**Глава № 2: Химический состав клетки**

**4. Особенности химического состава клетки.**

**Клеточные элементы**

Из более 100 химических элементов в составе клеток обнаружено около 90. По процентному содержанию клеточные элементы делятся на две группы:

|  |  |
| --- | --- |
| **Макроэлементы** | **Микроэлементы** |
| Составляют основную массу и количество атомов клетки: **кислород, углерод, водород, азот, калий, магний, натрий, кальций, железо, сера, хлор и фосфор**. На долю **кислорода, углерода, водорода и азота** приходится около 99 % это элементы-органогены. | Количество в клетке: от 0,001 до 0,000001 %: **йод, бром, цинк, медь, марганец** и другие. |

Таблица: Среднее содержание

некоторых элементов в клетке (в %):

|  |  |
| --- | --- |
| **Элемент** | **% на сухую массу** |
| **Кислород** | **65-75** |
| **Углерод** | **15-20** |
| **Водород** | **8-10** |
| **Азот** | **1,5-3** |
| Магний | 0,02-0,09 |
| Натрий | 0,02-0,03 |
| Калий | 0,15-0,4 |
| Сера | 0,15-0,2 |
| Фосфор | 0,2-1 |
| Кальций | 0,04-2 |
| Хлор | 0,05-0.1 |
| Железо | 0,01-0,015 |
| Цинк | 0,0003 |

Химические элементы участвуют в построении клетки либо в виде ионов, либо в составе соединений.

Таблица: Ионный состав жидкостей тела (в микромолях на литр)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ионы количество** | **Цитоплазма**  **мм/л** | **Плазма крови мм/л** | **Межклет. жидк.**  **мм/л** |
| **Катионы:** |  |  |  |
| **Na+** | **10** | **140** | **145** |
| **K+** | **160** | **5** | **5** |
| **Анионы:** | **Цитоплазма**  **мм/л** | **Плазма крови**  **мм/л** | **Межклет. жидк.**  **мм/л** |
| **Cl-** | **3** | **100** | **115** |
|  | |  |  |
|

Видно, что внутри клетки велика концентрация катионов калия. В межклеточной жидкости преобладают ионы натрия и хлора. Разница в ионах сохраняется все время, пока клетка жива. **И клетка, и организм стремятся поддерживать относительное постоянство ионного состава или ионный гомеостаз.** Благодаря гомеостазу даже при значительных изменениях концентрации ионов в окружающей среде в клетке она остаётся постоянной.

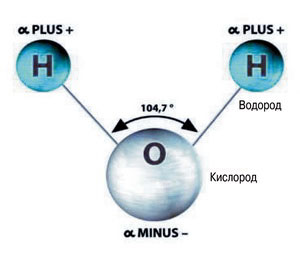
Роль ионов разнообразна:

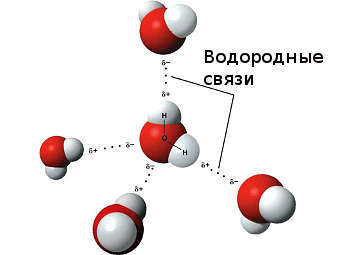
Ионы кальция участвуют в мышечном сокращении и свертывании крови, ион магния входит в состав хлорофилла и проч.

**Вода и ее роль в клетке**

Содержание воды достигает в молодых клетках до 90 - 95 %.

Роль и свойства воды связаны со строением ее молекул. **Молекула воды - это диполь -** частица, разные полюса которой несут противоположные заряды.



Электронное облако смещается в сторону атома кислорода - более электроотрицательного элемента. Он приобретает частичный отрицательный заряд, а атомы водорода - частичный положительный (рис.). Дипольную молекулу воды изображают так: + -. **Из-за полярности молекул между ними возникают водородные связи: частично заряженные положительно атомы водорода притягиваются к частично заряженным отрицательно атомам кислорода других молекул воды** (рис.). Водородные связи слабые, но многочисленные. Учитывая строение воды, можно объяснить ее свойства.

1. **Вода - растворитель** многих веществ. Гидрофильные вещества растворяются: многие соли, кислоты, щёлочи, моносахара. Малорастворимые или гидрофобные вещества - это липиды, ряд углеводов и солей.

2. **Теплоемкость.** Вода обладает большой удельной теплоемкостью. Она показывает, какое количество теплоты необходимо, чтобы поднять температуру 1 кг воды на 10 С. Значительная часть энергии нагревания расходуется на разрыв водородных связей. Высокая удельная теплоемкость воды обеспечивает небольшие температурные изменения в клетках. Биохимические реакции идут при стабильной температуре, без нарушений.

3. **Плотность**. Вода - единственное вещество, которое в жидком состоянии плотнее, чем в твердом, поэтому лед не тонет. Он плавает на поверхности, а в толще воды продолжается жизнь.

5. **Химические свойства**. Вода является одним из важнейших веществ клетки. Она - источник водорода и кислорода при фотосинтезе, осуществляет реакции гидролиза. По воде передвигаются питательные вещества, идет ток жидкости в растениях, газообмен в легких.

**Органические вещества клетки**

Соединения, характерные только для живых организмов, называются органическими. Клетка содержит следующие группы органических веществ:

