

Министерство сельского хозяйства РФ

Мичуринский филиал

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Савелькина Н. А.

**Биохимия и микробиология  
мяса и мясных продуктов**  
учебное пособие

**Ч.1 Общая биохимия**



Брянск, 2018

УДК637.5.047 (07)  
ББК 36.92  
С 12

Савелькина, Н А. Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов: учебное пособие. В 3 ч. Ч. 1 Общая биохимия / Н. А. Савелькина. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. - 66 с.

Учебное пособие разработано на основе рабочей программы дисциплины Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов по специальности СПО 19.02.08 Технология мяса и мясных продуктов. Цель пособия - дать теоретические основы биохимических и микробиологических процессов, протекающих в мясе и мясных продуктах при изготовлении и хранении.

Рецензент: преподаватель Мичуринского филиала Брянского ГАУ Сидоренко И.В.

Печатается по решению методического совета Мичуринского филиала Брянского ГАУ протокол № 2 от 09.11.2017 г.

© Савелькина Н.А., 2018  
© Мичуринский филиал  
ФГБОУ ВПО «Брянский  
государственный  
аграрный университет», 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ I ОБЩАЯ БИОХИМИЯ	5
Предмет, задачи и основные этапы развития биохимии	
Тема 1.1 Химический состав живых организмов. Белки	7
Тема 1.2 Ферменты. Нуклеиновые кислоты	10
Тема 1.3 Липиды. Углеводы	23
Тема 1.4 Вода и минеральные вещества. Витамины	30
Тема 1.5 Обмен веществ как основной признак жизни	50
Тема 1.6 Обмен углеводов, липидов, белков, нуклеиновых кислот, водно-солевой обмен	59
ЛИТЕРАТУРА	65

## ВВЕДЕНИЕ

Биохимия – наука о химическом составе живой материи и о химических процессах, происходящих в живых организмах и лежащих в основе жизнедеятельности. В основе технологических процессов, протекающих при изготовлении различных продуктов питания, в большинстве случаев лежат биохимические и связанные с ними физико-химические превращения различных компонентов исходного сырья. Качество готовых изделий зависит, в основном, от изменений белков в процессах технологической обработки животного, и растительного сырья. Поэтому изучение строения, физико-химических и биохимических свойств белков тканей, а также их изменений в результате воздействия различных факторов является одной из важнейших задач данной отрасли знаний.

Вместе с тем большое значение имеет изучение свойств и биологической роли в прижизненных и послеубойных превращениях других компонентов тканей: углеводов, липидов, экстрактивных веществ, витаминов и т.д. Для технолога мясной промышленности особое значение имеет изучение ферментных систем и биохимических процессов, протекающих в животных тканях в послеубойный период и в процессе технологической обработки. Академик А. Н. Бах – основоположник технической биохимии, указывал, что только на основе глубокого понимания ферментативных явлений можно действительно рационально управлять технологическими процессами и гарантированно получать продукты высокого качества. Таким образом, дисциплина Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов является основополагающей в формировании профессиональных компетенций технолога мясной промышленности. Она вооружает его знанием свойств и возможностей рационального использования животного сырья, пониманием необходимости ведения технологического процесса так, чтобы обеспечить сохранение в сырье ценных исходных качеств при изготовлении пищевых, лечебных или технических препаратов.

## РАЗДЕЛ I. ОБЩАЯ БИОХИМИЯ

### Предмет, задачи и основные этапы развития биохимии

**Биохимия** изучает химические процессы, происходящие в живых системах. Иначе говоря, биохимия изучает химию жизни. Наука эта относительно молодая. Она родилась в 20 веке. Условно курс биохимии можно разделить на три части.

**Общая биохимия** занимается общими закономерностями химического состава и обмена веществ разных живых существ от мельчайших микроорганизмов и кончая человеком. Оказалось, что эти закономерности во многом повторяются.

**Частная биохимия** занимается особенностями химических процессов, протекающих у отдельных групп живых существ. Например, биохимические процессы у растений, животных, грибов и микроорганизмов имеют свои особенности, причем, в ряде случаев очень существенные.

**Функциональная биохимия** занимается особенностями биохимических процессов протекающих в отдельных организмах, связанных с особенностями их образа жизни. Направление функциональной биохимии, исследующее влияние физических упражнений на организм спортсмена называется биохимией спорта или **спортивной биохимией**.

Биологическая химия - одна из фундаментальных наук, которая необходима для формирования специалистов многих биологических и технических специальностей. Цель биологической химии состоит в том, чтобы применять сведения о химическом составе и метаболических превращениях в микро- и микроорганизмах в практической деятельности. Для решения поставленной цели можно выделить следующие задачи:

- Изучить строение и обмен белков, липидов углеводов;
- Изучить механизм действия ферментов, витаминов и нуклеиновых кислот;
- Изучить пути влияния биохимии, при различных процессах технологической обработки продуктов питания животного и растительного происхождения, на качество готовой продукции, его пищевую и биологическую ценность.

Основные этапы развития биохимии Биологическую химию можно определить как науку, которая изучает химический состав, структуру и свойства веществ, содержащихся в живых организмах, а также обмен энергии и вещества в них. Термин «биохимия» был введен К. Нейбергом в 1903 г. Биохимию можно условно разделить на три составляющих части: **статическую** биохимию, **динамическую** биохимию и **функциональную** биохимию. **Статическая** биохимия исследует качественный и количественный химический состав организмов, **динамическая** биохимия изучает превращения химических соединений и энергии в организмах, **функциональная** биохимия раскрывает взаимосвязи между составом, структурой, превращениями веществ и физиологическими

функциями тканей и органов живых существ. Основными признаками живой материи являются расщепление – диссимиляция органических веществ, их синтез – ассимиляция и способность к размножению. Единство процессов диссимиляции и ассимиляции называют обменом веществ, а состояние их динамического равновесия – гомеостазом организма. В начале 19 века сформировались понятия о белках, жирах и углеводах, из природных органических источников растительного или животного происхождения были выделены такие вещества как мочевина (Д. Руэлль), глицерин, лимонная, яблочная, молочная кислоты (К. Шееле), аспарагин (Воклен), глюкоза и т.д. Сложилось твердое убеждение о том, что органическое вещество не может быть получено из минерального вещества без участия некоторой «жизненной силы», т.е. гипотеза витализма.

### **Уровни структурной организации химических соединений живых организмов**

Характерной чертой живой природы является наличие органических соединений. В зависимости от молекулярной массы все органические соединения клетки могут быть разделены на низкомолекулярные и высокомолекулярные. В клетке присутствует великое множество низкомолекулярных органических соединений. Они могут быть промежуточными продуктами обмена веществ, предшественниками более сложных молекул или играть самостоятельную роль. Среди высокомолекулярных соединений клетки особое место занимают *биополимеры*. Это сложные органические молекулы, состоящие из повторяющихся структурных звеньев *мономеров*. Мономеры являются низкомолекулярными органическими соединениями. К биополимерам относятся белки, углеводы и нуклеиновые кислоты. Мономерами белков являются аминокислоты, углеводов – моносахариды, нуклеиновых кислот – нуклеотиды. Важнейшим классом высокомолекулярных органических соединений клетки являются *липиды*. Липиды не состоят из повторяющихся структурных единиц и, следовательно, не относятся к биополимерам.

В клетке различные высокомолекулярные соединения могут образовывать *сложные макромолекулы*: например, при взаимодействии липида и белка образуется липопротеины, при образовании комплекса углевода и липида – гликолипид. Значительное число сложных макромолекул образует *надмолекулярные комплексы*, которые выполняют в клетке определенные функции. Примером такого комплекса может служить рибосома, состоящая из большого количества белков и РНК, и обеспечивающая синтез белка в клетке. Функциональные объединения надмолекулярных комплексов с другими высокомолекулярными и низкомолекулярными соединениями приводит к формированию *клеточных органоидов*.

## Тема 1.1 Химический состав живых организмов. Белки

1. Элементарный состав живых организмов.
2. Химический состав и функции и классификация белков.

### 1. Элементарный состав живых организмов

1. Организм человека включает химические элементы, которые встречаются также и в неживой природе. Однако по количественному составу химических элементов живые организмы существенно отличаются от неживой природы. Так, например, количественное содержание железа и кремния в неживой природе существенно выше, чем в живых организмах. Характерной отличительной чертой живых организмов является высокое содержание углерода, что связано с преобладанием в них органических соединений.

Человеческий организм состоит из структурных элементов: С-углерод, О-кислород, Н-водород, N-азот, Са-кальций, Mg-магний, Na-натрий, К-калий, S-сера, P-фосфор, Cl-хлор. Например,  $H_2O$ , молекула воды, состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. 70-80% организма человека состоит из воды. Однако жидкости в теле человека, в его клетках, его крови включают кроме воды 0,9% поваренной соли NaCl, молекула которой состоит из натрия и хлора. Все биохимические процессы происходят именно в 0,9% водном растворе поваренной соли, который называют физиологическим раствором. Поэтому даже лекарства для уколов и капельниц растворяют в физиологическом растворе.

В организме человека содержится около 3 кг минеральных веществ, что составляет 4% массы тела. Минеральный состав организма очень разнообразен и в нем можно обнаружить почти всю таблицу Менделеева.

Минеральные вещества распределены в организме крайне неравномерно. В крови, мышцах, внутренних органах содержание минеральных веществ низкое – около 1%. А вот в костях на долю минеральных веществ приходится около половины массы. Эмаль зубов на 98% состоит из минеральных веществ.

Формы существования минеральных веществ в организме также разнообразны.

Во-первых в костях они встречаются в форме нерастворимых солей.

Во-вторых, минеральные элементы могут входить в состав органических соединений.

В-третьих, минеральные элементы могут находиться в организме в виде ионов.

Суточная потребность в минеральных веществах невелика и поступают они в организм с пищей. Их количества обычно в пище достаточно. Однако в редких случаях их может не хватать. Например, в некоторых местностях не хватает йода, в других избыток магния и кальция.

Выводятся из организма минеральные вещества тремя путями в составе мочи, кишечником – в составе кала и с потом – кожей.

Биологическая роль этих веществ очень разнообразна.

В организме человека и животных обнаружен около 90 элементов таблицы Д.И. Менделеева.

**Биогенные химические элементы** – химические элементы, присутствующие в живых организмах. По количественному содержанию их принято подразделять на несколько групп:

1. **Макроэлементы.**
2. **Микроэлементы.**
3. **Ультрамикроэлементы.**

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*. Конечно, такая градация условна. По ней магний попадает в промежуточную область между макро- и микроэлементами.

Все химические элементы в виде **ионов** либо **в составе** тех или иных соединений участвуют в построении **организма**, т. е. в живой клетке из более простых веществ происходит синтез **молекул** неорганических и сложных органических **молекул** (аминокислот, белков, нуклеиновых кислот и др.).

Химические элементы входят в состав клеток в виде ионов или компонентов неорганических и органических веществ.

## 2. Химический состав и функции и классификация белков

**Белковыми веществами** называются высокомолекулярные органические соединения, молекулы которых состоят из остатков 20 различных  $\alpha$ -аминокислот. Белки играют огромную роль в деятельности живых организмов, в том числе и человека.

В состав простых белков (состоящих только из аминокислот) входят *углерод, водород, азот, кислород и сера*. Часть белков (сложные белки) образует комплексы с другими молекулами, содержащими фосфор, железо, цинк и медь – это сложные белки, содержащие помимо аминокислот еще и небелковую – *простетическую группу*. Она может быть представлена ионами металлов (*металлопротеины* – гемоглобин), углеводами (*гликопротеины*), липидами (*липопротеины*), нуклеиновыми кислотами (*нуклеопротеины*).

Белки обладают *огромной молекулярной массой*: Один из белков – глобулин молока – имеет молекулярную массу 42000. Его формула  $C_{1864}H_{3012}O_{576}N_{468}S_{21}$ . Существуют белки, молекулярная масса которых в 10 и даже в 100 раз больше. Для сравнения: молекулярная масса спирта – 46, уксусной кислоты – 60, бензола – 78.

Наиболее важными функциями белков являются:

- **структурная функция** (соединительные ткани, мышцы, волосы и т.д.);
- **каталитическая функция** (белки входят в состав ферментов);
- **транспортная функция** (перенос кислорода гемоглобином крови);
- защитная функция** (антитела, фибриноген крови),
- **сократительная функция** (миозин мышечной ткани); гормональная (гормоны человека);

- **резервная** (ферритин селезенки). Резервная или питательная функция белков заключается в том, что белки используются организмом человека для синтеза белков и биологически активных соединений на основе белка, которые регулируют процессы обмена в организме человека.

Белки состоят из остатков  $\alpha$  - аминокислот соединенных **пептидной связью** (- CO – NH -), которая образуется за счет карбоксильной группы первой аминокислоты и  $\alpha$  - аминогруппы второй аминокислоты.

Существует несколько видов классификации белков.

**Классификация по строению пептидной цепочки:** различают спиралевидную форму в виде  $\alpha$  - спирали и складчатую структуру в виде  $\beta$  - спирали.

**Классификация по ориентации белковой молекулы в пространстве:**

- *Первичная структура* представляет собой соединение аминокислот в **простейшую линейную цепь за счет только пептидных связей.**

- *Вторичная структура* представляет собой пространственное расположение полипептидной цепи в виде  $\alpha$  - спирали или  $\beta$  - складчатой структуры. Структура удерживается за счет возникновения водородных связей между соседними пептидными связями.

- *Третичная структура* представляет собой специфическое укладывание  $\alpha$  - спирали в виде глобул. Структура удерживается за счет возникновения связей между боковыми радикалами аминокислот.

- **Четвертичная структура** представляет собой соединение нескольких глобул, находящихся в состоянии третичной структуры, в одну укрупненную структуру, обладающую новыми свойствами, не характерными для отдельных глобул. Глобулы удерживаются за счет возникновения водородных связей.

Поддержание характерной пространственной третичной структуры белковой молекулы осуществляется за счет взаимодействия боковых радикалов аминокислот между собой с образованием связей: водородных, дисульфидных, электростатических, гидрофобных. Конфигурации перечисленных связей приведены на рисунке.

**Классификация по степени растворимости белка.**

- Водорастворимые белки имеют небольшую молекулярную массу, их представляют **альбумины** яйца.

- Солеорастворимые белки растворяются в 10 % растворе хлорида натрия, их представляют **глобулины**: белок молока казеин, белок крови глобулин.

- Щелочерастворимые белки растворяются в 0,2 % растворе гидроксида натрия, их представляют **глютелины**: белок клейковины пшеницы.

- Спирторастворимые белки растворяются в 60-80 % спирте, их представляют **проламины**: белки злаковых культур.

**Классификация по строению белка.**

Белки по строению белковой молекулы разделяются на простые или протеины и сложные или протеиды. В состав простых белков входят только аминокислоты, в состав сложных белков входят аминокислоты (апобелок) и вещества небелковой природы (простетическая группа), которая включает: фосфорную кислоту, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты и т.д.

Протеиды подразделяются на подгруппы в зависимости от состава небелковой части:

- **Липопротеиды** состоят из белка и остатков липидов, они входят в состав клеточных мембран, в протоплазму клеток.

- **Гликопротеиды** состоят из белка и высокомолекулярных углеводов, входят в состав яичного белка.

- **Хромопротеиды** состоят из белка и красящих веществ - пигментов, имеющих в своем составе металлы, например гемоглобин содержит железо.

- **Нуклеопротеиды** состоят из белка и нуклеиновых кислот, входят в состав протоплазмы клеток и в ядро клетки.

- **Фосфопротеиды** состоят из белка и фосфорной кислоты, входят

## Тема 1.2 Ферменты. Нуклеиновые кислоты

1. Ферменты. Классификация и характеристика. Механизм действия ферментов.

2. Роль ферментов микроорганизмов в мясной промышленности.

3. Нуклеиновые кислоты.

### 1. Ферменты. Классификация и характеристика. Механизм действия ферментов

**Ферменты, или энзимы**, – это биологические катализаторы, ускоряющие химические реакции.

Общее число известных ферментов составляет несколько тысяч. Практически все химические реакции, протекающие в живых организмах, осуществляются при их участии.

Ферменты ускоряют химические реакции в  $10^8 - 10^{20}$  раз. Они играют решающую роль в важнейших биологических процессах: в обмене веществ, в мышечном сокращении, в обезвреживании чужеродных веществ, попавших в организм, в передаче сигнала, в транспорте веществ, свертывании крови и многих других. Для клетки ферменты абсолютно необходимы, без них клетка, а следовательно, и жизнь, не могли бы существовать.

Слово фермент произошло от латинского fermentum – закваска, энзим в переводе с греческого означает «в дрожжах». Первые сведения о ферментах были получены еще в XIX веке, но только в начале XX века были сформулированы теории действия ферментов, и лишь в 1926 году Джеймс Самнер впервые получил очищенный фермент в кристаллическом виде – уреазу. Уреаза катализирует гидролитическое расщепление мочевины:

Самнер обнаружил, что кристаллы уреазы состоят из белка. В 30-е гг. прошлого столетия Джон Нортон с коллегами получили в кристаллическом виде пищеварительные ферменты трипсин и пепсин, а также установили, что они, как и уреазы, по своей природе являются белками. В результате этих исследований сформировалась точка зрения о белковой природе ферментов, которая многократно впоследствии подтверждалась.

## Сходства и различия ферментов с небелковыми катализаторами

Ферменты имеют ряд общих свойств с химическими небелковыми катализаторами:

- а) не расходуются в процессе катализа и не претерпевают необратимых изменений;
- б) ускоряют как прямую, так и обратную реакции, не смещая при этом химического равновесия;
- в) катализируют только те реакции, которые могут протекать и без них;
- г) повышают скорость химической реакции за счет снижения *энергии активации* (рис. ).

Химическая реакция протекает потому, что некоторая доля молекул исходных веществ обладает большей энергией по сравнению с другими молекулами, и этой энергии достаточно для достижения переходного состояния. Ферменты, как и химические катализаторы, снижают энергию активации, взаимодействуя с исходными молекулами, в связи с этим число молекул, способных достичь переходного состояния, возрастает, вследствие этого увеличивается и скорость ферментативной реакции.



