содержанием остатков жирных кислот. Их число не превышает 2-3%, а содержание 2 - и 3-гидроксидодекановых кислот составляет менее 50%. б-Эмульсан выделяют из культуральной жидкости осаждением с помощью сульфата аммония или переводом в водонерастворимую четвертичную аммониевую соль. Благодаря большому количеству остатков жирных кислот в молекуле эмульсан может быть выделен экстракцией органическими растворителями. Молекулярная масса эмульсана, вычисленная на основании характеристической вязкости составляет 9,88\*105; определенная методом седиментации и диффузии - 976 тысяч [19]. Эмульсан - наиболее эффективный стабилизатор, причем это свойство сохраняется для различных концентраций эмульгаторов. Эмульгирующая способность зависит от содержания остатков жирных кислот, а также от молекулярной массы полимера. Эмульсанэмульгирует легкие фракции нефти, дизельное топливо, сырую нефть и газойли. Скорость образования эмульсии зависит от концентрации углеводорода и эмульгатора. При рН выше 6,0 для образования стабильных эмульсий необходимы небольшие количества (1-100 ммоль) солей Ca 2+, Mg 2+ и Mn2+Исследование влияния эмульсана на образование и стабилизацию водно-топливных эмульсий показало, что при добавлении эмульсана стабильность всех эмульсий возрастает, однако эффект стабилизации различен для разных углеводородов. Чем выше молекулярная масса жидкого углеводорода, тем эффективнее стабилизирующее действие эмульсана. С помощью эмульсана можно удалить остатки нефти из танкеров, барж, трубопроводов, цистерн [10]. Применение эмульсана для очистки поверхности воды морей и берегов от нефти способствует защите окружающей среды.

***Строение биополимеров***

Для того, чтобы выяснить, как устроены молекулы, образующие клетки, какова структура молекул, где они находятся в клетке, мы сначала вспомним строение клетки. Вспомнив, из чего состоит живая клетка, и какие функции выполняют те или иные органеллы, мы сможем заполнить следующую табличку. Оказывается, можно провести интересную аналогию с элементами, выполняющими схожие функции у живых организмов и государств. Выделим следующие функции:

защиты (внешнюю и внутреннюю);

транспортную (веществ и информации);

обеспечение клетки энергией и веществами;

хранение и передача информации.

За внешнюю защиту у клеток отвечает клеточная мембрана; у организмов - кожа, когти, перья, шерсть; у государств - погранвойска. Внутреннюю защиту клеткам обеспечивает система рестрикции - модификации. Для примера приведем бактериальную клетку. У нее есть специальные ферменты - рестриктазы (в пер. с англ. "ограничивать"), которые разрезают чужеродную ДНК. На собственных ДНК есть специальные химические метки, чтобы рестриктазы смогли их распознать. У организмов в качестве внутренней защиты существует иммунная система, а у государства - МВД, ФСК. Обеспечением энергией в животных клетках занимаются митохондрии, а в растительных - хлоропласты, в организмах - пищеварительная и дыхательная системы, в государстве же - организации типа Газпрома и АЭС. Обеспечение клетки веществами идет благодаря трансмембранным каналам, лизосомам, в организме - пищеварительной системе, а в государстве - сельскохозяйственной и др. промышленности.

Хранение и воспроизведение информации на клеточном уровне идет в ядре посредством ДНК, в организме эту функцию имеет мозг, центральная нервная система, в стране - школы, библиотеки, культура, искусство. Транспортируются вещества в клетке благодаря эндоплазматической сети, в организме - желудочно-кишечному тракту, дыхательной системе, крови; в стране-, нефте- и газопроводам, транспорту. Что же касается передачи информации, то в клетке этим занимается матричная РНК; в организме - нервы и гормоны (нервно-гуморальная система). Причем хочется отметить, что нервную систему можно сравнить с адресной доставкой (человек может получить письмо лично, и никто больше об этом не узнает), то есть по нервам можно доставить информацию очень точно к определенной мышце или определенному органу. А гормональную систему можно сравнить со СМИ, то есть она работает как система всеобщего оповещения. В государстве за информацию отвечают почта, телефонная сеть, Интернет и др. Мы провели аналогию с хорошо известными вам системами (организм и государство), чтобы иметь более абстрактное представление о строении клетки. В таблице добавлены индийские касты. Касты возникли, как структуры, фиксирующие функциональные особенности разных слоев населения. Кшатрии (воины) выполняют функции защиты; шудры (торговцы и ремесленники) - обеспечения питанием и энергией; брахманы (жрецы) - хранения и воспроизведения информации, вайшьи (торговцы) - транспорт вещества и информации. Далее мы переходим к изучению веществ, из которых состоит клетка, и будем говорить о связи структур и функций этих веществ. Основные атомы, составляющие живую клетку - это углерод, водород, кислород, азот и фосфор. Конечно, в полимерах присутствуют и другие вещества (например, сера), но сейчас мы рассмотрим комбинации этих пяти элементов. Как вы знаете, образование биополимеров возможно благодаря тому, что углерод четырехвалентен, способен образовывать 4 связи, и атомы углерода, связываясь друг с другом, могут образовывать длинные цепочки, состоящие из десятков атомов. Мы расскажем о четырех видах биополимеров: белках, нуклеиновых кислотах, липидах и углеводах; как они устроены и чем занимаются.

**Контрольные вопросы**

1. Выполнить рис. «Химический состав белков»
2. Выполнить рис. «Химический состав углеводов»
3. Выполнить рис. «Химический состав липидов»
4. Выполнить таблицу «Биополимеры»

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Биополимер | Состав (хим. элементы) | Состав (мономеры) | Где образуются  | Расщепляющие ферменты  | Продукты с высоким содержанием | Функции |
| Белки |  |  |  |  |  |  |
| Жиры  |  |  |  |  |  |  |
| Углеводы  |  |  |  |  |  |  |

**Практическое занятие №3**

**Тема «Биологически активные вещества»**

**Цель работы:** познакомиться с биологически активными добавками, их классификацией и эффективностью применения в технологии продуктов питания.

**Общие сведения о добавках.**

За последние десятилетия в технологии производства и ассортименте большинства однородных групп пищевых продуктов произошли значительные изменения, вызванные объективными и субъективными факторами. С одной стороны, произошел «качественный скачок» в материальной, технической и технологической сферах производства, как основного и вспомогательного сырья, так и самих продуктов питания, с другой стороны, потребительские предпочтения населения - категория динамичная, подверженная влиянию различных факторов (расширение ассортимента товаров). Обозначенные изменения сказались на традиционных, апробированных временем технологиях и привычных продуктах (хлеб, мучные кондитерские изделия, напитки и т.д.). В настоящеевремя производство большинства пищевых продуктов связано с внесением в рецептуру таких веществ, как пищевые добавки.

* современной литературе наряду с термином «пищевые добавки» встречается и другой - «биологически активные добавки» (БАД). Использование в питании современного человека последних связано с пониманием роли питания в здоровье человека, изменением условий и ритма жизни, новыми технологическими возможностями, экологическими проблемами и рядом других факторов. При этом понятия пищевая добавка и биологически активная добавка - не синонимы, а абсолютно разные по своему составу, свойствам, влиянию на организм человека соединения и вещества.

Применение БАД привело к появлению новых групп продуктов питания: функциональные продукты массового питания, продукты лечебно-профилактической направленности и т.д. Перечисленные группы продуктов,

отличаются от традиционных, новым составом и свойствами, принципиально новой технологией производства, а также иным подходом к оценке качества (в том числе безопасности) готовой продукции.

Биологически активные пищевые добавки в большинстве случаев относятся к классу естественных компонентов пищи и обладают выраженными физиологическими и фармакологическими влияниями наосновные регуляторные и метаболические процессы человеческого организма. Изучением фармакологических свойств пищи, роли биологически активных веществ и, в конечном итоге, созданием новых видов биологически активных добавок, занимается микронутриентология.

Пищевые добавки, в широком понимании этого термина, используются людьми в течение веков, а в некоторых случаях даже тысячелетий. К концу каменного века с развитием сельского хозяйства стали применяться первые пищевые добавки. Среди основных пищевых добавок была соль. Первое упоминание о соли как о добавке при приготовлении пищи относят к 1600 г до н.э. (Древний Египет). Соль широко использовали также римляне для консервирования свинины и рыбных продуктов.

Специи также очень давно используют в качестве пищевых добавок. Торговля специями уже во времена Римской империи и позднего средневековья была важным политическим фактором. Большое значение придавалось экзотическим специям - перцу, гвоздике, мускатному ореху, корице, имбирю для придания специфического вкуса и аромата пищевым продуктам.

Широкое использование пищевых добавок в современном понимании началось лишь в конце XIX века и быстро достигло максимального распространения в наши дни во всех странах мира.

Термин «пищевые добавки» в настоящее время не имеет единого толкования. В большинстве случаев под пищевыми добавками понимают группу веществ природного или искусственного происхождения, используемых для усовершенствования технологии, получения продуктов специализированного назначения. К пищевым добавкам, как правило, не относят соединения, повышающие пищевую ценность продуктов (витамины, микроэлементы, аминокислоты и т.д., эти соединения относятся к группе биологически активных веществ). Не являются пищевыми добавками и загрязняющие вещества, попадающие в продукты из окружающей среды.

* Российской Федерации под термином «пищевые добавки» понимают природные или искусственные вещества или их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в процессе их изготовления в целях придания им определенных свойств и/или сохранения качества пищевых продуктов.

К пищевым добавкам (Fооdаdditives), по одному из первых определений объединенного Кодексного комитета экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (ФАО - Всемирная продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН; ВОЗ - Всемирная организация здравоохранения), относят «непищевые вещества, добавляемые в продукты питания, как правило, в небольших количествах, для улучшения внешнего вида, вкусовых качеств, текстуры или для увеличения сроков хранения».

Существует также различие между пищевыми добавками и вспомогательными материалами, употребляемыми в ходе технологического процесса.



Рисунок 1 – Технологические добавки – улучшители.

Вспомогательные материалы - любые вещества или материалы, которые не являются пищевыми ингредиентами, но преднамеренно используются при переработке сырья и пищевой продукции с целью улучшения технологии; в готовых пищевых продуктах вспомогательные материалы или отсутствуют, или могут определяться их неудаляемые остатки.

* настоящее время можно выделить несколько причин широкого использования пищевых добавок производителями продуктов питания:

- современные условия торговли требуют перевозки продуктов питания, в том числе скоропортящихся и быстро черствеющих, на большие расстояния, что определило необходимость применения добавок, увеличивающих сроки сохранения их качества;

- быстро изменяющиеся индивидуальные представления современного потребителя о продуктах питания, включающие вкус и привлекательныйвнешний вид, невысокую стоимость, удобство использования; удовлетворение таких потребностей связано с использованием, например, ароматизаторов, красителей и т.п.;

- создание новых видов пищи, отвечающих современным требованиям науки о питании (низкокалорийные продукты, аналоги мясных, молочных и рыбных продуктов), что связано с использованием пищевых добавок, регулирующих консистенцию пищевых продуктов;

* совершенствование технологии получения традиционных и новых продуктов питания.

Из вышесказанного логически вытекают основные цели введения пищевых добавок:

* совершенствование технологии подготовки и переработки пищевого сырья, улучшения или облегчения технологического процесса, изготовления, фасовки, транспортировки и хранения продуктов питания;
* сохранение природных качеств пищевого продукта (увеличения стойкости продукта к различным видам порчи);
* улучшение и сохранение органолептических свойств пищевых продуктов и увеличение их стабильности при хранении.

Пищевые добавки, согласно российскому санитарному законодательству, не допускается использовать в тех случаях, когда необходимый эффект может быть достигнут технологическими методами - технически и экономически целесообразными. Использование пищевых добавок и вспомогательных средств не должно ухудшать органолептические свойства продуктов. Не разрешается также введение пищевых добавок, способных маскировать технологические дефекты, порчу исходного сырья и готового продукта или снижать его пищевую ценность (за исключением некоторых продуктов специального и диетического назначения).

**Оценка эффективности биологически активных добавок к пищи в России и за рубежом.**

* связи с новой концепцией здравоохранения в России, ориентированной в основном на сохранение здоровья здоровых людей, особое значение придается такому социально значимому продукту, как биологически активные добавки к пище (БАД).

Для удобства обсуждения проблемы оценки эффективности целесообразно разделить все БАД на две большие группы:

- витаминно-минеральные комплексы (ВМК); - парафармацевтики.

Для БАД, которые можно определить как ВМК, проблемы оценки эффективности нет, поскольку ВМК имеют хорошо стандартизуемый состав. Компоненты, которые входят в подобные препараты, идентифицируемы, имеют определенную химическую структуру и легко анализируются. ВМК – это препараты, являющиеся источником витаминов и минералов, которых не хватает в рационе современного человека, препараты, призванные искусственно восполнить дефициты рациона. До последнего времени считалось, что источником витаминов и минералов могут быть такие БАД, которые содержат в пересчете на суточный прием от 10 до 150% от рациональной нормы суточного потребления витамина или минерала. Эти нормативы могут пересматриваться, но суть дела не изменится –

эффективность ВМК всегда будет оцениваться на основе количества жизненно важных компонентов в привязке к рациональной норме суточного потребления.

Огромная сложность и действительно серьезная проблема, которая не решается должным образом ни в России, ни за рубежом – это оценка эффективности БАД, которые можно условно отнести к группе парафармацевтиков. Это БАД на основе натурального сырья, такого как лекарственные растения, любые растительные материалы, материалы животного происхождения, имеющие в своем составе биологически активные вещества, стандартизация которых затруднена или невозможна.

Тенденция развития рынка БАД в США характеризуется увеличением доли БАД растительного происхождения, при этом сокращается доля ВМК в общем объеме реализуемых БАД. Существенно возрастает роль врачей, которые назначают БАД для индивидуального приема. Эти данные почерпнуты из сообщений директора Управления по БАД в США и другой официальной информации.

Определение БАД в России и США незначительно отличаются друг от друга. В России биологически активные добавки к пище – это "композиции натуральных или идентичных натуральным биологически активных веществ, предназначенных для непосредственного приема с пищей или введения всостав пищевых продуктов с целью обогащения рациона отдельными пищевыми или биологически активными веществами и их комплексами". В США БАД определяются как «продукты (за исключением табачных изделий), предназначенные для восполнения диеты, содержащие один или более следующих пищевых компонентов: витамины, минеральные вещества, аминокислоты, компоненты растительного происхождения». БАД могут иметь в своем составе «концентраты, метаболиты, отдельные части и экстракты описанных выше компонентов». К БАД относятся "питательные вещества, предназначенные для восполнения диеты путем увеличения потребления компонентов пищи". В законодательстве оговорено также, что БАД «должны быть предназначены для приема внутрь в форме таблеток, порошков, желе или капсул, и не являться обычным пищевым продуктом или отдельным компонентом пищи». В России БАД относятся по законодательству к пищевым продуктам, то в БАД в США не являются пищевым продуктом, но и не являются лекарством.

Отличия процесса выведения на рынок БАД в России и в США: в России – это Государственная регистрация, которая должна подтвердить безвредность продукта и может указать на его эффективность, но чаще Государственная регистрация старается не указывать на эффективность БАД для того, чтобы попросту не сталкиваться с проблемами, возникающими при гарантии эффективности со стороны регистрирующих органов. Уход от проблемы подтверждения эффективности приводит к появлению врегистрационном удостоверении формулировок «общеукрепляющий эффект», либо других еще более обтекаемых формулировок.

* + США, в отличие от России, Государственной регистрации БАД нет. При выводе на рынок безвредность БАД гарантирует сам производитель, а не государственные структуры. О неблагоприятных явлениях, которые могут возникнуть при приеме БАД производитель не обязан сообщать Управлению по пище и лекарствам (Food&DrugAdministration, FDA). Доказательств эффективности для того, чтобы вывести БАД на рынок, США не требуется. Таким образом, на внутреннем рынке США БАД появляется по желанию производителя без каких-либо государственных разрешительных актов. Если же БАД является импортируемой продукцией, то правила могут быть другими. Несколько особое отношение к продукции, которая включает в себя новые пищевые ингредиенты. Это те ингредиенты, которые не применялись до 15 октября 1994 года, когда в США был разработан специальный законодательный акт по БАД. Если до этой даты в БАД присутствовали какие-то ингредиенты, то они не являются новыми, поэтому на основе этих ингредиентов можно выпускать любую новую продукцию. Если появляется новый пищевой ингредиент, то нужно за 75 дней до вывода на рынок нового продукта, содержащего новый пищевой ингредиент, проинформировать Food

DrugAdministrationосвоихпланах. Можно видеть, что законодательные условия оборота БАД в США исключительно либеральные. Однако это не означает, что то же самое надо уже сейчас вводить в России, учитывая то, что для наших производителей ни репутация, ни средства, вкладываемые в выпуск нового вида БАД, не являются предметом высокого риска. Наши производители не могут себе позволить потратить большие средства для вывода на рынок новой продукции. Раз производители не рискуют большими средствами, то и ответственность снижена. Следовательно, ответственность должна возлагаться все еще и на государственные структуры.

Что же касается эффективности БАД, то ситуация в нашей стране и за рубежом очень похожая. Ни в России, ни в США у производителя нет побудительных причин для выявления эффективности своей продукции. Кроме того, в России хоть и предполагается, что БАД должны обладать эффективностью, но эффективность плохо отражена в регистрационных документах, не регламентирована также оценка эффективности БАД.