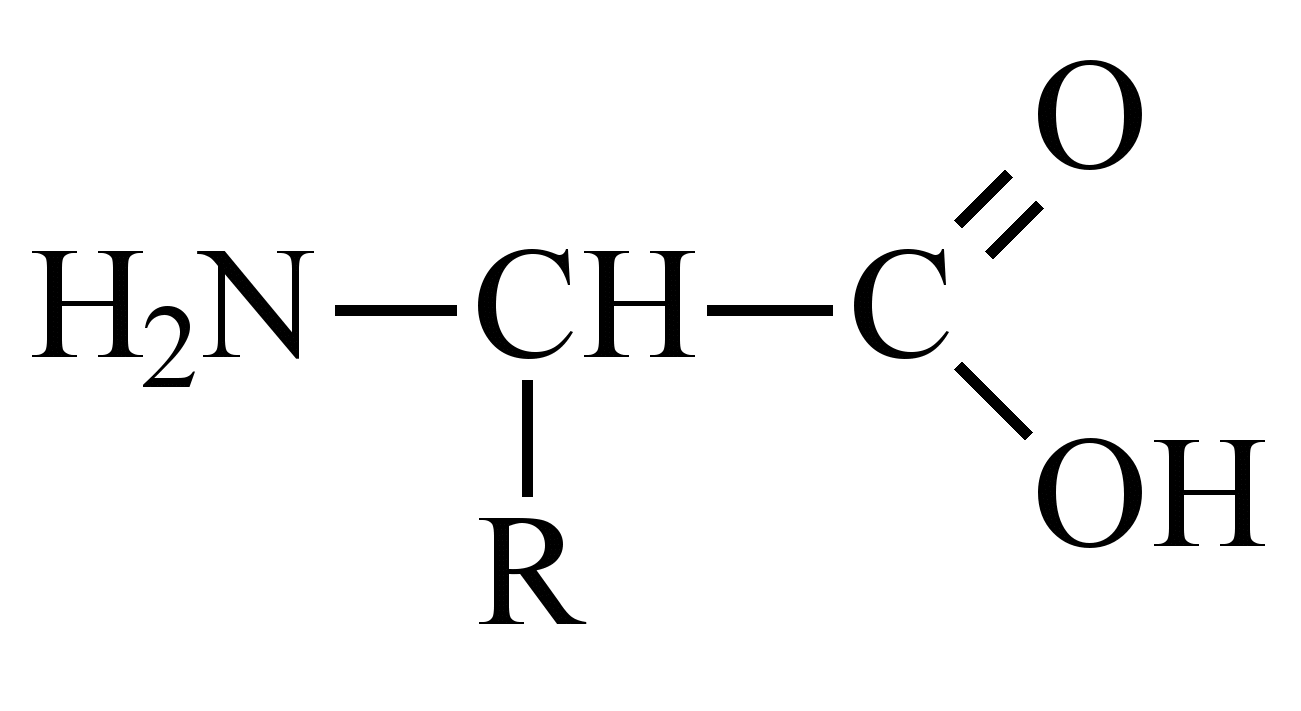
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Название вещества** | **% в клетке** |
| 1. | Белки | до 20 % |
| 2. | Углеводы | 1 - 40 % |
| 3. | Жиры | 1 - 70 % |
| 4. | Нуклеиновые кислоты | 1 - 2 % |
| 5. | Витамины | 0,01 % |
| 6. | Гормоны, АТФ и др. | 0,05 % |

**5. Химический состав и структура белка**

**Химический состав белков**

Белки - макромолекулы из-за большого размера. Часто такие молекулы состоят из повторяющихся элементов - мономеров. Образованные мономерами соединения называют полимерами. Виды полимеров:

|  |  |
| --- | --- |
| **Регулярные полимеры** | **Нерегулярные полимеры** |
| Cостоят из одинаковых или правильно чередующихся мономеров | Макромолекулы не имеют упорядоченного расположения элементов-мономеров |
| А-А-А-А-.........-А или А-Б-А-Б-.......-А-Б, где А и Б - обозначение мономеров. | А-А-Б-А-Б-Б-...... |

**Белки - это нерегулярные полимеры, мономерами которых являются аминокислоты.**

В состав протеинов входят двадцать различных аминокислот. Аминокислоты имеют (рис.):

1. аминогруппу -NН2;

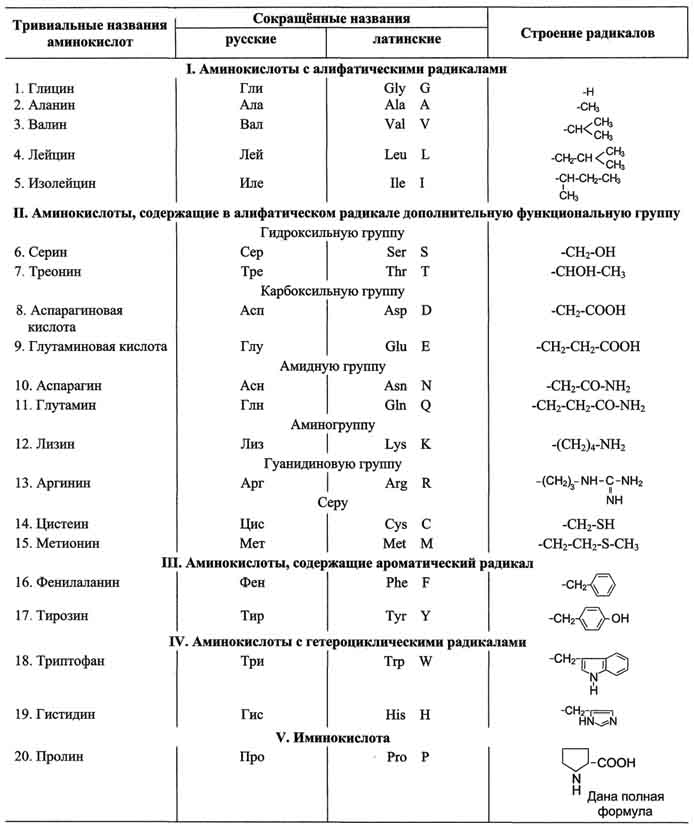
2. карбоксильную группу –СООН;

3. атом водорода;

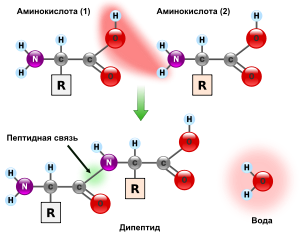
4. радикал (R) – группу, особую для каждой аминокислоты. Большинство аминокислот имеет одну амино- и одну карбоксильную группы см. ниже).

В качестве радикала выступают самые разные группы. В простейшем случае у глицина радикалом является атом водорода, у аланина - это группа СН3. В состав радикала цистеина входит атом серы и т. д.

Растения способны синтезировать все необходимые им аминокислоты. Животные этого не могут. Некоторые аминокислоты должны поступать с пищей, их называют незаменимыми: валин, лейцин, треонин и некоторые другие (рис.).



**Образование пептидной связи**

**Важнейшее свойство аминокислот - способность соединяться друг с другом.** Карбоксильная группа одной аминокислоты взаимодействует с аминогруппой другой, выделяется молекула воды - конденсации. Получается ковалентная связь между азотом и углеродом, она называется пептидной. Соединение двух аминокислот – это дипептид (рис.).

К дипептиду присоединяется еще одна аминокислота - получается трипептид. Соединения из «n» аминокислот называют полипептидом или полипептидной цепочкой. Полипептид - это еще не белок, он не несет никакой биологической функции.