Рис. Влияние фермента на энергию активации

Ферменты, несмотря на определенное сходство с небелковыми химическими катализаторами, отличаются от них по ряду параметров:

а) ферменты обладают более высокой эффективностью действия, например, фермент каталаза, катализирующий реакцию:  $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ , ускоряет ее приблизительно в  $10^{12}$  раз, эффективность же платины как катализатора этой реакции приблизительно в один миллион раз ниже;

б) ферменты обладают более высокой специфичностью в сравнении с небелковыми катализаторами, они ускоряют более узкий круг химических реакций, например, уже упомянутый фермент уреазы катализирует только одну реакцию – гидролиз мочевины, протеазы способны расщеплять только белки, но не действуют на углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты и другие вещества. С другой стороны, платина способна катализировать различные реакции

(гидрирования, дегидрирования, окисления), она катализирует как реакцию получения аммиака из азота и водорода, так и гидрирование непредельных жирных кислот (эту реакцию используют для получения маргарина);

с) ферменты эффективно действуют в мягких условиях: при температуре 0 – 40 С, при атмосферном давлении, при значениях рН, близких к нейтральным, в более жестких условиях ферменты денатурируют и не проявляют своих каталитических качеств. Для эффективного химического катализа часто требуются жесткие условия – высокое давление, высокая температура и наличие кислот или щелочей. Например, синтез аммиака в присутствии катализаторов проводят при 500 – 550°С и давлении 15 – 100 МПа;

д) активность ферментов в сравнении с химическими катализаторами может более тонко регулироваться различными факторами. В клетке существует множество веществ как увеличивающих, так и снижающих скорости ферментативных реакций.

#### *Структура ферментов*

Относительная молекулярная масса ферментов может колебаться от  $10^4$  до  $10^6$  и более. Ферменты – это, как правило, глобулярные белки. Одни ферменты являются простыми белками и состоят только из аминокислотных остатков (рибонуклеаза, пепсин, трипсин), активность других зависит от наличия в их составе дополнительных химических компонентов, так называемых *кофакторов*. В качестве кофакторов могут выступать ионы металлов  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  или сложные органические вещества, которые называют также *коферментами*. В состав многих коферментов входят витамины.

Если кофермент прочно связан с ферментом, то в этом случае он представляет простетическую группу сложного белка. Кофакторы могут выполнять следующие функции:

- а) участие в катализе;
- б) осуществление взаимодействия между субстратом и ферментом;
- с) стабилизация фермента.

В молекуле фермента присутствует *активный центр*. Активный центр – это область молекулы фермента, в которой происходит связывание субстрата и его превращение в продукт реакции. Размеры фермента, как правило, значительно превышают размеры их субстратов. Активный центр занимает лишь незначительную часть молекулы фермента (рис. ).



Рис. Относительные размеры молекулы фермента и субстрата

Активный центр образуют аминокислотные остатки полипептидной цепи. В двухкомпонентных ферментах в состав активного центра может входить и небелковый компонент. В молекуле фермента присутствуют аминокислотные остатки, которые не участвуют в катализе и во взаимодействии с субстратом. Однако они весьма существенны, так как формируют определенную пространственную структуру фермента. Наиболее часто в составе активного центра содержатся полярные (серин, треонин, цистеин) и заряженные (лизин, гистидин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты) аминокислотные остатки. Аминокислотные остатки, образующие активный центр, в полипептидной цепи находятся на значительном расстоянии и оказываются сближенными при формировании третичной структуры (рис. ).

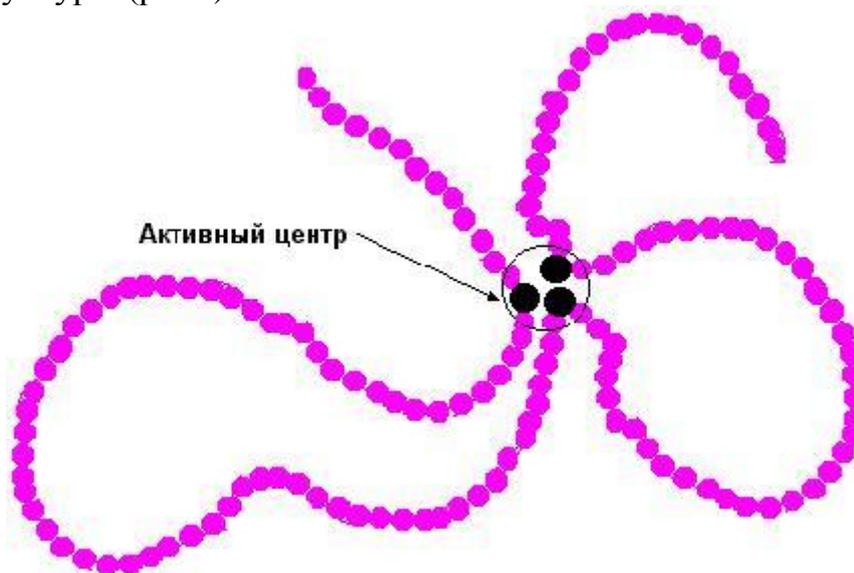


Рис. Активный центр

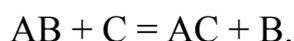
### ***Номенклатура и классификация ферментов***

Часто названия ферментов образуются путем прибавления суффикса к названию субстрата, на который он воздействует. Например, названия фермента уреазы произошло от английского слова urea – мочевины, протеазы (ферменты, расщепляющие белки) – от слова протеин. Многие ферменты имеют *тривиальные* названия, не связанные с названием их субстратов, например, пепсин и трипсин. Существуют и систематические названия ферментов, включающие названия субстратов и отражающие характер катализируемой реакции.

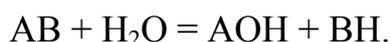
В соответствии с катализируемой реакцией все ферменты делятся на 6 классов.

1. *Оксидоредуктазы*. Катализируют окислительно-восстановительные реакции.

2. *Трансферазы*. Катализируют реакции межмолекулярного переноса групп:



3. *Гидролазы*. Катализируют реакции гидролиза:



4. *Лиазы*. Катализируют реакции присоединения групп по двойным связям и обратные реакции.

5. *Изомеразы*. Катализируют реакции изомеризации (внутримолекулярный перенос групп).

6. *Лигазы*. Катализируют соединение двух молекул, сопряженное с гидролизом АТФ.

В свою очередь каждый класс подразделяют на подклассы, подклассы – на подподклассы. Ферментам, образующим подподклассы, присваивается порядковый номер. В итоге каждый фермент имеет свой четырехзначный номер.

## 2. Роль ферментов микроорганизмов в мясной промышленности

Конечно, присутствие микроорганизмов приводит к порче мяса, понижению его пищевой ценности и ухудшению органолептических показателей сырья и готовой продукции. Кроме того, некоторые микробы в процессе жизнедеятельности выделяют токсины – яды, могущие вызвать пищевые отравления у человека. Но значит ли это, что микроорганизмы наши враги?

Ученые и работники промышленности научились не только бороться с микробами, они научились распознавать их, регулировать их деятельность, выделять отдельные виды и даже специально выращивать полезные микроорганизмы.

Особенно распространено использование определенных видов **микробиоты** при посоле ветчинных изделий и окороков, когда вводимые с рассолом в сырье микроорганизмы одновременно с подавлением развития посторонних микробов участвуют в формировании вкуса и запаха «ветчинности», в процессе стабилизации окраски соленых мясопродуктов. Эти виды микробов выделяют специально из старых рассолов или выращивают в лабораторных и промышленных условиях. Для ускорения хода ферментативных процессов, для улучшения запаха и вкуса, для задержки развития гнилостной порчи в сырокопченые и сыровяленые колбасы в ходе посола или приготовления фарша также добавляют отдельные виды или смеси бактериальных культур. Используемые бактериальные культуры, или как их называют закваски, являются в основном представителями группы молочнокислых бактерий; они безвредны и даже стимулируют деятельность желудочно-кишечного тракта человека.

Как видите, присутствие и деятельность микроорганизмов в мясном производстве может при определенных условиях иметь как отрицательное, так и положительное значение. Надо только знать вид микробов, их свойства и условия развития и уметь либо бороться с ними, либо использовать их для получения высококачественной продукции, для сокращения продолжительности различных технологических процессов.

То же можно сказать и о **ферментах**. Функционирование ненужных ферментов в сырье можно задерживать или прекращать, воздействуя на мясо мето-

дами термической обработки. А для получения изделий с улучшенными свойствами сырье обрабатывают специальными ферментными препаратами.

Необходимость использования ферментов обусловлена тем, что мясо, являясь неоднородным по составу, свойствам и структуре, содержит кроме мышечной ткани коллагеновые и эластиновые волокна соединительной ткани, обладающие высокой прочностью и жесткостью.

В связи с этим в мясной промышленности и начали применять ферментные препараты, которые, с одной стороны, улучшают консистенцию мяса, размягчая структуру грубых и прочных мышечных волокон и соединительной ткани, а с другой стороны – способствуют увеличению степени перевариваемости продукта и улучшению вкуса и запаха. Используют ферменты в основном при производстве окороков, полуфабрикатов и сублимированного мяса. По происхождению ферментные препараты подразделяют на растительные, животные и микробиальные.

К ферментам растительного происхождения относят **фицин**, который получают из листьев инжира, **папаин**, выделяемый из сока дынного дерева, и **бромелин**, входящий в состав сока ананаса. Ферменты животного происхождения – это **пепсин** и **трипсин**, получаемые из поджелудочной железы. Микробиологические ферменты – **оризин**, **теризин** – выделяют химическими методами из продуктов жизнедеятельности специальных видов грибков и микробов.

Применяют ферментные препараты в виде порошка или раствора, вводя их для более равномерного распределения во всех частях туши перед убоем животного (за 8-10 минут) через кровеносную систему. Довольно часто используют ферменты путем нанесения на поверхность продукта порошкообразного препарата, орошением мяса раствором фермента или погружением сырья в раствор. При производстве окороков и крупнокусковых мясопродуктов ферментные препараты вводят в толщу изделий одновременно со шприцовочным рассолом.

Безопасность использования ферментов при производстве мясопродуктов очевидна, так как они имеют белковую природу и после обычной тепловой обработки – варка, запекание, жарение – теряют свою активность.

Как видите, в современной технологии мясопродуктов ярко проявляется содружество технолога, микробиолога, биолога и физиолога в области использования суммы знаний этих наук для получения продукции с заданными свойствами и необходимыми качественными показателями. Их стараниями наша повседневная пища становится все более и более синтетической. Потому не надо удивляться ухудшению здоровья населения с середины XX века, когда в пищевой промышленности начали широко применять разнообразные научные разработки. На сегодняшний день применение ферментных препаратов активно развивается в технологии мясного производства. Улучшение вкуса, аромата и консистенции мяса, стабилизация его цвета, приобретение специфических свойств в процессе технологической обработки в значительной степени зависят от содержащихся в мясе ферментов. Между тем для мышц сельскохозяйственных животных характерна низкая концентрация внутриклеточных ферментов. Некоторые анатомические части туши отличаются повышенным содержанием

соединительной ткани. Этим обусловлены жесткость такого мяса и его медленное созревание

Обработка мяса протеолитическими ферментами позволит использовать части туши, полноценные по составу, но имеющие от природы повышенную жесткость: мясо задних конечностей, лопатки, грудинки. Обработка мяса ферментным препаратом **коллагеназа** приводит к значительным деструктивным изменениям, обеспечивающим эффективное размягчающее воздействие, и согласуется с полученными оценками структурно-механических и функционально-технологических свойств.

Для получения ферментов необходимые органы и ткани животных, которые содержат ферменты, подвергают процессу консервации, и впоследствии используют. Например, препарат пепсин получают из слизистой желудка свиней и крупного рогатого скота. Пепсин, трипсин и химотипсин применяют для размягчения мяса, однако более эффективное воздействие происходит при обработке мяса панкреатином.

Из поджелудочной железы свиней получают панкреатин, смеси трипсина, химотрипсина, липаз и амилаз.

Из желудка (сычуга) молодых телят выделяют сычужный фермент (ренин), широко используемый в сыроделии. Известно, что сычужный фермент состоит из двух основных ферментных компонентов – химозина (ренинна) и говяжьего пепсина. Качество сычужного фермента определяется соотношением химозин – пепсин, и чем оно выше, тем более качественен фермент. Основным источником природного химозина – желудка молочных телят, возраст которых не более 10 дней.

Взять, например, для улучшения консистенции и повышения пищевой ценности белого куриного мяса эффективно применение препаратов протеолитических ферментов. Их использование для обработки мяса основано на ферментативном гидролизе белков, изменении его структурных элементов, улучшении биохимических и физико-химических показателей качества. Ферментные препараты в зависимости от их вида и концентрации могут вызывать глубокий и быстрый гидролиз биополимеров мяса, что позволяет интенсифицировать технологический процесс. Применение ферментных препаратов положительно влияет на нежность, сочность, пищевую ценность сырья, формирование требуемого уровня водосвязывающей и адгезионной способности, улучшает органолептические характеристики благодаря целенаправленному воздействию ферментативных комплексов на компоненты мышечной ткани. Ферментные препараты растительного, животного и микробного происхождения широко используют в отечественной мясной отрасли, среди которых широкому изучению подвержены протеолитические ферменты микроорганизмов. Ограничение применения ферментных препаратов на различных стадиях технологической подготовки сырья обусловлено рядом причин.

К примеру, несоблюдение технологических параметров (продолжительность обработки мясного сырья ферментами; температура мяса при выдержке в посоле и термообработке; концентрация фермента, вводимого в продукт) может привести к появлению нежелательных свойств обрабатываемого сырья: в одних

случаях мясо останется жестким, а в других может приобрести мазеобразную консистенцию.

Использование ферментов при модификации мясного сырья позволит рационально расходовать белковые ресурсы, повысить биологическую ценность мясных соусов посредством увеличения доли продуктов протеолиза коллагена. Благодаря наличию ферментных препаратов, экстрактивных, ароматических и вкусовых веществ, возбуждающих секрецию пищеварительных желез, соусы способствуют лучшему усвоению основных компонентов блюда.

### 3. Нуклеиновые кислоты

**Нуклеиновые кислоты** – важнейшие биополимеры с относительной молекулярной массой, достигающей  $5 \cdot 10^9$ . Они содержатся во всех без исключения живых организмах и являются не только хранителем и источником генетической информации, но и выполняют ряд других жизненно важных функций. Нуклеиновые кислоты – это полимеры, мономерными звеньями которых являются *нуклеотиды*.

Существует два различных типа нуклеиновых кислот – *дезоксирибонуклеиновые кислоты* (ДНК) и *рибонуклеиновые кислоты* (РНК). ДНК представляет собой генетический материал большинства организмов. В клетках прокариот, кроме основной хромосомной ДНК, часто встречаются внехромосомные ДНК – плазмиды. В эукариотических клетках основная масса ДНК расположена в клеточном ядре, где она связана с белками в хромосомах. Клетки эукариот содержат ДНК также в митохондриях и хлоропластах.

*Интересно знать! Молекулы ДНК – самые крупные молекулы. Молекула ДНК E.coli состоит примерно из 4000000 пар нуклеотидов, ее относительная масса равна 26000000000, а длина - 1,4 мм, что в 700 раз превышает размеры ее клетки. Молекулы ДНК эукариот могут достигать еще больших размеров, их длина может составлять несколько см, а относительная масса  $10^{10}$ - $10^{11}$ . Чтобы записать нуклеотидную последовательность ДНК человека, потребуется около 1000000 страниц.*

Что же касается РНК, то по выполняемым ими функциям различают:

1. Информационные РНК (иРНК) - в них записана информация о первичной структуре белка;
2. Рибосомные РНК (рРНК) - входят в состав рибосом;
3. Транспортные РНК (тРНК) - обеспечивают доставку аминокислот к месту синтеза белка.

В качестве генетического материала РНК входят в состав ряда вирусов. Например, вирусы, вызывающие такие опасные заболевания, как грипп и СПИД, являются РНК-содержащими.

Нуклеиновые кислоты могут быть линейными и кольцевыми (ковалентно замкнутыми). Они могут состоять из одной или двух цепей. Ниже приведена схема, отражающая существование в природе различных типов нуклеиновых кислот:



### **Функции нуклеиновых кислот**

Нуклеиновым кислотам присущи три важнейшие функции: хранение, передача и реализация генетической информации. Кроме этих, они выполняют и другие функции, например, участвуют в катализе некоторых химических реакций, осуществляют регуляцию реализации генетической информации, выполняют структурные функции и др. Роль хранителя генетической информации у большинства организмов (эукариот, прокариот, некоторых вирусов) выполняют двухцепочечные ДНК. Только у некоторых вирусов хранителем генетической информации являются одноцепочечные ДНК или одноцепочечные, а также двухцепочечные РНК. Генетическая информация записана в *генах*. Ген по своей природе является участком нуклеиновой кислоты. В них закодирована первичная структура белков. Гены могут также нести информацию о структуре некоторых типов РНК, например, тРНК и рРНК.

Генетическая информация передается от родителей к потомкам. Этот процесс связан с удвоением нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК), выполняющей функцию хранителя генетической информации, и последующей передачи ее потомкам. Например, в результате деления дочерние клетки получают от материнской идентичные молекулы ДНК, а следовательно, и идентичную генетическую информацию (рис. 38). При размножении вирусы также передают дочерним вирусным частицам точные копии нуклеиновой кислоты. При половом размножении потомки получают генетическую информацию от обоих родителей. Вот почему дети наследуют признаки обоих родителей.

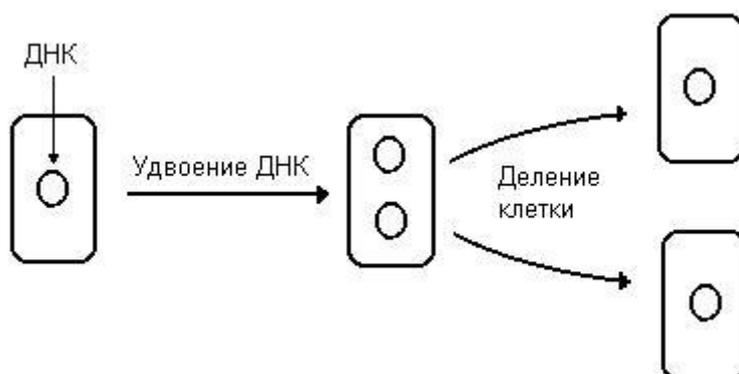


Рис. Распределение ДНК при делении клетки

В результате реализации генетической информации происходит синтез белков, закодированных в ДНК в виде генов (или для некоторых вирусов – в РНК). В этом процессе информация о первичной структуре белка переписывается с молекулы ДНК на иРНК и затем расшифровывается на рибосомах при участии тРНК. В итоге образуется белок:

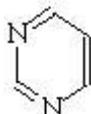


### **Состав нуклеиновых кислот**

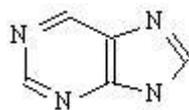
Нуклеиновые кислоты представляют собой полимеры, построенные из нуклеотидов, соединенных между собой фосфодиэфирными связями. Каждый нуклеотид состоит из остатков азотистого основания, пентозы и фосфорной кислоты.

Различают *пиримидиновые* и *пуриновые* основания, называемые также соответственно *пиримидины* и *пурины*.