* + США оценка эффективности БАД – это обычная оценка фармакологической эффективности в соответствии с фазами 1, 2 и 3 клинических исследований. Известно, что клинические исследования проводятся в несколько фаз. Каждая из них спроектирована для получения ответа на определенный вопрос, касающийся определенных свойств исследуемого препарата (метода терапии).

Суть фаз клинических исследований можно изложить следующим образом:

1-я фаза. Клиническая фармакология. Первые исследования на людях нового препарата (нового активного ингредиента). Обычно проводятся на небольшой группе здоровых добровольцев с целью установитьпредварительную оценку и "набросок" фармакодинамического /фармакокинетического профиля активного ингредиента у человека. 2-я фаза. Терапевтические (пилотные) исследования. Если препарат оказался безопасным и хорошо переносимым, исследование переходит в фазу 2.

Вторая фаза требует включения большего количества добровольцев, но с болезнью или состоянием, для которого активный ингредиент предназначен. Целью является показать активность и оценить краткосрочную безопасность активного ингредиента.

3-я фаза. Официальные клинические исследования. Если препарат оказался эффективным и безопасным во 2-й фазе, он исследуется в фазе 3. Сотни и тысячи пациентов включаются в эти исследования. Они проводятся сцелью дальнейшего изучения эффективности и безопасности исследуемого препарата и имеют задачи:

а) определить краткосрочный и долгосрочный баланс безопасность /эффективность для лекарственных форм активного ингредиента;

б) определить его общую и относительную терапевтическую ценность; в) выявить специфические характеристики препарата; г) исследовать профиль и разновидности наиболее часто

встречающихся побочных реакций. Обычно исследования имеют сравнительный результат по отношению к существующей стандартной терапии.

Приблизительно по такой схеме, традиционной для оценки эффективности лекарственных средств, в США производится оценка эффективности БАД. Из БАД уже исследованных таким образом при финансировании Конгрессом Соединенных Штатов можно назвать БАД, включающие следующие компоненты: зверобой, гинкго-билоба, карликовая пальма, хондроитин-сульфат в комбинации с глюкозамином, витамин Е в комбинации с селеном и некоторые другие витаминно-минеральные комплексы. Следует заметить, что в США не было ни единого случая подачи заявки на регистрацию БАД в качестве лекарственного средства после выявления клинической эффективности такого продукта. В России бытует другая точка зрения: если выявлено, что БАД обладает клинической эффективностью, надо регистрировать этот продукт как лекарство. Объективных причин для подобного ограничения свободы выбора быть не может.

* + США уже в течение нескольких лет действует хорошо организованная система оценки клинической эффективности БАД, имеющая законодательную поддержку и федеральное финансирование. Эта система позволяет получать и распространять объективную и достоверную информацию о терапевтическом потенциале БАД.
	+ России на официальном уровне, на уровне государственных структур система подтверждения клинической эффективности БАД не разработана. Однако пути к решению проблемы намечаются как на официальном, так и и на негосударственном уровне. Научно обоснованное решение этой проблемы в России позволит избежать тех проблем и ошибок, которые существуют в других странах.
	+ настоящий момент в России существует общественная инициатива, осуществляемая Консультативным центром по БАД к пище и другим нелекарственным оздоровительным продуктам Российской Академии естественных наук. Основные задачи Консультативного центра две:

- выявление эффективных БАД;

- распространение информации об эффективных продуктах. Эти две задачи – аналог двух основных задач Управления по БАД в США. Решение этих задач есть объективная реальность и необходимость.

**Контрольные вопросы**

1. Технологические добавки - это?
2. 2.Классификация добавок.

3.Оценка эффективности биологически активных добавок к пищи в России и за рубежом.

**Рекомендуемая литература**

1. Нечаев А.П. Технология пищевых производств [Текст]: учебник /под ред. А. П. Нечаева.– М. : Колос С, 2005. –768 с.
2. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок [Текст]: технические рекомендации / Л.А. Сарафанова – 6-е изд, испр. и. доп. –М.:

ГИОРД, 2005. – 200 с.

**Практическое занятие №4**

**Тема «Свойства и функции белков»**

**Цель работы:** Изучить физико-химические свойства белков.

**Краткие теоретические сведения**

**Молекула белка** — неразветвляющийся (линейный) полимер, минимальная структурная единица которого (мономер) представлена аминокислотой. Ами­нокислоты в молекуле белка соединены карбамидной (пептидной) связью.

Белок может включать несколько полипептидных цепей, соединение кото­рых между собой происходит за счет непептидных связей. В этом случае молекула имеет характер сополимера. Следовательно, белковая молекула — линейный полимер или сополимер, образованный из аминокислот, соединен­ных пептидной связью.

Итак, полипептидная цепь включает в себя соединенные пептидной связью аминокислоты У одной из аминокислот, занимающей крайнее положение в цепи, остается свободной аминогруппа (C-концевая аминокислота и соответ­ственно N-концевой полюс полипептида), у другой, находящейся на противо­положном конце, — свободный карбоксил (С-концевая аминокислота и соответ­ственно С-полюс полипептида)Аминокислотным остаткам в составе полипептида (белка), не имеющим свободного карбоксила, придано окончание «ил», те представленная пептид-ная цепочка именуется фенилаланил-аланил-аспарагинил-глутаминил-гис-тидин При изображении структурных формул пептидов или белков принято располагать слева N-концевую, справа С-концевую аминокислоту

**Первичная структура** — понятие, обозначающее последовательность амино­кислотных остатков в белке Пептидная связь — основной вид связи, опреде­ляющий первичную структуру Возможно и присутствие дисульфидных связей между двумя остатками цистеина в одной полипептидной цепи с образованием цистина Такая же связь (дисульфидный мостик) может возникать и между остатка­ми цистеина, принадлежащими разным полипептидным цепям в белковой молекуле, сополимерном образовании Изучение первичной структуры требует следующих операций 1) разделение сополи­меров-полипептидов путем разрыва дисуль-фидных связей; 2) разделение цепей и гидро­лиз до свободных аминокислот; 3) определе­ние аминокислотного состава; 4) определение последовательности аминокислот. Так, если молекула содер­жит только 10 видов аминокислот и каждый из них повторяется по 2 раза (всего 20 остат­ков), то число возможных вариантов белков равно 1020.

**Вторичная структура** характеризует форму

белковой цепи в пространстве. Эта форма изменяется в зависимости от набора амино­кислот и их последовательности в полипеп-тидной цепи. Различают два основных варианта вторичной структуры α-спираль и β- конфигурацию Форму α-спирали имеют многие белки. Представить ее можно как правильную спи­раль, образованную на поверхности цилинд­ра. Шаг спирали, т.е. расстояние между вит­ками, — 5,4 А виток образуется 3,6 аминокис­лотных остатка, т.е. 36 аминокислотных ос­татков образуют 10 витков спирали. Устойчивость спиралевидной конфигура­ции определяется многочисленными водоро­дными связями между СО- и NН-группами пептидных связей Конфигурация свойственна небольшо­му числу белков, в молекуле которых есть более одной полипептидной цепи. По форме эту структуру можно сравнивать с мехами гармошки (складчатая структура). В отличие от а-цепей здесь водородные связи обра­зуются между СО- и NН-группами пептид­ных связей двух полипептидных цепей, расположенных параллельно, но таким образом, что N-концевому полюсу одной цепи соответствует С-концевой полюс другой.

Электростатические и водородные взаимодействия участвуют в стабилизации вторичной структуры, однако в меньшей степени, чем водородные.

**Третичная структура** представляет собой более высокий порядок организа­ции белковой молекулы в пространстве. Возникает благодаря изгибам полипеп­тидной цепи (цепей) в участках, содержащих остатки пролина, дикарбоновых и диаминовых кислот. Представить эту конфигурацию можно как спираль,

образованную на цилиндре, ось которого периодически меняет направление, что приводит к образованию клубка.

Характер третичной организации устанавливают с помощью рентгенос-труктурного анализа. Наиболее полно изучена третичная структура гемогло­бина (рис.5).

В этой структуре гидрофильные (полярные) группы располагаются на поверхности молекул, гидрофобные — сближены между собой в ее внутренних областях. Они выполняют важную роль в поддержании третичной структуры, это важнейший вид взаимодействий. Наряду с гидрофобными в сохранении третичной структуры участвуют водородные и электростатические взаимо­действия.

Белки по форме клубка делят на две группы: близкие к шару (глобуле) — глобулярные, близкие к вытянутому эллипсу — фибриллярные (нитевидные).

**Четвертичная структура**. Многие белки образуются путем объединения одинаковых или неодинаковых молекул (субъединиц) в более сложное обра­зование — молекулу с четвертичным уровнем организации (четвертичной структурой). Субъединицы соединяются слабыми связями, которые легко диссоциируют под действием кислых и солевых растворов, мочевины, детер-

гентов с высвобождением субъединиц. Классический пример молекулы с четвертичной структурой — фермент лактатдегидрогеназа, который содержит четыре субъединицы (одинаковые или двух типов).

Интересен белок оболочки вируса табачной мозаики — он состоит из 2130 субъединиц (рис.6).Форма молекул характеризуется соотношением осей белковой молекулы, которая пространственно представляет собой эллипсоид вращения. Для боль­шей части

глобулярных белков это соотношение составляет от 2 до 30, для фибриллярных — больше 30.

4. Функции белков

**Каталитическая или ферментативная**. Все химические превращения в живом организме протекают при участии катализаторов. Биологические ката­лизаторы (ферменты) по химической природе белки, следовательно, катализи­руют в организме химические превращения, из которых складывается обмен веществ.

Транспортная функция. Белки транспортируют или переносят биологичес­ки значимые соединения в организме. В одних случаях транспортируемое соединение сорбируется белковой молекулой. Это защищает от разрушения и обеспечивает перенос с током крови (например, транспорт альбумином некото­рых гормонов, витаминов, лекарственных соединений). Этот вид транспорта называют пассивным. В других случаях пассивный транспорт сочетается с депонированием (запасанием) тех или иных соединений (например, трансфер-рин плазмы крови не только переносит железо, но и запасает (накапливает) его при избытке). С помощью мембранных белков переносятся соединения из зон с низкой концентрацией в зону с высокой. Это сопряжено с заметным потреб­лением энергии и называется активным транспортом (например, транспорт ионов натрия из цитоплазмы и калия в цитоплазму).

**Механохимическая функция** — способность некоторых белков изменять конформацию, уменьшать длинник молекулы, т.е. укорачивать или сокращать молекулы. Такие белки называют сократительными (некоторые мышечные белки). Название вытекает из того, что сократительные белки выполняют механическую работу за счет энергии химических связей.

**Структурная (пластическая**) функция выполняется белками — элементами клеточных мембран (эти белки могут обнаруживать каталитическую или транспортную активность), но главным образом фибриллярными белками. Последние в составе соединительных тканей обеспечивают их прочность и эластичность' кератин шерсти и волос, коллагены сухожилий, кожи, хрящей, стенок сосудов и связывающих тканей.

**Гормональная функция** (функция управления) реализуется гормонами пептидной или белковой природы. Они, влияя на продукцию или активность белков-ферментов, изменяют скорость катализируемых ими химических реак­ций, т.е. в конечном счете управляют обменными процессами.

**Защитная функция** белков реализуется антителами, интерферонами и фибриногеном.

Антитела — соединения белковой природы, синтез которых индуцируется в процессе иммунного ответа — реакции организма на проникновение во внутреннюю среду посторонних белков или других антигенных компонентов (например, высокомолекулярных углеводов). Антитела, соединяясь с антиге­ном, образуют нерастворимый комплекс, делая антиген безопасным для орга­низма.

Интерфероны — гликопротеины, синтезирующиеся клеткой после проник­новения в нее вируса. В отличие от антител интерфероны взаимодействуют не с антигеном, а вызывают образование внутриклеточных ферментов Они блокируют синтез вирусных белков, препятствуя копированию вирусной информации. Это приостанавливает размножение вируса.

Фибриноген — растворимый белок плазмы, который на последней стадии процесса свертывания крови трансформируется в фибрин — нерастворимый белок. Фибрин образует каркас тромба, ограничивающего кровопотерю

Плазмин — белок плазмы крови, катализирующий расщепление фибрина. Это обеспечивает восстановление проходимости сосуда, закупоренного фибриновым сгустком.

**Энергетическая функция**белков обеспечивается за счет части аминокислот, высвобождающихся при расщеплении белка в тканях В процессе окислитель­но-восстановительного распада аминокислоты высвобождают энергию и синте­зируют энергоноситель — АТФ. На долю белка приходится около 18% энерго­потребления у человека.

Молекула белка — линейный полимер, или сополимер, структурная единица которого — соединенные пептидными связями аминокислоты — характеризуется сложной пространственной организацией, включа­ющей три или четыре уровня Набор аминокислот и их последователь­ность лежат в основе многообразия и уникальности белковых молекул, в основе их физико-химических свойств. Они же определяют и множес­твенность функций, свойственных белкам в живом организме.

**Классификация белков**

Систематизировать белки по структурно-функциональным параметрам невозмож­но, так как первичные структуры известны лишь для части из них.

По составу белки можно разделить на простые и сложные, первые содержат в молекуле только аминокислоты, вторые — еще и другие структуры (добавоч­ные или простетические группы).

Простые белки по растворимости и пространственному строению разделя­ют на глобулярные и фибриллярные.

Глобулярные белки отличаются шарообразной формой молекулы (эллипсо­ид вращения), растворимы в воде и в разбавленных солевых растворах. Хорошая растворимость объясняется локализацией на поверхности глобулы заряженных аминокислотных остатков, окруженных гидратной оболочкой, что обеспечивает хороший контакт с растворителем. К этой группе относятся все ферменты и большинство других биологически активных белков, исключая структурные.

Среди глобулярных белков можно выделить'

1) альбумины — растворимы в воде в широком интервале рН (от 4 до 8,5), осаждаются 70-100%-ным раствором сульфата аммония;

2) полифункциональные глобулины с большей молекулярной массой, труд­нее растворимы в воде, растворимы в солевых растворах, часто содержат углеводную часть;

3) гистоны — низкомолекулярные белки с высоким содержанием в молекуле остатков аргинина и лизина, что обусловливает их основные свойства;

4) протамины отличаются еще более высоким содержанием аргинина (до 85%), как и гистоны, образуют устойчивые ассоциаты с нуклеиновыми кислотами, выступают как регуляторные и репрессорные белки — составная часть нуклеопротеинов;

5) проламины характеризуются высоким содержанием глутаминовой кисло­ты (30-45%) и пролина (до 15%), нерастворимы в воде, растворяются в 50-90%—яом этаноле;

6) глутелины содержат около 45% глутаминовой кислоты, как и проламины, чаще содержатся в белках злаков.

Фибриллярные белки характеризуются волокнистой структурой, практически не растворимы в воде и солевых растворах. Полипептидные цепи в молекулах расположены параллельно одна другой. Участвуют в образовании, структурных элементов соединительной ткани (коллагены, кератины, эластины).

Сложные белки (протеиды) содержат наряду с протеиногенными аминокис­лотами органический или неорганический компонент иной природы — простетическую группу. Она связана с полипептидной цепью ковалентно, гетеропо-лярно или координационно. Важнейшие представители: гликопротеины (нейтральные сахара, аминосахара, кислые производные моносахаридов), липопротеины (триацилглицериды, фосфолипиды и холестерол), металлопротеины (ион металла, связанный ионной или координационной связью), фосфопротеины (остатки фосфорной кислоты, свя­занные через остаток серина или треонина), нуклеопротеины (нуклеиновые кислоты), хромопротеины (окрашенный компонент — пигмент или хромоген).

Из множества сложных белков мы рассмотрим только нуклеопротеиды и важнейший хромопротеид — гемоглобин.

Нуклеопротеиды — соединения, молекула которых состоит из простого белка и нуклеиновой кислоты: дезоксирибонуклеиновой (ДНК) или рибонуклеиновой (РНК).

ДНК — неразветвленный полимер, образованный из связанных между собой нуклеотидов, содержащих дезоксирибозу. Нуклеотид включает одно из четы­рех азотистых оснований (аденин (А), тимин (Т), гуанин (Г) или цитозин (Ц), остаток рибозы и фосфорной кислоты (Р). Нуклеотиды в полимере соединены между собой через остаток фосфорной кислоты, образующей эфирную связь с С-3 в остатке рибозы предшествующего нуклеотида .

Для ДНК всех видов клеток характерно равенство между количеством остатков аденина и тимина (А = Т), гуанина и цитозина (Г = Ц) — правил Чаргаффа, т.е. число пуриновых оснований равно числу пиримидиновыз Отношение А + Т к Г + Ц варьирует у разных видов в широких пределах -от 0,35 до 2,70.

Относительно друг друга цепи расположены так, что пуриновому основанию в одной из них соответствует пиримидиновое основание в другой. Эти основания комплементарны друг к другу, т.е. пространственновзаимодополняют одна другую.

В молекуле основания связаны водородными мостиками' двумя между А и Т и тремя — между Ц и Г .

ДНК ядра животных клеток представляет собой не одну молекулу, а состоит из многих, распределенных по разным (у человека по 46) хромосомам. Как уже сказано, по первичной структуре, т.е. набору нуклеотидов, во всех клетках организма ДНК совершенно одинакова, в том числе и в специализированных клетках, но отличается по характеру белкового компонента.