**6. Уровни организации**

**белковой молекулы**

Белок имеет несколько уровней организации (структуры).

1. Первичной структурой - это полипептидная цепь. Связи между аминокислотами ковалентные (пептидные), значит, прочные.  **Первичная структура определяет разнообразие свойств и видов белков**, так как количество мономеров и их расположение может быть самым разным.

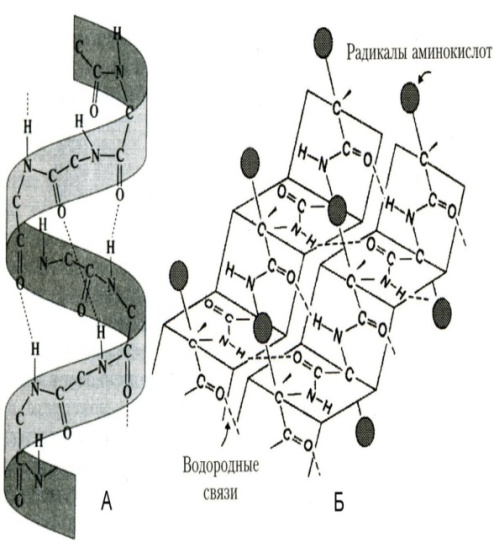
Таблица: Количество аминокислот в белках:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№/№** | **Название белка** | **Число АК** |
| 1 | Миоглобин | 153 |
| 2 | Гемоглобин | 574 |
| 3 | Лизоцим | 129 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Замена даже одной аминокислоты может привести к тяжёлым последствиям. Пример: замена аминокислоты глутамина на аминокислоту валин в молекуле гемоглобина вызывает заболевание серповидно-клеточную анемию (рис.). Эритроциты приобретает формы серпа, не могут нормально переносить кислород.

**Вторичная структура белка**

**Белковая нить способна приобретать особую геометрическую форму - вторичную структуру.** Она образуется многочисленными водородными связями между атомами водорода в группах -ОН или -NН и атомами кислорода в группе -СО: -ОН---------ОС-.

Виды вторичной структуры:

1). Альфа-спираль (α-спираль): NН-группа одного аминокислотного остатка взаимодействует с СО-группой четвёртого от него остатка. Белковая нить, изгибаясь, формирует спираль (рис. А).

2). Складчатый слой или β-структура. Пептидные цепи или их части располагаются параллельно друг другу, образуя фигуру листа, сложенного гармошкой (рис. Б):

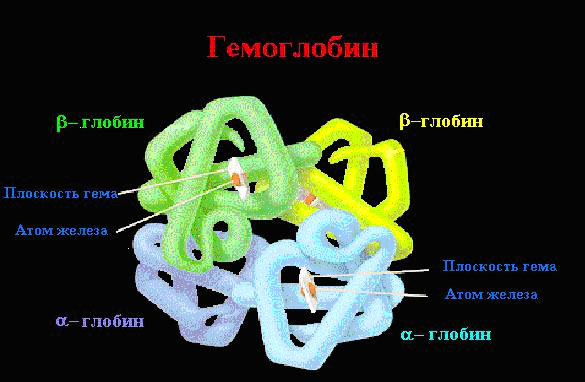
**Третичная структура белка**

Полипептидные цепи могут укладываться в более сложную структуру - третичную. Роль в ее образовании играют водородные, ионные, гидрофобные, дисульфидные связи:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Дисульфидная связь** | **Ионная связь** | **Гидрофобная связь** |
| Образуется между двумя атомами серы, которые есть в радикалах аминокислоты цистеина | Друг с другом взаимодействуют ионизированные участки аминокислот | Связь очень слабая, образуется между неполярными (незаряженными) радикалами |
| -S---------S- | -СОО-----------Н3N+ | -R---------R- |

Получается структура - глобула, по форме напоминающая шар или сферу. Реже образуются сложные нитевидные или фибриллярные структуры (рис.). Сейчас изучена пространственная структура сотен белков.

**Четвертичная структура белка**

**Есть у белков, состоящих из нескольких полипептидных цепей.** Каждая цепь уже имеет форму глобулы, то есть третичную структуру. Несколько глобул объединяются за счет ионных, водородных и гидрофобных связей.

Пример: белок гемоглобин состоит из четырех полипептидных цепей, двух α (длинных) и двух β (коротких) (рис.).

Схема белковых структур показана на рисунке:



**7. Свойства и классификация белков**

**Растворимость белков**

Хорошо растворимы глобулярные белки, но истинных растворов они не образуют, так как крупные молекулы постепенно оседают. Подобные растворы называют коллоидными или коллоидами.

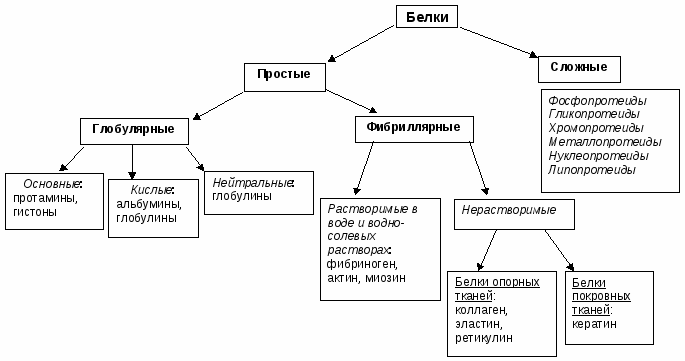
Молекулы других белков вытянуты в длину, их называют фибриллярными. Фибриллярные белки в воде не растворяются. Пример: белок коллаген, его молекула состоит из трёх перевитых полипептидных цепей, связанных ковалентными связями.

**Денатурация и ренатурация белков**

**Денатурация - это разрушение белковой структуры, кроме первичной.** Ввутся водородные и другие виды связей, остаются только пептидные, белок приобретает форму нити и теряет активность. Денатурацию можно провести различными способами: нагреванием, действием кислот, щелочей, растворов солей, а также спиртами и фенолами, на этом основано их применение в качестве дезинфицирующих соединений.

Часто, когда действие денатурирующего агента снимается, наступает **ренатурация: восстановление рабочей структуры.** Белок вновь может выполнять свои функции (рис.).

**Классификация белков**

Все протеины делятся на простые и сложные. **Простые состоят только из аминокислот:** альбумины (яичный альбумин, сывороточный альбумин крови).