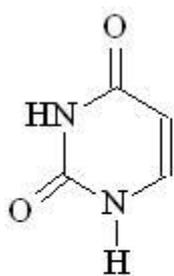
Пиримидиновые основания являются производными **пиримидина**:



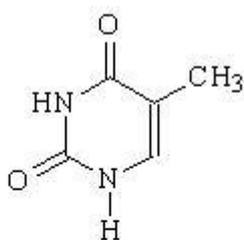
пуриновые основания – производными **пурина**:



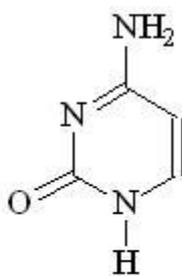
К пиримидинам относятся **урацил, тимин и цитозин**, к пуринам – **аденин и гуанин**:



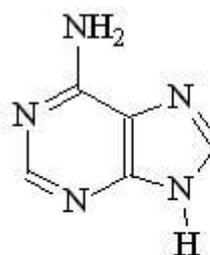
Урацил  
(У)



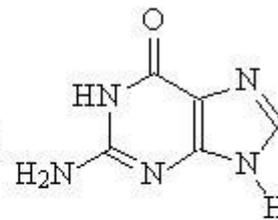
Тимин (Т)



Цитозин  
(Ц)



Аденин (А)



Гуанин (Г)

В состав ДНК входят тимин, цитозин, аденин и гуанин, в состав РНК – те же основания, только вместо тимина входит урацил. Кроме азотистых оснований, нуклеиновые кислоты содержат пентозы: ДНК – D-дезоксирибозу, а РНК – D-рибозу. Углеводы находятся в виде б-аномера фуранозной формы:



Нуклеозиды, входящие в состав ДНК:

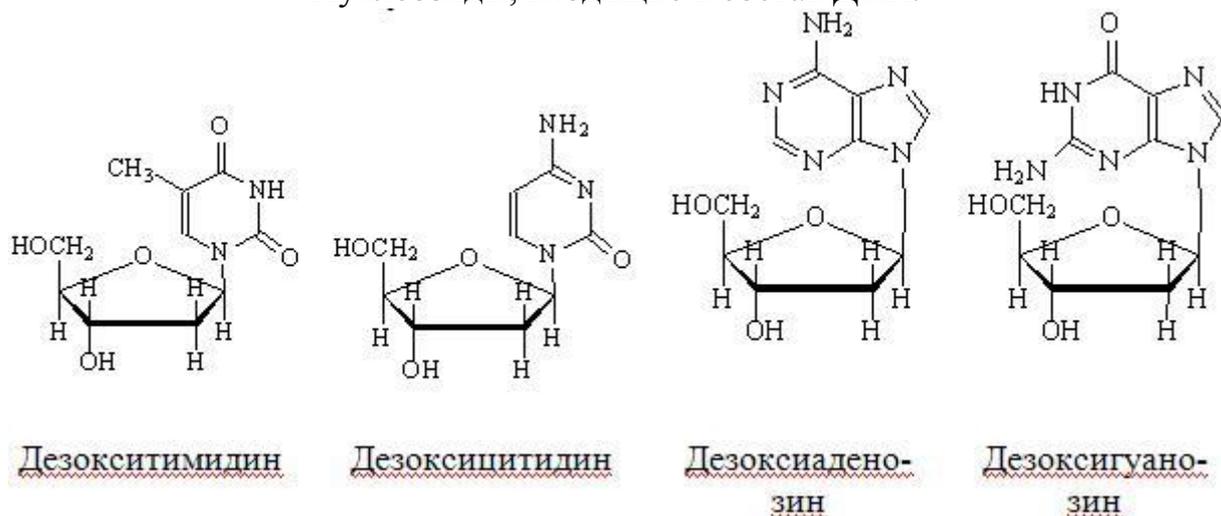
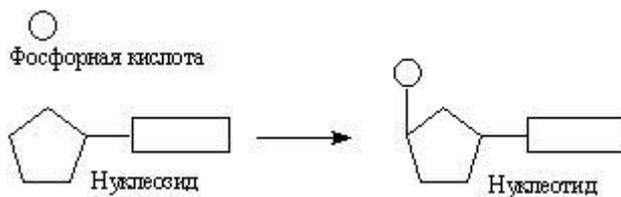
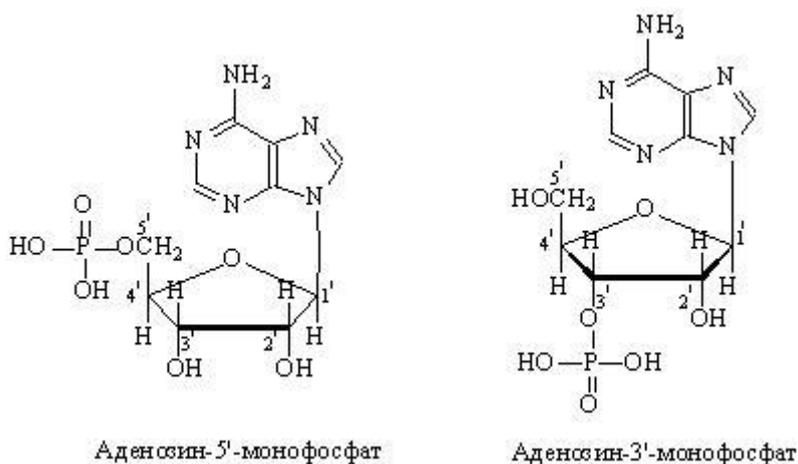


Рис. Нуклеозиды

Нуклеозид, связанный с остатком фосфорной кислоты, называется **нуклеотидом**:

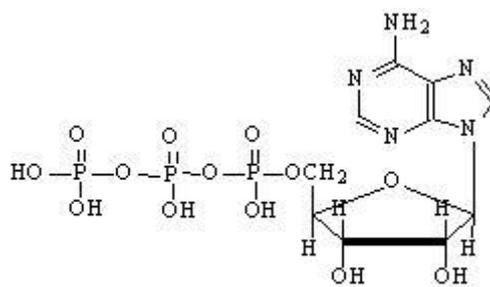


При этом остаток фосфорной кислоты может быть связан с 3'- или 5'-атомом углерода:



Сокращенно аденозин-5'-монофосфат обозначается как АМФ. Если нуклеотид образован дезоксирибозой, аденином и одним остатком фосфорной кислоты, то он будет носить название дезоксиаденозинмонофосфат, или сокращенно дАМФ.

К нуклеозидмонофосфатам (НМФ) и дезоксинуклеозидмонофосфатам (дНМФ) могут присоединиться еще 1 или 2 остатка фосфорной кислоты. При этом образуются нуклеозиддифосфаты (НДФ), дезоксинуклеозиддифосфаты (дНДФ) или нуклеозидтрифосфаты (НТФ) и дезоксинуклеозидтрифосфаты (дНТФ).



Аденозин-5'-трифосфат (АТФ)

НТФ и дНТФ служат субстратами для синтеза РНК и ДНК соответственно.

### Сравнительная характеристика ДНК и РНК

Признаки	ДНК	РНК
Местонахождение в клетке	Ядро, митохондрии, хлоропласты	Ядро, рибосомы, цитоплазмы, митохондрии, хлоропласты
Местонахождение в ядре	Хромосомы	Ядрышко
Строение макромолекулы	Двойной неразветвленный линейный полимер, свернутый правозакрученной спиралью	Одинарная полинуклеотидная цепочка
Мономеры	Дезоксирибонуклеотиды	Рибонуклеотиды
Состав нуклеотида	Азотистое основание (пуриновое - аденин, гуанин, пиримидиновое - тимин, цитозин); дезоксирибоза (углевод); остаток фосфорной кислоты	Азотистое основание (пуриновое - аденин, гуанин, пиримидиновое - урацил, цитозин); рибоза (углевод); остаток фосфорной кислоты
Типы нуклеотидов	Адениловый (А), гуаниловый (Г), тимидиловый (Т), цитидиловый (Ц)	Адениловый (А), гуаниловый (Г), уридиловый (У), цитидиловый (Ц)
Свойства	Способна к самоудвоению по принципу комплементарности (редупликации): А=Т, Т=А, Г=Ц, Ц=Г Стабильна	Не способна к самоудвоению. Лабильна
Функции	Химическая основа хромосомного генетического материала (гена); синтез ДНК; синтез РНК; информация о структуре белков	<i>Информационная</i> (иРНК) - передает код наследственной информации о первичной структуре белковой молекулы; <i>рибосомальная</i> (рРНК) - входит в состав рибосом; <i>транспортная</i> (тРНК) - переносит аминокислоты к рибосомам; <i>митохондриальная</i> и <i>пластидная</i> РНК - входят в состав рибосом этих органелл

## Тема 1.3 Липиды. Углеводы

1. Классификация липидов и их функции в организме.
2. Характеристика основных групп углеводов Классификация и биологическая роль углеводов.
3. Роль углеводов и липидов в мясной промышленности.

### 1. Классификация липидов и их функции в организме

Липиды являются производными жирных кислот, спиртов, построенных с помощью сложноэфирной связи. В липидах также встречается простая эфирная связь, фосфоэфирная связь, гликозидная связь.

**Липидами** \липос – жир\ называют сложную смесь органических соединений почти или полностью не растворимых в воде. Но растворимых в органических растворителях с близкими физико-химическими свойствами.

Липиды нерастворимы в воде (гидрофобны), но хорошо растворимы в органических растворителях (бензине, хлороформе). Различают липиды растительного происхождения и животного происхождения. В растениях накапливается в семенах и плодах, больше всего в орехах (до 60 %).

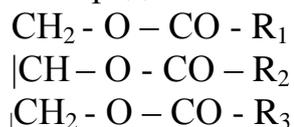
У животных липиды концентрируются в подкожных, мозговой, нервных тканях. В рыбе содержится 10-20 % , в мясе свинины до 33 % , в мясе говядины 10 % липидов.

По строению липиды разделяют на две группы:

- **простые липиды**
- **сложные липиды.**

**К простым липидам** относятся эфиры высших жирных кислот и спиртов. Относят 1. ацилглицериды (жир и масло) 2. воски

Строение жиров и масел можно представить общей формулой:



Где: радикалы жирных кислот -  $\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$ .

**Сложные липиды** имеют в своем составе соединения, содержащие атомы азота, серы, фосфора. В эту группу относят **фосфолипиды**. Они представлены **фосфотидной кислотой**, которая содержит только фосфорную кислоту, занимающую место одного из остатков жирных кислот, и фосфолипидами, в состав которых входят три азотистых основания. Азотистые основания присоединяются к остатку фосфорной кислоты у фосфотидной кислоты. **Фосфотидилэтаноламин** содержит азотистое основание этаноламин  $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ .

**Фосфотидилхолин** содержит азотистое основание холин  $[\text{HO} - \text{CH}_2 - (\text{CH}_3)_3 \text{N}] + (\text{OH})$ , это вещество называют **лецитин**. **Фосфотидилсерин** содержит аминокислоту серин  $\text{HO} - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$ .

Сложные липиды содержат остатки углеводов – **гликолипиды**, остатки белков – **липопротеиды**, спирт сфингозин (вместо глицерина) содержат **сфинголипиды**.

## Функции липидов

1. Гликолипиды выполняют структурные функции, входят в состав клеточных мембран, в состав клейковины зерна. Чаще всего в составе гликолипидов встречаются моносахариды D- галактоза, D – глюкоза.

2. Липопротеиды входят в состав клеточных мембран, в протоплазму клеток, влияют на обмен веществ.

3. Сфинголипиды участвуют в деятельности центральной нервной системы. При нарушении обмена и функционирования сфинголипидов развиваются нарушения в деятельности центральной нервной системы

4. Основная функция триацилглицеридов запасание и хранение энергии.

Наиболее распространены простые липиды – **ацилглицериды**. В состав ацилглицеридов входят спирт глицерин и высокомолекулярные жирные кислоты.

Наиболее распространены среди жирных кислот насыщенные кислоты (не содержащие кратных связей) пальмитиновая ( $C_{15}H_{31}COOH$ ) и стеариновая ( $C_{17}H_{35}COOH$ ) кислоты и ненасыщенные кислоты (содержащие кратные связи): олеиновая с одной двойной связью ( $C_{17}H_{33}COOH$ ), линолевая с двумя кратными связями ( $C_{17}H_{31}COOH$ ), линоленовая с тремя кратными связями ( $C_{17}H_{29}COOH$ ). Среди простых липидов главным образом встречаются триацилглицериды (содержат три одинаковых или различных остатка жирных кислот). Однако простые липиды могут быть представлены в виде диацилглицеридов и моноацилглицеридов.

В составе жиров преимущественно находятся насыщенные жирные кислоты. Жиры имеют твердую консистенцию и повышенную температуру плавления. Содержатся преимущественно в липидах животного происхождения это свиной, говяжий утиный и др.

Масла содержат в основном ненасыщенные жирные кислоты, имеют жидкую консистенцию и низкую температуру плавления. Содержатся в липидах растительного происхождения.

Подсолнечник 35%Хлопчатник 28%Соя 20%Лен 29%Арахис 49%.

Горчица 32%Мак 45%.

**Восками** называют сложные эфиры, в состав которых входит один высокомолекулярный одноатомный спирт с 18 - 30 атомами углерода, и одна высокомолекулярная жирная кислота с 18 – 30 атомами углерода.

Воска встречаются в растительном мире. Воск покрывает очень тонким слоем листья, плоды, предохраняя их от переувлажнения, высыхания, воздействия микроорганизмов. Нарушение налета приводит к быстрой порче плодов при хранении.

Содержание воска невелико и составляет 0,01 - 0,2 %.

Среди сложных липидов распространены фосфолипиды. В составе фосфолипидов имеются заместители двух типов: гидрофильные и гидрофобные. Гидрофобными выступают радикалы жирных кислот, а гидрофильными - остатки фосфорной кислоты и азотистые основания.

Фосфолипиды участвуют в построении мембран клетки, регулируют поступление в клетку питательных веществ.

При извлечении липидов из масличного сырья в масло переходят различ-

ные жирорастворимые соединения: фосфолипиды, пигменты, жирорастворимые витамины, стеролы и стерины

## 2. Характеристика основных групп углеводов Классификация и биологическая роль углеводов

**Углеводами** называются полиоксиальдегиды и полиоксикетоны, а также соединения, которые превращаются в них после гидролиза.

Углеводы подразделяются на три группы:

- моносахариды;
- олигосахариды (дисахариды);
- полисахариды.

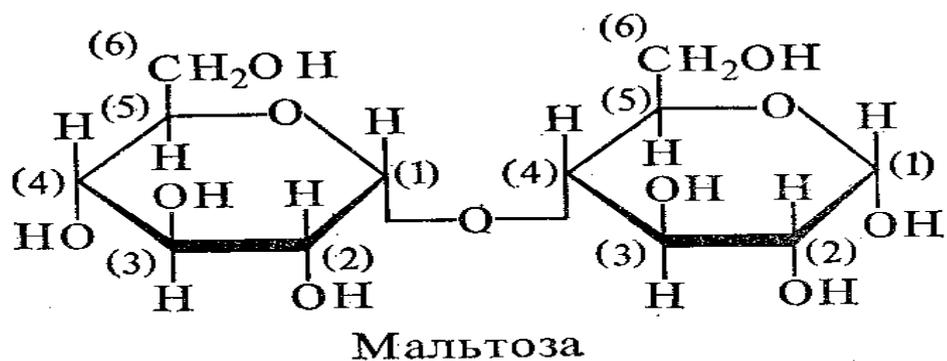
**Моносахариды** обычно содержат пять или шесть атомов углерода. Из пентоз распространены: **арабиноза, ксилоза, рибоза**. Из гексоз часто встречаются: **глюкоза, фруктоза, галактоза**.

**Рибоза** является важнейшей составной частью биологически активных молекул, ответственных за передачу наследственной информации, перенос химической энергии, необходимой для осуществления многих биохимических реакций живого организма, так как входит в состав рибонуклеиновой кислоты (РНК), дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), аденозинтрифосфата (АТФ) и т.д. **Арабиноза и ксилоза** входят в состав полисахарида гемицеллюлозы. **Глюкоза** входит в состав фруктов 2-8 %, в состав полисахаридов: крахмала, гликогена, целлюлозы, гемицеллюлозы, а также в состав дисахаридов: мальтоза, целлобиоза, сахароза, лактоза. **Фруктоза** входит в состав фруктов 2-8 %, является составной частью дисахаридов: сахароза. **Галактоза** является составной частью дисахаридов: лактоза, производные галактозы входят в состав полисахарида пектин.

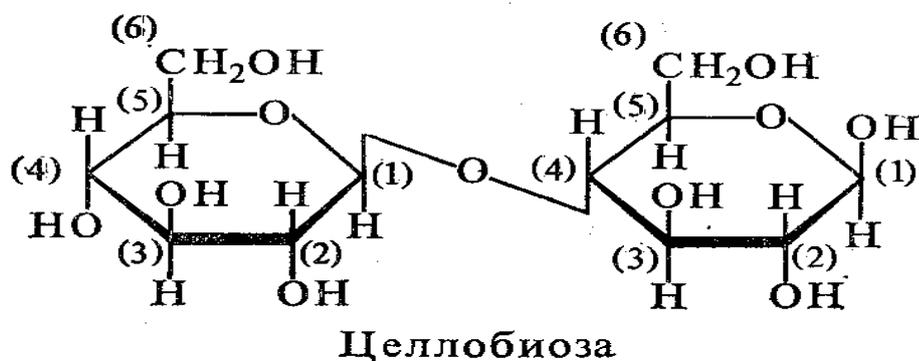
**Олигосахариды** являются полисахаридами первого порядка, то есть состоят из 2-10 остатков моносахаридов, соединенных гликозидными связями. Из олигосахаридов более распространены дисахариды, важное практическое значение в бродильных производствах имеют декстрины, состоящие из трех, четырех и более остатков глюкозы.

Из дисахаридов разделяют восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. К **восстанавливающим** относят дисахариды, имеющие свободный полуацетальный гидроксил, это **мальтоза, целлобиоза, лактоза**. К **невосстанавливающим** относят дисахариды, у которых в образовании гликозидной связи участвует два полуацетальных гидроксильных, это дисахариды **сахароза и трегалоза**.

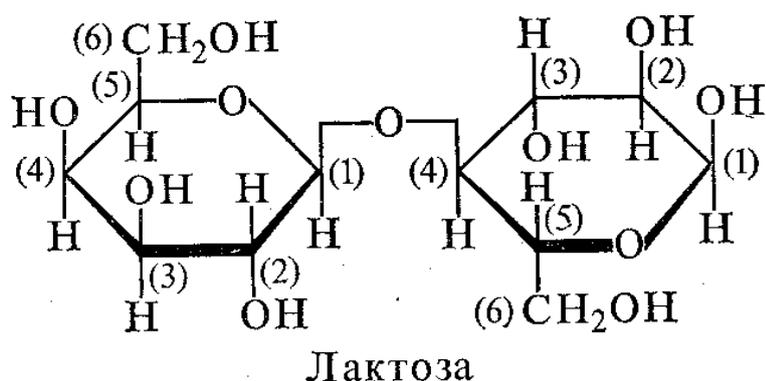
В состав мальтозы входит  $\alpha$ -D-глюкопираноза связь 1,4. Мальтоза образуется в качестве промежуточного продукта гидролиза крахмала или гликогена.