РНК в отличие от ДНК, которая находится преимущественно в ядре, содержится в основном в цитоплазме, главным образом в рибосомах (это определяет их название), в небольшом количестве — в ядрах, главным образом

— ядрышках.

Сходна по первичной структуре с ДНК, отличаясь следующим:

1) вместо дезоксирибозы содержит рибозу;

2) вместо тимина — урацил (тимин присутствует в очень малых количествах).

Как и ДНК, РНК — это полимерная цепь, построенная по аналогичному Принципу, не обладает строгой упорядоченностью вторичной структуры (спи-рализованные участки менее протяженны, чем в ДНК, местами образует петли, на протяжении которых азотистые основания связаны водородными мостиками по принципу комп-лементарности в пределах одной цепи (рис.13).

В отличие от ДНК рибонуклеиновые кислоты разнообразны. Наиболее тяжелые происходят из рибосом — рибосомные РНК. Внутри растворимой клеточной фракции содержится растворимая РНК или транспортная (фун­кциональное название). Третья разновидность — информационные РНК.

Рибосомные РНК (р-РНК) связаны с белками рибосомы, представленными десятками разновидностей в пределах одной и той же рибосомы.

Гемоглобин (НЬ) — важ­нейший хромопротеид, обла­дающий уникальной функцией

— перенос кислорода и угле­кислоты.

Белковый компонент НЬ — глобин, небелковый — гем. Структура НЬ неодинакова у разных видов и может иметь варианты у одного вида или одной особи. Отличия касают­ся белковой части — последо­вательности аминокислот. Структура гема идентична у всех позвоночных.

Молекула глобина содержит четыре полипептидные цепи, которые удерживаются вмес­те нековалентными связями. Гемоглобин А — основной ге­моглобин взрослого человека— состоит из двух видов поли-пептидных цепей — а и р. О разновидностям гемогло­бина, связанных с вариантами структуры глобина, мы будем говорить ниже.

Последовательности амино­кислот в НЬА (вообще в гемог­лобине 20 видов животных) расшифрованы полностью

Гем — молекула, построенная из четырех гетероциклов, содержащих азот — пиррольных колец.

Остатки пиррола соединены в молекуле гема по а-углеродным атомам метиновыми мостиками (-СН=), [3-углеродные атомы замещены в пиррольных кольцах метильными группами (4), винильными {2) и остатками пропионовой кислоты (2).

С атомами азота пиррольных колец в геме связан ион двувалентного железа. Кроме того, железо взаимодействует с атомом азота в остатках гистидина (Гис 87 а-субъединицы, Гис 92 [3-субъединицы). С белковой час­тью молекулы гем связан еще и электростатическим взаимодействием через пропиониловые остатки. Со стороны белка в этих связях участвуют остатки основных аминокислот (лизин, аргинин).

Белки являются высокомолекулярными соединениями, таккак в их состав входят сотни и тысячи атомов. Например, чистыйβ-лактоглобулин имеет следующий элементарный состав: С1864Н3012О576N418S21. Все белки в зависимости от их строения делятся на две группы: фибрилярные и глобулярные.

Фибриллярныебелки имеют форму тончайших нитей. Они входят в состав мышц(миозин), сухожилий (коллаген, эластин), кожи, шерсти и т. д.Большинство из них не растворимы в воде.

Глобулярные белкиимеют округлую форму. К ним относятся альбумины, глобулины,гемоглобин и др. Они растворяются в воде и солевых растворах.

Белки состоят из аминокислот и поэтому обладают амфотерными свойствами. При растворении белков в воде ион водорода,появляющийся в результате диссоциации карбоксильной группы,присоединяется к аминогруппе. Поэтому белковые молекулы несут как положительные, так и отрицательные заряды.

*Величиназаряда определяется количеством ионогенных групп. При определенном значении рН суммарный электрический заряд молекулы белка становится равным нулю. Такое значение рН называется изоэлектрической точкой (рJ). В изоэлектрической точкерастворы белков имеют минимальную устойчивость, посколькуони лишены основного стабилизирующего фактора – заряда ипоэтому легко выпадают в осадок. Определить изоэлектрическуюточку белка можно, определив рН, при котором раствор белкаимеет наибольшее помутнение. У большинства белков изоэлектрическая точка лежит в слабокислой среде.*

Растворение белка объясняется его гидратацией, т. е. образованием водной оболочки из ориентированных молекул воды. Приэтом образуются коллоидные растворы. Такие растворы являютсянеустойчивыми. При добавлении к ним каких-нибудь водоотнимающих веществ (концентрированных растворов солей, спиртаи т. д.) гидратация уменьшается, следовательно, уменьшается ирастворимость белка. Белок выпадает в осадок. Процесс выпадения белка в осадок под действием водоотнимающих средств называется высаливанием.

Привысаливании происходит дегидратация белковых молекул. На процесс высаливания влияет ряд факторов: гидрофильность белка, заряд катиона и аниона соли и т. д. Поэтому различные белки высаливаются при различной концентрации одних итех же солей. Этим пользуются для разделения белков на различные фракции. Так, глобулины, имеющие относительную массубольше, чем альбумины, осаждаются полунасыщенным раствором сульфата аммония (NH4)2SO4, а альбумины – его насыщенным раствором. Осаждение белков различными солями зависитот их дегидратирующей способности, в частности хлорид натрияосаждает белки слабее, чем сульфат аммония. Высаливание белков является обратимым процессом, т. е. при высаливании способность белков к растворению не теряется. При прибавлениидостаточного количества воды белок снова может раствориться.

Денатурация белка, в отличие от высаливания, является необратимым процессом. При денатурации происходит разрушениетретичной и частично вторичной структуры белковой молекулы врезультате разрыва водородных связей. При денатурации в той илииной мере происходит изменение формы и размеров молекулы,изменение реактивности некоторых химических групп, уменьшение растворимости, уменьшение или полная потеря специфической биологической активности, изменение удельной оптическойактивности. При денатурации изменяется строение поверхностного слоя белковых частиц, в результате чего на поверхность выходят гидрофобные (не растворимые в воде) группы. Денатурацию вызывают различные физические (нагревание,действие ультрафиолетовых лучей и т. д.) и химические (соли тяжелых металлов, минеральные и органические кислоты и т. д.) факторы. Соли тяжелых металлов (свинца, меди, серебра, ртути и др.) вызывают денатурацию белков даже в очень малых концентрациях.Взаимодействуя с белками, ионы тяжелых металлов адсорбируютсяна них, образуя соединения, растворимые в избытке солей (за исключением солей AgNO3, HgCl2), но не растворимые в воде.

Концентрированные минеральные кислоты тоже вызываютденатурацию белковых молекул. Происходит образование комплексных солей белка с кислотами (за исключением фосфорнойкислоты). В избытке всех минеральных кислот (исключая азотную) выпавший осадок белка растворяется.

Денатурированные частицы белка способны к агрегации ивыпадению в осадок, но коагуляция является вторичным процессом по отношению к денатурации, поэтому денатурация белка невсегда сопровождается выпадением осадка. Так, если проводитьнагревание сильно подкисленных или подщелоченных растворовбелка, то осадка не образуется. Это объясняется тем, что на молекулах белка появляются одноименные заряды (+ или –), которыепрепятствуют объединению частиц в агрегаты. Заряд на поверхности белковых молекул является одним из основных стабилизирующих факторов Для количественного осаждения белка необходимо устранитьдва фактора стабилизации коллоидных частиц: разрушить их защитную водную оболочку и снять электрический заряд. Для этого белок денатурируют нагреванием в изоэлектрической точке.

**Контрольные вопросы**

1. От чего зависит растворимость белка? Какие факторы стабилизируют белки в растворе?
2. Каковы общие принципы осаждения белка из раствора?
3. Каким способом можно осадить белки из раствора, не вызывая их денатурации?
4. Как отделить глобулины от альбуминов в растворе яичного белка?
5. Что такое изоэлектрическая точка белка и изоэлектрическое состояние белка?
6. Какие вещества вызывают денатурацию?
7. Какие функции выполняют белки?

**Практическое занятие №5**

**Тема «Свойства и функции макроэлементов»**

**Цель:** Изучить свойства и функции макроэлементов в организме.

**Краткие теоретические сведения**

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.

Роль минеральных веществ в организме человека чрезвычайно разнообразна, несмотря на то, что они не являются обязательным компонентом питания. Минеральные вещества содержатся в протоплазме и биологических жидкостях, 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. Микроэлементы условно делят на две группы: абсолютно или жизненно необходимые (кобальт, железо, медь, цинк, марганец, иод, бром, фтор) и так называемые вероятно необходимые (алюминий, стронций, молибден, селен, никель, ванадий и некоторые другие). Микроэлементы называют жизненно необходимыми, если при их отсутствии или недостатке нарушается нормальная жизнедеятельность организма.

**Макроэлементы, их характеристика**

**Кальций.**Это основной структурный компонент костей и зубов; **входит в состав ядер клеток, клеточных и тканевых жидкостей, необходим для свертывания крови. Кальций образует соединения с белками, фосфолипидами, органическими кислотами; участвует в регуляции проницаемости клеточных мембран, в процессах передачи нервных импульсов, в молекулярном механизме мышечных сокращений, контролирует активность ряда ферментов. Таким образом, кальций** выполняет не только пластические функции, но и влияет на многие биохимические и физиологические процессы в организме.

Кальций относится к трудноусвояемым элементам. Поступающие в организм человека с пищей соединения кальция практически не растворимы в воде. **Щелочная среда тонкого кишечника способствует образованию трудноусвояемых соединений кальция, и лишь воздействие желчных кислот обеспечивает его всасывание.**

Ассимиляция кальция тканями зависит не только от содержания его в продуктах, но и от соотношения его с другими компонентами пищи и, в первую очередь, с жирами, магнием, фосфором, белками. **При избытке жиров возникает конкуренция за желчные кислоты и значительная часть кальция выводится из организма через толстый кишечник. На всасывание кальция отрицательно сказывается избыток магния; рекомендуемое соотношение этих элементов составляет 1 : 0,5. Если количество фосфора превышает уровень кальция в пище более чем в 2 раза, то образуются растворимые соли, которые извлекаются кровью из костной ткани. Кальций поступает в стенки кровеносных сосудов, что обуславливает их ломкость, а также в ткани почек, что может способствовать возникновению почечно-каменнойболезни.Для взрослых рекомендовано соотношение кальция и фосфора в пище 1:1,5. Трудность соблюдения такого соотношения обусловлена тем, что большинство широко потребляемых продуктов значительно богаче фосфором, чем кальцием. Отрицательное влияние на усвоение кальция оказывает фитин и щавелевая кислота, содержащиеся в ряде растительных продуктов. Эти соединения образуют с кальцием нерастворимые соли.**

Суточная потребность в кальции взрослого человека составляет 800 мг, а у детей и подростков - 1000 мг и более.

При недостаточном потреблении кальция или при нарушении всасывания его в организме (при недостатке витамина D) развивается состояние кальциевого дефицита. Наблюдается повышенное выведение его из костей и зубов. У взрослых развивается остеопороз - деминерализация костной ткани, у детей нарушается становление скелета, развивается рахит.

Лучшими источниками кальция являются молоко и молочные продукты, различные сыры и творог (100-1000 мг/100 г продукта), зеленый лук, петрушка, фасоль. Значительно меньше кальция содержится в яйцах, мясе, рыбе, овощах, фруктах, ягодах (20-40 мг/100 г продукта).

**Магний.** Этот элемент необходим для активности ряда ключевых ферментов**, обеспечивающих метаболизм организма. Магний участвует в поддержании нормальной функции нервной системы и мышцы сердца; оказывает сосудорасширяющее действие; стимулирует желчеотделение; повышает двигательную активность кишечника, что способствует выведению шлаков из организма (в том числе холестерина).**

Усвоению магния мешают наличие фитина и избыток жиров и кальция в пище. Ежедневная потребность в магнии точно не определена; считают, однако, что доза 200-300 мг/сут предотвращает проявление недостаточности (предполагается, что всасывается около 30% магния).

При недостатке магния нарушается усвоение пищи, задерживается рост, в стенках сосудов откладывается кальций, развивается ряд других патологических явлений. У человека недостаток ионов магния, обусловленный характером питания, крайне маловероятен. Однако большие потери этого элемента могут происходить при диарее; последствия их сказываются, если в организм вводятся жидкости, не содержащие магний. Когда концентрация магния в сыворотке снижается примерно до 0,1 ммоль/л, может возникать синдром, напоминающий белую горячку: у человека наступает полукоматозное состояние, наблюдается мышечная дрожь, спазмы мышц в области запястья и стопы, повышение нервно-мышечной возбудимости в ответ на звуковые, механические и зрительные раздражители. Введение магния вызывает быстрое улучшение состояния.

Магнием богаты в основном растительные продукты. Большое количество его содержат пшеничные отруби, различные крупы (40 - 200 мг/100 г продукта), бобовые, урюк, курага, чернослив. Мало магния в молочных продуктах, мясе, рыбе, макаронных изделиях, большинстве овощей и фруктов (20 - 40 мг/100 г).

**Калий**. Около 90% калия находится внутри клеток. Он вместе с другими солями обеспечивает осмотическое давление; участвует в передаче нервных импульсов; **регуляции водно-солевого обмена; способствует выведению воды, а, следовательно, и шлаков из организма; поддерживает кислотно-щелочное равновесие внутренней среды организма;**участвует в регуляции деятельности сердца и других органов; необходим для функционирования ряда ферментов.

Калий хорошо всасывается из кишечника, а его избыток быстро удаляется из организма с мочой. Суточная потребность в калии взрослого человека составляет 2000-4000 мг. Она увеличивается при обильном потоотделении, при употреблении мочегонных средств, заболеваниях сердца и печени. Калий не является дефицитным нутриентом в питании, и при разнообразном питании недостаточность калия не возникает. Дефицит калия в организме появляется при нарушении функции нервно-мышечной и сердечно-сосудистой систем, сонливости, снижении артериального давления, нарушении ритма сердечной деятельности. В таких случаях назначается калиевая диета.

Большая часть калия поступает в организм с растительными продуктами. Богатыми источниками его являются урюк, чернослив, изюм, шпинат, морская капуста, фасоль, горох, картофель, другие овощи и плоды (100 - 600 мг/100 г продукта). Меньше калия содержится в сметане, рисе, хлебе из муки высшего сорта (100 - 200 мг/100 г).

**Натрий.** Натрий содержится во всех тканях и биологических жидкостях организма. Он участвует в поддержании осмотического давления в тканевых жидкостях и крови; **в передаче нервных импульсов; регуляции кислотно-щелочного равновесия, водно-солевого обмена; повышает активность пищеварительных ферментов.**

Метаболизм натрия всесторонне изучен благодаря его физиологическим свойствам и важности для организма. Этот нутриент легко всасывается из кишечника. Ионы натрия вызывают набухание коллоидов тканей, что обуславливает задержку воды в организме и противодействует ее выделению. Общее количество натрия во внеклеточной жидкости, таким образом, определяет объем этих жидкостей. Возрастание концентрации натрия в плазме приводит к ощущению жажды. В жарком климате и при тяжелой физической работе происходит существенная потеря натрия с потом и необходимо введение в организм соли для восполнения утраченного количества.

В основном ионы натрия поступают в организм за счет поваренной соли - NaCl. **При избыточном потреблении хлористого натрия ухудшается удаление растворимых в воде конечных продуктов обмена веществ через почки, кожу и другие выделительные органы. Задержка воды в организме осложняет деятельность сердечно-сосудистой системы, способствует повышению кровяного давления**. Поэтому потребление соли при соответствующих заболеваниях в пищевом рационе ограничивают. Вместе с тем при работе в горячих цехах или жарком климате увеличивают количество натрия (в виде поваренной соли), вводимого извне, чтобы компенсировать его потерю с потом и уменьшить потоотделение, отягощающее функцию сердца.

Натрий естественно присутствует во всех пищевых продуктах. Способ получения пищевых продуктов в значительной мере определяет конечное содержание в нем натрия. Например, замороженный зеленый горошек содержит гораздо больше натрия, чем свежий. Свежие овощи и фрукты содержат его от менее чем 10 мг/кг до 1 г/кг, в отличие от круп и сыра, которые могут содержать натрий в количестве 10 - 20 г/кг.

Оценка среднесуточного поступления натрия с пищей затруднена, поскольку его концентрация в пище широко варьируется и, кроме того, люди привыкли подсаливать пищу. Взрослый человек ежедневно потребляет до 15 г поваренной соли и столько же выделяет ее из организма. Это количество значительно превышает физиологически необходимое **и определяется, прежде всего, вкусовыми качествами хлористого натрия, привычкой к соленой пище.** Содержание поваренной соли в пище человека можно без ущерба для здоровья снизить до 5 г в сутки. На выделение хлористого натрия из организма, а, следовательно, и на потребность в нем, влияет количество солей калия, получаемое организмом. Растительная пища, особенно картофель, богата калием и усиливает выделение с мочой хлористого натрия, а, следовательно, и повышает потребность в нем.