**Сложные белки состоят из аминокислот и небелковых компонентов.** Они бывают:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Сложные белки** | **Небелковые компоненты** | **Примеры** |
| Металлопротеины | ионы металлов | гемоглобин |
| Фосфопротеины | фосфорная кислота | молочный казеин |
| Нуклеопротеины | нуклеиновая кислота | хромосомы |
| Липопротеины | липиды | компоненты мембран |
| Гликопротеины | углеводы | муцин слюны |

Другая классификация основана **функциях** белков:

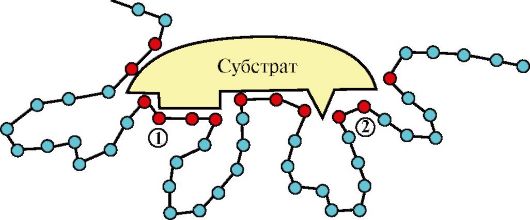
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Группа белков** | **Примеры** | **Выполняемые функции** |
| Транспортные | гемоглобин | перенос кислорода в крови позвоночных |
| Защитные | фибриноген | преобразуясь в фибрин, способствует свёртыванию крови |
| Гормоны  (сигнальные) | инсулин, глюкагон | регуляция углеводного обмена |
| Сократительные | актин, миозин | обеспечивают сокращение мышечных волокон |
| Ферменты | трипсин  гистидаза | расщепляет белки в пищеварительном канале  отщепляет от гистидина аминогруппу |
| Структурные | коллаген | компонент соединительной ткани |
| Запасающие | казеин | входит в состав молока |
| Токсины | дифтерийный | защита от других видов микроорганизмов |
| Рецепторные | родопсин | воспринимает действие света в фоторецепторных клетках глаза |

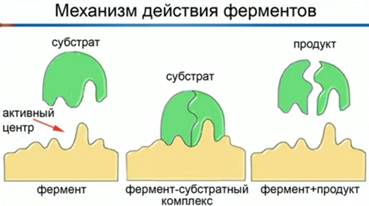
**8. Белки - ферменты**

Человек использует ферменты или энзимы с глубокой древности при выпечке хлеба, производстве пива и вина, выделке кож. Постепенно были заложены основы энзимологии - учения о ферментах, разделе биохимии.

**Механизм действия ферментов**

**Чтобы между веществами произошла химическая реакция, они должны обладать энергией, которую называют энергией активации.**

Иначе молекулы веществ будут сталкиваться, но реакции не будет. Проще сообщить веществам дополнительную энергию через нагревание, что делают в химическом производстве и быту. В клетках организма нагревание невозможно, **поэтому идёт ускорение реакций посредством снижения энергии активации, что делают биокатализаторы или ферменты** (рис.)**.** Вещество, с которым взаимодействует фермент, называется субстратом. Фермент - это глобулярный белок, поверхность молекулы сложна по конфигурации, имеет выступы и углубления, образованных изгибами полипептидной цепи. **Фермент несёт один или несколько активных центров - углублений на поверхности глобулы с различными функциональными группами** (рис.).

 С активным центром взаимодействует вещество-субстрат, который имеет центр связывания для реакции с энзимом. Работа фермента:

1. **Активный центр, и центр связывания субстрата комплиментарны друг другу, то есть их поверхности соответствуют друг другу.**

2. **Фермент обладает субстратной специфичностью: он ускоряет течение одной, реже нескольких сходных реакций.**

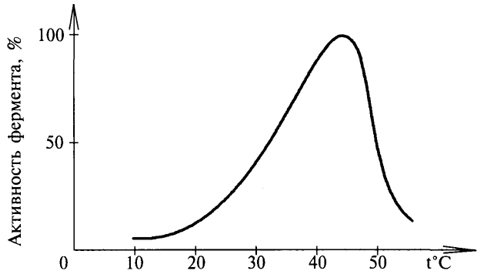
3. **При взаимодействии фермента и субстрата образуется фермент-субстратный комплекс.**

4. **Комплекс нестабилен и быстро распадается с образованием продуктов реакции и свободной молекулы энзима** (рис.).

**Влияние внешних условий на скорость**

**ферментативных реакций**

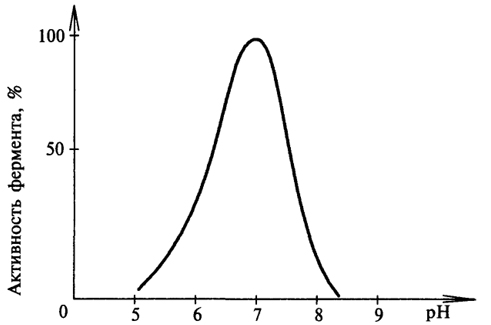
Ферменты осуществляют работу в узком диапазоне подходящих условий. Иначе происходит нарушение активного центра и денатурация белка.



**Влияние температуры**

Согласно **правилу Вант-Гоффа,** скорость реакции увеличивается вдвое при повышении температуры на каждые 100 С. Эта закономерность соблюдается до температуры 50 - 550 С, после чего скорость реакции резко снижается из-за денатурации фермента (рис.).

**Влияние кислотности**

Изменение кислотности приводит к снижению комплиментарности в системе «субстрат - энзим». Для каждого фермента есть оптимальное значение рН, снижение или повышение которого приводит к денатурации. Большинство ферментов нормально работают при рН 6 - 8, но: трипсин - при рН 2, щелочная фосфатаза - при рН 11 - 12 (рис.).

**Влияние концентрации субстрата**

Чем выше концентрация субстрата, тем чаще его молекулы взаимодействуют с молекулами энзима и, значит, будет выше скорость реакции. При некоторой величине концентрации все молекулы фермента будут находиться во взаимодействии с субстратом, и скорость реакции станет постоянной.

**Влияние концентрации фермента**

Чем выше концентрация, тем быстрее скорость реагирования. Теоретически скорость реакции ограничивается лишь 100 % концентрацией энзима.

**Влияние времени**

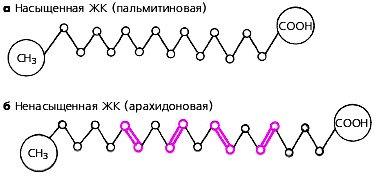
Постепенно скорость реакции будет снижаться из-за денатурации и загрязнению фермента, увеличения скорости обратной реакции.

