**Тема: «Особенности химического состава клетки. Неорганические вещества.**

## Химические элементы клетки

Без знания химического состава клетки – основной единицы жизни – нельзя понять механизмы сложнейших процессов, которые протекают в живых организмах всех царств природы. Поэтому изучение общебиологических закономерностей мы начинаем с изучения химической организации жизни. Вначале сравним элементарный, т.е. атомарный, состав живой и неживой природы.

**Химический элемент** — определенный вид атомов с одинаковым положительным зарядом ядра.

Самыми распространенными элементами земной коры, на долю которых приходится 90% ее атомарного состава, являются: О, Si, Al и Na. Далее следуют Са, Fe, Mg, P и другие элементы.

В живых организмах обнаружено около 80 химических элементов. Но достоверно известно о функциях в организмах лишь в отношении 27 из них. В состав живых организмов входят атомы тех же элементов, что и в состав неживой природы, но их содержание иное.

По количественному содержанию в живом веществе элементы делятся на три группы.

***Органогенные (биофильные)* элементы** – С, Н, N, О. На их долю приходится 98% элементарного состава всех живых организмов.

***Макроэлементы*** – Na, К, Са, Cl, P, S, Fe, Mg. Их концентрация превышает 0,001%.

***Микроэлементы*** – Zn, I, Cu, F, Мn, Мо, Со и многие другие. Их доля составляет менее 0,001%. Таким образом, элементарный состав живой и неживой природы одинаков, что свидетельствует об их материальном единстве. Провести четкую грань между живым и неживым на уровне атомов не представляется возможным.

***Ультрамикроэлементы -*** золото, уран, селен, бериллий и др. (меньше 0,00001%). Их роль в организме не всегда установлена.

#### 2. Характеристика органогенных элементов

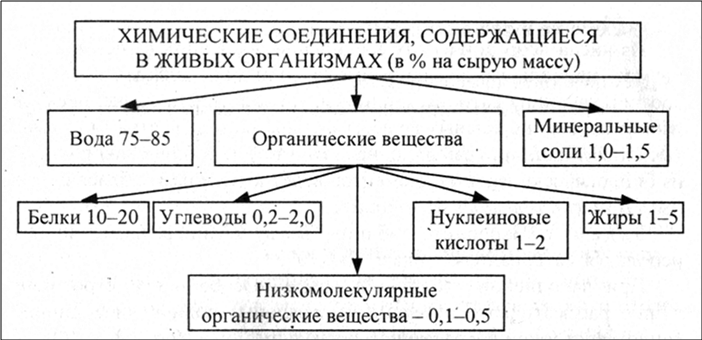
***Химические элементы, которые входят в состав клеток и выполняют биологические функции, называют биогенными элементами.***

Почему органогенные элементы так удивительно подходят для выполнения биологических функций? Почему углерод, водород, азот и кислород стали удобными для «химии жизни»? Чтобы ответить на эти вопросы, необходимо вспомнить особенности строения и свойства атомов этих элементов:

**1)** атомы всех этих элементов способны образовывать ковалентные связи посредством спаривания электронов;

**2)** они легко могут образовывать разнообразные химические соединения, реагируя друг с другом (кислород, азот и углерод могут образовывать как одинарные, так и двойные связи; углерод способен к образованию С–С связей, а также легко вступать в ковалентные связи с кислородом, азотом и серой);

**3)** все они имеют малую атомную массу.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Химический элемент** | **Вещества, в которых химический элемент содержится** | **Процессы, в которых химический элемент участвует** |
| Углерод, водород, кислород, азот | Белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы и др. органические вещества | Синтез органических веществ и весь комплекс функций, осуществляемых этими органическими веществами |
| Калий, натрий | Na+ и K+ | Обеспечение функции мембран, в частности, поддержание электрического потенциала клеточной мембраны, работы Na+/Ka+-насоса, проведение нервных импульсов, анионный, катионный и осмотический балансы |
| Кальций | Са+2 | Участие в процессе свертывания крови |
| Фосфат кальция, карбонат кальция | Костная ткань, зубная эмаль, раковины моллюсков |
| Пектат кальция | Формирование срединной пластинки и клеточной стенки у растений |
| Магний | Хлорофилл | Фотосинтез |
| Сера | Белки | Формирование пространственной структуры белка за счет образования дисульфидных мостиков |
| Фосфор | Нуклеиновые кислоты, АТФ | Синтез нуклеиновых кислот |
| Хлор | Cl- | Поддержание электрического потенциала клеточной мембраны, работы Na+/Ka+-насоса, проведение нервных импульсов, анионный, катионный и осмотический балансы |
| HCl | Активизация пищеварительных ферментов желудочного сока |
| Железо | Гемоглобин | Транспорт кислорода |
| Цитохромы | Перенос электронов при фотосинтезе и дыхании |
| Марганец | Декарбоксилазы, дегидрогеназы | Окисление жирных кислот, участие в процессах дыхания и фотосинтеза |
| Медь | Гемоцианин | Транспорт кислорода у некоторых беспозвоночных |
| Тирозиназа | Образование меланина |
| Кобальт | Витамин В12 | Формирование эритроцитов |
| Цинк | Алькогольдегидрогеназа | Анаэробное дыхание у растений |
| Карбоангидраза | Транспорт СО2 у позвоночных |
| Фтор | Фторид кальция | Костная ткань, зубная эмаль |
| Йод | Тироксин | Регуляция основного обмена |
| Молибден | Нитрогеназа | Фиксация азота |