**Фосфор.** Фосфор входит в состав всех тканей организма, особенно мышц и мозга. Этот элемент принимает участие во всех процессах жизнедеятельности организма**: синтезе и расщеплении веществ в клетках; регуляции обмена веществ; входит в состав нуклеиновых кислот и ряда ферментов; необходим для образования АТФ.**

В тканях организма и пищевых продуктах фосфор содержится в виде фосфорной кислоты и ее органических соединений (фосфатов). Основная его масса находится в костной ткани в виде фосфорнокислого кальция, остальной фосфор входит в состав мягких тканей и жидкостей. В мышцах происходит наиболее интенсивный обмен соединений фосфора. Фосфорная кислота участвует в построении молекул многих ферментов, нуклеиновых кислот и т. д.

При длительном дефиците фосфора в питании организм использует собственный фосфор из костной ткани. Это приводит к деминерализации костей и нарушению их структуры - разрежению. **При обеднении организма фосфором снижается умственная и физическая работоспособность, отмечается потеря аппетита, апатия.**

Суточная потребность в фосфоре для взрослых составляет 1200 мг. Она возрастает при больших физических или умственных нагрузках, при некоторых заболеваниях.

Большое количество фосфора содержится в продуктах животного происхождения, особенно в печени, икре, а также в зерновых и бобовых. Его содержание в этих продуктах составляет от 100 до 500 мг в 100 г продукта. Богатым источником фосфора являются крупы (овсяная, перловая), в них содержится 300-350 мг фосфора/100 г. Однако из растительных продуктов соединения фосфора усваиваются хуже, чем при потреблении пищи животного происхождения.

**Сера.** Значение этого элемента в питании определяется, в первую очередь, тем, что он входит в состав белков в виде серосодержащих аминокислот **(метионина и цистина),** а также является составной частью некоторых гормонов и витаминов.

**Как компонент серосодержащих аминокислот сера участвует в процессах белкового обмена, причем потребность в ней резко возрастает в период беременности и роста организма, сопровождающихся активным включением белков в образующиеся ткани, а также при воспалительных процессах.**Серосодержащие аминокислоты, особенно в сочетании с витаминами С и Е, оказывают выраженное антиоксидантное действие. Наряду с цинком и кремнием сера определяет функциональное состояние волос и кожи.

Содержание серы обычно пропорционально содержанию белков в пищевых продуктах, поэтому ее больше в животных продуктах, чем в растительных. Потребность в сере (400 - 600 мг в сутки) удовлетворяется обычным суточным рационом.

**Хлор.** Этот элемент участвует в образовании желудочного сока, формировании плазмы, активирует ряд ферментов. Этот нутриент легко всасывается из кишечника в кровь. Интересна способность хлора отлагаться в коже, задерживаться в организме при избыточном поступлении, выделяться с потом в значительных количествах. Выделение хлора из организма происходит главным образом с мочой (90%) и потом.

Нарушения в обмене хлора ведут к развитию отеков, недостаточной секреции желудочного сока и др. Резкое уменьшение содержания хлора в организме может привести к тяжелому состоянию, вплоть до смертельного исхода. Повышение его концентрации в крови наступает при обезвоживании организма, а также при нарушении выделительной функции почек.

Суточная потребность в хлоре составляет примерно 5000 мг. Хлор поступает в организм человека в основном в виде хлористого натрия при добавлении его в пищу.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое макроэлементы?
2. По какому принципу минеральные вещества делят на макро- и микроэлементы?
3. Заполните таблицу

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название макроэлемента | Свойства и характеристика | Работа в организме человека |

**Практическое занятие №6**

**Тема «Свойства и функции микроэлементов»**

**Цель:** Изучить свойства и функции микроэлементов в организме.

**Краткие теоретические сведения**

**Микроэлементы**

Это группа химических элементов, находящихся в органах человека или животного в незначительных количествах.

Суточная потребность в них выражается в миллиграммах или частицах миллиграмма. Они имеют высокую биологическую активность и необходимы для жизни организма. К таким элементам относятся, железо, медь, кобальт, никель, йод, марганец, фтор, цинк, хром.

Недостаток этих веществ в продуктах может привести к структурным и функциональным изменениям в организме, а их излишек носит токсическое действие.

**Железо.** Этот элемент необходим для биосинтеза соединений, обеспечивающих дыхание, кроветворение; он участвует в иммунобиологических и окислительно-восстановительных реакциях; входит в состав цитоплазмы, клеточных ядер и ряда ферментов.

Ассимиляции железа препятствует щавелевая кислота и фитин. Для усвоения этого нутриента необходим витамин В12. **Усвоению железа способствует также аскорбиновая кислота, поскольку железо всасывается в виде двухвалентного иона.**

**Недостаток железа в организме может привести к развитию анемии, нарушаются газообмен, клеточное дыхание, то есть фундаментальные процессы обеспечивающие жизнь.Развитию железодефицитных состояний способствуют: недостаточное поступление в организм железа в усвояемой форме, понижение секреторной активности желудка, дефицит витаминов (особенно В12, фолиевой и аскорбиновой кислот) и ряд заболеваний, вызывающих кровопотери.**

Потребность взрослого человека в железе (14 мг/сут) с избытком удовлетворяется обычным рационом. **Однако при использовании в пище хлеба из муки тонкого помола, содержащего мало железа, у городских жителей весьма часто наблюдается дефицит железа. При этом следует учесть, что зерновые продукты, богатые фосфатами и фитином, образуют с железом труднорастворимые соединения и снижают его ассимиляцию организмом.**

Железо - широко распространенный элемент. Он содержится в субпродуктах, мясе, яйцах, фасоли, овощах, ягодах. Однако в легкоусвояемой форме железо содержится только в мясных продуктах, печени (до 2000 мг/100 г продукта), яичном желтке.

**Медь**. Медь является необходимым элементом в метаболизме человека, играя роль в образовании эритроцитов, высвобождении тканевого железа и развитии скелета, центральной нервной системы и соединительной ткани.

Поскольку медь широко распространена в пищевых продуктах, маловероятно, чтобы у людей, за исключением, возможно, грудных детей, получающих исключительно молочный рацион, когда-либо развилась форма недостаточности питания, связанная с медью.

**Потребление избыточно больших доз меди человеком ведет к раздражению и разъеданию слизистых, распространенному поражению капилляров, поражению печени и почек, раздражению центральной нервной системы.** Суточная потребность в этом элементе составляет около 2 мг. Источниками меди являются такие пищевые продукты, как печень, яичный желток, зеленые овощи.

**Йод.** Иод является необходимым элементом, участвующим в образовании гормона тироксина. При недостаточности иода развивается зобная болезнь - заболевание щитовидной железы.

Потребность в йоде колеблется в пределах 100-150 мкг в день. **Содержание йода в пищевых продуктах обычно невелико (4-15 мкг%).** Наиболее богаты йодом продукты моря. Так, в морской рыбе его содержится около 50 мкг/100 г, в печени трески до 800, в морской капусте в зависимости от вида и сроков сбора - от 50 мкг до 70 000 мкг/100 г продукта. **Но надо учесть, что при длительном хранении и тепловой обработке пищи значительная часть йода (от 20 до 60%) теряется.**

**Содержание йода в наземных растительных и животных продуктах сильно зависит от его количества в почве. В районах, где йода в почве мало, содержание его в пищевых продуктах может быть в 10 - 100 раз меньше среднего. Поэтому в этих районах** для предупреждения зобной болезни добавляют в поваренную соль небольшое количество иодата калия (25 мг на 1 кг соли). **Срок хранения такой йодированной соли — не более 6 месяцев, так как при хранении соли йод постепенно улетучивается.**

**Фтор.** При недостатке этого элемента развивается кариес зубов (разрушение зубной эмали). Избыток фтора также оказывает негативное влияние на организм, поскольку соли фтора, накапливаясь в костях, вызывают изменение цвета и формы зубов, остеохондроз, **а вслед за этим огрубление суставов и их неподвижность, костные наросты. Разница между полезной и вредной дозами фтора так мала, что многие исследователи выступают против фторирования воды.**

Фтор, потребляемый с водой, почти полностью всасывается, содержащийся в пище фтор всасывается в меньшей степени. Поглощенный фтор равномерно распределяется по всему организму. Он удерживается, главным образом, в скелете, и небольшое его количество отлагается в зубной ткани. **В высоких дозах фтор может вызывать нарушение углеводного, липидного, белкового обмена, а также метаболизма витаминов, ферментов и минеральных солей.**

В различных странах были проведены оценки суточного поступления фтора с пищей; для взрослых эта величина варьируется от 0,2 до 3,1 мг, для детей возрастной группы от 1 до 3 лет поступление фтора было оценено на уровне 0,5 мг/сут.

Практически все пищевые продукты содержат хотя бы микроколичества этого элемента. Все виды растительности содержат некоторое количество фтора, которое они получают из почвы и воды. В отдельных продуктах, в частности, в рыбе, некоторых овощах и чае обнаруживаются высокие уровни содержания фтора. **Применение фторированной воды на предприятиях пищевой промышленности может нередко удваивать уровень содержания фтора в готовых продуктах.**

Для профилактики и лечения кариеса зубов используют различные зубные пасты, порошки, эликсиры, жевательные резинки и т.п., которые содержат добавляемый к ним фтор, главным образом в неорганической форме. Эти соединения обычно вносятся в средства для чистки зубов, как правило, в концентрациях около 1 г/кг.

**Хром**. Этот элемент, по-видимому, необходим для глюкозного и липидного обмена и для утилизации аминокислот некоторыми системами. **Он также имеет важное значение для профилактики легких форм диабета и атеросклероза у человека.**

Хром всасывается как из желудочно-кишечного тракта, так и из дыхательных путей. Поглощаемое количество его неодинаково для каждой из этих систем и зависит от формы хрома. Трехвалентный хром является эссенциальной формой элемента для человека, шестивалентный хром - токсичен. Хром распределяется по тканям человеческого организма в неодинаковых, но обычно низких концентрациях. Уровни содержания хрома во всех тканях, помимо легких, снижаются с возрастом. Наибольшие количества хрома у человека накапливаются в коже, мышцах и жировой ткани. Гомеостатические механизмы, включая механизмы транспорта в печени и кишечнике, препятствуют избыточному накоплению трехвалентного хрома. Хром медленно выводится из организма, главным образом с мочой.

Сегодня принято считать нормой потребления около 150 мг хрома в сутки. **Особенно он полезен пожилым людям, организм которых плохо усваивает углеводы, а хром усиливает процессы обмена именно этих соединений. Неорганический хром усваивается плохо, гораздо легче - в органических соединениях, т. е. в той форме, в которой он находится в живых организмах.**

Продукты питания значительно варьируются по уровням содержания хрома, которые лежат в диапазоне от 20 до 550 мкг/кг. Богатыми источниками хрома являются пивные дрожжи, печень (10-80 мкг/100 г). В меньших количествах этот элемент содержится в картофеле с кожурой, говядине, свежих овощах, хлебе из муки грубого помола, сыре.

**Марганец.** Марганец необходим как кофактор в ряде ферментных систем; **он играет роль в правильном функционировании флавопротеинов, в синтезе сульфированных мукополисахаридов, холестерина, гемоглобина и во многих других процессах метаболизма**. Из поступившего внутрь марганца всасывается лишь около 3%.

**Всасывание марганца тесно связано с усвоением железа.** Потребность в марганце составляет 0,2 -0,3 мг на 1 кг веса человека в день. Больше всего марганца содержится в клюкве и чае, немного меньше в каштанах, какао, овощах, фруктах (100-200 мкг/100 г).

**Никель. Никель признан незаменимым микроэлементом относительно недавно.** В настоящее время установлена его роль в качестве кофермента в процессах метаболизма железа. При этом увеличение поступления в организм железа сопровождается увеличением потребности в пищевом никеле. Кроме того, никель способствует усвоению меди - еще одного незаменимого для кроветворения элемента. **Важность пищевого или выделенного из натуральных продуктов никеля подчеркивается тем, что синтетические соединения данного элемента относятся к канцерогенным веществам.**

Никель присутствует в большинстве пищевых продуктов, однако в концентрациях ниже (и часто намного ниже) 1 мг/кг. Поступление никеля с пищей, по имеющимся данным, варьируется от менее чем 200 до 900 мкг/сут. С обычной диетой поступает около 400 мкг/сут. Было показано, что в винах и в пиве содержание никеля равно, соответственно, 100 и 50 мкг/л.

**Цинк.** Данный микроэлемент в качестве кофермента участвует в широком спектре реакций биосинтеза белка (более 70) и метаболизма нуклеиновых кислот (включая процессы репликации ДНК и транскрипции), обеспечивающих, в первую очередь, рост и половое созревание организма. При этом цинк, наряду с марганцем, является специфическим микроэлементом, влияющим на состояние половой функции, а именно на активность некоторых половых гормонов, сперматогенез, развитие мужских половых желез и вторичных половых признаков. Кроме того, в последнее время рассматривается роль цинка в предотвращении гипертрофических процессов в предстательной железе.

Цинк вместе с серой участвует в процессах роста и обновления кожи и волос. **Наряду с марганцем и медью цинк в значительной степени обеспечивает восприятие вкусовых и обонятельных ощущений.**Цинк в качестве незаменимого компонента входит в состав молекулы инсулина, причем уровень его оказывается сниженным у больных сахарным диабетом. Очень важно, что данный микроэлемент является коферментом алкоголь-дегидрогеназы, обеспечивающей метаболизм этилового спирта. При этом уровень всасываемости цинка при хроническом алкоголизме резко снижен. Так называемая «куриная слепота» (т. е. нарушение ночного видения) может развиваться не только в отсутствии витамина А, но и цинка. Цинк вместе с витамином В6 обеспечивает метаболизм ненасыщенных жирных кислот и синтез простагландинов.

Цинк очень важен для процессов пищеварения и усвоения питательных веществ. Так, цинк обеспечивает синтез важнейших пищеварительных ферментов в поджелудочной железе, а также участвует в образовании хиломикронов — транспортных частиц, в составе которых пищевые жиры могут всасываться в кровь. Цинк наряду с витаминами группы В является важным регулятором функций нервной системы. В условиях дефицита цинка могут возникать эмоциональные расстройства, эмоциональная неустойчивость, раздражительность, а в очень тяжелых случаях - нарушения функций мозжечка. Наконец, все больше данных накапливается в пользу участия цинка в процессах созревания лимфоцитов и реакциях клеточного иммунитета.

Суточная потребность в цинке 8000-22000 мкг%. Она вполне удовлетворяется обычным рационом. **Среднесуточное поступление цинка только с питьевой водой составляет порядка 400 мкг. Содержание цинка в пищевых продуктах обычно колеблется в пределах 150-25000 мкг%. Однако в печени, мясе и бобовых оно достигает 3000 - 5000 мкг%. Иногда, дефицит цинка может испытывать организм детей и подростков, которые недостаточно употребляют животные продукты.**

**Селен. Еще в середине XX в. селен не только не рассматривался наукой о питании, но даже считался очень токсичным элементом с канцерогенными свойствами.Однако уже в 60-х гг. было установлено, что**при недостатке селена страдает сердечно-сосудистая система,**что проявляется прогрессирующим атеросклерозом и слабостью сердечной мышцы, а в условиях хронического дефицита селена может развиваться практически неизлечимая кардиомиопатия. В последнее время на уровне современных исследований находит подтверждение одно из важных наблюдений древнекитайской медицины, указывающее на то, что**адекватное обеспечение организма селеном способствует замедлению процесса старения и ведет к долголетию**. Интересно заметить, что знаменитые лечебные сорта зеленого чая, поставлявшиеся с целью достижения здоровья и долголетия в императорские дворцы в Древнем Китае, выращивались в тех горных провинциях, в почвах которых уже в настоящее время с помощью современных аналитических методов определяется высокое содержание селена.**

После открытия селена было установлено, что витамин Е и селен действуют на разные звенья одного процесса и являются строго взаимодополняющими друг друга, то есть их антиокислительная активность при совместном применении резко возрастает. Синергизм обоих антиоксидантов особенно интересен в контексте противораковой активности. Так, было показано, что назначение препаратов селена одновременно с витамином Е значительно усиливало антиканцерогенный эффект в отношении экспериментальных опухолей.

Поступление селена с пищей зависит от условий и характера потребления пищи и уровня содержания селена в пищевых продуктах. Овощи и фрукты являются, в основном, бедным источником поступления селена в отличие от зерна, зерновых продуктов, мяса (особенно субпродуктов), продуктов моря, которые содержат существенные количества селена, **обычно намного превышающие 0,2 мг/кг в пересчете на сырую массу**. Химический состав почвы и содержание в ней селена существенно влияют на количество селена в зерне, варьирующее в пределах от 0,04 мг/кг до 21 мг/кг.

**Молибден.**Общее количество молибдена в организме взрослого человека составляет порядка 7 мг. Содержание молибдена в крови составляет около 0,5 мкг на 100 мл. Более высокие концентрации этого элемента были обнаружены у людей, проживающих в регионах, где почва наиболее богата соединениями этого металла. Так, в некоторых районах Армении отмечены частые случаи заболевания подагрой у жителей, которые питаются в основном местными продуктами, в которых были обнаружены чрезвычайно высокие уровни молибдена. Содержание его в рационе питания жителей этого района составляло 10 -15 мг. В других районах, где случаи подагры встречались реже, люди с пищей получали всего 1-2 мг молибдена в день.

Молибден является составной частью ряда ферментов, таких как ксантиноксидоза, альдегидоксидаза, сульфатоксидаза. Известно, что молибден тормозит развитие кариеса.