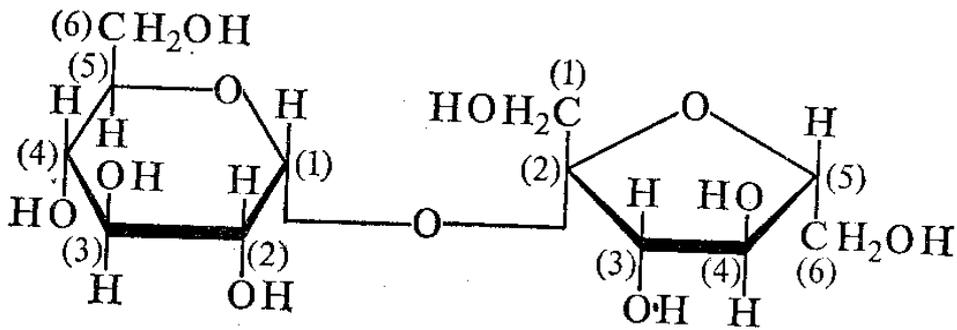
В состав целлобиозы входит  $\beta$ -D-глюкопираноза связь 1,4. Целлобиоза входит в состав полисахарида целлюлоза и образуется в качестве промежуточного продукта ее гидролиза.



В состав лактозы входит  $\beta$ -D-галактопираноза и  $\alpha$ -D-глюкопираноза связь 1,4. Лактоза содержится в молоке и молочных продуктах, часто называется молочным сахаром. На рисунке формула глюкозы приведена в перевернутом виде



В состав сахарозы входит  $\beta$ -D-фруктофураноза и  $\alpha$ -D-глюкопираноза связь 1,2. Сахароза входит в состав распространенного пищевого продукта - сахара. Гидролиз сахарозы осуществляет фермент **инвертаза** или  $\beta$ -фруктофуранозидаса, при гидролизе сахарозы образуется фруктоза и глюкоза. Этот процесс называется инверсия сахарозы. Продукты гидролиза сахарозы улучшают вкус и аромат продуктов, предупреждают очерствение хлеба.



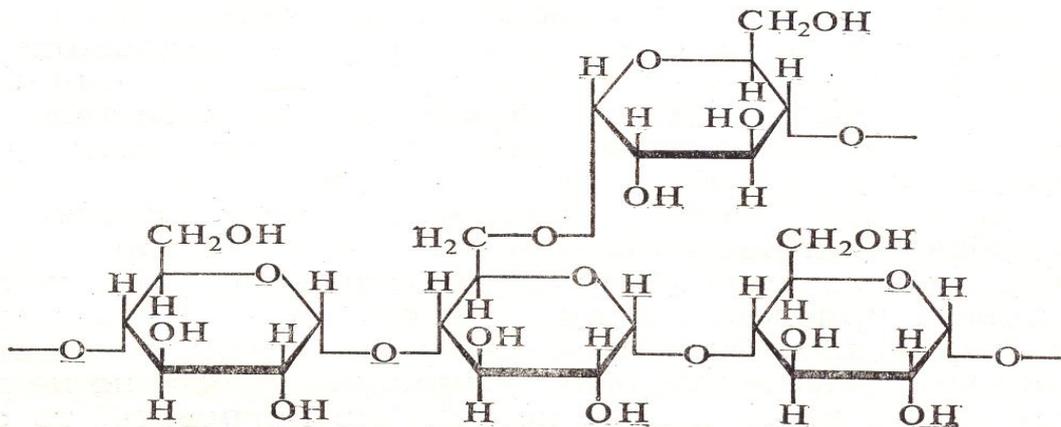
### САХАРОЗА

В состав трегалозы входит  $\alpha$ -D-глюкопираноза связь 1,1. Трегалоза входит в состав углеводов грибов и редко встречается среди растений.

**Полисахариды второго порядка** состоят из большого количества остатков углеводов. По строению полисахариды могут состоять из моносахаридных единиц одного типа - это гомополисахариды, а также из мономерных звеньев двух и более типов – это гетерополисахариды. Полисахариды могут иметь линейное строение или разветвленное строение.

**Крахмал** состоит из остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы. Связь 1,4 у линейной структуры крахмала, которая называется **амилоза** и связи 1,4 и 1,6 у разветвленной структуры крахмала, которая называется **амилопектин**. Крахмал является основной углеводной составляющей пищи человека. Это главный энергетический ресурс человека.

**Гликоген** состоит из остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы, связь 1,4 и 1.6, разветвление у гликогена находится через каждые 3-4 звена глюкозы. Гликоген является запасным питательным веществом живой клетки. Гидролиз гликогена осуществляют амилолитические ферменты.



### Крахмал

**Целлюлоза или клетчатка** состоит из остатков  $\beta$ -D-глюкопиранозы связь 1,4. Целлюлоза является распространенным растительным полисахаридом, входит в состав древесины, скелета стеблей и листьев, оболочки зерновых культур, овощей и фруктов. Целлюлоза не расщепляется ферментами желудочно-кишечного тракта человека, поэтому в питании человека играет роль бал-

ластного вещества – пищевых волокон, способствующих очистке кишечника человека.

**Пектиновые вещества** состоят из остатков галактуроновой кислоты и метоксилированной галактуроновой кислоты, соединенных  $\alpha$  - (1,4) - гликозидными связями. Различают три разновидности пектиновых веществ:

- **протопектин или нерастворимый пектин**, находится в связанном состоянии с гемицеллюлозой, целлюлозой или белком;

- **растворимый пектин** имеет высокую степень этерификации с остатками метилового спирта. Растворимый пектин способен в кислой среде и в присутствии сахара образовывать желе и гели;

- **пектовые кислоты** не имеют остатков метилового спирта, при этом пектовая кислота теряет способность образовывать желе и гели.

Пектины стимулируют пищеварение и способствуют выведению вредных веществ. Особенно много их в яблоках, сливе, крыжовнике, клюкве.

Недостаток углеводов приводит к нарушению обмена жиров и белков, расходу белков пищи и тканевых белков. В крови накапливаются вредные продукты неполного окисления жирных кислот и некоторых аминокислот, кислотно-основное состояние организма сдвигается в кислую сторону. При сильном дефиците углеводов возникают слабость, сонливость, головокружение, головные боли, чувство голода, тошнота, потливость, дрожь в руках. Эти явления быстро проходят после приема сахара. При длительном ограничении углеводов в диете их количество все же не должно быть ниже 100 г.

Избыток углеводов может приводить к ожирению. Систематическое чрезмерное потребление сахара и других легкоусвояемых углеводов способствует проявлению скрытого сахарного диабета из-за перегрузки, а затем истощения клеток поджелудочной железы, вырабатывающих необходимый для усвоения глюкозы инсулин.

Но сам сахар и содержащие его продукты не вызывают сахарный диабет, а только могут быть факторами риска развития уже возникшего заболевания

### **3. Роль углеводов и липидов в мясной промышленности**

Биологическая ценность жиров определяется входящими в их состав полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК), называемыми витамином F. ПНЖК относятся к незаменимым факторам питания, так как не образуются в организме и должны поступать с пищей. Наряду с энергетической функцией, ПНЖК способствуют ускорению обмена холестерина в организме, снижению образования липопротеидов низкой плотности, ответственных за атеросклероз, уменьшению синтеза триглицеридов. Для человека эссенциальными жирными кислотами являются линолевая C18:2 и линоленовая C18:3. Линолевая кислота превращается в организме в арахидоновую C22:4, а линоленовая – в эйкозапентаеновую. Недостаточное поступление с пищей линолевой кислоты вызывает в организме нарушение биосинтеза арахидоновой кислоты, входящей в большом количестве в его структурные липиды, а также простагландинов. Арахидоновая кислота составляет 20–25% от всех жирных кислот фосфолипидов клеточных и

субклеточных биомембран. ПНЖК, образующиеся из линоленовой кислоты (эйкозапентаеновая и докозагексаеновая), также постоянно присутствуют в липидах мембран, но в значительно меньшем количестве (2–5%), чем арахидоновая кислота.

Было показано, что липиды пищи могут оказывать существенное влияние на структуру и функцию мембран, меняя их жирно-кислотные спектры. Для оценки биологического действия различных жиров на организм человека введено понятие коэффициента эффективности метаболизации жирных кислот (КЭМ). Он характеризует отношение количества арахидоновой кислоты к сумме всех других полиненасыщенных кислот с 20 и 22 углеродными атомами. Важно отметить, что КЭМ увеличивается параллельно уменьшению содержания арахидоновой кислоты. Перспектива возможного использования КЭМ в качестве диагностического теста для выявления нарушений липидного обмена у человека является вполне реальной и ценной. Последние достижения науки, более глубоко раскрывающие функции жиров в организме человека, предопределили изменения норм их потребления с пищей. Так, по сравнению с прежними рекомендациями прослеживается тенденция к увеличению потребления жиров при неизменном или даже пониженном потреблении углеводов. При этом важное значение имеют количественная и качественная характеристики жиров. Последняя существенно зависит от технологии их производства и хранения. Биологическая ценность углеводов определяется количественным составом усвояемых и неусвояемых углеводов. Важная роль отводится усвояемым углеводам, нормализующим обменные процессы в организме. В последние годы большое внимание уделяется пищевым волокнам – балластным веществам, относящимся к группе неусвояемых углеводов (пектиновые вещества, клетчатка, гемицеллюлоза)

При нагревании мяса происходит преобразование предшественников в соединения, непосредственно участвующие в создании специфического вкуса и запаха мяса и различных мясных продуктов. При этих превращениях большая роль отводится в качестве предшественников углеводам (глюкоза, рибоза, отчасти фруктоза), аминокислотам, нуклеотидам мясного экстракта. В результате взаимодействия этих веществ при нагреве образуются соединения, обуславливающие появление характерного запаха: альдегиды, кетоны, летучие кислоты, серосодержащие соединения, амины и др.

Важное значение в образовании запаха мяса играет реакция Майяра, т.е. реакция взаимодействия сахаров с компонентами, содержащими аминокислоты при нагревании. При этом происходит выделение летучих соединений и образование окрашенных продуктов (реакция меланоидинообразования). Реакция Майяра идет лучше при pH 7-9, скорость ее повышается при подъеме температуры. На специфичность запаха, образуемого при нагревании смеси аминокислот и сахаров, влияет природа аминокислоты, а не сахара. Установлено возникновение запаха при кипячении растворов аминокислот с простыми альдегидами: уксусным, пропионовым, глицериновым и производными фурана. Из аминокислот необходимыми для получения мясного запаха являются: цистеин, глутаминовая кислота, пролин, гистидин.

Как показано последними исследованиями, мясной аромат получается

при нагревании смеси таурина и тиамин при температуре 95-220°C и добавлении этого продукта к смеси свободных аминокислот. Добавление сахаров 0,5-5 % усиливает мясной запах.

## **Тема 1.4 Вода и минеральные вещества. Витамины**

1. Роль воды в живом организме.
2. Значение и роль минеральных веществ.
3. Роль витаминов, номенклатура и их классификация.

### **1. Роль воды в живом организме**

**Вода** – одно из самых распространенных веществ на Земле и преобладающий компонент всех живых организмов. Среднее количество воды в клетках большинства живых организмов составляет порядка 70% (в клетках медузы – 95%). Вода в клетке находится в двух формах: свободной и связанной. Свободная вода составляет 95 % всей воды клетки; на долю связанной воды, входящей в состав фибриллярных структур и соединенной с некоторыми белками, приходится около 4-5 %.

Вода обладает рядом свойств, имеющих исключительно важное значение для живых организмов. Исключительные свойства воды определяются структурой ее молекул. Молекула воды является диполем. Атом кислорода в ней ковалентно связан с двумя атомами водорода. Положительные заряды сосредоточены у атомов водорода, т.к. кислород электроотрицательнее водорода. Из-за высокой полярности молекул вода является лучшим из известных растворителей. Вещества, хорошо растворимые в воде называют гидрофильными. К ним относят многие кристаллические соли, ряд органических веществ – спирты, сахара, некоторые белки (например, альбумины, гистоны). Вещества, плохо или совсем нерастворимые в воде, называют гидрофобными. К ним относятся жиры, нуклеиновые кислоты, некоторые белки (глобулины, фибриллярные белки).

Высокая теплоемкость воды делает ее идеальной жидкостью для поддержания теплового равновесия клетки и в целом организма. Так как на испарение воды расходуется много теплоты, то, испаряя воду, организмы могут защищать себя от перегрева (например, при потоотделении). Вода обладает высокой теплопроводностью, обеспечивая возможность равномерного распределения тепла между тканями организма.

Вода является дисперсионной средой, играющей важную роль в коллоидной системе цитоплазмы, определяет структуру и функциональную активность многих макромолекул, служит основной средой для протекания химических реакций и непосредственным участником реакций синтеза и расщепления органических веществ, обеспечивает транспортировку веществ в клетке и организме (диффузия, кровообращение, восходящий и нисходящий ток растворов по телу растения и др.). Вода практически не сжимается, создавая тургорное давление и определяя объем и упругость клеток и тканей.

Роль воды в жизнедеятельности живых организмов огромна. Для живых систем вода – это, прежде всего, главная среда, в которой протекают все жизненно важные процессы.

Содержание воды в организме взрослого человека около 60 – 65% массы тела, причем чем старше человек, тем меньше воды содержит его тело.

При потере 4 - 5% воды возникает сильная жажда, а потеря 20 – 25% воды не совместима с жизнью.

В организме вода распределена неравномерно. Больше всего – до 90% - воды в крови и лимфе, что и не удивительно. А меньше всего (около 1%) в эмали зубов.

$\frac{2}{3}$  всей воды находится внутри клеток. Остальная вода – внеклеточная – входит в состав спинномозговой жидкости, плазмы крови, лимфы.

Вода обладает уникальными физико-химическими свойствами.

- По своим физико-химическим параметрам вода должна быть газом. Это вытекает из положения кислорода и водорода в таблице Менделеева. Вода является жидкостью благодаря водородным связям. Воду ещё называют жидким кристаллом. Именно, водородные связи заставляют воду замерзать при температуре близко к нулю градусов по Цельсию и кипеть при 100 градусах.

- Благодаря огромному количеству водородных связей вода имеет большую теплоемкость и участвует в терморегуляции организма.

- Вода обладает низкой вязкостью и представляет собой подвижную жидкость. Причиной высокой подвижности является малое время существования водородных связей. Водородные связи в воде постоянно возникают и разрушаются. Это придает воде высокую текучесть, что весьма важно для существования живых организмов.

- Благодаря выраженной полярности молекул воды в ней легко растворяются многие органические и неорганические вещества, имеющие полярные молекулы.

Все биогенные химические элементы входят в состав неорганических и органических химических соединений, выполняющих в организме определенные функции. Все эти химические соединения могут быть классифицированы в зависимости от сложности строения. В клетке присутствует значительное число различных неорганических соединений, имеющих относительно простое строение. К ним относятся **вода и неорганические ионы**. Часть из этих веществ выполняет в клетке самостоятельную функцию, а часть является предшественниками более сложных соединений.

Особое место среди неорганических веществ клетки занимает **вода**. Среднее содержание воды в клетках большинства живых организмов составляет около 70% от общей массы. Уникальные свойства молекул вод, а именно существование в виде диполей, между которыми образуются водородные связи, позволяют воде осуществлять важнейшие **биологические функции**:

- вода является прекрасным растворителем, в водной среде происходит большинство клеточных реакций;

- вода непосредственно участвует во многих химических реакциях в клетке;

- вода выполняет транспортную функцию, вместе с водой растворенные в ней вещества передвигаются к различным частям организма, ненужные продукты обмена в растворенном виде выводятся наружу;

- вода выполняет функции терморегулятора и термостабилизатора;

- вода является гидроскелетом, обеспечивающим клетке поддержание определенной формы;

- вода создает гидратную оболочку высокомолекулярных соединений (белков, полисахаридов), способствуя их стабильности.

Вода активный участник обмена веществ. В частности расщепление пищевых веществ в процессе гидролиза происходит при непосредственном участии воды. Вода является также конечным продуктом ряда химических процессов, протекающих в организме. Например, в ходе тканевого дыхания образуется около 400 мл воды в сутки.

Средняя суточная потребность человека в воде составляет 40 мл на 1 кг веса, то есть в среднем 2,5 л.

Основными источниками воды являются: питьевая вода (около половины всей воды), жидкая пища (примерно четверть), твердая пища (еще четверть) и эндогенная вода (остаток).

Вода выделяется из организма в основном почками. Но посильное участие в этом принимают легкие, кожа, кишечник.

Выделение воды почками напрямую зависит от объема поступившей в организм воды.

Выделение воды с потом резко возрастает при мышечной работе в результате интенсивного потоотделения. При сильном потении человек может потерять за сутки более 5 л воды. При больших потерях воды с потом уменьшается выделение мочи. Во время тренировки увеличиваются потери воды с выдыхаемым воздухом.

## 2. Значение и роль минеральных веществ

Все многообразие веществ животного и растительного мира построено из сравнительно небольшого количества исходных составных частей. Это химические элементы и химические вещества. Из 107 известных химических элементов в живых организмах обнаружено 60, однако в концентрациях, позволяющих не считать этот элемент случайной примесью, только 22. Все химические элементы, встречающиеся в живых организмах, в соответствии с их концентрацией в клетках делят на три группы:

**Макроэлементы:** С, Н, О, N, P, S, Cl, Na, K, Ca.

На их долю приходится более 0,01%. Количество макроэлементов показано в таблице; **Микроэлементы:** Fe, Mg, Zn, Cu, Co, J, Br, V, F, Mo, Al, Si и др.

На их долю приходится от 0,01 до 0,000001%;

**Ультрамикроэлементы:** Hg, Au, Ag, Ra и др. На их долю приходится менее 0,000001%.

## Содержание химических элементов в живом организме

Элементы	C	O	H	N	Ca	P	K	S	Na	Cl	Прочие
%	18	65	10	3	2	1,1	0,35	0,25	0,15	0,15	следы

**Макроэлементы** составляют около 99,9% массы клетки и могут быть подразделены на две группы. **Главные** биогенные химические элементы (кислород, углерод, водород, азот) составляют 98% от массы всех живых клеток. Они составляют основу органических соединений, а также образуют воду, которая присутствует во всех живых системах в значительных количествах. **Во вторую группу макроэлементов входят** фосфор, калий, сера, хлор, кальций, магний, натрий, железо, в сумме составляющие 1,9%. Они крайне важны для обеспечения жизнедеятельности организмов, без них невозможно существование любых живых существ.