**9. Липиды**

Липиды отличаются разнообразием химического строения. **Это соединения, плохо растворимые в воде и других полярных растворителях, зато хорошо растворимые в неполярных органических растворителях.** Классификация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Истинные липиды** | **Липоиды** |
| жирные кислоты (высшие карбоновые кислоты) | фосфолипиды |
| нейтральные жиры (триглицериды) | гликолипиды |
|  | терпены |
|  | воска |

**Жирные кислоты**

Жирные кислоты содержат карбоксильную группу СООН, общая формула - R-СООН, где R - цепь углеродных атомов, от 14 до 22. ЖК в клетке чаще встречаются в виде промежуточных соединений при обмене липидов.

Различают:

1. Насыщенные жирные кислоты не несут двойных связей. Распространены: пальмитиновая СН3(СН2)14СООН, стеариновая СН3(СН2)16СООН.

2. Ненасыщенные кислоты имеют одну или несколько двойных связей: олеиновая: СН3(СН2)7-СН=СН-(СН2)7-СООН (рис.).

**Основное свойство всех жирных кислот - гидрофобность.** Длинный углеводный «хвост» отталкивает молекулы воды, он гидрофобен, карбоксильная «головка» гидрофильна благодаря диссоциации карбоксильной группы и поворачивается к молекулам воды.

**Триглицериды (нейтральные жиры)**

Основные компоненты резервного жира, откладываются в жировой ткани животных, плодах и семенах растений. У человека накопливаются в подкожной жировой клетчатке, сальнике. Нейтральные жиры являются сложными эфирами, образуются из спирта - глицерола и жирных кислот (рис.). Бывают:

1. Насыщенные: включают насыщенные кислоты. Плавятся при высокой температуре, при обычных условиях твёрдые, например, температура плавления бараньего жира 44 - 450 С, говяжьего - 42 - 430 С.

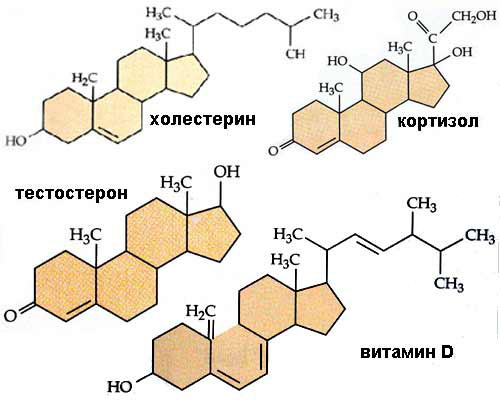
2. Ненасыщенные или масла есть у растений, в состав входят ненасыщенные кислоты. Температура плавления ниже, в обычных условиях находятся в жидком состоянии. Разнообразие растительных масел велико: подсолнечное, оливковое, горчичное и другие.

**Фосфо- и гликолипиды**

Фосфолипиды: имеют вместо одной из ЖК остаток фосфорной кислоты (рис.). Являются компонентами клеточных мембран. У гликолипидов одна из жирных кислот замещается на углевод (глюкозу, галактозу и др.). Они также компоненты мембран.

**Другие липиды**

1. Стероиды: «ядро» имеет 4 углеводных кольца (рис.): холестерин, он является предшественником желчных кислот, половых гормонов, витаминов группы В.

2. Воска - водоотталкивающие вещества, покрывают наружный скелет насекомых, паукообразных, листья растений засушливых мест.

Функции липидов::

**1. Структурная:**фосфолипиды и гликолипиды образуют билипидный слой биологической мембраны.

**2. Энергетическая:** при окисления жиров происходит высвобождение большого количества энергии и образование АТФ.

**3.Теплоизоляционная и защитная: о**ткладываются в подкожной клетчатке. Слой жира защищает организм животного от механических повреждений. Подкожный жир обладает низкой теплопроводимостью, сохраняет тепло, это позволяет животным жить в условиях холодного климата.

**4. Водоотталкивающая**: кожу, шерсть, перья, листья и плоды покрывает восковой налёт, который оставляет их эластичными и защищает от влаги.

**5. Регуляторная:** половые гормоны, тестостерон, прогестерон регулируют процессы обмена веществ. Витамин D и производные холестерола играют важную роль в обмене кальция и фосфора. Желчные кислоты участвуют в пищеварении.

**10. Углеводы**

**Общие данные**

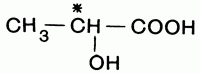
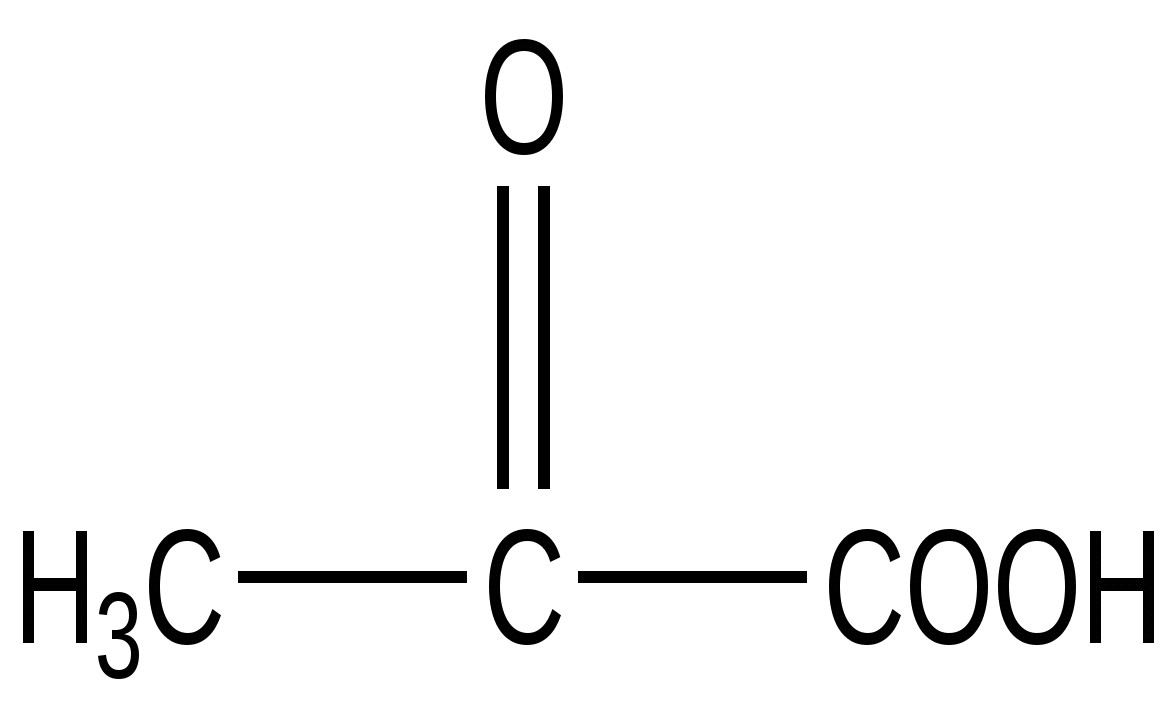
**Углеводы - это органические вещества, в состав которых входят углерод, кислород и водород. Общая формула углеводов - Сх (Н2О)у, где х и у могут принимать разное значение.** Углеводы делятся на три группы:

а). Моносахариды;

б). Олигосахариды;

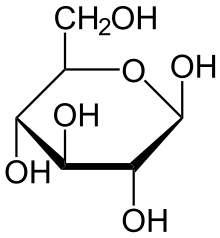
в). Полисахариды.

**Моносахариды**

**Моносахариды - это простые углеводы, которые состоят из одной молекулы, в химических реакциях они не могут быть разложены на более простые углеводы.** Это твёрдые, кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде, сладкие на вкус.

Триозы; в клетках большое значение имеют пировиноградная (рис., слева) и молочная кислоты, которые участвуют в обменных процессах. Пентозы играют в органическом мире очень большую роль, особенно рибоза и дезоксирибоза, которые входят в состав нуклеиновых кислот.

Гексозы:

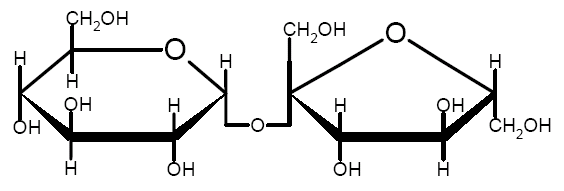
а). Глюкоза (рис.) в свободном виде есть у животных, и растений, выполняет роль основного источника энергии. Нервная ткань в качестве энергетического вещества использует только глюкозу.

б). Фруктоза содержится в плодах, мёде, также выполняет роль источника энергии, но труднее усваивается, в клетках превращается в глюкозу.

в). Галактоза входит в состав лактозы и некоторых полисахаридов. В печени галактоза превращается в гликоген.

**Олигосахариды**

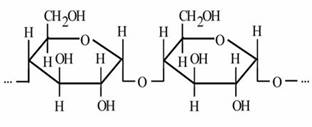
**Олигосахара при гидролизе распадаются на два и более моносахарида.** Наиболее значимы дисахариды, состоящие из двух остатков моносахаров.

а). Сахароза (тростниковый или свекловичный сахар) (рис.) распространена в различных органах растений: семенах, ягодах, клубнях, корнях. Играет важную роль в питании человека.

б). Лактоза (молочный сахар) - важный источник питания для детёнышей зверей, входит в состав молока.

в). Мальтоза - структурный элемент крахмала и гликогена.

**Полисахариды**

**Полисахариды - регулярные полимеры, состоящие из большого количества мономеров: моно- или олигосахаридов.** К важнейшим полисахарам относятся:

а). Крахмал (рис.) - главное запасное вещество растений. Откладывается в клетках семян, клубней, корневищ. Общая формула: (С6О10О5)n.

б). Клетчатка (целлюлоза) - основной структурный полисахарид клеточной стенки растений и грибов. Состоит из приблизительно 10 тыс. остатков глюкозы. Линейные молекулы соединяются водородными связями, получаются целлюлозные фибриллы, прочные и химически устойчивые.

в). Гликоген - это запасной углевод большинства животных, грибов, человека. Содержится в печени, мышцах, сердце, других органах. Молекула состоит из 20 - 30 тыс. остатков глюкозы и сильно разветвлёна. По мере необходимости молекулы гликогена распадаются до глюкозы.

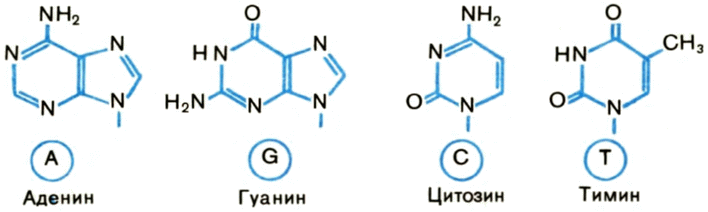
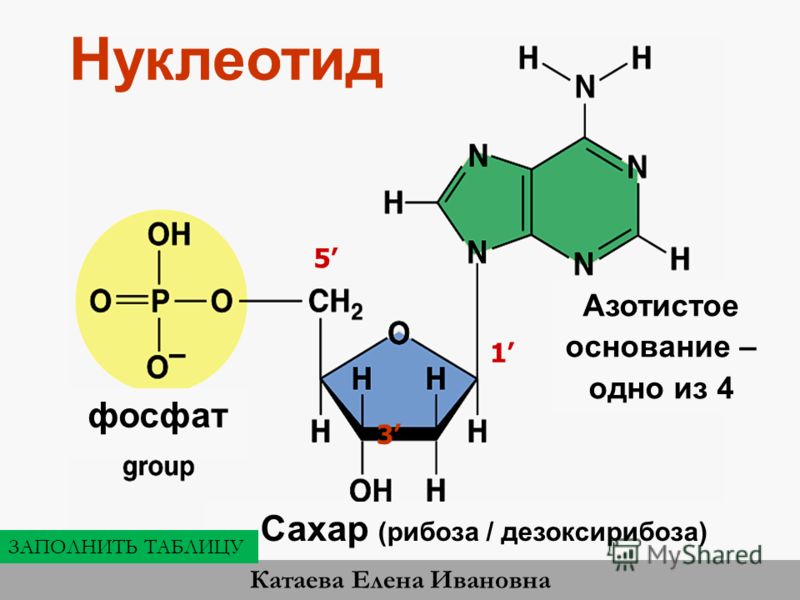
**Функции углеводов**

1. **Защитная у растений**: некоторые растения имеют защитные образования (шипы, колючки и др.), состоящие из клеточных стенок мёртвых клеток.
2. **Структурная функция:** углеводы входят в состав сложных молекул: например, пентозы ([рибоза](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%B0) и дезоксирибоза) участвуют в построении АТФ, ДНК и РНК.
3. **Энергетическая функция**. Углеводы служат источником энергии: при окислении 1 [грамма](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC) углеводов выделяются 4,1 ккал энергии.
4. **Запасающая функция:** [гликоген](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD) у животных, крахмал  — у растений.

