

**Тема: Биологическое значение химических элементов.**

## **I. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ**

В состав живых организмов входят те же химические элементы, которые составляют и объекты неживой природы. Сходство в строении и химическом составе разных клеток свидетельствует о единстве их происхождения.

В клетке обнаружено более 80 химических элементов Периодической системы Д.И.Менделеева. В то же время распределение этих элементов в клетках неравномерно. До 98% от массы любой клетки приходится на четыре элемента: кислород (75%), углерод (15%), азот (3%) и водород (8%). Они составляют основу органических соединений. Около 2% от массы клетки приходится на следующие восемь элементов: сера, фосфор, хлор, калий, магний, натрий, кальций, железо. Все остальные элементы содержатся в клетке в исключительно малых количествах (меньше 0,01%). Некоторые живые организмы способны накапливать определенные химические элементы. Например, некоторые водоросли накапливают йод, лютики - литий, ряска - радий, злаки - кремний, моллюски и ракообразные - медь, позвоночные - железо, некоторые бактерии - марганец и т.д.

### **1. Группы химических элементов:**

Все элементы по содержанию их в живых организмах разделяются на три группы:

**1. Макроэлементы** - количество их составляет до 0,001% от массы тела:  
**O, C, H, N, P, Ca, S, K, Na, Cl, Mg, Fe;**

**2 Микроэлементы** - на их долю приходится от 0,001 до 0,000001 %:  
**Mn, I, Br, F, Zn, Cu, B, Ni;**

**3. Ультрамикроэлементы** - их содержание не превышает 0,000001%:  
**Au, Be, Hg, Ag, Se, Ra, U;**

### **2. Биологическое значение элементов и ионов:**

**C, H, O** - входят в состав углеводов и жиров.

В составе белков к ним добавляются **N, S**.

В составе нуклеиновых кислот - **N, P**.

**Железо** участвует в построении молекул гемоглобина.

**Магний** находится в составе хлорофилла.

**Медь** обнаружена в некоторых оксиметильных ферментах.

**Йод** содержится в составе молекулы тироксина (гормона щитовидной железы).

**Натрий и калий** обеспечивают электрический заряд на мембранах нервных клеток и волокон.

**Цинк** входит в состав молекулы гормона поджелудочной железы - инсулина, его недостаток снижает плодovitость, вызывает задержки роста у людей и животных.

**Кобальт** входит в состав витамина В<sub>12</sub>, стимулирует кроветворение, его избыток в организме вызывает развитие злокачественных опухолей.

**Кальций и фосфор** используются для построения костной ткани.



## II. ВОДА И ЕЁ РОЛЬ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ КЛЕТКИ

Вода составляет почти 80% массы клетки. В клетке она находится в двух формах: свободной - 95% и связанной - 5%. Потеря 20% воды смертельна для организма.

Ей принадлежит существенная многообразная роль в жизни клетки.

Она определяет физические свойства клетки - ее объем, форму, упругость. Вода участвует в образовании структурных молекул органических веществ, в частности структуры белков. Большинство реакций, протекающих в клетке, могут идти только в водном растворе; многие вещества поступают в клетку из внешней среды в водном растворе и в водном же растворе отработанные продукты выводятся из клетки. Вода является непосредственным участником многих химических реакций (расщепление белков, углеводов, жиров и др.).



Рис. 6. Схема строения молекулы воды



Рис. 7. Водородные связи между молекулами воды

## 1. Особенности строения молекулы:

Биологическая роль воды определяется особенностью ее молекулярной структуры, **полярностью молекул воды**. **Частица воды - диполь**: в области атомов водорода (протона) преобладает положительный заряд, а в области атомов кислорода - отрицательный. Этим объясняется способность воды к ориентированию в электрическом поле и присоединению к различным молекулам и участкам молекул, несущим заряд, с образованием гидратов. Много веществ способно растворяться в воде: соли, кислоты, щелочи, из органических веществ - многие спирты, амины, углеводы, белки и др. Вещества, хорошо растворимые в воде, называются гидрофильными веществами (греч. "гидрос" - вода, "филио" - люблю). Жиры, клетчатка и другие вещества плохо или вовсе не растворяются в воде, их называют гидрофобными (греч. "гидрос" - вода, "фобос" - страх, ненависть).

Гидрофильность объясняется наличием групп атомов, способных вступать с молекулами воды в электростатическое взаимодействие или образованием с ними водородных связей. **Гидрофильные вещества** - это соли, углеводы, белки, низкомолекулярные органические соединения. Многие жиры - **гидрофобны**.