**Натрий и калий** находятся в организме в виде ионов. Ионы натрия содержатся вне клеток, а ионы калия сосредоточены внутри клетки. Эти ионы играют важную роль в создании осмотического давления и клеточного потенциала, необходимы для нормальной работы миокарда.

**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** 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.**

**Кальций и магний** находятся в основном в костной ткани в виде нерастворимых солей. Эти соли придают костям твердость. Кроме того в ионном виде они играют важную роль в сокращении мышц.

**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 толстого 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. Наиболее крепкие кости получаются при соотношении Са:Р - 1:1,7. Приблизительно такое соотношение в клубнике и грецких орехах. 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-каменной болезни. 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

**Фосфор** играет в организме важную роль. Он является составной частью солей, входящих в кости. Фосфорная кислота играет исключительно важную роль в энергетическом обмене. **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.

**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.

**Железо** входит в состав **гема**, составной части **гемоглобина**. 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 В<sub>12</sub>. *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 В<sub>12</sub>, 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.

**Микроэлементы** (марганец, медь, цинк, кобальт, никель, йод, фтор) составляют менее 0,1% от массы живых организмов. Однако эти элементы необходимы для жизни организмов. **Микроэлементы** содержатся в сверхмалых концентрациях. Их потребность в сутки составляет микрограммы, то есть миллионные доли грамма. Из них есть незаменимые и условно незаменимые.

**Незаменимые:** Ag-серебро, Co-кобальт, Cu-медь, Cr-хром, F-фтор, Fe - железо, I - йод, Li - литий, Mn - марганец, Mo - молибден, Ni - никель, Se - селен, Si - кремний, V - ванадий, Zn - цинк.

**Условно незаменимые:** B - бор, Br - бром.

**Возможно незаменимые:** Al - алюминий, As - мышьяк, Cd - кадмий, Pb - свинец, Rb - рубидий.

**Марганец** оказывает благоприятное воздействие на нервную систему, способствует выработке нейромедиаторов - веществ, ответственных за передачу импульсов между волокнами нервной ткани, также способствует нормальному развитию костей, укрепляет иммунную систему, способствует нормальному протеканию пищеварительного процесса инсулинового и жирового обменов. К тому же, процесс обмена витаминов А, С и группы В может нормально происходить только в том случае, когда в организме присутствует достаточное количество марганца. Благодаря марганцу обеспечивается нормальный процесс образования и роста клеток, рост и восстановление хрящей, быстрее заживление тканей, хорошая работа головного мозга и правильный обмен веществ, обладает отличными антиоксидантными свойствами. Этот элемент регулирует баланс сахара в крови, а также способствует нормальному процессу образова-

ния молока у кормящих женщин. Оптимальное содержание марганца можно обеспечить благодаря употреблению сырых овощей, фруктов и зелени.

**Роль меди в организме.** Прежде всего, она принимает активное участие в построении многих необходимых нам белков и ферментов, а также в процессах роста и развития клеток и тканей. Медь необходима для нормального процесса кроветворения и работы иммунной системы. **Медь** – входит в состав окислительных ферментов, участвующих в синтезе цитохромов.

**Цинк** – входит в состав ферментов, участвующих в спиртовом брожении, в состав инсулина.

**Кобальт** влияет на физиологическое и патофизиологическое состояние организма человека. Есть сведения о влиянии его на метаболизм углеводов и липидов, на функцию щитовидной железы, состояние миокарда. В состав витамина В12 входит кобальт.

Для организма человека и животных **никель** – необходимый питательный элемент, но учёные немного знают о его биологической роли. В животных и растительных организмах он участвует в ферментативных реакциях, а у птиц накапливается в перьях. У нас он содержится в печени и почках, поджелудочной железе, гипофизе и лёгких. Никель влияет на процессы кроветворения, сохраняет структуру нуклеиновых кислот и клеточных мембран; участвует в обмене витаминов С и В12, кальция и других веществ.

**Йод** очень важен для нормального роста и развития детей и подростков: он участвует в образовании костно-хрящевой ткани, синтезе белка, стимулирует умственные способности, улучшает работоспособность и уменьшает утомляемость. В организме йод участвует в процессе синтеза тироксина и трийодтиронина – гормонов, необходимых для нормальной работы щитовидной железы.

**Фтор** нужен для формирования эмали зубов, йод входит в состав гормонов щитовидной железы, кобальт является составной частью витамина В12.

К **ультрамикрорезлементам** относятся большое количество химических элементов (литий, кремний, олово, селен, титан, ртуть, золото, серебро и многие другие), которые суммарно составляют менее 0,01% массы клетки. Для ряда из ультрамикрорезлементов установлено их биологическое значение, для других нет. Возможно накопление некоторых из них в клетках и тканях человека и других организмов является случайным и связано с антропогенным загрязнением окружающей среды. С другой стороны, возможно, что биологическое значение ряда ультрамикрорезлементов еще не выявлено.

**Литий** способствует снижению нервной возбудимости, улучшает общее состояние при заболеваниях нервной системы, оказывает антиаллергическое и антианафилактическое действие, имеет некоторое влияние на нейроэндокринные процессы, принимает участие в углеводном и липидном обменах, повышает иммунитет, нейтрализует действие радиации и солей тяжелых металлов на организм, а также действие этилового спирта.

**Кремний** участвует в усвоении организмом более 70 минеральных солей и витаминов, способствует усвоению кальция и росту костей, предупреждает остеопороз, стимулирует иммунную систему. Кремний необходим для здоровья волос, улучшает состояние ногтей и кожи, укрепляет соединительные ткани и

сосуды, снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, укрепляет суставы - хрящи и сухожилия.

Известно, что **олово** улучшает процессы роста, является одним из составляющих желудочного фермента гастрин, воздействует на активность флавиновых ферментов (биокатализаторы некоторых окислительно-восстановительных реакций в организме), играет существенную роль в правильном развитии костных тканей.

**Селен** - участвует в регуляторных процессах организма. Селен, входя в состав фермента глутатионпероксидазы препятствует оседанию тромбов на стенках сосудов, благодаря чему является антиоксидантом и препятствует развитию атеросклероза. Не так давно выяснено, что недостаток селена приводит к развитию онкологических заболеваний.

**Титан** является постоянной составной частью организма и выполняет определенные жизненно важные функции: повышает эритропоэз, катализирует синтез гемоглобина, иммуногенез, стимулируют фагоцитоз и активируют реакции клеточного и гуморального иммунитета.

**Ртуть** обладает определенным биотическим эффектом и оказывает стимулирующее действие на процессы жизнедеятельности (в количествах, соответствующих физиологическим, т. е. нормальным для человека, концентрациям). Есть сведения о присутствии ртути в ядерной фракции живых клеток и о значении этого металла в реализации информации, заложенной в ДНК, и ее передаче при помощи транспортных РНК. Говоря проще, полное удаление ртути из организма, видимо, нежелательно, и те самые 13 мг, «заложенные» в нас природой, должны всегда содержаться в человеке (что, кстати, вполне согласуется с упомянутым выше законом Кларка-Вернадского о всеобщем рассеянии элементов).

**Золото и серебро** оказывают бактерицидное воздействие. Многие микроэлементы и ультрамикроэлементы в больших количествах токсичны для человека.

Недостаток или избыток в питании каких-либо минеральных веществ вызывает нарушение обмена белков, жиров, углеводов, витаминов, что приводит к развитию ряда заболеваний. Наиболее распространенным следствием несоответствия в рационе количества кальция и фосфора является кариес зубов, разрежение костной ткани. При недостатке фтора в питьевой воде разрушается зубная эмаль, дефицит йода в пище и воде приводит к заболеваниям щитовидной железы. Таким образом, минеральные вещества очень важны для устранения и профилактики ряда заболеваний.

В представленных таблицах приведены характерные (типичные) симптомы при дефиците различных химических элементов в организме человека:

Ca	.....	Замедление роста скелета
Mg	.....	Мышечные судороги
Fe	.....	Анемия, нарушения иммунной системы
Zn	.....	Повреждение кожи, замедление роста, замедление полового созревания
Cu	.....	Слабость артерий, нарушение деятельности печени, вторичная анемия
Mn	.....	Бесплодие, ухудшение роста скелета
Mo	.....	Замедление клеточного роста, склонность к кариесу зубов

Co	.....	Злокачественная анемия
Ni	.....	Учащение депрессий, дерматиты
Cr	.....	Симптомы диабета
Si	.....	Нарушение роста скелета
F	.....	Кариес зубов
I	.....	Нарушение работы щитовидной железы, замедление метаболизма
Se	.....	Слабость сердечной мышцы

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

Таблица

Суточное поступление химических элементов в организм человека

Элемент	Взрослые	Дети	Элемент	Взрослые	Дети
K	2000–5500	530	Cr	0,05–0,2	0,04
Na	1100–3300	260	Co	около 0,2 (витамин B <sub>12</sub> )	0,001
Ca	800–1200	420	Cl	3200	470
Mg	300–400	60	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	800–1200	210
Zn	15	5	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	10	–
Fe	10–15	7	I	0,15	0,07
Mn	2,0–5,0	1,3	Se	0,05–0,07	–
Cu	1,5–3,0	1	F	1,5–4,0	0,6
Mo	0,075–0,250	0,06			

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.

## Минеральный состав основных продуктов питания

Пищевые продукты	Макроэлементы, мг							Микроэлементы, мкг								
	Кальций	Кальций	Магний	Натрий	Сера	Фосфор	Хлор	Железо	Иод	Кобальт	Марганец	Медь	Фтор	Хром	Цинк	Молибден
<b>Хлеб:</b>																
ржаной формовой	245	35	47	610	52	158	980	3900	5,6	—	1610	220	35	2,7	1210	8
формовой из пшеничной муки I сорта	129	23	33	506	59	84	837	1860	—	1,8	825	134	—	2,2	735	12,8
<b>Молочные продукты:</b>																
молоко коровье	146	120	14	50	29	90	110	67	9	0,8	6	12	20	2	400	5
творог жирный	112	150	23	41	—	216	—	461	—	—	8	74	—	—	394	—
сыр российский	116	1000	50	820	—	540	—	1100	—	—	—	50	—	—	3500	—
<b>Мясо:</b>																
свинина	316	8	27	64,8	220	170	48	1940	6,6	8	28,5	96	69	13,5	2070	13
говядина	355	10,2	22	73	230	188	59	2900	7,2	7	35	182	63	8,2	3240	11,6
баранина	329	9,8	25,1	101	165	168	83,6	2090	2,7	6	35	238	120	8,7	2820	9
<b>Рыба:</b>																
речной карп	265	35	25	55	180	210	55	800	5	35	150	130	25	55	2080	4
морская треска	340	25	30	100	200	210	165	650	135	30	80	150	700	55	1020	4
<b>Овощи:</b>																
капуста белокочанная	185	48	16	13	37	31	37	600	3	3	170	75	10	5	400	10
картофель	568	10	23	28	32	58	58	900	5	5	170	140	30	10	360	8
морковь	200	51	38	21	6	55	63	700	5	2	200	80	55	3	400	20
<b>Фрукты:</b>																
слива	214	20	9	18	6	20	1	500	4	1	110	87	2	4	100	8
яблоко	278	16	9	26	5	11	2	2200	2	1	47	110	8	4	150	6

### 3. Роль витаминов, номенклатура и их классификация

В 1956 году принято Международная химическая номенклатура, согласно которой витамины делят на:

**I. Растворимые в воде:** витамины группы В, В<sub>3</sub> (пантотеновая), В<sub>5</sub> (РР), В<sub>с</sub> (фолиевая), Н (биотин), С, Р (цитрин), Инозит, Парааминобензойная к-та.

**II. Растворимые в жирах** (А, D, Е, К).

**III. Витаминоподобные соединения:** В<sub>13</sub> (оротовая), В<sub>15</sub> (пангамовая), N (липоевая), U (S-метилметионин), Холин, F (эссенциальные полиненасыщенные ЖК).

#### Характеристика важнейших витаминов

##### I. Водорастворимые витамины.

##### 1. Витамин В1

(тиамин, антинеуритный).

**Химическая природа.** Тиамин (4-метил-5-β-оксиметил-N-тиазолий).

**Авитаминоз** - болезнь бери-бери или полиневрит (на японском - kakke). Бери-бери на сингальском языке означает слабость. Жертвы этой болезни перестают есть, страдают умственными расстройствами, теряют чувствительность ног, их поражает паралич, сердечные аномалии и нарушается дыхание. Во вре-

мена Эйкмана молодые, внешне здоровые люди умирали от болезни бери-бери ужасающе быстро (К. Лоу, 19).

Проявляется в виде потери аппетита, общей вялости, слабости в ногах, анемии. Тошнота, при физической нагрузке одышка и сердцебиение. Поражение нервной системы - пониженная чувствительность кожи, паралич и судороги конечностей (чаще нижних). Резкое похудение, истощение, нередко отеки, гибель.

**Синтез.** Образуется в растениях только на свету. Много в молодых растениях, после цветения содержание уменьшается, так как идет отток в зерно. Много витамина В<sub>1</sub> синтезируют некоторые микроорганизмы.

**Влияние условий среды.** Содержание витамина В<sub>1</sub> меняется в зависимости от условий питания. При недостатке N, P, K, S содержание В<sub>1</sub> снижается в 1,5-2 раза

**Физические свойства.** В кислой среде стоек к нагреванию и кипячению, но легко разрушается в нейтральной и щелочной среде. Мало разрушается при варке пищи и выпечки хлеба, но легко разрушается при выпечке кондитерских изделий (щелочная среда). При технологической переработке разрушается 15 - 20 % витамина В<sub>1</sub>.

**Суточная потребность** человека составляет 2-3 мг.

**Источники:** зернопродукты, такие как крупы, мука грубого помола и т. д., где содержание витамина составляет 0,5 мг %, в горохе содержится до 0,8 мг %, в мясе 0,5 мг %.

## **2. Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин).**

**Химическая природа.** 6,7-диметил-9-D-рибитил изоаллоксозин). Коферментная производная (ФАД и ФМН) входит в состав флавиновых дегидрогеназ.

**Синтез.** Синтезируют зеленые растения, бактерии, грибы. Исключительной способностью синтезировать витамин В<sub>2</sub> обладает грибок *Eremothecium ashbyii* - накапливается в мицелии в виде кристаллов (используется для промышленного получения витамина В<sub>2</sub>). Жвачные животные не нуждаются в витамине, так как ее продуцирует кишечная микрофлора. У человека кишечная микрофлора также синтезирует витамин В<sub>2</sub>.

**Авитаминоз.** При недостатке витамина возникает заболевание кожи (себорея, псориаз), воспаление слизистой оболочки рта, появляются трещины в углах рта, развиваются заболевания кровеносной системы и желудочно-кишечного тракта. Воспаление слизистой оболочки ротовой полости, нарушение зрения (светобоязнь, резь в глазах, воспаление слизистой оболочки глаз, век, затем роговой оболочки). Малокровие (анемия), поражение кожи лица, ушей, груди. Необходим для нормального развития плода.

Содержание витамина снижается при недостатке азота.

**Физические свойства.** Витамин В<sub>2</sub> устойчив к повышенным температурам, но разрушается на свету и в щелочной среде. Небольшое снижение витамина В<sub>2</sub> приводит к существенным потерям витамина С. При технологической переработке частично разрушается.

Суточная потребность 2-4 мг. Витамин В<sub>2</sub> присутствует в молочных продуктах: в молоке – 0,15 мг %, в сыре – 0,4 мг %, в печени -2,2 %, в зернопродуктах - 0,1 %, в овощах и фруктах - 0,04 мг %.

Источники. Дрожжи, печень, почки, сердце, мясные и рыбные продукты, молоко, зеленые овощи.

**3. Витамин PP или B<sub>5</sub> (никотиновая кислота, никотинамид или ниацин, антипеллагрический).** PP - от слов *Pellagra preventing* (предотвращающий пеллагру).

**Химическая природа.** Никотиновая кислота - пиридин-3-карбоновая кислота.

**Синтезируется** из триптофана у человека и животных. У растений синтезируется из аспарата и производного тиазола.

**Авитаминоз.**

1. Пеллагра (от итал. *Pelle agra* - шершавая кожа). Ведущий симптом дерматит. Кожа краснеет, становится шершавой, покрывается, трещинами, пузырями, после которых остаются изъязвления. Чаще появляются на открытых частях тела, подвергающихся солнечному облучению.

2. Тяжелые расстройства системы органов пищеварения.

3. Расстройства нервной системы вплоть до психических заболеваний.

**Источники.** Сухие пивные и пекарские дрожжи, зернопродукты, мясо, картофель.

**Суточная потребность** 15-25 мг.

**Физические свойства.** Устойчивы во внешней среде: выдерживает нагревание и продолжительное хранение без разрушения и снижения своей активности, хорошо сохраняется в продуктах при их тепловой обработке в процессе приготовления пищи, а также консервировании (автоклавирование, сушка и т.д.).

**Синтезируются** из триптофана. Поэтому необходим высокий уровень потребления белка, особенно животного.

Эффективность повышается при совместном действии витаминов PP и B<sub>2</sub>.

**4. Витамин B<sub>6</sub> (пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин, антидерматитный).**

**Химическая природа.** Производное пиридина.

**Авитаминоз** - угнетение выработки эритроцитов, дерматит, воспалительные процессы кожи, задержка роста, нарушение обмена триптофана. Недостаточность витамина сказывается на ослабленных и подверженных к болезням людям, в послеоперационный период или при тяжелом состоянии. Пиридоксиновая недостаточность нередко отмечается у больных атеросклерозом и при связанных с ним заболеваниях сердечно-сосудистой системы (ССС). Она возможна и в пожилом возрасте, при активно прогрессирующем старении, а также может развиваться при т.н. полипрогмазии (одновременное, ежедневное применение многих лекарств, среди которых как правило оказываются антагонисты B<sub>6</sub>).

**Синтез.** Синтезируется микрофлорой животного и человека, а также зелеными растениями из продуктов гликолиза (ФГА, ФДОА, ПВК).

**Влияние условий среды.** Витамин B<sub>6</sub> устойчив к повышенным температурам, кислотам, щелочам, но разрушается на свету. При переработке теряется до 20 % витамина B<sub>6</sub>. Частично витамин синтезируется кишечной микрофлорой.

**Источники** Витамин присутствует в мясе - 0,4 мг %, в фасоли - 0,9 мг % а картофеле - 0,3 мг %.

**Суточная потребность 2-4 мг.**

**5. Витамин В<sub>с</sub> (фолиевая кислота, фолацин, антианемический фактор).**

**Химическая природа.** Соединение гетероцикла птеридина, остатка парааминобензойной кислоты (ПАБК) и глутаминовой кислоты. Исходным соединением для биосинтеза является ГТФ.