**11. Химический состав и строение ДНК**

**Химический состав ДНК**

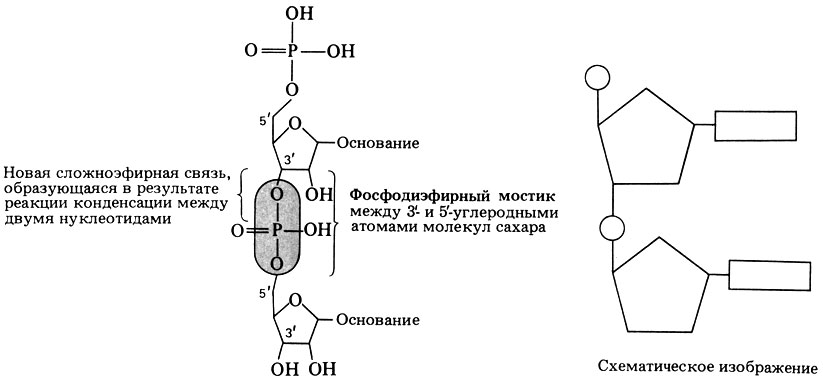
**ДНК - нерегулярный полимер, мономерами которого являются нуклеотиды.** СаНуклеотиды построены из трёх компонентов (рис.):

1). Азотистого основаниия: аденина (А), гуанина (Г), цитозина (Ц) и тимина (Т).

2). Пятиуглеродного сахара дезоксирибозы.

3). Остатка фосфорной кислоты.

Нуклеотиды отличаются друг от друга азотистым основанием, то есть их 4 вида: адениновый, гуаниновый, тиминовый, цитозиновый. **При соединении двух нуклеотидов получается динуклеотид** (не путать с дипептидом!). Реакция идёт через остаток фосфорной кислоты одного нуклеотида и третий атом углерода другого. При соединении сотен и тысяч нуклеотидов получается полинуклеотид (рис.).

ДНК состоят из тысяч нуклеотидов. **Полинуклеотидную последовательность ДНК называют первичной структурой**, её представляют в виде цепочки: А-Т-А-Ц-Т-Г-Ц-Т-.... Из 4-х нуклеотидов можно построить бесчисленное количество полинуклеотидных цепей, различающихся по длине и составу, то есть по первичной структуре.

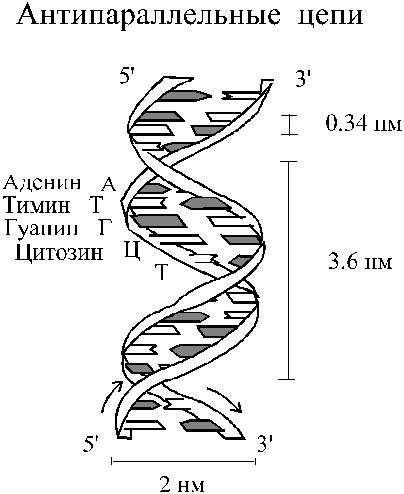
**12. Вторичная структура ДНК**

В середине прошлого века было доказано, что ДНК является веществом наследственности, что усилило интерес исследователей к её изучению. Этой проблемой занималась группа учёных под руководством Д. Уотсона и Ф. Крика в Кембриджском университете (Англия). В исследованиях они использовали правила Чаргаффа, установленные американским биохимиком Чаргаффом. Он установил, что **число адениновых оснований (А) равно числу тиминовых (Т), а число гуаниновых оснований (Г) совпадает с количеством цитозиновых (Ц): А=Т, Г=Ц.**

Крик и Уотсон заключили, что вторичная структура ДНК - это спираль из двух полинуклеотидных цепей. Цепи связаны друг с другом водородными связями: аденин одной цепи соединяется с тимином другой цепи, так же взаимодействуют друг с другом гуанин и цитозин (отсюда правила Чаргаффа).

Дальнейшие исследования подтвердила догадку учёных. За прошедшие десятилетия новые характеристики ДНК:

1. Молекула ДНК у большинства организмов построена из двух полинуклеотидных цепей, связанных водородными связями; некоторые вирусы имеют одноцепочечные ДНК.

2. **Водородные связи образуются между аденином и тимином, и гуанином и цитозином, которые лежат в разных полинуклеотидных цепях** (рис.).

3. **Таким образом, цепи ДНК комплиментарны, то есть соответственны друг другу благодаря комплиментарности пар А-Т, Г-Ц.**

4. В паре А-Т возможны две водородные связи, между Г и Ц - три. (рис.).

5. Цепи ДНК антипараллельны: их концевые участки 3/ и 5/ лежат в противоположных направлениях:

3/ Т-Г-Г-А-Ц-...-Г-А 5/

5/ А-Ц-Ц-Т-Г-...-Ц-Т 3/.

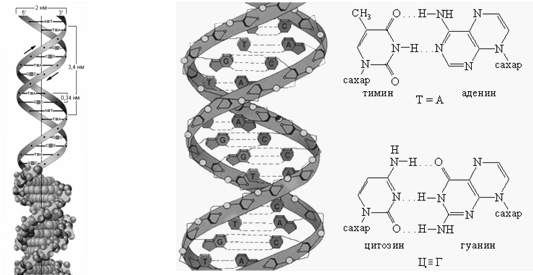
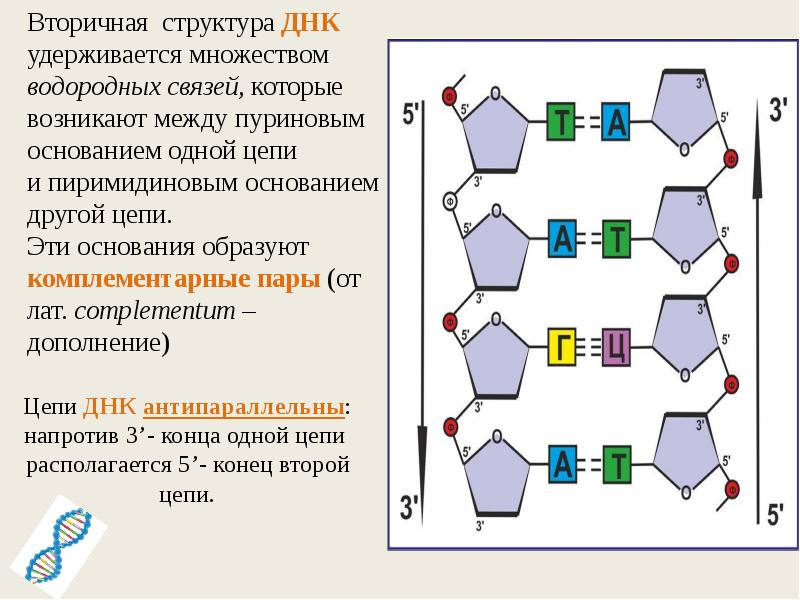
 