Предполагаемая дневная потребность в молибдене составляет 2 мкг на 1 кг массы тела. В России суточное потребление молибдена составляет 0,27 мг.

Наиболее богаты молибденом различные виды овощей (например бобовые) и внутренние органы животных.

**Кобальт.** Биологическое действие кобальта известно с 1948 г., когда учеными Рикесом и Смитом было установлено, что атом кобальта является центральным в молекуле витамина В12. Максимальная концентрация кобальта в тканях равна около 100 мкг/кг. **Общее содержание кобальта в организме взрослого человека составляет 5 мг.**Человек с пищей ежедневно получает 5,63 -7,94 мкг кобальта, из которых 73 - 97% усваивается.

Средняя суточная потребность в кобальте составляет 60 мкг на 1 кг массы тела. Считают, что человек нуждается в кобальте только в виде цианокобаламина (витамин В12). **В некоторых странах соединения кобальта применяли в качестве пищевой добавки к пиву для стабилизации пены. Однако выяснилось, что такая добавка явилась причиной сердечных заболеваний у потребителей пива. Поэтому в настоящее время от использования соединений кобальта в виде пищевой добавки отказались.**

Перечень продуктов, в которых содержатся

Перечень продуктов, в которых содержатся микроэлементы, обширный. Микронутриенты встречается в любой животной и растительной пище, а также мультивитаминных комплексах и биологически активных добавках к пище, которые можно купить в аптеке или в фирмах сетевого маркетинга, специализирующихся на спортивном, правильном и диетическом питании (чаще низкокалорийном и насыщенным белками). Наиболее сбалансированное количество полезных веществ находится в энергетических витаминно-минеральных коктейлях для спортсменов и мужчин, занимающихся бодибилдингом или тяжелой атлетикой. Именно в таких комплексах минералы взаимодействуют с каротиноидами и максимально полным набором нужных для поддержания здоровья веществ. Больше всего микроэлементов находится в растительной пище, ведь растения легче всего накапливают в себе минералы и меньше всего расходуют их на нужды собственного организма
**Причины недостатка и избытка**

Причинами недостатка или избытка микронутриентов в клетках и тканях живых организмов могут быть проблемы с усваиваемостью или малое количество веществ, поступающих извне. Также низкий уровень микроэлементов и прочих веществ в организме может быть отмечен тогда, когда человек имеет вредные привычки: злоупотребляет алкоголем, курит табак. Кроме этого, спровоцировать уменьшение или критический избыток могут: проблемы в работе желудочно-кишечного тракта; онкологические заболевания в стадии развития или ремиссии; отравление токсичными веществами из воздуха; несоблюдения режима дня; неправильное (нерегулярное) питание и строгие диеты. Именно последнее чаще всего становится предпосылкой авитаминоза или профицита веществ, являющихся антагонистами некоторых минералов, в том числе микронутриентов. Также часто избыток микронутриентов может быть связан с: заболеваниями печени и почек; плохой абсорбцией в кишечнике; употреблением препаратов без назначения доктора. Вследствие физических нагрузок в работе или занятии спортом фиксируются потери микронутриентов. Чаще всего полезные вещества выходят с потом и мочой. Длительный дефицит полезных веществ в свою очередь отражается на физической форме. Спровоцировать перенасыщение организма микронутриентами (или, напротив, острую нехватку в микроэлементах) может проживание в зонах, неблагоприятных в экологическом плане, а также мегаполисах. Соли алюминия, ртути и свинца, которые являются наиболее частыми загрязнителями окружающей среды, вытесняют из клеток не только макро- и микроэлементы, но и большинство витаминов. У женщин спровоцировать нарушение баланса минералов может прием оральных гормональных контрацептивов и таблеток для «быстрого» предохранения от нежелательной беременности, а также бесконтрольное применение поливитаминов «для волос, кожи и молодости». Микроэлементы и прочие минералы входят в состав натуральной и весьма недешевой косметики. Но при неправильном ее использовании можно легко перенасытить организм активными веществами, содержащимися в: кремах; помадах; масках; голубой глине; гелях; шампунях и прочих средствах, использующихся в бьюти-индустрии. Правильное питание, богатое веществами, способными нивелировать вредное воздействие окружающей среды, насыщенной цинком, хлором, серой, фтором, свинцом или алюминием, дает возможность восстановить лишь малую часть утраченных функций. Зачастую потери полезных веществ можно восполнить только медикаментозным путем, принимая таблетки или вводя препараты из ампул. Современная медицина имеет возможности определять количество веществ в кровяных тельцах. Для этого существует спектральный анализ. Его проводят, исследуя плазму. Сдать кровь на анализ на сегодняшний день можно практически в любом областном центре, ведь проверку могут произвести многие современные клиники и лаборатории диагностики. После определения, какого минерала (макро- или микроэлемента) не хватает в организме, можно рассчитать баланс и скорректировать потребности в дефицитном веществе. Делать подобного рода скрининг следует только по направлению врача, потому что самостоятельно расшифровать показатели и принять правильное решение нельзя. Описание пользы и вреда микроэлементов Описание пользы и вреда микроэлементов следует рассматривать для каждого организма отдельно, поэтому дать однозначный ответ на этот вопрос невозможно. Для того чтобы понять взаимосвязь и действие микронутриентов и прочих питательных веществ, будет мало прочесть книгу или посетить ставшие очень популярными в последнее время лекции. Понятие пользы или вреда микроэлементов напрямую связано с общим состоянием каждого отдельно взятого организма. Бывает так, что человек чувствует недомогание, находит подобные симптомы по отзывам и принимает решение пить витамины с минералами для устранения проблем со здоровьем. На практике все гораздо сложнее, ведь, не имея четкого ответа на вопрос, какого элемента не хватает в организме именно сейчас, получить желаемый результат невозможно. Именно поэтому врачи и диетологи, а также ученые, занятые изучением работы сложных систем живых организмов, всегда рассматривают пользу и вред от микроэлементов только в совокупности с другими питательными веществами. Сбалансированность питания у всех живых организмов чрезвычайно важна, так как это: способствует правильному росту скелета; сохраняет крепость сосудов; противостоит разрушению костной ткани; поддерживает здоровье сердечной мышцы; помогает поддерживать оптимальный уровень обменных процессов; способствует появлению здорового и полноценного потомства. Самым важным условием, которое нужно соблюсти для того, чтобы микронутриенты не вредили клеткам, является соблюдение правил и умение рассчитать примерные (наименьшие и наибольшие) потребности в веществах. Следует отметить и то, что нет отдельного минерала для похудения, от седины, для женщин после 50, для профилактики болезней или для роста детей. Все вещества «работают» только в связке друг с другом, а злоупотребление одним компонентом и даже прием в увеличенных дозах может иногда привести к фатальным последствиям! Именно поэтому, прежде чем начать устранять дефицит или подавлять избыток микронутриентов в организме, следует узнать достоверно, насколько высока вероятность того, что причиной недомогания является дисбаланс микроэлементов. Важно отметить, что вред наносят в большей мере вещества, которые поступают в организм из искусственных минеральных комплексов. Употребляя медицинские препараты, важно четко следовать инструкции, приложенной к лекарству производителем. При регулярном употреблении сбалансированной пищи микроэлементы, макронутриенты и витамины приносят только пользу.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое микроэлементы?
2. Каковы причины недостатка и избытка микроэлементов в организме человека.
3. Заполните таблицу

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название макроэлемента | Свойства и характеристика | Работа в организме человека |

ВЕСЕННИЙ СЕМЕСТР

**Практическое занятие №1 (6 часов)**

**Тема «Моносахариды. Определение глюкозы с помощью реакции восстановления оксида меди»**

*Реактивы и оборудование*: водяная баня, спиртовка, термометр (100°С), глюкоза С6Н12О6, 1%-ный раствор, реактив Фелинга, нитрат серебра AgNО3, 1%-ный раствор, аммиак NH3, 5%-ный раствор (в капельнице),гидроксид натрия NaОН, 10%-ный раствор.

**Окисление моносахаридов гидроксидом меди (II) в щелочной среде (восстановление Сu(ОН)2 глюкозой в присутствии NaOH)**

К раствору сахарата меди добавьте несколько капель воды так, чтобы высота слоя жидкости составляла 20-22 мм. Нагрейте ее над пламенем спиртовой горелки, держа пробирку наклонно так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась для контроля без нагрева. Нагрейте только до кипения: не кипятите, так как глюкоза восстанавливает гидроксид меди (II) уже в таких условиях, т.е. без кипения. Через несколько секунд нагретая часть раствора меняет свой синий цвет на оранжево-желтый, так как образуется осадок гидроксида меди (II). При несколько большем содержании едкой щелочи или более продолжительном нагревании CuОН может отщепить воду и образовать желто-красный осадок оксида меди (I) Сu2О:

**Реакция серебряного зеркала** – это реакция восстановления серебра из аммиачного раствора оксида серебра(реактив Толленса).

В водном растворе аммиака оксид серебра растворяется с образованием комплексного соединения — гидроксид диамминсеребра(I) [Ag(NH3)2]OH

при добавлении к которому альдегида происходит окислительно-восстановительная реакция с образованием металлического серебра:

Если реакция проводится в сосуде с чистыми и гладкими стенками, то серебро выпадает в виде тонкой плёнки, образуя зеркальную поверхность.

При наличии малейших загрязнений серебро выделяется в виде серого рыхлого осадка.

Реакция «серебряного зеркала» может использоваться как качественная реакция на альдегиды. Так, реакцию «серебряного зеркала» можно использовать как отличительную между глюкозой и фруктозой. Глюкоза относится к альдозам (содержит альдегидную группу в открытой форме), а фруктоза — к кетозам (содержащие кетогруппу в открытой форме). Поэтому глюкоза дает реакцию «серебряного зеркала», а фруктоза – нет. Но если в растворе присутствует щелочная среда, то кетозыизомеризуются в альдозы и также дают положительные реакции с аммиачным раствором оксида серебра (реактив Толленса).

**Качественная реакция глюкозы с аммиачным раствором оксида серебра.**

Доказать наличие альдегидной группы в глюкозе можно с помощью аммиачного раствора оксида серебра. К аммиачному раствору оксида серебра добавим раствор глюкозы и подогреем смесь на водяной бане. Вскоре на стенках колбы начинает осаждаться металлическое серебро. Эта реакция называется реакцией серебряного зеркала. Ее используют как качественную для открытия альдегидов. Альдегидная группа глюкозы окисляется до карбоксильной группы. Глюкоза превращается в глюконовую кислоту.

**СН2ОН – (СНОН)4 – СОН + Ag2O = СН2ОН – (СНОН)4 – СООН + 2Ag↓**

Порядок выполнения работы.

В две пробирки наливают по 2 мл. аммиачного раствора оксида серебра. В одну из них добавляют 2 мл. 1%-ного раствора глюкозы, в другую – фруктозы. Обе пробирки кипятят.

Амиачный раствор гидрата окиси серебра получают при взаимодействии нитрата серебра с гидроксидом натрия и гидроксидом аммония:

AgNO3+ NaOH → AgOH↓+ NaNO3,

AgOH + 2 NH4 OH→[ Ag(NH3)2] OH + H2O,

аммиачный растворсеребра

[Ag(NH3)2] OH + 3 H2→ Ag2O + 4 NH4 OH.

Принцип метода. На стенках пробирки с глюкозой образуется зеркало в результате выделения металлического серебра.

Оформление работы: Написать вывод, а также ход и уравнения реакции в тетрадь.

 **Реакция Фелинга.**

Принцип метода. В пробирке с глюкозой появляется кирпично-красное окрашивание от образующегося оксида меди (I).

По мере нагревания интенсивно-синий цвет реактива Фелинга изменяется. Первоначально появляется жёлтый осадок гидрата закиси меди, который постепенно переходит в закись меди и выпадает на дно пробирки в виде ярко-красного осадка. Находившаяся в растворе глюкоза полностью окисляется до глюконовой кислоты за счёт кислорода гидрата окиси меди.

2CuOHH2O+Cu2O

Порядок выполнения работы.

В две пробирки наливают: а) 2 мл. 1%-ного раствора глюкозы, б) 2 мл. 1%-ного раствора фруктозы. В обе пробирки добавляют по 1 мл реактива Фелинга, представляющего собой щелочной раствор комплексного соединения сульфата меди (II) с виннокислым калий-натрием в 10%-ном р-ре NaOH. Готовят непосредственно перед употреблением. Обе пробирки нагревают до кипения.

**Контрольные вопросы**

1. Что показывает реакция Фелинга
2. Что показывает реакция «серебряного зеркала»

**Практическое занятие №2 (6 часов)**

**Тема «Реакция восстановления рибофлавина»**

**Цель:** изучить качественные реакции на витамины В1, В2, В3

**Общая характеристика витамина В2 (Рибофлавина)**

Рибофлавин был выведен из [группы витаминов В](http://www.calorizator.ru/vitamin/b), в 1933 году, в качестве устойчивого к высоким температурам элемента, из окрашенного в жёлтый цвет вещества.

Рибофлавин называют «витамином красоты», так как от нормальной концентрации этого вещества в нашем организме зависит состояние кожи, ногтей и волос.

Витамин B2 (рибофлавин, лактофлавин) – один из наиболее важных водорастворимых витаминов. Зарегистрирован в качестве пищевой добавки [E101](http://www.calorizator.ru/addon/e1xx/e101).

**Физико-химические свойства витамина В2**

В2 представляет собой игольчатые кристаллы жёлто-оранжевого цвета, собранные в большие колбы, имеет горький вкус. Рибофлавин стабилен в кислотной и быстро разрушается в щелочной среде. Хорошо переносит нагревание.

Рибофлавин является биологически активным веществом, играющим важную роль в поддержании здоровья человека (калоризатор). Биологическая роль рибофлавина определяется вхождением его производных – коферментов – в состав большого числа важнейших окислительно-восстановительных ферментов.

**Пищевые источники витамина В2**

Продукты с наибольшим содержанием витамина B2: [печень](http://www.calorizator.ru/product/beef/beef-7) (3,5 мг на 100 г продукта) и [почки](http://www.calorizator.ru/product/beef/beef-6) (3,5 мг), [яйца](http://www.calorizator.ru/product/egg/egg-1) (0,3 мг), [миндаль](http://www.calorizator.ru/product/nut/almond) (0,8 мг), [грибы](http://www.calorizator.ru/product/mushroom)(0,4 мг), [творог](http://www.calorizator.ru/product/cheese/tvorog-1) (0,3 мг), [гречневая крупа](http://www.calorizator.ru/product/cereals/buckwheat-1) (0,2 мг), [молоко](http://www.calorizator.ru/product/milk) (0,15 мг), [мясо](http://www.calorizator.ru/product/beef)(0,29 мг), [дрожжи](http://www.calorizator.ru/product/raw/yeast) (3 мг).

**Суточная потребность в витамине В2**

Рекомендуемая суточная потребность в витамине В2 в мг в зависимости от возраста составляет:

|  |  |
| --- | --- |
| **Возраст/пол** | **Суточная норма витамина (в мг)** |
| Дети 1-6 месяцев | 0,5 |
| Дети 7-12 месяцев | 0,8 |
| Дети 1-3 лет | 0,9 |
| Дети 3-7 лет | 1,2 |
| Дети 7-10 лет | 1,5 |
| Подростки 10-14 лет | 1,6 |
| Юноши 15-18 лет | 1,8 |
| Мужчины 19-59 лет | 1,5 |
| Мужчины 60-74 лет | 1,7 |
| Мужчины старше 75 лет | 1,6 |
| Девушки 15-18 лет | 1,5 |
| Женщины 19-59 лет | 1,3 |
| Женщины 60-74 лет | 1,5 |
| Женщины старше 75 лет | 1,4 |
| Беременные женщины | 2,0 |
| Кормящие женщины | 2,2 |

Снижению уровня витамина В2 в организме способствуют: погодные условия, большие психологические и физические нагрузки, прием оральных контрацептивов, плохая работа щитовидной железы, чрезмерное употребление алкоголя.

**Полезные свойства витамина В2**

Витамин B2 необходим для образования эритроцитов, антител, для регуляции роста и репродуктивных функций в организме. Он также необходим для здоровой кожи, ногтей, роста волос и в целом для здоровья всего организма, включая функцию щитовидной железы.

Важнейшие функции витамина В2:

* Участвует в углеводном, белковом и жировом обмене;
* Участвует в синтезе гликогена;
* Помогает усвоить железо, необходимое для создания новых красных кровяных телец;
* Укрепляет иммунитет и защитные механизмы организма;
* Играет важную роль в работе нервной системы, помогает при лечении таких болезней как: эпилепсия, болезнь Альцгеймера и повышенной тревожности;
* Необходим для сохранения нормального состояния слизистых оболочек полости рта и кишечника;
* Регулирует функцию щитовидной железы;
* Способствует нормальному световому и цветовому зрению, защищает сетчатку глаза от избыточного воздействия ультрафиолетовых лучей, уменьшает утомляемость глаз, обеспечивает адаптацию к темноте, повышает остроту зрения и играет большую роль в предотвращении катаракты;
* Помогает при угревой сыпи, дерматите, экземе;
* Ускоряет заживление поврежденных тканей;
* Уменьшает воздействие токсинов на легкие и дыхательные пути.

**Вредные свойства витамина В2**

Вредное свойство у витамина В2 только одно – возможное ожирение печени. Но это может произойти лишь в случае поглощения витаминных комплексов в неконтролируемых режимах и злоупотреблениями различными БАДами.