**Авитаминоз** - При недостатке витамина нарушается деятельность системы кроветворения, пищеварительной системы, снижается иммунитет организма.

**Механизм действия.** В<sub>с</sub> метаболически неактивна, но представляет собой предшественник коферментов - 5,6,7,8-тетрогидрофолиевой кислоты (ТГФК).

Кроветворный фактор, участвует в деятельности сердечно - сосудистой системы, в биосинтезе аминокислот, нуклеиновых кислот, холина, пуриновых и пиримидиновых оснований . Предупреждает развитие атеросклероза В организме человека фолацин принимает участие в гемолоэзе (кроветворении), поэтому является противоанемическим фактором. Стимулирует не только эритропоэз, но лейкопоэз (образование форменных элементов крови - эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов).

**Синтез.** Микроорганизмы (в т.ч. кишечная микрофлора), высшие и низшие растения. В тканях млекопитающих и птиц не образуются.

**Физические свойства.** Фолиевая кислота неустойчива при термической обработке. При переработке молока и овощей теряется 75 - 90 % витамина, однако при переработке мясopодуктов витамин более устойчив. Не устойчив к тепловой обработке.

**Суточная потребность 100-200 мкг.**

**Источники.** Салат, шпинат, капуста, морковь, помидоры, зеленый лук, ягоды земляники (являются лекарством от малокровия). Продукты животного происхождения: печень, почки, желток, сыр. Дрожжи пивные и пекарские.

**6. Витамин В<sub>3</sub> (пантотеновая кислота).**

**Химическая природа.** Состоит из остатков Д-, -диоокси-, - диметилмасляной кислоты и -аланина, связанных амидной связью.

**Авитаминоз** - замедление роста, потеря массы, повреждение кожи (шелушение, экземы), шерсти, выпадение волос, дегенеративные изменения оболочки спинного мозга, задних корешков и седалищного нерва. С этим связаны дискоординация движений, появление гусиного шага, параличи, нарушение желудочно-кишечного тракта, органов размножения, надпочечников

**Механизм действия.** Участвует в реакциях биохимического ацилирования, обмена липидов, жирных кислот, углеводов

**Синтез.** Синтезируется зелеными растениями и микроорганизмами из -кето-изовалериановой кислоты. Небольшое количество витамина В<sub>3</sub> синтезирует кишечная микрофлора.

**Источники.** Дрожжи, бактерии (кишечные), грибки. Печень, почки, желток, икра, мясо, цветная капуста, картофель, помидоры, маточное молочко пчел, пивные дрожжи.

**Влияние условий среды.** При технологической переработке теряется до 30 % витамина, преимущественно при бланшировании и варке.

**Суточная потребность - 10-20 мг.**

## **7. Витамин В12 (цианкобаламин)**

**Химическая природа.** В состав молекулы входит циклическая корриновая система, напоминающая парфирины.

**Авитаминоз** - эндогенный: гастрогенный (недостаток внутреннего фактора Кесла вырабатываемого в желудке, развивает болезнь Аддисона-Бирмера: нарушение кроветворной, нервной и ССС) и энтерогенный (нарушение всасывания В<sub>12</sub> - наличие широкого лентеца, разрушающего витамин. Анемия, ухудшение усвоения пищи, нарушение обмена белков, липидов, углеводов. Витамин участвует в процессах кровообращения, превращения аминокислот, совместно с фолиевой кислотой, участвует в биосинтезе нуклеиновых кислот При недостатке витамина В<sub>12</sub> наступает слабость, развивается анемия, нарушается деятельность нервной системы

Эффективность повышается при совместном применении с витамином В<sub>с</sub>.

**Синтез.** Синтезируют исключительно микроорганизмы (бактерии, актиномицеты, водоросли сине-зеленые). В растениях не синтезируются!

**Источники.** Бактерии, актиномицеты, водоросли сине-зеленые, а также моллюски, рыбы и разные виды морских животных. Витамин В<sub>12</sub> содержится в продуктах животного происхождения: в печени – 160 мкг %, в мясе – 6 мкг %, в молоке 0,6 мкг %. Самыми богатыми природными источниками являются говяжья печень и почки.

**Влияние условий среды.** Витамин разрушается при длительном действии света, при окислении, более устойчив при нейтральных рН. При технологической переработке теряется 10 - 20 % витамина В<sub>12</sub>.

**Физические свойства.** Кристаллическое вещество рубинового цвета без запаха и вкуса. Устойчив к нагреванию, стерилизации и длительному хранению при комнатной температуре без света.

**Суточная потребность 2-2,5 мкг.**

## **8. Витамин С (аскорбиновая кислота, антискорбутный)**

**Химическая природа.** Производная углеводов - лактонгексоновой кислоты, содержащей диенольную группу.

Организм содержит около 5 г витамина С. Влияет на реактивность организма, его защитные механизмы, сопротивляемость к инфекциям, устойчивость к неблагоприятным факторам среды.

**Авитаминоз** - кровоизлияние в сосудах, расшатывание зубов. Антицинготный фактор, повышает иммунитет человека. Витамин С крайне нестоек, легко разрушается кислородом воздуха, на свету, в присутствии ионов тяжелых металлов.

Скрытая недостаточность сильная утомляемость, снижение устойчивости к холоду, подверженность простудных заболеваний, головная боль, потеря аппетита.

**Механизм действия.** Участвует в ОВР, окисляется терминальным С<sub>и</sub>-содержащим ферментом аскорбинатоксидазой до дегидроаскорбиновой кислоты, не обладающей витаминной активностью. Недостаток витамина влияет на энергетический обмен организма.

Повышение уровня потребления витамина обеспечивает наилучшее состояние микрофлоры кишечника, предохраняет от развития в кишечнике гнилостных процессов, предотвращает самоотравление организма ядовитыми веществами, поступающими из кишечника.

**Синтез.** Синтезируют растения, как в темноте, так и на свету.

**Источники.** Все необходимое количество витамина С человек получает с пищей. Основные источники витамина С это овощи, фрукты, ягоды: капуста содержит 50 мг %, картофель - 20 мг %, черная смородина - 300 мг %, шиповник до 1000 мг %. Продукты животного происхождения содержат незначительное количество витамина, за исключением печени, почек (10 мг /%), оленины (особенно язык). Из молочных продуктов больше содержат кумыс, ацидофильные кисломолочные напитки.

**Влияние условий среды.** Более устойчив витамин в кислой среде, чем в щелочной, поэтому его содержание в овощах и плодах при хранении быстро снижается. Исключение составляет свежая капуста. При тепловой обработке разрушается 25 - 60 % витамина С.

**Физические свойства.** Термостабилен. Для сохранения витамина С во время приготовления пищи не следует допускать длительной тепловой обработки продуктов, пищу готовят при закрытой крышке, закладывать овощи в кипящую воду или бульон, не добавлять соды.

**Суточная потребность 100-300 мг.**

## **9. Биотин Н**

**Химическая природа.** Гетероциклическая монокарбоновая кислота.

**Авитаминоз** - При недостатке витамина наблюдаются нервные расстройства, возникает депигментация кожи, дерматит замедление роста, поражение кожи, выпадение волос.

**Механизм действия** Витамин участвует в биосинтезе липидов, аминокислот, углеводов, нуклеиновых кислот, входит в состав ферментов, катализирующих реакции карбоксилирования - декарбоксилирования. Оказывает регулирующее влияние на нервную систему, участвует в жировом обмене.

**Синтез.** В растениях и некоторых микроорганизмах (в т.ч. кишечная микрофлора).

**Источники.** Основные источники биотина: печень и почки – 80 - 140 мкг %, яйца - 28 мкг %, молоко и мясо – 3 мкг %, бобовые культуры – 20 мкг %, пшеничный хлеб – 4,8 мкг %. Листья, молоко.

**Влияние условий среды.** Снижается содержание при недостатке S.

**Физические свойства.** Витамин неустойчив при окислении в кислой и щелочной среде. При технологической переработке витамин почти не разрушается.

**Суточная потребность 10 мкг.**

## **II. Жирорастворимые витамины.**

### **1. Витамин А (ретинол, антиксерофтальмический, аксерофтол).**

Отнесен к витаминам в 1916 году, в 1933 г. осуществлен синтез.

**Химическая природа.**  $C_{20}H_{30}O$ . Витамин является непредельным одноатомным спиртом, участвует в биохимических процессах, связанных с деятель-

ностью мембран клеток, влияет на рост костей, зрение человека. В растительных продуктах содержится провитамин А – β – каротин, имеющий красно-оранжевый цвет. Из одной молекулы β - каротина в организме человека образуется две молекулы витамина А.

**Авитаминоз** - ксерофтамия (высыхание, ороговение, потеря прозрачности роговой оболочки глаза вследствие нарушения строения выстилающего защитного эпителия; в последующем кератомалиция - размягчение роговицы с последующим некрозом и изъязвлением - после заживления образуется бельмо).

**Гиповитаминоз** -

1. «куриная слепота» (потеря сумеречного зрения);
2. ороговение эпителия кожи (кожные болезни);
3. воспаление слизистых дыхательных путей (бронхиты);
4. воспаление слизистых кишечника (колиты);
5. ослабление иммунитета.

**Гипервитаминоз** - сильные головные боли, рвота, сонливость, судороги, параличи, смерть.

**Механизм действия.** В организме животных ретинол обратимо окисляется в ретиналь и ретиноевую кислоту (с участием дегидрогеназ).

1. Фоторецепция - входит в состав светочувствительного пигмента сетчатки глаза - родопсина (белок опсин и ретиналь), открывающего каскад реакций усиления слабого светового сигнала, возбуждающего зрительный нерв (при этом часть ретиналя разрушается);

2. Регуляция проницаемости мембран, а также транспорт моносахаридов, необходимых для биосинтеза гликопротеидов (оказывает влияние на усвоение белка пищи и его обмен, обмен липидов);

3. Участие в окислительно-восстановительных реакциях (способен образовывать пероксиды и окислять другие соединения).

**Синтез.** Осуществляется у животных, человека из каротиноидов - предшественников витамина А. У высших растений и микроорганизмов не синтезируется.

**Источники.** Продукты животного происхождения: печеночный и рыбий жир, печень и почки КРС, сливочное масло, сметана, сливки, сырые яйца, молоко (летом), (нет в говядине, свинине, баранине, сале, растительных маслах). Витамин А обнаружен в продуктах животного происхождения в рыбьем жире – 14 мкг %, в печени трески – 4 мкг %, в молоке – 0,025 мкг %. Каротиноиды Больше всего β - каротина находится в моркови – 10 мг %, в томатах – 1 мг %, он присутствует в овощах и фруктах, имеющих красно-оранжевую окраску.

**Влияние условий среды.** Витамин А быстро разрушается при действии света, воздуха, в присутствии тяжелых металлов. При быстром окислении липидов происходит и окисление витамина А, растворенного в липидах. При переработке сырья теряется до 30 % витамина А, но при сушке теряется до 90 %. В соках и напитках витамин хорошо сохраняется при хранении.

**Суточная потребность 1-1,5 г.**

**2. Витамин Д (антирахитический, кальциферолы)**

**Химическая природа.** Стероидные соединения - производная циклопертанпергидрофенантрена: эргокальциферол (D<sub>2</sub>), холикальциферол (D<sub>3</sub>), дигидроэргокальциферол (D<sub>4</sub>).

**Авитаминоз** - рахит (задерживается зарастание швов между костями черепа, которые избыточно разрастаются, увеличиваются лобные бугры, деформируются другие кости - особенно кости нижних конечностей, недостаточное окостенение реберных хрящей приводит к изменению формы грудной клетки, дряблость мышц приводит к увеличению объема живота, тормозится общее развитие, у детей задерживается прорезание зубов, зубы легко разрушаются, наблюдаются желудочно-кишечные расстройства, малокровие, усиливается восприимчивость к болезням). У взрослых наблюдается остеопороз – разжижение, истончение костей, что приводит к кариесу зубов, переломам костей.

**Гипервитаминоз** - резкое похудение, остановка роста, падение кровяного давления, повышение температуры, резкие боли в суставах, затрудненное дыхание.

**Механизм действия.** Регулирует оптимальное содержание кальция и фосфора в плазме крови.

1. Участвует в транспорте P и Ca через биомембраны слизистой оболочки тонкого кишечника (образует комплекс с кальций связующим белком).

2. Участвует в мобилизации кальция из скелета путем рассасывания преобразованной костной ткани.

3. Участвует в реабсорбции фосфата и кальция в почечных канальцах.

В итоге поддерживается оптимальное содержание P и Ca в плазме крови.

**Синтез.** Синтезируют микроорганизмы (дрожжи). В организме человека синтезируются из предшественников - эргостерина и дегидротахистерина (образуется в растениях под воздействием УФ облучения эргостерина).

**Источники.** Микроорганизмы (дрожжи). Предшественниками витамина являются стеринны или стеролы, играющие важную физиологическую роль в жизни животных и растений (гормоны, желчные кислоты, гликозиды, алкалоиды, сапонины). Витамин D содержится в продуктах животного происхождения: в рыбьем жире - 125 мкг %, в печени трески – 100 мкг %, в говяжьей печени - 2,5 мкг %, в желтке яйца - 2,2 мкг %.

**Влияние условий среды.** Витамин устойчив при хранении и технологической переработке. При сушке теряется максимальное количество до 30 % витамина D.

**Суточная потребность 15 - 25 мг.**

### **3. Витамин E Токоферолы (антистерильный).**

**Химическая природа.** Является метильным производным токола и токотриенола: α-, β-, γ-, σ- токоферолы отличаются количеством и положением метильных заместителей в ароматическом кольце 6-оксихромана; α-, β-, γ-, σ-токотриенолы - аналоги токоферолов, состоящие из триметилгидрохенона соединенного с фитолом.

**Авитаминоз** - нарушение белкового, липидного, углеводного обменов, приводящая к следующим последствиям:

1. Резорбция плодов при беременности (выкидыши);

2. Дегенерация семенников у самцов, снижение подвижности сперматозоидов, прогрессирующая дегенерация зародышевого эпителия с атрофией и уменьшением массы семенников;

3. Мышечная дистрофия с коагулирующим или геалиновым некрозом мышечных клеток, атаксии и параличами (кролики, морские свинки, домашние животные);

4. Макроцитарная (крупноклеточная) анемия у обезьян и человека со снижением продолжительности жизни эритроцитов.

Витаминная недостаточность усугубляется дефицитом белков, селена, избытком жиров, в присутствии солей Fe, Ag, других металлов.

**Механизм действия.** Окончательно не выяснен. Антиоксидантная гипотеза - Инактивирует свободные радикалы, тем самым препятствует развитию нерегулируемых не ферментативных цепных свободно-радикальных процессов периксного окисления не насыщенных тканевых липидов молекулярным кислородом, что приводит к нарушению структуры, проницаемости и функциональной активности клеточных и субклеточных мембран.

Оказывает нормализующее влияние на функцию щитовидной железы, участвует в процессах превращения каротина и витамина А.

**Источники.** Содержится как в растительных, так и в животных продуктах. Витамин Е распространен в растительном сырье: в масле соевом – 115 мкг %, подсолнечном – 42 мкг %, в зернопродуктах – 5 мкг %.

**Влияние условий среды.** Витамин Е устойчив при нагревании, медленно разрушается под действием ультрафиолетовых лучей, кислорода воздуха, в присутствии тяжелых металлов. При переработке сырья теряется 10 - 20 % витамина.

**Взаимодействие.** Витамины антиоксиданты и липотропные вещества (метионин, холин, инозит и др.) оказывают взаимоусиливающее действие друг на друга.

**Суточная потребность.** 15-30 мг

**4. Витамин К (антигемаррогический, К<sub>1</sub>- филохиноны, К<sub>2</sub> - менахиноны).**

Впервые в 1939 г. выделен из листьев люцерны.

**Химическая природа.** Производные 1,4 -нафтохинона. К<sub>1</sub> (2-метил, -3-фитил-1,4-нафтахинон. Филохиноны и их производные обнаружены в растениях, менахиноны синтезируются бактериями или являются продуктами трансформации нафтахинонов в организме животных.

**Авитаминоз** - подкожные и внутримышечные кровоизлияния (гемаррогии), снижается свертываемость крови, так как витамин необходим для синтеза протромбина. У людей наблюдается редко, так как витамин широко распространен в продуктах питания и синтезируется кишечными бактериями.

Вторичная недостаточность возникает вследствие болезни печени (абтурационная желтуха), хронических заболеваний кишечника, при лечении сульфаниламидами и антибиотиками угнетающими кишечную микрофлору или использовании других препаратов - антагонистов витамина К.

**Механизм действия.** Окончательно не выяснен.

Предполагается его участие в:

1. Окислительном и фотосинтетическом фосфорилировании в качестве коэнзима;
2. Переносе световой энергии к хлорофиллу;
3. Биосинтезе факторов свертывания крови.

**Синтез.** В зеленых частях растений. Частично витамин К синтезируются микрофлорой кишечника.

**Источники.** Зеленые растения (филохинон содержится в хлоропластах ): шпинат, капуста, тыква, листья бобовых, арахисовое и соевое масла.

**Суточная потребность точно не установлена, примерно 1-5 мг.**

## **Тема 1.5 Обмен веществ как основной признак жизни**

1. Понятие об обмене веществ.
2. Пищеварение – первый этап обмена веществ.
3. Превращение энергии в живом организме.
4. Энергетические и биологические свойства пищи.

### **1. Понятие об обмене веществ**

Всосавшиеся в кровь простые пищевые вещества – аминокислоты, жирные кислоты, глюкоза и другие сахара, витамины и минералы – распределяются по органам и тканям, где каждое из них подвергается биохимическим превращениям, совокупность которых называют **обменом веществ** или **метаболизмом**.

Метаболизм аминокислот, сахаров и жирных кислот может идти в двух направлениях. Они могут окисляться для получения энергии с выделением углекислого газа и воды. Этот процесс называют **катаболизмом** или распадом молекул. В другом случае простые вещества могут использоваться как материал для построения более сложных молекул, образования клеточных мембран, а также откладываться про запас. Такое превращение пищевых веществ называется **анаболизмом**. В обоих этих процессах обязательно участвуют витамины и минеральные вещества, которые катализируют и регулируют биохимические реакции катаболизма и анаболизма.

Реакции катаболизма и анаболизма в норме уравнивают друг друга. Это происходит при правильном и достаточном питании. Однако при переедании процессы анаболизма т.е. накопления, начинают преобладать, и энергия пищи в виде жира откладывается про запас в подкожной складки на животе, на спине и в других местах.

При недоедании, напротив, реакции катаболизма преобладают над анаболизмом, и человек начинает худеть, а имеющиеся запасы пищевых веществ расходуются на получение энергии для выполнения физиологических функций и физической работы. При более длительном голодании начинают подвергаться распаду собственные молекулы, входящие в состав клеток, чтобы восполнить недостаток энергии. Нарушение равновесия между катаболизмом и анаболизмом – это обычно признак неправильного питания: переедания или недоедания.