Гидрофобные вещества входят в состав клеточных мембран, обуславливая их полупроницаемость.

## 2. Функции воды:

### 1. Универсальный растворитель:

- если сила притяжения молекул воды к молекулам вещества больше, чем сила притяжения между молекулами воды, то вещество растворяется
- гидрофильные и гидрофобные вещества,
- способна растворять газы ( $O_2$ ,  $CO_2$  и др.).

### 2. Обладает высокой теплоемкостью:

- способна поглощать тепловую энергию при минимальном повышении собственной температуры,
- защищает ткани организма от быстрого и сильного повышения температуры,
- организмы охлаждаются, испаряя воду (транспирация у растений, потоотделение у животных).

### 3. Обладает высокой теплопроводностью:

- обеспечивает равномерное распределение тепла по всему организму,
  - поддерживает тепловое равновесие клетки и организма.
4. Определяет объем и упругость клетки:
    - обеспечивает осмотическое и тургорное давление.
  5. Среда для протекания биохимических реакций.
  6. Средство транспортировки веществ в клетках (диффузия) и в организме (кровообращение).
  7. Участвует в реакциях гидролиза и фотосинтеза (источник ионов  $H^+$ ).

### III. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

Большая часть **минеральных веществ** клетки находится в виде **солей** (серной, соляной, фосфорной), диссоциированных на ионы, либо в **твердом состоянии**.

В цитоплазме практически любой клетки имеются **кристаллические включения**, состоящие из слабо растворимых **солей кальция и фосфора**. Могут содержаться **диоксид кремния** и другие неорганические вещества. Они используются для образования опорных структур клетки (радиолярии) и организма: минеральные вещества костной ткани (соли кальция и фосфора).

**Неорганические ионы** представлены катионами ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $NH_3^+$ ) и анионами ( $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $SO_4^{2-}$  и др.) минеральных солей.

Концентрация катионов и анионов в клетке и в окружающей ее среде различна. В результате образуется разность потенциалов между содержимым клетки и окружающей ее средой. Этим обеспечиваются такие процессы, как раздражимость и передача возбуждения по нерву или мышце.

По своей реакции растворы могут быть кислыми, основными и нейтральными. Кислотность или основность раствора определяется концентрацией в нем ионов  $H^+$ . Эту концентрацию выражают при помощи водородного показателя - **pH**. **Нейтральной** реакции жидкости отвечает **pH = 7,0**, **кислой** реакции - **pH < 7,0** и **основной** - **pH > 7,0**.

Значение pH в клетках примерно равно 7,0. Изменение его на одну - две единицы губительно для клетки. Постоянство pH в клетках поддерживается благодаря буферным свойствам их содержимого.

**Буферным** называют раствор, содержащий смесь какой - либо слабой кислоты и ее растворимой соли. Когда кислотность увеличивается, свободные анионы, источником которых является соль, соединяются со свободными ионами  $H^+$  и удаляют их из раствора. Когда кислотность снижается, высвобождаются дополнительные ионы  $H^+$ . Так в буферном растворе поддерживается относительно постоянная концентрация ионов  $H^+$ .

**Буферность** - способность клетки сохранять определенную концентрацию **водородных ионов (pH)**. Буферная система млекопитающих, состоящая

из  $\text{HPO}_4^{2-}$  и  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , поддерживает **pH внутриклеточной жидкости** в пределах 6,9 - 7,4. Главной буферной системой **внеклеточной среды** (плазмы крови) служит бикарбонатная система, состоящая из  $\text{H}_2\text{CO}_3$  и  $\text{HCO}_3^-$ . Она поддерживает pH на уровне 7,4.

Ионы некоторых металлов (Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Br, Co) являются компонентами многих ферментов, гормонов и витаминов или активируют их. При их недостатке нарушаются важнейшие процессы жизнедеятельности.

Важную роль для жизнедеятельности организмов играют неорганические кислоты и их соли. Например, соляная кислота входит в состав желудочного сока и создает условия для переваривания белков пищи. Остатки соляной кислоты способствуют выведению из организма нерастворимых в воде веществ.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ АКТУАЛИЗАЦИИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ:

1. Что такое химический элемент?
2. Сколько химических элементов известно в настоящее время?
3. Какие химические связи называют ковалентными?
4. Какое свойство живых организмов можно применить к данной теме?