**Усвояемость витамина В2**

Витамин В2 достаточно хорошо усваивается из пищи, однако у него есть некоторые особенности. Из овощей он всасывается лучше, если они перед этим подвергаются термической обработке. Люди, применяющие В2 в виде пищевой добавки, должны помнить, что витамин хорошо усваивается тогда, когда в желудке присутствует достаточно пищи. Если принимать натощак, рибофлавин усвоится хуже. Также, если человек сидит на строгой диете и ест совсем помалу, это снижает усвояемость В2.

**Дефицит витамина В2 в организме**

Внешними проявлениями недостаточности рибофлавина у человека являются поражения слизистой оболочки губ с вертикальными трещинами и слущиванием эпителия, изъязвления в углах рта, отёк и покраснение языка, себорейный дерматит на носогубной складке, крыльях носа, ушах, веках. Часто развиваются также изменения со стороны органов зрения: светобоязнь, васкуляризация роговой оболочки, конъюнктивит, кератит и в некоторых случаях – катаракта (calorizator). В ряде случаев при авитаминозе имеют место анемия и нервные расстройства, проявляющиеся в мышечной слабости, жгучих болях в ногах и др.

Основные причины недостатка рибофлавина у человека – недостаточное потребление [молока](http://www.calorizator.ru/product/milk) и [молочных продуктов](http://www.calorizator.ru/product/milk), являющихся главными источниками этого витамина; хронические заболевания желудочно-кишечного тракта, приём медикаментов являющихся антагонистами рибофлавина.

**Избыток витамина В2 в организме**

Человеческий организм не накапливает рибофлавин, и любой избыток выводится вместе с мочой. При избытке рибофлавина моча окрашивается в ярко-жёлтый цвет. Признаки избытка витамина В2: нарушение усвоения [железа](http://www.calorizator.ru/element/fe), повышение сухожильных рефлексов, церебральная недостаточность, головокружение, редко зуд, онемение, чувство жжения или покалывания.

**Взаимодействие витамина В2 (Рибофлавина) с другими веществами**

Витамин В2 совместно с [фолиевой кислотой (витамином В9)](http://www.calorizator.ru/vitamin/b9) участвует в процессе создания новых кровяных телец в костном мозге, содействует синтезу эритропоэтина (главного стимулятора кроветворения).

Вместе с [витамином В1](http://www.calorizator.ru/vitamin/b1) рибофлавин способствует поддержанию уровня железа в крови.

В2 способствует активации [витаминов В6 (пиридоксина)](http://www.calorizator.ru/vitamin/b6), [В9 (фолиевой кислоты)](http://www.calorizator.ru/vitamin/b9) и [витамина К (филлохинона)](http://www.calorizator.ru/vitamin/k).

**Диазореакция на тиамин (витамин В1)**

Недостаток тиамина в пище вызывает заболевание бери-бери, связанное с поражениями нервной системы, сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта.

Биологическая роль тиамина хорошо известна – в виде тиаминпирофосфата он выполняет коферментные функции в реакциях декарбоксилирования α-кетокислот и в транскетолазной реакции.

**Принцип метода.**Раствор тиамина при добавлении к нему деазореактива и щелочи окрашивается в оранжевый или красный цвет вследствие образования сложного соединения тиамина с диазобензосульфокислотой.

**Ход определения.** К 5 каплям 1%-ного раствора сульфаниловой кислоты прибавляют 5 капель 5%-ного раствора нитрата натрия, получают диазореактив. К диазореактиву прибавляют небольшое количество порошка тиамина и 5-7 капель 10%-ного раствора карбоната натрия. Жидкость окрашивается в оранжевый или красный цвет.

**Реакция восстановления рибофлавина (витамин В2)**

**Принцип метода.** Рибофлавин обладает окислительно-восстановительными свойствами. Физиологическая роль витамина В2 выяснилась, когда было установлено, что рибофлавин входит в состав коферментов ФАД и ФМН, являющихся простетической группой ряда ферментов, относящихся к классу оксидоредуктаз.

Реакция обусловлена восстановлением рибофлавина выделяющимся моноводородом сначала в родофлавин (промежуточное соединение красного цвета), а затем в бесцветную лейкоформу:



рибофлавин (окисленная форма) рибофлавин (восстановленная форма)

**Ход определения.** В пробирку наливают 10 капель взвеси рибофлавина в воде, добавляют 5 капель концентрированной соляной кислоты и опускают гранулу металлического цинка. Выделяющийся в ходе реакции водород взаимодействует с рибофлавином: раствор приобретает постепенно розовую окраску, затем обесцвечивается.

**Контрольные вопросы**

1. Каковы важнейшие функции витамина В2 в организме человека?
2. В каких продуктах содержится рибофлавин?
3. В чем проявляется дефицит витамина В2 в организме?
4. Как взаимодействует витамин В2 с другими веществами?
5. Качественная реакция на витамин В2 ?

**Практическое занятие №3**

**Тема «Реакция на пиридоксин (витамин В6) с хлоридом железа (III)»**

**Цель:** изучить качественную реакцию на витамин В6

**Реакция витамина В6 (пиридоксина) с хлоридом железа (III).**

**Витамин B6** - группа соединений, полученных от 3-гидрокси-2-метилпиридинов, обладающих биологической активностью пиридоксина – **пиридоксин (пиридоксол), пиридоксаль, пиридоксамин,** а также их фосфаты, особенно **пиридоксальфосфат**, т.к. именно он участвует во многих аспектах метаболизма [макроэлементов](https://medicina.dobro-est.com/mikroelementyi-i-makroelementyi-biologicheskaya-rol-mineralov-v-zhizni-cheloveka.html), синтезе нейротрансмиттеров (серотонина, дофамина, адреналина, норадреналина, ГАМК), гистамина, синтезе и функции гемоглобина, липидном синтезе, глюконеогенезе, экспрессии генов.

Несмотря на то, что витамин B6 является группой из 3 соединений пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин с их производными, его все равно называют — пиридоксин.

**Витамин B6 (пиридоксин)**, прежде всего, выполняет в организме функцию стимуляции обмена веществ. Он является коферментом белков, регулируя их усвояемость в организме, а также участвует в переработке аминокислот. Пиридоксин принимает непосредственное участие в производстве кровяных телец и их красящего пигмента (гемоглобина), участвует в снабжении клеток глюкозой.

**Химическая формула:** (2E,4E,6E,8E) -3,7-диметил-9- (2,6,6-триметилциклогекс-1-ен-1-ил) -нона-2,4,6,8-тетраен-1-ол (спиртовая форма [витамина A](https://medicina.dobro-est.com/vitamin-a-retinol-opisanie-istochniki-i-funktsii-vitamina-a.html) — ретинол).

**Пиридоксин** — бесцветные кристаллы, растворимые в воде, спирте, нерастворимы в эфире, жировых растворителях. Он устойчив к действию высоких температур и кислорода, но быстро разрушается под воздействием света.

**Пиридоксаль** — кристаллический порошок, плавящийся при 165°C. Отличается от пиридоксина тем, что вместо одной из трёх гидроксогрупп к пиридиновому кольцу присоединена карбонильная группа, поэтому пиридоксаль является еще и альдегидом. Брутто-формула: C8H9NO3. Регистрационный номер CAS: 66-72-8, для соли (гидрохлорида): 65-22-5.

**Пиридоксамин** – в США с 2009 г. является лекарством. Отличается от пиридоксина тем, что вместо одной из трёх гидроксогрупп к пиридиновому кольцу присоединена аминогруппа. Регистрационный номер CAS: 85-87

**Пиридоксальфосфат** – может образовываться в организме человека из любого из веществ: пиридоксина, пиридоксаля и пиридоксамина, попадать в организм из мяса животных или же синтезироваться искусственно химическим путём. Регистрационный номер CAS: 54-47-7.

Функции витамина B6 (пиридоксина) в организме

Витамин B6 (пиридоксин), как уже и говорилось, играет огромную роль в обмене веществ. Он необходим для нормального функционирования центральной и периферической нервной системы. Фосфолированная форма участвует в синтезе белка, ферментов, гемоглобина, простагландинов, обмене серотонина, катехоламинов, глутаминовой кислоты, ГАМК, гистамина, улучшает использование ненасыщеных жирных кислот, стимулирует гемопоэз, а также обеспечивает процессы декарбоксилирования, переаминирования, дезаминирования аминокислот. В женском организме пиридоксин играет важную роль в поддержании баланса половых гормонов.

Кроме того, витамин B6:

— снижает уровень холестерина и липидов в крови;
— принимает участие в образовании эритроцитов;
— снижает вероятность развития [инфаркта](https://medicina.dobro-est.com/infarkt-miokarda-prichinyi-simptomyi-pervaya-pomoshh-i-lechenie.html), [инсульта](https://medicina.dobro-est.com/insult-prichinyi-simptomyi-vidyi-i-lechenie-insulta.html), [атеросклероза](https://medicina.dobro-est.com/ateroskleroz-simptomyi-prichinyi-i-lechenie-ateroskleroza.html);
— при атеросклерозе улучшает липидный обмен;
— регулирует [артериальное давление (АД)](https://medicina.dobro-est.com/arterialnoe-davlenie-ponizhennoe-normalnoe-i-vyisokoe.html);
— участвует в процессах усвоения нервными клетками глюкозы;
— улучшает сократимость миокарда;
— необходим для белкового обмена и трансаминирования аминокислот;
— принимает участие в обмене жиров;
— оказывает гипохолестеринемический эффект;
— повышает работоспособность мозга, улучшает память;

— предотвращает онкопатологию;
— укрепляет иммунитет: улучшает качество и увеличивает количество защитников организма (антител);
— способствует превращению фолиевой кислоты в ее активную форму;
— оказывает липотропный эффект, достаточное количество пиридоксина необходимо для нормального функционирования печени;
— благотворно воздействует на рост и укрепление волос.

**Потребность в пиридоксине повышается при:**

— повышенных физических нагрузках и [стрессе](https://medicina.dobro-est.com/stress-prichinyi-faktoryi-simptomyi-i-snyatie-stressa.html);
— заболеваниях: СПИД, [туберкулез](https://medicina.dobro-est.com/tuberkulez-pervyie-priznaki-simptomyi-prichinyi-lechenie-i-profilaktika-tuberkuleza.html), гепатиты, лучевая болезнь, атеросклероз;
— кишечных заболеваниях;
— приеме антибиотиков, антидепрессантов и противозачаточных таблеток;
— при употреблении алкоголя и курении;
— при различных заболеваниях, особенно инфекционных и [лихорадке](https://medicina.dobro-est.com/lihoradka-prichinyi-simptomyi-i-lechenie.html);
— при употреблении пищи с повышенным содержанием белков, цистеина, [S-метилметионина (витамин U)](https://medicina.dobro-est.com/vitamin-u-s-metilmetionin-opisanie-primenenie-polza-v-kakih-produktah-soderzhitsya-vitamin-u.html%22%20%5Ct%20%22_blank), триптофана,

**Применение пиродоксина показано при:**

— В6-гиповитаминозе;
— [анемии (малокровие)](https://medicina.dobro-est.com/anemiya-simptomyi-prichinyi-vidyi-lechenie-i-profilaktika-anemii.html);
— [атеросклерозе](https://medicina.dobro-est.com/ateroskleroz-simptomyi-prichinyi-i-lechenie-ateroskleroza.html);
— [депрессии](https://medicina.dobro-est.com/depressiya-opisanie-prichinyi-simptomyi-vidyi-i-lechenie-depressii.html);
— [сахарном диабете](https://medicina.dobro-est.com/saharnyiy-diabet-simptomyi-prichinyi-i-lechenie-diabeta.html) (снижает содержание гликозилированного гемоглобина);
— токсикозе беременных, [предменструальном синдроме](https://medicina.dobro-est.com/pms-predmenstrualnyiy-sindrom-simptomyi-i-lechenie.html%22%20%5Ct%20%22_blank);
— лейкопении различной этиологии
— заболеваниях нервной системы ([радикулиты](https://medicina.dobro-est.com/radikulit-simptomyi-prichinyi-vidyi-i-lechenie-radikulita.html), невралгия, [неврит](https://medicina.dobro-est.com/nevrit-simptomyi-prichinyi-vidyi-i-lechenie-nevrita.html), малая хорея, паркинсонизм, болезнь Литтла);
— морской и воздушной болезнях;
— [гепатитах](https://medicina.dobro-est.com/gepatit-prichinyi-simptomyi-vidyi-i-lechenie-gepatita.html);
— [гастрите](https://medicina.dobro-est.com/gastrit-simptomyi-prichinyi-vidyi-i-lechenie-gastrita.html);
— нейродерматитах;
— [псориазе](https://medicina.dobro-est.com/psoriaz-opisanie-vidyi-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-psoriaza.html);
— язвенной болезни [желудка](https://medicina.dobro-est.com/yazva-zheludka-simptomyi-prichinyi-dieta-i-lechenie-yazvyi-zheludka.html) и [12-перстной кишки](https://medicina.dobro-est.com/yazva-dvenadtsatiperstnoy-kishki-simptomyi-prichinyi-i-lechenie-yazvyi-12-perstnoy-kishki.html);
— [холецистите](https://medicina.dobro-est.com/holetsistit-prichinyi-simptomyi-dieta-i-lechenie-holetsistita.html);
— [пеллагре](https://medicina.dobro-est.com/pellagra-simptomyi-foto-prichinyi-i-lechenie-pellagryi.html);
— экссудативном диатезе;
— болезни Меньера;
— опоясывающем лишае;
— [дерматитах](https://medicina.dobro-est.com/dermatit-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-dermatita.html);
— в качестве антидот при отравлениях гидразином;
— помогает снизить артериальное давление;
— детских аутизме и энурезе;
— комбинированной потенцированной терапии противоэпилептическими препаратами;
— лечении алкоголизма и синдрома похмелья.

**Недостаток витамина B6 может вызвать:**

— повышение уровня тревожности и [бессонницу](https://medicina.dobro-est.com/bessonnitsa-opisanie-prichinyi-profilaktika-i-lechenie-bessonnitsyi.html), депрессию, судороги, раздражительность, заторможенность;
— длительные [головные боли](https://medicina.dobro-est.com/golovnaya-bol-prichinyi-i-snyatie-golovnoy-boli.html);
— снижение аппетита, [тошноту](https://medicina.dobro-est.com/toshnota-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-toshnotyi.html) и [рвоту](https://medicina.dobro-est.com/rvota-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-rvotyi.html) (особенно у беременных);
— ухудшение памяти и внимания;
— [дерматиты](https://medicina.dobro-est.com/dermatit-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-dermatita.html) (на лице), [себорею](https://medicina.dobro-est.com/perhot-seboreya-opisanie-vidyi-profilaktika-i-lechenie-perhoti-narodnyie-sredstva-protiv-perhoti-foto-perhoti.html), [стоматит](https://medicina.dobro-est.com/stomatit-stomatitis-opisanie-simptomyi-vidyi-i-lechenie-stomatita.html), глоссит, хейлоз с вертикальными трещинами губ;
— [конъюнктивиты](https://medicina.dobro-est.com/konyunktivit-simptomyi-prichinyi-i-lechenie-konyunktivita.html), полиневриты верхних и нижних конечностей;
— ухудшение работы иммунной системы.

Пиридоксин – общее название группы веществ, обладающих активностью витамина В6:



Реакция с хлоридом железа обусловлена наличием в молекуле витамина В6 фенольного гидроксила в 3-м положении пиримидинового кольца. Образуется комплексное соединение типа фенолята железа.

В пробирку вносят 0,5 мл 5% водного раствора витамина В6 и добавляют 1-2 капли 5%-ного раствора хлорида железа. Смесь встряхивают.

**Контрольные вопросы**

1. Каковы важнейшие функции витамина В6в организме человека?
2. В каких продуктах содержится пиридоксин?
3. В чем проявляется дефицит витамина В6 в организме?
4. Как взаимодействует витамин В6 с другими веществами?
5. Качественная реакция на витамин В6?

**Практическое занятие №4**

**Тема «Выделение фолиевой кислоты из дрожжей и её обнаружение»**

**Цель:** изучить качественную реакцию на витамин В9

**Краткие теоретические сведения**

**Витамин B9 (фолиевая кислота)** – водорастворимый витамин группы B, играющий важную роль в развитии и функционировании иммунной и кровеносной системах.

Под витамином B9 также подразумевают – **Витамин М, Витамин Bc**.

Фолиевая кислота и ее производные (фолацин, фолат, птероилглутаминовая кислота) объединены в группу, под названием – **фолаты**.

Недостаток фолиевой кислоты в организме человека главным образом выражается [анемией (малокровием)](https://medicina.dobro-est.com/anemiya-simptomyi-prichinyi-vidyi-lechenie-i-profilaktika-anemii.html), а также риском развития отклонений при беременности, а также плодородной дисфункции семени у мужчин.

**Химические свойства.** Фолиевая кислота представляет собой кристаллический порошок желтого или желтовато-оранжевого цвета, легко растворимого в щелочах и малорастворимого в воде и спирте. Также он разлагается на свету.