Надо иметь в виду, что рост ребенка и подростка (а именно увеличение длины и массы тела) означает преобладание анаболизма над катаболизмом, так как рост – это прибавление новых молекул и новых клеток или увеличение размера клеток. Рост размеров тела должен быть обеспечен поступлением с пищей необходимого количества пищевых веществ и энергии.

Преобладание реакций катаболизма наблюдается при повышении температуры тела, например, при инфекциях и простудных заболеваниях, травмах и ожогах, хирургических операциях, т.е. при различных заболеваниях, во время которых реакции распада тканей преобладают над реакциями образования новых молекул и клеток.

## 2. Пищеварение – первый этап обмена веществ

### *Функция пищеварительной системы*

Процесс расщепления сложных пищевых веществ в желудочно-кишечном тракте на составные элементарные части называется пищеварением

Пища состоит из множества пищевых веществ, определенным образом "упакованных" в пищевом продукте, что бы пищевые вещества попали во внутреннюю среду организма и использовались как источники энергии и пластический материал для образования и обновления частей тела пища должна быть разобрана или расщеплена на простые и составные части. Только простые пищевые вещества в растворённом виде или жирах виде могут попасть в кровь человека.

*Проникновение пищевых веществ из пищеварительного тракта через стенки кишечника в кровь называют всасыванием пищевых веществ*

*Превращение пищевых веществ в организме сопровождающееся выделением энергии, и другие биохимические превращения элементов клеток и тканей называют обменом веществ (метаболизм).*

*В целом все эти три этапа - переваривание, всасывание и обмен веществ- составляют процесс усвоения (утилизации) пищи.*

Пищеварительный (желудочно-кишечный) тракт - это целая группа пищеварительных органов, в которых осуществляются расщепление, подготовка к всасыванию и всасывание пищевых веществ.

Желудочно-кишечный тракт также осуществляет удаление не перевариваемых остатков пищи в виде кала. Пищи в пищеварительном тракте проходит следующий путь: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник. Желудочно-кишечный тракт представляет собой мышечную трубку, выстланную клетками пищеварительного эпителия, начинающиеся во рту и заканчивающуюся задним проходом. Клетки эпителия вырабатывают пищеварительные соки содержащие ферменты слизь и слюну (во рту) смачивающие пищу и способствующие её продвижению по тракту.

Состав пищеварительной системы включаются также слюнные железы печень и поджелудочная железа.

Гладкая мускулатура пищеварительного тракта смешивает пищу с пищеварительными ферментами и передвигает пищевой комок.

Это движение мускулатуры кишечника называют *перистальтикой*.

Каждое из сложных пищевых веществ - белки, жиры и углеводы - расщепляется специальными, предназначенными для него ферментами, которые выделяются в полости пищеварительного тракта в определённых участках.

Белки расщепляются ферментами протеазами, жиры - липазами, сложные углеводы - амилазами. Конечными продуктами пищеварения, которые всасываются в кровь, служат сахара (из углеводов), аминокислоты (из белков), жирные кислоты и глицерин (из жиров). Витамины макро- и микроэлементы в пищеварительной системе могут освобождаться из связанного состояния, в котором они часто находятся в пищевых продуктах, но сами молекулы витаминов или минеральных веществ не подвергаются деградации.

### **Пищеварение во рту**

Пищеварение начинается с жевания пищи во рту.

Пища размачивается и перемешивается, смачивается слюной, выделения которой резко увеличиваются при попадании пищи в рот и ее жевании.

Слюнные железы расположенные под языком (подъязычные железы), ниже ушной раковины околоушные железы), а также в других частях слизистой рта. В слюне некоторые пищевые вещества растворяются, и начинает появляться их вкус. Фермент слюны амилаза расщепляет сложный углевод крахмал до сахара. Его действия легко проследить если: жевать хлеб в течение 1 минуты, после этого во рту появляется сладкий вкус. Это означает, что крахмал хлеба под действием амилазы превратился в сладкую глюкозу. Белки и жиры не расщепляются во рту.

Разжёванная и смоченная слюной пища легко проглатывается и проходит через пищевод в желудок. Глотка и пищевод являются просто мышечной трубкой, проводящей пищу в желудок.

При глотании в спешке пища может случайно попасть не в пищевод, а в дыхательные пути, в трахею. Это состояние называется "подавиться пищей". Человек не может вдохнуть и издать звук: пища закрывает дыхательные пути.

### **Пищеварение в желудке**

Желудок - наиболее широкая часть пищеварительного тракта. Он способен увеличиваться в размерах и вмещать большое количество пищи - целый обед из пяти блюд! Благодаря ритмическому сокращению мышц стенок желудка пища тщательно смешивается с кислым желудочным соком. В желудке пища задерживается для переваривания на продолжительное время от 2 до 6 часов.

Клетки, выстилающие изнутри стенку желудка, вырабатывают желудочный сок, содержащий гидролитические ферменты, соляную кислоту и слизь. Ферменты желудочного сока переваривают белки до мелких молекул - пептидов и аминокислот. Переваривание углеводов, которая началась во рту, в желудке останавливается, потому что кислый желудочный сок приостанавливает работу ферментов амилазы.

Желудок имеет в нижней части сужение который может закрываться и открываться благодаря этому не вся пища сразу проваливается в тонкий кишечник. Перемешанная с желудочным соком и частично переваренная пища мелкими порциями через определённые промежутки времени проталкивается

из желудка в тонкий кишечник, а точнее, в его верхнюю часть - двенадцатиперстную кишку.

### **Пищеварение в тонком кишечнике**

Тонкий кишечник - это изящно уложены в полости живота пищеварительная трубка длиной до 5 м. Тонкий кишечник имеет три переходящая друг друга отдела: двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишку. В тонком кишечнике процессы пищеварения происходит наиболее активно. Медленно передвигаясь по столь длинному тонкому кишечнику, пищевой комок подвергается последовательному воздействию пищеварительных ферментов сока поджелудочной железы и ферментов, выделяемых клетками самого кишечника.

В двенадцатиперстную кишку выделяется *желчь*, которая образуются в печени и запасается в желчном пузыре. Желчь не содержит пищеварительных ферментов, но она необходима для растворения и всасывание жиров и жирорастворимых витаминов. При заболеваниях печени и желчевыводящих путей вследствие недостаточной выработки желчи или её выделения в кишечнике нарушается переваривания и всасывание жиров и увеличивается их выделение в неизменном виде с калом.

Исключительную роль в пищеварение играет поджелудочной железы которые вырабатывает и выделяет в полости двенадцатиперстной кишки комплекс ферментов расщепляющих углеводы жиры и белки

В двенадцатиперстной кишке углеводы расщепляются до дисахаридов, жиры - до жирных кислот и глицерина а белки аминокислоты и пептидов, состоящих из двух или трёх аминокислот. Дальнейшее расщепление углеводов и остатков белков и жиров происходит в других отделах тонкого кишечника - тощей и подвздошной кишке- под влиянием пищеварительных ферментов, которые вырабатывается клетками слизистой оболочки кишки- энтероцитами. Энтероцитами покрыты пальцеобразные выросты стенки тонкого кишечника, которые называются *ворсинками*. Благодаря ворсинками площадь тонкого кишечника становится очень большой, поэтому каждый частичка пищи имеет контакт с ферментами и место для всасывания.

### **Пищеварение в толстом кишечнике**

Не переваренные остатки пищи из тонкого кишечника попадают в толстую кишку. Ее длина у взрослого человека составляет в среднем 1,5 м. Толстый кишечник состоит из трёх частей: слепой, поперечно-ободочной и прямой кишки. Основное назначение толстого кишечника - всасывание воды и образования *кала*.

Кал состоит из слущенных клеток эпителия кишечника, остатков пищи и скопления бактерий. Толстую кишку населяют огромное количество различных бактерий. Кал на 1/3 состоит из бактерий, но это полезные микроорганизмы, необходимы для сохранения здоровья. Бактерии толстого кишечника образуют небольшое количество витаминов В<sub>12</sub> и К. Под влиянием бактерии частично расщепляются сложные углеводы или пищевые волокна, которые полностью не перерабатываются пищеварительными ферментами желудочно-кишечного тракта. При этом наблюдается образование газов, которые могут вызвать дискомфорт животе.

После того как над остатками пищи поработают бактерии, образуются кал, который выделяется через прямую кишку и задний проход. Так завершается процесс пищеварения.

### **Всасывание пищевых веществ**

Всасывание - это прохождение пищевых веществ из полости пищеварительной трубки внутри клеток кишечного эпителия, а затем в кровь. Всасывания начинается уже в ротовой полости и желудке, но в этих отделах оно очень незначительно. Наибольшее количество пищевых веществ всасывается в тонком кишечнике. Благодаря его большой длине и наличию ворсинок тонкий кишечник имеет огромную всасывающую поверхность. Более 90 % веществ, образующихся при переваривании белков, жиров и углеводов, всасывается в тонком кишечнике. И только не большая их часть выделяется с калом, не успев расщепиться и всосаться в тонком кишечнике. Также полностью всасываются витамины и некоторые минеральные вещества, например натрий, калий, хлор. Другие минеральные вещества, например железо, цинк, медь, кальций всасываются плохо. Так, железо всасывается только примерно 1/10 от того, что находится в смешанной пище.

Водорастворимые пищевые вещества всасываются в виде водных растворов. Для всасывания жирорастворимых веществ, например жирорастворимых витаминов, необходимо присутствие в кишечнике жиров и желчи.

## **3. Превращение энергии в живом организме**

В организм животных энергия поступает в составе питательных веществ корма (пищи). Потенциальная энергия белков, жиров, углеводов аккумулирована в химических связях их молекул. Эта энергия должна обеспечить расходы на поддержание жизни и синтез продукции (молока, яиц, шерсти, белка и жира в теле, рост).

Освобождение энергии питательных веществ происходит небольшой степени при переваривании высокомолекулярных соединений до мономеров в желудочно-кишечном тракте, а главным образом в клетках органов и тканей. Энергетика обмена в клетках основывается на 3-х главных принципах, которые отличают ее от энергетических процессов в неживой природе:

1) химическая энергия превращается в работу и другие формы энергии без предварительного превращения ее в тепловую. Организм – это хемодинамический, а не тепловой двигатель, энергия используется в нем с большей эффективностью;

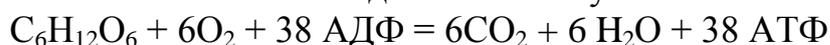
2) освобождение энергии происходит поэтапно, небольшими порциями, что предохраняет организм от «энергетического взрыва» и обеспечивает более полную утилизацию энергии;

3) сохранение и использование энергии, освободившейся при распаде углеводов, белков и жиров, осуществляется путем превращения ее в энергию других веществ (макроэргов) главным образом АТФ, являющихся биологическими аккумуляторами энергии.

Освобождение и аккумуляция энергии в клетках происходят в процессе биологического окисления в цикле трикарбоновых кислот с освобождением водорода  $H_2$  и образованием углекислого газа,  $CO_2$ .

Основное количество образующегося водорода при помощи специфических переносчиков коферментов дегидрогеназ (НАД, НАДФ, ФАД) поступает в так называемую цепь биологического окисления или дыхательную цепь. В дыхательной цепи происходит окисление водорода (поэтапный переход электронов с более высокого на более низкий энергетический уровень) и передача его на конечный акцептор – кислород. В ходе процесса постоянно освобождается энергия, которая частично (30-40 %) выделяется в виде тепла, в основном (60-70 %) аккумулируется в макроэргических связях АТФ.

Путь синтеза АТФ за счет энергии, образовавшейся при окислении водорода в дыхательной цепи, называется окислительным фосфорилированием. Полное окисление глюкозы дает 38 молекул АТФ.



Энергия АТФ, фиксированная в ее фосфатных связях велика, в среднем (без учета источника образования) – 42 кДж/моль (10 ккал/моль). Однако, на образование 1 моля АТФ из углеводов необходимо 74 кДж, из жиров – 75-84 кДж, из аминокислот – 92 кДж. Следовательно, превращение углеводов в АТФ более эффективно, чем из белков.

АТФ – это «текущий» источник энергии для организма, ее запасы сравнительно невелики и постоянно обновляются. Резервным источником энергии являются гликоген печени и мышц, кетоновые тела, триглицериды жировой ткани.

Химическая энергия в виде АТФ является универсальной «энергетической валютой» может необратимо превращаться во все формы энергии (механическую, электрическую, тепловую). Энергия АТФ обеспечивает процессы мышечного сокращения, активного мембранного транспорта, передачи информации, биосинтеза.

Как и образование АТФ, ее распад и перенос энергии сопряжены с энергетическими затратами. Эта энергия (составляющая около половины всей химической энергии АТФ) не может быть использована организмом, освобождается в виде первичного тепла и выводится из организма.

Таким образом, потенциальная энергия питательных веществ = потерям тепла + выполненная работа + энергия отложения продукции.

В конечном итоге энергия выполненной работы превращается в тепловую и выделяется в виде вторичного тепла. (Тепло при работе сердца, трение крови о сосуды, при сокращении мышц).

Так как все источники энергии могут быть превращены в тепло для их выражения используют тепловые единицы.

#### **4. Энергетические и биологические свойства пищи**

Полезность пищевых продуктов зависит от их химического состава и особенностей превращений отдельных пищевых веществ в организме. В связи с этим различают энергетическую, биологическую, физиологическую, органо-

лептическую ценность, а также биологическую эффективность, усвояемость и безопасность ПДП.

**Энергетическая ценность** характеризуется той энергией, которую получает организм в процессе обмена веществ. Для построения тканей и процессов обмена веществ необходимы все составные части продуктов, а потребность в энергии удовлетворяется в основном за счет углеводов, жиров и белков. Человек должен знать, сколько калорий может дать ему тот или иной продукт.

**Биологическая ценность** продуктов характеризуется белковым составом, содержанием в них витаминов и минеральных веществ (сбалансированность). В настоящее время, когда энергозатраты современного человека снизились до оптимального уровня 2500 ккал, и человек стал потреблять меньше пищи по объему, биологическая ценность продуктов питания приобретает особое значение. При разработке новых продуктов питания, продуктов детского и диетического питания, фактору биологической полноценности состава уделяется повышенное внимание.

**Пищевая ценность** продовольственных товаров – это комплексное свойство. Ее составные элементы – энергетическая, биологическая, физиологическая и органолептическая ценность, а также усвояемость и доброкачественность продуктов питания.

**Углеводы, пектиновые вещества и алкалоиды – значение в питании, классификация, содержание в продуктах питания.**

Углеводы – энергетические вещества, используемые организмом. При их биологическом окислении выделяется энергия, необходимая для поддержания жизнедеятельности организма. Углеводы в основном находятся в продуктах растительного происхождения. Из углеводов почти целиком состоят сахар, крахмал, в меде их до 75%, в крупах – около 77%. Содержание углеводов в продуктах (в %): хлеб – 40-50; сухари – 71; сахар-песок – 99,8; мед – 80; крупа – 54 – 78; картофель – 14-25; макаронные изделия – 74; мясо – 1; рыба – 1; яйца – 1; молоко – 4,7. Их делят по строению молекул на моносахариды, дисахариды, и полисахариды.

Моносахариды. Чаще встречаются глюкоза, фруктоза и галактоза. Они имеют общую формулу  $C_6H_{12}O_6$ . Глюкоза (виноградный сахар) – самый распространенный сахарид. Особенно много ее в ягодах, плодах, меде. В промышленности глюкозу получают из картофельного или кукурузного крахмала. Фруктоза (фруктовый сахар) - находится во всех плодах и овощах, а также в меде. Галактоза – в природе в свободном виде не встречается, а входит в состав молочного сахара и пектиновых веществ.

Дисахариды. Состоят сахариды из двух молекул моносахаридов (общая формула  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). К ним относят сахарозу, лактозу и мальтозу. Сахароза. Больше всего сахарозы содержится в сахарном тростнике и свекле, которые используют для получения сахара.

Лактоза (молочный сахар) – содержится в молоке животных и материнском молоке.

Мальтоза (солодовый сахар) – находится в проросшем зерне.

Пектиновые вещества - (пектин, протопектин, пектиновая кислота) содержатся в плодах, ягодах и по своему составу близки к углеводам, например пектин находится в клеточном соке плодов, ягод в виде коллоидного раствора. В присутствии сахара и кислоты пектин способен образовывать желе. Это свойство используют при производстве желе, конфитюра, мармелада, пастилы и др. Разные плоды и ягоды содержат неодинаковое количество пектина, поэтому обладают различной железирующей способностью. Большой железирующей способностью отличаются яблоки, крыжовник, смородина, алыча, абрикосы.

Алкалоиды – это вещества, содержащиеся в некоторых продуктах и оказывающие сильное действие на нервную систему (возбуждающе действуют на центральную нервную систему, снимают усталость). В больших количествах алкалоиды являются ядами, в небольших дозах применяются в медицине. К алкалоидам относятся: кофеин, находящийся в чае и кофе; теобромин, содержащийся в какао и шоколаде; а также никотин, имеющийся в табачных изделиях, в черном перце – пиперин, обладающий горьким и жгучим вкусом.

**Белки и азотосодержащие вещества – значение в питании, классификация, содержание в продуктах питания.**

Белки - служат основным структурным материалом клетки живого организма. В состав белков входят до 22 аминокислот, 14 из них могут синтезироваться из других веществ, поступающих с пищей, и поэтому их называют заменимыми. Белки, содержащие весь комплекс незаменимых аминокислот, называют полноценными (их много в мясе, рыбе, молоке и молочных продуктах, яйцах и т. д.) и неполноценными (к ним относятся белки животного происхождения: коллаген и пластин, а также большинство белков растительного происхождения - белки проса, кукурузы). Белки могут использоваться и как энергетический материал, но только в том случае, когда в пище избыток белков или недостаток углеводов и жиров.

**Вода – значение в питании, содержание в продуктах питания, стадии очистки, показатели качества.**

Вода – необходимая составная часть животных и растительных организмов. Она составляет в среднем 2/3 массы человеческого тела и участвует в процессе обмена веществ. Поэтому вода в питании имеет исключительное значение. Вода в продуктах может находиться в двух состояниях: в свободном и в связанном. Много воды в свежих плодах и овощах (65-95%), молоке (87-90%), рыбе (62-84%), мясе (58-74%). Меньше воды в крупах, муке (12-15%), сливочном масле (16-35%), макаронных изделиях (13%). Поскольку содержание воды сильно влияет на вкусовые достоинства продуктов, а также на их питательную ценность и сохраняемость, то влажность является обязательным показателем при оценке их качества. К питьевой воде предъявляются определенные требования: прозрачность, вкус, запах, зараженность микроорганизмами, жесткость (количество растворенных в воде кальциевых и магниевых солей).