Рис.: Взаимодействие Рис.: Свойство комплиментарности

комплиментарных нуклеотидов

**Роль и нахождение ДНК в клетке**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ДНК эукариот** | | | **ДНК прокариот** | |
| Ядерная | Хлоропластная | Митохондриальная | Цитоплазматическая | Плазмидная |
| Передача наследственных признаков организма. | Определяет ряд признаков хлоропластов. | Определяет ряд признаков митохондрий. | Передача наследственных признаков бактерий (прокариот). | Определяет некоторые признаки бактериальной клетки. |

**13. Особенности РНК. Некоторые свойства**

**нуклеиновых кислот**

**Рибонуклеиновая кислота (РНК)**

РНК была обнаружена в 50-х гг. прошлого века, её особенности:

1). Вместо азотистого основания тимина РНК содержит урацил (У), образуется комплиментарная пара А-У.

2). Пятиуглеродный сахар дезоксирибоза заменяется на рибозу.

3). Молекула РНК одноцепочечная и более короткая, чем ДНК.

4). В клетках количество РНК колеблется: её больше в активно растущих и работающих клетках.

5). Рибонуклеиновая кислота в клетке находится в ядре и в цитоплазме.

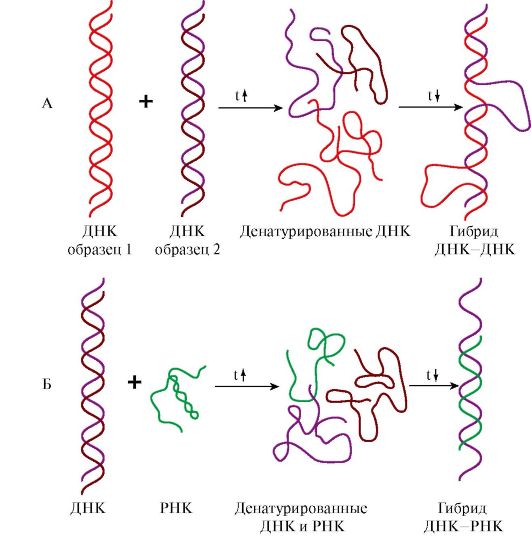
6). В зависимости от выполняемых функций различают три вида РНК:

а). Транспортная РНК (т-РНК) образует структуру, напоминающую кленовый лист или крест. Содержится в цитоплазме клетки. Служит для переноса аминокислот при синтезе белка.

б). Рибосомная РНК (р-РНК) входит в состав клеточных структур - рибосом, которые синтезируют белковые молекулы.

в). Информационная или месенжер-РНК (и-РНК или м-РНК) есть в ядре и в цитоплазме, разнообразна по составу и количеству нуклеотидов. Производит перенос наследственной информации от ДНК к месту синтеза белка.

**Некоторые свойства нуклеиновых кислот**

**Подобно белкам, нуклеиновые кислоты способны к денатурации при нагревании или действии других факторов**. Разрушаются водородные связи, образуется клубок полипептидных цепей. Возможно восстановление вторичной структуры - ренатурация. Так можно получить гибридные молекулы. Изучение гибридных ДНК показало:

1). ДНК всех органов и тканей одного организма идентичны (цепи комплиментарны).

2). ДНК разных особей одного вида могут иметь небольшие различия из 3 - 7 некомплиментарных оснований.

3). ДНК особей разных видов неидентичны. Степень различия тем выше, чем отдалённее виды друг от друга.

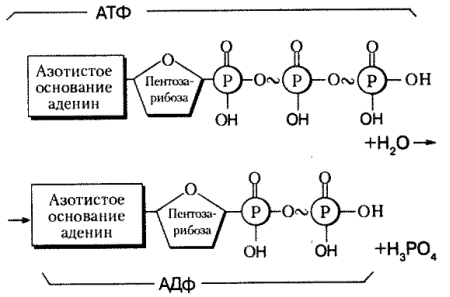
**14. Другие важные органические вещества клетки**

Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) - важнейший нуклеотид клетки, состоит из трёх компонентов (рис.):

а. Азотистого основания аденина;

б. Рибозы;

в. Трёх остатков фосфорной кислоты.

**Между остатками фосфорной кислоты образуется особая ковалентная связь - макроэргическая (~), при её гидролизе выделяется энергия**: АТФ + Н2О ----- АДФ + Н3РО4 + Е. (АДФ - аденозиндифосфорная кислота имеет два остатка фосфорной кислоты). Выделяемая энергия используется клеткой на все формы жизнедеятельности.

Возможен дальнейший гидролиз АДФ: АДФ + Н2О ----- АМФ + Н3РО4 + Е. **АТФ является универсальным источником энергии для всех живых существ.**

В реакциях обмена веществ в клетке участвуют:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Переносчики водорода** | | **Кофермент А (Ко А)** |
| **НАД (НАДФ)** | **ФАД** |
| НАД (НАДФ) – может существовать в двух формах: восстановленной НАД(Ф)\*Н и окисленной: НАД+. Вещество отдаёт электроны другим веществам, и восстановленная форма превращается в окисленную форму и наоборот:  НАД(Ф) ----- НАД+ + Н+ + 2е. | ФАД - также способен к окислению-всстановлению:  ФАД\*Н2 ----- ФАД2+ + 2Н+ + 4е. | Ко А участвует как в реакциях распада питательных веществ, так и в синтезе ряда соединений. |