Первые упоминания витамина B9 появились в начале 20 столетия. Так, английский врач-исследователь Люси Уиллс в 1931 году заметила лечебные свойства дрожжевого экстракта, при его приеме, в лечении анемии у беременных. Уже через несколько лет, другие исследователи выявили, что главным действующим веществом в дрожжевом экстракте против анемии оказалась фолиевая кислота. Немного позже, в 1941 году, фолиевую кислоту получили из листьев шпината, и уже в 1945 году, ее впервые синтезировали химическим способом.

Функции витамина В9 (фолиевой кислоты)

Как мы уже и упоминали в начале статьи, одной из главнейших функций витамина В9 в организме является регулирование процессов кроветворения.

Кроме того, **фолиевая кислота имеет следующие полезные свойства:**

* участвует в синтезе ДНК, протеина, биосинтезе белка и окислительно-восстановительных процессах организма;
* участвует в метаболизме жиров и углеводов;
* поддерживает нормальное функционирование иммунной системы, печени и органов ЖКТ;
* нормализует пищеварение;
* регулирует беременность — создание и поддержание в здоровом состоянии новых клеток при формировании плода, а также предотвращает самовольное абортирование ребенка;
* помогает в преодолении послеродовой депрессии;
* участвует в образовании и нормальном функционировании кровяных телец;
* благотворно влияет на работоспособность костного и головного мозга;
* способствует выравниванию цвета и пигментации кожи;
* участвует в регенерации клеток;
* корректирует половое развитие у девушек-подростков, замедляет наступление менопаузы и ослабляет ее симптоматику;
* снижает риск [инсульта](https://medicina.dobro-est.com/insult-prichinyi-simptomyi-vidyi-i-lechenie-insulta.html), [инфаркта](https://medicina.dobro-est.com/infarkt-miokarda-prichinyi-simptomyi-pervaya-pomoshh-i-lechenie.html), препятствует развитию [артериальной гипертонии](https://medicina.dobro-est.com/gipertoniya-arterialnaya-gipertenziya-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-gipertonii.html) и других заболеваний сердечно-сосудистой системы;
* нормализует [артериальное давление](https://medicina.dobro-est.com/arterialnoe-davlenie-ponizhennoe-normalnoe-i-vyisokoe.html);
* снижает уровень холестерина в крови, а также выводит из организма яды и токсины;
* способствует выработке гормона радости (серотонина), при нехватке которого человека часто преследуют уныние и [депрессия](https://medicina.dobro-est.com/depressiya-opisanie-prichinyi-simptomyi-vidyi-i-lechenie-depressii.html);
* нормализует развитие и нормальное функционирование психической и нервной системы.
* помогает в усваивании других витаминов группы В;

Суточная потребность витамина В9 (фолиевой кислоты)

Рекомендуемая суточная доза витамина B9

**Суточную дозу фолиевой кислоты увеличивают при:**

— употреблении противозачаточных средств (таблетки);
— употреблении алкогольных напитков;
— употреблении противосудорожных и мочегонных средств, антибиотиков;
— [анемии](https://medicina.dobro-est.com/anemiya-simptomyi-prichinyi-vidyi-lechenie-i-profilaktika-anemii.html);
— хронических инфекционных заболеваниях;
— после гастрэктомии;
— печёночной недостаточности и [циррозе печени](https://medicina.dobro-est.com/tsirroz-pecheni-pervyie-priznaki-simptomyi-prichinyi-i-lechenie-tsirroza-pecheni.html);
— [стрессах](https://medicina.dobro-est.com/zabolevaniya-zheludochno-kishechnogo-trakta-zhkt).

Симптомы дефицита (недостаточности) витамина В9

Дефицит (недостаток) фолиевой кислоты в организме наносит серьезный вред здоровью человека, причем не только взрослому, но также и внутриутробному плоду, из-за чего ребенок может родиться с различными патологиями, в частности — расщелиной позвоночника или нарушениями в нервной системе.

Главным образом, при недостатке витамина B9 нарушается обмен веществ, регенерация клеток, наблюдается дисфункция в органах пищеварения, нервной и психической системы, а также ряд других патологий, не придавая значения которым, жизнь человека усложняется.

Другие признаки недостатка витамина В9:

— анемия;
— замедление в росте, задержки в умственном развитии, слабоумие, проблемы с памятью;
— нарушения в ЖКТ: потеря аппетита, [тошнота](https://medicina.dobro-est.com/toshnota-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-toshnotyi.html), [диарея](https://medicina.dobro-est.com/diareya-ponos-simptomyi-prichinyi-i-lechenie-diarei.html);
— потеря веса, развитие анорексии;
— ускорения процессов старения организма: седина, морщины и др;
— выпадение волос;
— [общая слабость](https://medicina.dobro-est.com/slabost-upadok-sil-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-slabosti.html), повышенная утомляемость;
— [головные боли](https://medicina.dobro-est.com/golovnaya-bol-prichinyi-i-snyatie-golovnoy-boli.html), боли языка;
— учащенное сердцебиение;
— депрессия, агрессия, нервозность, беспокойство, паранойя, мании, перепады настроения, [бессонница](https://medicina.dobro-est.com/bessonnitsa-opisanie-prichinyi-profilaktika-i-lechenie-bessonnitsyi.html);
— при беременности преждевременное рождение ребенка;
— заболевания кожи: [псориаз](https://medicina.dobro-est.com/psoriaz-opisanie-vidyi-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-psoriaza.html), [экзема](https://medicina.dobro-est.com/ekzema-prichinyi-simptomyi-vidyi-i-lechenie-ekzemyi.html), [витилиго](https://medicina.dobro-est.com/vitiligo-belyie-pyatna-prichinyi-simptomyi-lechenie-vitiligo.html), [акне](https://medicina.dobro-est.com/akne-simptomyi-prichinyi-lechenie-effektivnyie-sredstva.html%22%20%5Ct%20%22_blank).

Показания к применению витамина В9(фолиевой кислоты)

**Применение фолиевой кислоты показано при:**

— заболеваниях органов сердечно-сосудистой системы;
— для нормализации процессов кроветворения
— анемии, [атеросклерозе](https://medicina.dobro-est.com/ateroskleroz-simptomyi-prichinyi-i-lechenie-ateroskleroza.html), спру;
— заболеваниях печени ([цирроз печени](https://medicina.dobro-est.com/tsirroz-pecheni-pervyie-priznaki-simptomyi-prichinyi-i-lechenie-tsirroza-pecheni.html), хронический [гепатит](https://medicina.dobro-est.com/gepatit-prichinyi-simptomyi-vidyi-i-lechenie-gepatita.html));
— некоторых интоксикациях;
— психических расстройствах;
— дисфункции органов желудочно-кишечного тракта (болезнь Крона, [энтериты](https://medicina.dobro-est.com/enterit-simptomyi-prichinyi-vidyi-i-lechenie-enterita.html), язвенный [колит](https://medicina.dobro-est.com/kolit-simptomyi-prichinyi-vidyi-i-lechenie-kolita.html) и др.);
— лучевой болезни;
— лечении дисплазии шейки матки;
— заболеваниях кожи: [экзема](https://medicina.dobro-est.com/ekzema-prichinyi-simptomyi-vidyi-i-lechenie-ekzemyi.html), [псориаз](https://medicina.dobro-est.com/psoriaz-opisanie-vidyi-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-psoriaza.html), [дерматиты](https://medicina.dobro-est.com/dermatit-prichinyi-simptomyi-i-lechenie-dermatita.html);
— неполноценном питании (пища с малым количеством [витаминов](https://medicina.dobro-est.com/vitaminyi-opisanie-klassifikatsiya-i-rol-vitaminov-v-zhizni-cheloveka-sutochnaya-potrebnost-v-vitaminah.html) и [минералов](https://medicina.dobro-est.com/mikroelementyi-i-makroelementyi-biologicheskaya-rol-mineralov-v-zhizni-cheloveka.html));
— беременности;
— приеме противоэпилептических лекарственных средств;
— детском возрасте, для нормального развития.

Источники витамина В9 (фолиевой кислоты)

Ниже рассмотрим **продукты, богатые витамином В9 (фолиевой кислотой)**.

**Растительные.** Зеленые листовые овощи, бобовые, различные злаки, крупы и отруби, пшеничные проростки и дрожжи, хлеб, цитрусовые ([помело](https://flora.dobro-est.com/pomelo-citrus-grandis-opisanie-vidyi-i-vyirashhivanie-pomelo.html), грейпфруты и др.), [дыня](https://flora.dobro-est.com/dyinya-cucumis-melo-opisanie-vidyi-i-vyirashhivanie-dyini-lechebnyie-i-drugie-poleznyie-svoystva-dyini.html), бананы, абрикосы, орехи, тыква, свекла, финики и грибы, особенно [белые грибы](https://flora.dobro-est.com/belyiy-grib-boletus-edulis-opisanie-rasprostranenie-vidyi-i-poleznyie-svoystva-belyh-gribov.html).

**Животные.** Рыба, молоко и молочные продукты, печень, баранина, говядина и домашняя птица, яйца.

**Синтез в организме.** Синтезируется микроорганизмами толстой кишки, особенно при дополнительном приеме бифидобактерий.

Взаимодействие витамина В9 с другими веществами

Фолиевая кислота способствует усвоению [витамина В4 (холина)](https://medicina.dobro-est.com/vitamin-b4-holin-funktsii-istochniki-i-primenenie-holina.html).

Специалисты рекомендуют принимать фолиевую кислоту вместе с [витаминами С (аскорбиновой кислотой)](https://medicina.dobro-est.com/vitamin-c-askorbinovaya-kislota-opisanie-istochniki-i-funktsii-vitamina-c.html) и [B12 (цианокобаламином)](https://medicina.dobro-est.com/vitamin-b12-kobalaminyi-tsianokobalamin-opisanie-istochniki-i-funktsii-vitamina-b12.html).

К дефициту фолиевой кислоты в организме приводит прием аспирина (большие дозы), анальгезирующих, противосудорожных, нитрофурановых, эстрогенных и противотуберкулезных средств.

Кроме того, усвояемость организмом фолиевой кислоты нарушают следующие средства: антациды, антигиперлипидемические, антиметаболиты, колестирамин, противоязвенные, сульфонамины, пероральные контрацептивы и спиртосодержащие препараты.

Эффект воздействия фолиевой кислоты на организм понижают: метотрексат, пириметамин, триамтерен и триметоприм, вместо которой пациентам назначают кальция фолинат.

Быстрому выводу фолиевой кислоты из организма способствуют кортикостероидные гормоны.

Длительная терапия фолиевой кислотой в больших дозах может спровоцировать недостаточность [витамина B12](https://medicina.dobro-est.com/vitamin-b12-kobalaminyi-tsianokobalamin-opisanie-istochniki-i-funktsii-vitamina-b12.html).

**Качественная реакция на витамин В12**

Реактивы: едкий натр, 0,1 н и 0,005 н растворы, ледяная уксусная кислота, перманганат калия, 0,4%, перекись водорода, 3% раствор, индикаторная бумага, дрожжи.

Ход работы

В ступку поместить 10 г дрожжей, добавить 10 мл 0,1 н раствора NaOH, 2 г кварцевого песка и растирать 5 мин. Затем центрифугировать 15 мин при 3000 об/мин.

К 10 каплям надосадочной жидкости прилить 20 капель ледяной уксусной кислоты (рН 3,0) и приблизительно 10 капель 0,4% раствора KМnO4 так, чтобы розовое окрашивание не исчезало в течение 10 минут. Через 10 минут удаляют избыток перманганата калия путем добавления 4-5 капель 3% раствора Н2О2 и приливают 0,005 н раствор едкого натра (приблизительно 5 мл) до рН 4,0-4,5 в присутствии индикаторной бумаги. При ультрафиолетовом облучении фолиевой кислоты в щелочном растворе в флюороскопе наблюдается голубая флюоресценция.

**Контрольные вопросы**

1. Каковы важнейшие функции витамина В9в организме человека?
2. В каких продуктах содержится фолиевая кислота?
3. В чем проявляется дефицит витамина В9 в организме?
4. Как взаимодействует витамин В9 с другими веществами?
5. Качественная реакция на витамин В9?

**Практическое занятие №5**

**Тема «Качественные реакции на жирорастворимые витамины»**

**Цель:** уметь определять наличие витаминов в препаратах, продуктах, биологических жидкостях, использовать знание о строении, свойствах и биологической роли коферментных, жирорастворимых витаминов для объяснения их практического применения для профилактики и коррекции заболеваний, связанных с недостаточностью их в организме.

**Характеристика жирорастворимых витаминов**

Молекулы жирорастворимых витаминов содержат длинные углеводород­ные цепи, поэтому в воде не растворяются, а растворяются только в не­полярных растворителях — жирах, спиртах, эфирах. В связи с этим всасы­вание витаминов этой группы зависит от присутствия в желудочно-кишеч­ном тракте жира и желчи. Так, в отсутствие жира всасывается только 10 % провитамина А, а в его присутствии — около 60 %. Жирорастворимые ви­тамины могут накапливаться в организме вместе с жирами, что обуслов­ливает более медленное развитие авитаминозов при длительном отсут­ствии их в пище. При избыточном потреблении этих витаминов возможны состояния гипервитаминозов, которые могут привести к летальному исхо­ду. В случае дополнительного применения витаминов должны соблюдать­ся рекомендуемые нормы (табл.).

Жирорастворимые витамины устойчивы к действию температуры и кислот, но окисляются атмосферным кислородом. Механизм действия жи­рорастворимых витаминов до конца не выяснен, так как не установлены ферменты, в состав которых они входят.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | Рекомен- |   |
| Витамины | дуемые | Пищевые источники |
|   | нормы, мг |   |
| А(ретинол) | 1—1,5 | Морковь, темно-зеленые листья |
|   |   | овощей, помидоры, апельсины; |
|   |   | печень, рыба, молоко и молочные |
|   |   | продукты, яйца, маргарин, |
|   |   | сливочное масло |
| D (кальцифе- | 0,001— | Рыбий жир, икра рыб, рыба, |
| ролы) | 0,002 | печень, мясо, сливочное масло, |
|   |   | молоко, яичный желток, дрожжи. |
|   |   | Синтезируется под действием |
|   |   | ультрафиолетовых лучей в тканях |
| Е (токоферолы) | 10-30 | Злаки, черный хлеб, яблоки, зеле- |
|   |   | ные овощи, шиповник; масло — об- |
|   |   | лепиховое, соевое, хлопковое, сли- |
|   |   | вочное; мясо, молоко, рыба, печень |
| К (нафтохинон | 0,07—0,14 | Салат, шпинат, тыква, капуста, |
| или филлохи- |   | крапива, зеленые листья овощей, |
| нон) |   | томаты, рябина, морковь; печень, |
|   |   | мясо, яйца, сыр, сливочное масло. |
|   |   | Синтезируется микрофлорой |
|   |   | кишечника |

**Витамин А**

**Биологическое действие.**Витамин А (ретинол) влияет на зрение, так как входит в состав зрительного пигмента — родопсина, положительно воз­действует на процессы роста, усиливая биосинтез белка (анаболическое действие), а также на созревание половых клеток и процессы размноже­ния, состояние эпителия слизистых оболочек разных органов и его диф-ференцировку. Как антиоксидант он препятствует усилению пе-рекисного окисления липидов в клетках, что обычно наблюдается при мы­шечной активности и вызывает неблагоприятные изменения в организме.

*Авитаминоз*проявляется в виде поражения эпителиальных клеток ко­жи и слизистых оболочек различных органов (сухость, слущивание), в том числе сухость роговицы глаза (ксерофтальмия), что ведет к потере зрения. Витамин А и каротины используются при лечении рака легких, псориаза, лейкемии.

*Гиповитаминоз*проявляется в нарушении остроты зрения при перехо­де с хорошо освещенного места в не освещенное ("куриная слепота"). Не­достаточность витамина А можно выявить по скорости восстановления зрения в темноте (не более 6 с) или специальными адаптометрами.

*Гипервитаминоз*приводит к токсикозам, которые сопровождаются сильным похудением, тошнотой, кровоизлиянием, выпадением волос, по­терей солей кальция костной тканью, что приводит к частым переломам костей или даже к летальному исходу.

Каротины содержатся в продуктах питания оранжевого цвета, впервые выделены из моркови (от лат. carota — морковь).

Суточная потребность в витамине А повышена у спортсменов тех видов спорта, которые связаны с напряжением зрения.

**Витамины группы D**

**Биологическое действие***.*Витамины группы D (кальциферолы) регулиру­ют обмен кальция и фосфора в организме, поддерживая их постоянный уровень в крови с участием паратгормона и кальцитонина, усиливают их всасывание в тонком кишечнике и поступление в кровь, а также выход из костей и почек (рис. 43). Кальциферолы участвуют и в регуляции усвоения лимонной кислоты, что имеет отношение к аэробному энергообразованию, функции щитовидной и паращитовидной желез, сердечно-сосудистой и иммунной систем организма. Регулируя обмен кальция, они влияют на процессы сокращения мышц, передачу нервных импульсов и многие дру­гие Са2+-зависимые процессы.

*Авитаминоз*развивается чаще всего у детей до года и называется ра­хитом. При рахите нарушается поступление кальция и фосфора в кости и скелетные мышцы. Уменьшение их содержания приводит к нарушению процесса образования костей. Кости становятся мягкими, ломкими и под тяжестью тела деформируются. У детей наблюдается изменение формы черепа, задержка развития зубов. Скелетные мышцы теряют сократитель­ную способность. Развитие рахита наблюдается при снижении содержания фосфора в крови детей от 0,05 до 0,03—0,02 г • л"1, что может использо­ваться для его выявления.