**Минеральные вещества – значение в питании, классификация, содержание в продуктах питания.**

Человек с пищей получает различные минеральные вещества, которые находятся в ней в виде солей органических и минеральных кислот, а также в

составе органических соединений. Минеральные вещества необходимы человеку, так как они поддерживают постоянное осмотическое давление в клетках и тканях, оказывают большое влияние на обмен веществ, поддерживают кислотно-щелочное равновесие в организме, входят в состав тканей организма — костей, нервных тканей, крови и др. Недостаток минеральных веществ в организме приводит к различным заболеваниям. Среди минеральных веществ различают макроэлементы и микроэлементы.

Элементы	Воздействие	Источник
<b>МАКРОЭЛЕМЕНТЫ</b>		
Кальций (Ca)	Улучшает состояние костей, зубов	Молоко, молочные продукты, сыр, кунжут
Магний (Mg)	Улучшает обмен веществ	Хлеб из муки грубого помола, орехи, соевые бобы
Железо (Fe)	Улучшает состав крови, обмен веществ	Печень, мясо, стручковые
Фосфор (P)	Для построения нервной ткани в сочетании с Ca	Рыба, овощи, грибы, сыр, мясо, яйца
Калий (K)	Улучшает работу сердца, регулирует содержание воды в тканях	Кабачки, баклажаны, томаты, капуста, курага, изюм, чернослив
<b>МИКРОЭЛЕМЕНТЫ</b>		
Иод (J)	Влияет на нормальную функцию щитовидной железы	Морская рыба, морская капуста
Марганец (Mn)	Участвует в процессе формирования костей, образования гемоглобина крови	Листовые овощи, крупы, хлеб
Фтор (F)	Улучшает состояние костей, зубов	Молоко, мясо, хлеб
Цинк (Zn)	Влияет на функцию поджелудочной железы и жировой обмен	Печень, яйца, хлеб, репчатый лук

### **Витамины, ферменты и витаминоподобные вещества – значение в питании, классификация, содержание в продуктах питания.**

Витамины. Повышают защитные функции организма к инфекционным заболеваниям. Отсутствие или недостаток витаминов в пище вызывает заболевания, называемые авитаминозами. Все витамины по растворимости делят на две большие группы: жирорастворимые и водорастворимые витамины.

Элементы	Воздействие	Источник
<b>ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ</b>		
A	Для глаз, кожи, слизистой оболочки	Печень, рыба, сливочное масло
Каротин (провитамин A)	Для зрения, роста, повышает сопротивляемость к заболеваниям	Морковь, красный перец, томаты

## Продолжение таблицы

D	Улучшает состояние костей, зубов	Рыба, грибы, желток
E	Нормализует деятельность центральной нервной системы	Растительные масла, орехи, <i>соя</i>
K	Кровесвертывающее, болеутоляющее и антимикробное действие	Салат, томаты, капуста
ВОДОРАСТВОРИМЫЕ		
C (аскорбиновая кислота)	Повышает сопротивляемость болезням	Плоды citrusовых, киви, сок облепихи, шиповник
B <sub>1</sub>	Для укрепления нервной системы, углеводного обмена	Овсяные хлопья, проросшая пшеница, соевые бобы
B <sub>2</sub>	Для улучшения состояния кожи, обмена веществ	Печень, молоко, сыр, продукты из цельного зерна
B <sub>6</sub>	Успокаивает нервы, улучшает белковый обмен	Рыба, бананы, авокадо
B <sub>12</sub>	Способствует процессу кроветворения	Печень, почки, икра, молоко, творог
B <sub>15</sub>	Ускоряет окислительные процессы, повышает использование кислорода в тканях	Семена, злаки, печень, дрожжи
PP	Влияет на деятельность нервной системы, состояние кожи, слизистой оболочки	Хлеб из обойной муки, горох, бобы, капуста, картофель
P	Укрепляет стенки кровеносных сосудов, способствует усвоению аскорбиновой кислоты	Шиповник, смородина, зеленый чай, citrusовые

Ферменты – это белковые вещества, которые вырабатываются только живыми клетками и ускоряют реакции в организме. Под их действием происходят переваривание и усвоение пищи, а также различные биохимические реакции, обеспечивающие жизнедеятельность организма человека. Ферменты применяются при производстве многих продовольственных товаров: в хлебопечении (ускоряют брожение теста, улучшают свойства хлеба, замедляя его черствение), в сыроделии (сычужный фермент ускоряет созревание сыров, повышает их усвояемость), при получении плодово-ягодных соков (дает возможность получать осветленные, прозрачные соки). Действие ферментов может улучшить вкусовые свойства продуктов.

### Тема 1.6 Обмен углеводов, липидов, белков, нуклеиновых кислот, водно-солевой обмен

1. Переваривание и всасывание углеводов.
2. Переваривание и всасывание липидов.

3. Переваривание и всасывание белков.
4. Водно-солевой обмен.

## 1. Переваривание и всасывание углеводов

Поступающие с пищей углеводы под действием гликолитических ферментов желудочно-кишечного тракта расщепляются до моносахаридов, которые всасываются в кровь. Основным моносахаридом является глюкоза; она постоянно извлекается из русла крови клетками, в которых происходит ее окисление в аэробных условиях до конечных продуктов ( $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ) с аккумуляцией в макроэргических соединениях значительной части заключенной в ней химической энергии. При недостаточном содержании кислорода в тканях (анаэробные условия) глюкоза окисляется не полностью. Отличительной чертой катаболизма углеводов является их способность окисляться двумя путями – гексозодифосфатным и гексозомонофосфатным (пентозофосфатным). Последний является вспомогательным путем окисления углеводов. Гексозодифосфатное окисление углеводов может протекать в аэробных и анаэробных условиях, а пентозофосфатное – в аэробных условиях. Процессы аэробного и анаэробного превращения углеводов до стадии образования пировиноградной кислоты одни и те же. Дальнейшее превращение этой кислоты зависит от обеспечения тканей кислородом. В анаэробных условиях дыхательная цепь ферментов в этом случае не используется и АТФ не образуется. Конечным продуктом анаэробного распада глюкозы является молочная кислота.

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{COOH} \xrightarrow{\text{НАДН}_2, \text{ дегидрогеназа}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} + \text{CO}_2$

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{COOH}$  пировиноградная кислота     $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$  молочная кислота     $\text{CO}_2$

Состояние недостаточного обеспечения организма кислородом нередко встречается в нормальной жизнедеятельности человека. Например, при физическом перенапряжении, патологических изменениях организма. Однако анаэробное состояние у высших организмов продолжаться долго не может, снабжение тканей кислородом восстанавливается, и молочная кислота переходит в пировиноградную. Молочная кислота является своеобразным метаболическим тупиком, выход из которого сводится к образованию пировиноградной кислоты, затем окисляющейся с участием ряда ферментов и коферментов (пируват-дегидразный комплекс). В окислении пировиноградной кислоты участвует специальная дегидрогеназа, отщепляющая атомы водорода и передающая их затем в цепь дыхательных ферментов с образованием АТФ. При анаэробном окислении глюкозы образуется 14 молекул АТФ. Свойственный только углеводам процесс распада заканчивается образованием ацетил-КоА. Дальнейший распад ацетил-КоА одинаков для белков, липидов и углеводов и осуществляется в цикле трикарбоновых кислот (цикле Кребса или цикле лимонной кислоты). Цикл Кребса является центральным звеном в цепи катаболических реакций организма и представляет собой общий конечный путь окислительного распада всех основных пищевых веществ. Белки, жиры и углеводы после прохождения специфических, свойственных только каждому из этих пищевых веществ превращений образуют

один и тот же метаболит – активную форму уксусной кислоты (ацетил- КоА), в результате окислительного распада которой образуются диоксид углерода и вода. Кроме того, при аэробном окислении глюкозы гексозодифосфатным путем может образовываться 38, а гексозомонофосфатным – 36 молекул АТФ. Следовательно, энергетически оба пути окисления углеводов существенно не отличаются. Следует отметить, что распад белков, жиров и углеводов полностью заканчивается в тонком кишечнике; в толстом кишечнике этот процесс не происходит. При неправильном питании возможно нарушение обмена белков, углеводов и жиров в организме, что подробно изложено в специальной литературе. При организации правильного питания человека важное значение имеет сохранение нативных свойств пищевых продуктов в процессе подготовки, переработки, производства и хранения пищевого сырья. Рассмотрим, какие же физико-химические и биохимические изменения основных пищевых веществ происходят на различных стадиях технологической обработки пищевого сырья растительного и животного происхождения.

## 2. Переваривание и всасывание липидов

Пищевые триглицериды в желудочно-кишечном тракте подвергаются действию ферментов пищеварительных соков – липаз, осуществляющих гидролиз триглицеридов до моноацилглицеринов и свободных жирных кислот. Растворение липидов в желудочно-кишечном тракте осуществляется благодаря эмульгирующим свойствам желчи. Моноацилглицерины и свободные жирные кислоты всасываются в клетки слизистой оболочки тонкого кишечника, где происходит их воссоединение (реэстерификация) в новые триглицериды. В составе так называемых липопротеидных частиц хиломикронов триглицериды поступают вначале в лимфатическую систему, а затем в кровь.

*Липопротеиды* представляют собой липидсодержащие шарики, центральная часть которых состоит из различных липидов, а оболочка покрыта слоем фосфолипидов и молекулами белков аполипопротеинов. Благодаря белковому и фосфолипидному окружению липопротеиды способны циркулировать в водной среде плазмы крови. Липопротеиды являются транспортной (переносной) формой жиров в организме человека. В зависимости от липидного состава и физиологических свойств выделяют несколько типов липопротеидов, циркулирующих в плазме крови:

*хиломикроны* – самые крупные липопротеидные шарики, содержащие внутри главным образом триглицериды, всосавшиеся в кишечнике;

*липопротеиды низкой плотности (ЛПНП)*, содержащие наибольшие количества холестерина, способные переносить и откладывать холестерин в стенки кровеносных сосудов;

*липопротеиды высокой плотности (ЛПВП)*, содержащие фосфолипиды и холестерин. Последний транспортируется в печень или передается другим липопротеидным частицам.

### Метаболизм липидов

В кровеносных капиллярах мышц и жировой ткани триглицериды хиломикронов гидролизуются до свободных жирных кислот под действием фермента липопротеидлипазы (ЛПЛ). Жирные кислоты попадают в жировые клетки (аципоциты), где из них образуются триглицериды, откладывающиеся в жировой ткани. Жирные кислоты, образующиеся в капиллярах мышечной ткани, используются для окисления и получения энергии для мышечного сокращения.

Часть жирных кислот связывается с белками альбуминами и циркулирует в крови. Печень захватывает циркулирующие жирные кислоты из плазмы крови, где они расходуются для образования новых триглицеридов, фосфолипидов, эйкозаноидов и других биологических активных веществ или окисляются до  $\text{CO}_2$  и воды для получения энергии.

Поперечно-полосатые мышцы используют для получения энергии, как глюкозу, так и жирные кислоты. Глюкоза окисляется преимущественно при интенсивной кратковременной мышечной работе, а жирные кислоты являются преимущественным источником энергии для отдыхающей или длительно работающей мышцы. Мышцы способны запасать углеводы в форме гликогена, а жиры – в форме триглицеридов.

### 3. Переваривание и всасывание белков

**В ротовой полости** не происходит.

**В желудке** главные клетки слизистой оболочки секретируют пепсиноген – предшественник протеолитического фермента [пепсина](#). В результате аутокатализа в кислой среде желудочного сока фермент активируется. Соляная кислота поддерживает рН в пределах 1,5-2,0. Это оптимальные условия для активной работы фермента. В кислой среде белки корма подвергаются денатурации, что делает их более доступными ферментативному протеолизу. Пепсин быстро гидролизует в белках пептидные связи, образованные ароматическими аминокислотами и медленно связи между лейцином и дикарбоновыми аминокислотами.

**В тонком отделе кишечника** происходит дальнейший гидролиз пептидов до аминокислот. Туда поступает панкреатический сок с рН 7,8-8,2. Он содержит неактивные предшественники протеаз:

трипсиноген, химо трипсиноген, прокарбокисептидазу, проэластазу. Слизистой кишечника вырабатывается фермент энтеропептидаза, который активирует трипсиноген до трипсина, а последний уже все остальные ферменты. Протеолитические ферменты содержатся также в клетках слизистой кишечника, поэтому гидролиз небольших пептидов происходит после их всасывания. Конечный результат действия ферментов желудка и кишечника – расщепление почти всей массы пищевых белков до свободных аминокислот.

Всасывание аминокислот происходит в тонком отделе кишечника. Это активный процесс и требует затраты энергии. Основной механизм транспорта – гамма-глутамильный цикл. В нем участвует 6 ферментов и трипептид глутатион (глутамилцистеинилглицин). Ключевой фермент – гамма-глутамилтрансфераза. Кроме того, процесс всасывания АК требует присутствия ионов  $\text{Na}^+$ . Аминокис-

лоты попадают в порталный кровоток – в печень и в общий кровоток. Печень и почки поглощают аминокислоты интенсивно, мозг избирательно поглощает метионин, гистидин, глицин, аргинин, глутамин, тирозин.

**В толстом отделе кишечника** не всосавшиеся по каким-либо причинам (недостаток или низкая активность протеолитических ферментов, нарушение процессов транспорта АК) пептиды и АК подвергаются процессам гниения. При этом образуются такие продукты как: фенол, крезол, сероводород, метилмеркаптан, индол, скатол, а также группа соединений под общим названием «трупные яды» - кадаверин, путресцин. Эти вещества всасываются в кровь и поступают в печень, где подвергаются конъюгации с глюкуроновой кислотой и другим процессам обезвреживания (см. подробнее главу "Биохимия печени"). Затем они выводятся из организма с мочой.

#### 4. Водно-солевой обмен

Все химические и физико-химические процессы, протекающие в организме, осуществляются в водной среде. Вода выполняет в организме следующие важнейшие **функции**: 1) служит растворителем продуктов питания и обмена; 2) переносит растворенные в ней вещества; 3) ослабляет трение между соприкасающимися поверхностями в теле человека; 4) участвует в регуляции температуры тела за счет большой теплопроводности, большой теплоты испарения.

Общее содержание воды в организме взрослого человека составляет **50-60%** от его массы, то есть достигает **40-45 л**.

Принято делить воду на внутриклеточную, интрацеллюлярную (72%) и внеклеточную, экстрацеллюлярную (28%). Внеклеточная вода размещена внутри сосудистого русла (в составе крови, лимфы, цереброспинальной жидкости) и в межклеточном пространстве.

Вода поступает в организм через пищеварительный тракт в виде жидкости или воды, содержащейся в плотных пищевых продуктах. Некоторая часть воды образуется в самом организме в процессе обмена веществ.

При избытке в организме воды наблюдается **общая гипергидратация** (водное отравление), при недостатке воды нарушается метаболизм. Потеря 10% воды приводит к состоянию **дегидратации** (обезвоживание), при потере 20% воды наступает смерть.

Вместе с водой в организм поступают и минеральные вещества (соли). Около **4%** сухой массы пищи должны составлять минеральные соединения.

Важной функцией электролитов является участие их в ферментативных реакциях.

**Натрий** обеспечивает постоянство осмотического давления внеклеточной жидкости, участвует в создании биоэлектрического мембранного потенциала, в регуляции кислотно-основного состояния.

**Калий** обеспечивает осмотическое давление внутриклеточной жидкости, стимулирует образование ацетилхолина. Недостаток ионов калия тормозит анаболические процессы в организме.

**Хлор** является также важнейшим анионом внеклеточной жидкости, обеспечивая постоянство осмотического давления.

**Кальций и фосфор** находятся в основном в костной ткани (свыше 90%). Содержание кальция в плазме и крови является одной из биологических констант, так как даже незначительные сдвиги в уровне этого иона могут приводить к тяжелейшим последствиям для организма. Снижение уровня кальция в крови вызывает произвольные сокращения мышц, судороги, и вследствие остановки дыхания наступает смерть. Повышение содержания кальция в крови сопровождается уменьшением возбудимости нервной и мышечной тканей, появлением парезов, параличей, образованием почечных камней. Кальций необходим для построения костей, поэтому он должен поступать в достаточном количестве в организм с пищей.

**Фосфор** участвует в обмене многих веществ, так как входит в состав макроэргических соединений (например, АТФ). Большое значение имеет отложение фосфора в костях.

**Железо** входит в состав гемоглобина, миоглобина, ответственных за тканевое дыхание, а также в состав ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях. Недостаточное поступление в организм железа нарушает синтез гемоглобина. Уменьшение синтеза гемоглобина ведет к анемии (малокровию). Суточная потребность в железе взрослого человека составляет **10-30 мкг**.

**Йод** в организме содержится в небольшом количестве. Однако его значение велико. Это связано с тем, что йод входит в состав гормонов щитовидной железы, оказывающих выраженное влияние на все обменные процессы, рост и развитие организма.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Артеменко, А. И. Органическая химия: учеб. пособие / А. И. Артеменко. – М.: Высш. школа, 2003. – 605 с.: ил.
2. Голубев, В. Н. Основы пищевой химии / В. Н. Голубев. – М.: Биоинформсервис, 2008. - 223 с.
3. Жеребцов, Н. А. Биохимия: учебник / Н. А. Жеребцов, Т. Н. Попова, В. Г. Артюхов. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2002. – 696 с.
4. Нечаев, А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев, А. П. Трауберг, С. Е. Кочеткова. – СПб.: ГИОРД, 2001. - 575 с.
5. Скурихин, И. М. Все о пище с точки зрения химика / И. М. Скурихин. – М.: Высш. школа, 2009. – 173 с.
6. Фурс, И. Н. Технология продукции общественного питания: учеб. пособие / И. Н. Фурс. - Минск: Новое знание, 2009. - 799 с.: ил.

### Интернет ресурсы

1. Химия. Образовательный сайт для школьников и студентов [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://hemi.wallst.ru/> – Дата обращения: 14.04.2017. – Заглавие с экрана.
2. Алхимик [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/> – Дата обращения: 14.04.2017. – Заглавие с экрана.
3. Химия. Общероссийский проект «Школа цифрового века» [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://him.1september.ru/>. – Дата обращения: 14.04.2017. – Заглавие с экрана.
4. Химия [Электронный ресурс] / College.ru: сайт // Режим доступа: <http://www.college.ru/chemistry/> – Дата обращения: 14.04.2017. – Заглавие с экрана
5. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/> Дата обращения: 10.03.2017. – Заглавие с экрана.
6. ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru/>. – Дата обращения: 10.03.2017. – Заглавие с экрана.

Учебное издание

Савелькина Н. А.

Биохимия и микробиология  
мяса и мясных продуктов  
учебное пособие

Ч.1 Общая биохимия

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 20.02.2018 г. Формат 60x84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. 3,83. Тираж 25 экз. Изд. 5522.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