Витамин D синтезируется в организме человека под действием сол­нечных лучей из провитамина D3, поэтому состояние авитаминозов во взрослом организме встречается редко. При лечении или профилактике авитаминоза обычно используют масляные растворы витамина D. В пос­леднее время украинскими биохимиками создан и успешно применяется препарат витамина D3 в виде белкового порошка — видеин, что улучшает его усвоение детским организмом и не вызывает аллергии.

*Гиповитаминоз*приводит к нарушению фосфорно-кальциевого обмена во всех органах и тканях, причем в первую очередь уменьшается поступ­ление Са2+ в кровь из кишечника. Может развиваться также у взрослых лю­дей, которые не получают необходимого количества солнечных лучей. При этом кальций и фосфор выходят из костей в кровь, в результате чего они размягчаются (остеопороз), разрушаются зубы, изменяется функция мышц (гипотония).

*Гипервитаминоз*сопровождается повышением всасывания кальция и фосфора из кишечника в кровь, отложением их в участках роста костей, что угнетает рост у детей, и многих других тканях, особенно артериях и почках, что нарушает их функцию.

**Витамины группы Е**

**Биологическое действие.**Витамин Е объединяет несколько разных по химическому строению и активности токоферолов (от греч. tokos — по­томство, phero — несу). Токоферолы предотвращают бесплодие и обес­печивают нормальное протекание процессов размножения, поэтому наз­ваны витамином размножения. Витамин Е является одним из самых сильных антиоксидантов, т. е. защищает от чрезмерного перекисного окисления липиды клеточных мембран и жирные кислоты, сохраняя их биологические функции. Благодаря своему антиоксидантному действию витамин Е предупреждает ожирение печени, способствует образованию важных для жизнедеятельности организма гормонов. Витамин Е влияет на окислительно-восстановительные процессы в организме, которые протекают с высвобождением энергии. Токоферолы поддерживают элас­тичность кровеносных сосудов, уменьшают свертываемость крови, уси­ливают процессы синтеза белка в скелетных мышцах, проявляя анаболи­ческое действие.

*Авитаминоз*проявляется в нарушении процессов обмена в скелетных мышцах: уменьшается количество сократительного белка миозина и уве­личивается количество коллагена в соединительной ткани, что влияет на сократительную способность мышц: ухудшается энергетика мышц за счет уменьшения содержания гликогена, креатинфосфата и АТФ.

*Гиповитаминоз*сопровождается снижением содержания белков в плазме крови, дистрофией мышц.

Суточная потребность в токоферолах увеличивается при избыточном потреблении ненасыщенных жирных кислот, интенсивной физической ра­боте, особенно в условиях гипоксии при подъеме в горах. Потребность в нем снижается при обеспечении организма микроэлементом селеном.

Витамин Е используется для лечения и профилактики атеросклерозов, ишемической болезни сердца, гипертонии, тромбозов сосудов, нарушении детородной функции. В спортивной практике витамин Е активно использу­ется в связи с широким спектром его биологического действия для под­держания высокой физической работоспособности, выносливости орга­низма.

**Витамины группы К**

**Биологическое действие.**Витамины группы К (филлохиноны) входят в состав ферментов, которые регулируют процессы свертывания крови, спо­собствуя превращению фибриногена в фибрин, формирующий кровяной сгусток. Витамин К как компонент дыхательной цепи (убихинон или ко-фермент Q) участвует в окислительно-восстановительных реакциях и вли­яет на аэробные процессы энергообразования.

*Авитаминоз*связан с нарушением процесса образования протромбина в печени. Это вызывает замедление процессов свертывания крови и со­провождается кровотечениями, возникновением подкожных, внутримы­шечных и желудочно-кишечных кровоизлияний (геморрагии). Одной из причин авитаминоза может быть нарушение всасывания витамина К в ки­шечнике при заболевании печени и других органов пищеварения или боль­шие кровопотери.

*Гиповитаминоз*встречается крайне редко, так как кишечная микро­флора обычно вырабатывает витамин К в достаточном количестве.

*Гипервитаминоз*проявляется в виде усиления процессов свертывания крови и тромбообразования.

**Реакция витамина А с сульфатом железа.**

Принцип метода. При взаимодействии ретинола с FeSО4 в кислой среде образуется соединение розово-красного цвета. Каротины дают в этой реакции зеленоватое окрашивание.

Порядок выполнения работы.

К 1-2 каплям рыбьего жира осторожно (работают под тягой) прибавляют 5-10 капель насыщенного раствора сульфата железа (FeSO4), приготовленного на ледяной уксусной кислоте, и добавляют 1 каплю концентрированной серной кислоты. Появляется голубое окрашивание, постепенно переходящее в розово-красное.

Анилиновая проба на витамин d.

Принцип метода. При нагревании рыбьего жира, содержащего витамин D, с анилиновым реактивом раствор приобретает красную окраску.

Порядок выполнения работы.

В сухую пробирку вносят 1 каплю рыбьего жира, 5 капель хлороформа и тщательно встряхивают. Затем добавляют 1 каплю анилинового реактива, содержащего 15 частей анилина и 1 часть концентрированной соляной кислоты. Смесь осторожно при помешивании нагревают до кипения и кипятят примерно 30 секунд. При наличии витамина D желтая эмульсия сначала становится зеленой, а затем красной. При стоянии эмульсия через 1-2 минуты расслаивается, при этом нижний слой окрашен в интенсивно красный цвет.

Качественные реакции на витамин е.

**Витамины группы Е** (токоферолы) являются производными токола, самый активный из них −α-токоферол. Качественные реакции на α-токоферол обусловлены окислением его в α-токо-ферилхинон, окрашенный в красный цвет.

**Реакция α-токоферола с концентрированной азотной кислотой.**

При прибавлении к α-токоферолу концентрированной азотной кислоты раствор окрашивается в оранжевый или красный цвет.

Порядок выполнения работы.

В сухую пробирку вносят 5 капель 0,1%-го спиртового раствора α-токоферола и 10 капель концентриро-ванной азотной кислоты. Содержимое пробирки встряхивают, появляется красное окрашивание. Если образовавшуюся окрашенную эмульсию поместить в водяную баню при 70 оС, она расслаивается, при этом верхний масляный слой имеет красный цвет.

**Реакция α-токоферола с хлоридом железа**.

Добавление к α-токоферолу хлорида железа (FeCl3) вызывает появление красной окраски .

FеС13 + Н2О FеС12 + HCl (красного цвета)

Порядок выполнения работы.

4-5 капель 0,1%-го спиртового раствора α-токоферола смешивают с 0,5 мл 1%-го раствора хлорного железа. Смесь тщательно перемешивают и наблюдают появление красного окрашивания. Раствор окрашивается в красный цвет в результате окисления ά-токоферола хлоридом железа (III) в тоферилхинон:



**Качественная реакция на витамин К (с анилином)**

*Ход определения.* В пробирку вносят 2мл 0,05% спиртового раствора викасола, добавляют 2 капли анилина. Осторожно встряхивают содержимое пробирки и наблюдают красное окрашивание, что обусловлено образованием 1-метил-2-фенил-аминонафтохинола.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое витамины?
2. Какие витамины относятся к жирорастворимым?
3. Какие функции выполняют жирорастворимые витамины в организме
4. С помощью каких качественных реакций можно определить жирорастворимые витамины?

**Практическое занятие №6**

**Тема «Обнаружение белков в составе нуклеопротеидов»**

**Цель работы:** научиться определять химический состав гидролизата нуклеопротеидов.

Нуклеопротеиды представляют собой сложные белки, содержащие в качестве простетической группы нуклеиновые кислоты. Из нуклеопротеидов состоит основная масса клеточного ядра, поэтому данные белки могут быть выделены из тканей, богатых ядерным веществом (щитовидной железы, семенников, сперматозоидов и др.).

Являясь структурными элементами органелл клетки (ядра и цитоплазмы) и выполняя важнейшие специфические функции в живом организме, нуклеопротеиды играют важную биологическую роль. Деление клеток, биосинтез белков, передача наследственной информации тесно связаны с нуклеопротеидами, в частности с входящими в их состав нуклеиновыми кислотами (ДНК и РНК).

Нуклеиновые кислоты - это высокомолекулярные соединения, построенные из большого числа нуклеопротеидов, которые состоят из гетероциклического основания (пуринового и пиримидинового) и углеводной компоненты (рибозы или 2 - дезоксирибозы), а также фосфорной кислоты.

Исследование химического состава нуклеопротеидов проводят на примере дрожжей, которые подвергают гидролизу с последующим изучением его продуктов (полипептидов, пуриновых оснований, углеводных компонентов и фосфорной кислоты).

Гидролиз осуществляют следующим образом. В круглодонную колбу объемом 100 мл помещают 1 г свежих или 0,2 г сухих пекарских дрожжей, приливают 20 мл 10 % раствора серной кислоты (Н2SO4) и 20 мл дистиллированной воды. Колбу закрывают пробкой с воздушным холодильником, закрепляют с небольшим наклоном и кипятят под тягой 1 час. Охлаждают, доводят объем до первоначального дистиллированной водой, отфильтровывают через складчатый фильтр. С фильтратом проводят указанные ниже реакции.

**Реакции на полипептиды**

Опыт 1. Биуретовая реакция на полипептиды

К 5 каплям гидролизата дрожжей добавляют 10 капель 10 % раствора гидроокиси натрия (NаОН) и 1 - 2 капли 5 % раствора сульфата меди (II) - СиSO4 до появления сине-фиолетовой или красно-фиолетовой окраски раствора.

В отчете следует отметить наблюдения, сделать вывод о наличии в нуклеопротеиде полипептидов.

**Реакции на пуриновые основания**

Опыт 2. Серебряная проба на пуриновые основания

Метод основан на способности пуриновых оснований образовывать с аммиачным раствором нитрата серебра (АgNO3) осадок серебряных солей пуриновых оснований (аденина, гуанина), окрашенных в светло-коричневый цвет:



В пробирку вносят 10 капель гидролизата дрожжей, добавляют по каплям концентрированный раствор аммиака (NН4ОН) до щелочной реакции по универсальной индикаторной бумаге (1 - 10 капель) и 10 капель аммиачного раствора нитрата серебра (АgNO3), который готовят добавлением концентрированного раствора аммиака к 2 - 3 % раствору нитрата серебра до растворения осадка. Через 3-5 минут образуется рыхлый бурый осадок серебряных соединений пуриновых оснований.

**Качественные реакции на пентозы**

Опыт 3. Дифениламиновая проба (реакция Дише)

Метод основан на способности дезоксирибозы ДНК образовывать в реакции с дифениламином соединения синего цвета при нагревании в среде, содержащей смесь ледяной уксусной кислоты и концентрированной серной кислоты. С рибозой РНК аналогичная реакция дает зеленое окрашивание.

Для приготовления дифениламинового реактива 1 г дифениланилина растворяют в 100 мл ледяной уксусной кислоты (СН3СO2Н) и к полученному раствору добавляют 2,75 мл концентрированной серной кислоты (Н2SO4).

К 10 каплям гидролизата нуклеопротеидов дрожжей приливают 0,5 - 1 мл дифениламинового реактива. Содержимое пробирки перемешивают и нагревают на водяной бане в течение 15 - 20 минут. Отмечают характерное окрашивание раствора.

Опыт 4. Проба Троммера

Эта проба, как и две последующие, основана на способности рибозы и 2-дезоксирибозы, имеющих свободный гликозидный гидроксил, восстанавливать в щелочной среде окисные формы металлов (Сu, Fе, Вi) до закисных, а закисные - до свободного состояния. Сахара же в этих условиях дают различные продукты окисления.

Основана проба Троммера на указанных ниже реакциях.

1. При добавлении водного раствора гидроксида натрия (NаОН) к раствору сульфата меди (II) - СuSO4 образуется осадок гидроксида меди (II) - Сu(ОН)2 синего цвета:



2. При нагревании в присутствии восстанавливающих сахаров (рибозы, 2-дезоксирибозы) гидроксид меди (II) - Сu(ОН)2 восстанавливается до гидроксида меди (I) - СuОН (желтый осадок), затем до Сu2O - оксида меди (I), и в конечном результате образуется кирпично-красный осадок.



Избыток сульфата меди (II) - СuSO4 мешает реакции, так как ведет к образованию большого количества Сu(ОН)2 - гидроксида меди (II), который при нагревании распадается с образованием черного осадка СuО - оксида меди:



К 5 каплям гидролизата дрожжей добавляют 5 капель 30 % раствора гидроксида натрия (NаОН) и несколько капель 7 % раствора сульфата меди (II) - СuSO4 до появления неисчезающей мути Сu(OН)2 - гидроксида меди (II). При нагревании до кипения выпадает желтый осадок гидроксида меди (I) - СuОН ИЛИ кирпично- красный осадок оксида меди (I) - Сu2O.

Опыт 5. Проба Феллинга

Проба Феллинга является модификацией пробы Троммера. В ней используется реактив Феллинга, для приготовления которого в пробирке смешивают 5 капель 7 % раствора сульфата меди (II) - СUSO4 И 5 капель раствора сегнетовой соли (345 г KNaC4H4O6 • 4Н2O - тетрагидрата двойной натриевой-калиевой соли винной кислоты растворяют в дистиллированной воде), добавляют 140 г гидроксида натрия (NаОН) и доводят водой в мерной колбе до 1 л.

К реактиву Феллинга добавляют 5 - 7 капель гидролизата дрожжей, перемешивают и нагревают до кипения. Наблюдают выпадение окрашенного осадка. В присутствии глюкозы выпадает желтый осадок гидрата закиси меди или красный осадок закиси меди.

Опыт 6. Реакция Толленса

В отличие от двух предыдущих реакций реакция Толленса является специфичной для пентоз. Она обусловлена взаимодействием флороглюцина с фурфуролом, образующимся из пентозы при нагревании с соляной кислотой (НСI). При этом получается продукт конденсации красного цвета.



В пробирку вносят 5 - 7 капель гидролизата дрожжей, 2 - 3 капли 0,5 % раствора флороглюцина в концентрированной соляной кислоте (НСI) и кипятят в течение 1 минуты. Наблюдают за изменением окраски раствора.

Опыт 7. Реакция Молиша

В пробирку вносят 10 капель гидролизата дрожжей, добавляют 3 капли 1 % раствора тимола, затем по стенке пробирки (осторожно!) добавляют 20 капель концентрированной соляной кислоты (НСI) и кипятят в течение 1 минуты. Наблюдают за изменением окраски раствора. При встряхивании на дне пробирки образуется продукт конденсации фурфурола с тимолом красного цвета. При взаимодействии концентрированной серной кислоты с пентозами происходит их дегидратация с образованием фурфурола, который дает с тимолом продукт конденсации красного цвета.

**Качественные реакции на фосфорную кислоту**

Опыт 8. Молибденовая проба на фосфорную кислоту

Для приготовления молибденового реактива в 100 мл дистиллированной воды растворяют 7,5 г молибдата аммония - (NН4)2МоO4 и добавляют 100 мл 32 % раствора азотной кислоты (НNО3) плотностью 1,2 г/см3.

В пробирку вносят 5 капель гидролизата дрожжей, добавляют 10-20 капель молибденового реактива и кипятят в течение нескольких минут. При охлаждении пробирки под струей холодной воды выпадает кристаллический осадок фосфорной соли молибдата аммония лимонно-желтого цвета:



**Качественные реакции на лекарственные препараты нуклеотидной природы**

В качестве лекарственного препарата нуклеотидной природы используют раствор аденозинтрифосфата (АТФ, средства улучшающего метаболизм и энергообеспечение тканей).

Опыт 9. Обнаружение рибозы в аденозинтрифосфате

Метод основан на обнаружении рибозы с помощью дифенил - аминовой реакции.

В пробирку вносят 5 капель раствора аденозинтрифосфата натрия, прибавляют 10 капель дифениламинового реактива и нагревают 10 минут на кипящей водяной бане. При этом появляется сине-зеленое окрашивание. Дифениламин с дезоксирибозой дает синее окрашивание, а с рибозой-зеленое.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое нуклеопротеиды
2. Какие функции выполняют нуклеопротеиды
3. Что такое нуклеиновые кислоты
4. Каким способом исследуют химический состав нуклеопротеидов

**Список рекомендуемой литературы**

1. Алейникова Т.Л., Рубцова Г.В. Руководство к практическим занятиям по биологической химии: Учебник. - М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
2. Асатиани В.С. Ферментные методы анализа. – М.: Наука, 1969. –740 с.
3. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия: Учебник. -М.: Высшая школа, 2000. - 479с.
4. Кнорре, Д. Г. Биологическая химия [Текст] : учебник для студентов вузов / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина. - 3-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2003. - 479 с.
5. Ленинджер А. Основы биохимии: в 3-х т. Т. 1-3. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 1055 с.
6. Филипович Ю.Б., Егорова Т.А., Севастьянов Г.А. Практикум по общей биохимии: Учебник. – М.: Просвещение, 1982. – 311 с.
7. Биохимия [Текст] : учебник / Под ред. В. Г. Щербакова. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : ГИОРД, 2003. - 440 с
8. Чиркин, А. А. Практикум по биохимии [Текст] : учебное пособие / А. А. Чиркин. - М. : Новое знание, 2002. - 512 с