**Атомы химических элементов в живых организмах образуют неорганические (вода, соли) и органические соединения (белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы).** На атомном уровне различий между живой и неживой материей нет, различия появятся на следующих, более высоких, уровнях организации живой материи.

## Вода. Содержание воды в клетке

Вода – одно из самых распространенных веществ на Земле, она покрывает большую часть земной поверхности и входит в состав всех живых организмов.

Вода составляет почти 80% массы клетки (в головном мозге – 85%, в клетках развивающегося зародыша – 90%). Две трети массы человека составляет вода. Человек может прожить без воды не более 14 дней. Потеря организмом 20% воды может привести к смерти. Однако, не все клетки организмов содержат одинаковое количество воды. Так, в клетках эмали зубов воды около 10%, столь же немного ее в клетках покоящихся семян. В клетках молодого организма воды – около 80%, а в клетках старого – только 60%. Приведенные данные позволяют сделать вывод: чем больше воды в клетке, тем интенсивнее в ней идут обменные процессы.

**Без воды жизнь невозможна, биологическое значение воды определяется ее химическими и физическими свойствами.**

**Молекула воды имеет угловую форму: атомы водорода по отношению к кислороду образуют угол, равный 104,5°. Та часть молекулы, где находится водород, заряжена положительно, часть, где находится кислород, — отрицательно, в связи с этим молекула воды является диполем. Между диполями воды образуются водородные связи.**

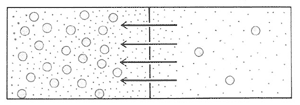
**Физические свойства воды:** прозрачна, максимальная плотность — при 4 °С, высокая теплоемкость, практически не сжимается; чистая вода плохо проводит тепло и электричество, замерзает при 0 °С, кипит при 100 °С и т.д.

**Химические свойства воды:** хороший растворитель, образует гидраты, вступает в реакции гидролитического разложения, взаимодействует со многими оксидами и т.д. По отношению к способности растворяться в воде различают:***гидрофильные вещества* (от греч. *гидрос* – вода и *филео* – любить), хорошо растворимые в воде, и *гидрофобные* *вещества* (от греч. *гидрос* и *фобос* – страх), практически нерастворимые в воде.** В молекулах гидрофильных веществ преобладают полярные группы (–ОН; С=О; –СООН; –NH2), которые способны устанавливать с молекулами воды водородные связи. Гидрофильными свойствами обладают соли, кислоты, щелочи, белки, углеводы.

**Гидрофобные вещества** имеют неполярные молекулы, которые отталкиваются молекулами воды. В воде не растворяются жиры, бензин, полиэтилен и другие вещества.

Свойство воды как растворителя имеет большое значение для живых организмов, так как большинство биохимических реакций может идти только в водном растворе. Кроме того, в качестве растворителя вода обеспечивает как приток веществ в клетку, так и удаление из нее продуктов жизнедеятельности.

***Подвижность***молекул воды объясняется тем, что водородные связи, связывающие соседние молекулы, слабы, что и приводит к постоянным столкновениям ее молекул в жидкой фазе. **Молекулярная подвижность воды позволяет осуществляться *осмосу* (диффузии, направленному движению молекул через полупроницаемую мембрану в более концентрированный раствор), необходимому для поглощения и движения воды в живых системах.**



##### Осмос

|  |  |
| --- | --- |
| **Свойства воды** | **Биологическое значение** |
| 1. Высокая температура кипения  2. Расширение при замерзании  3. Хороший растворитель  4. Сочетание высокой теплоемкости и высокой теплопроводности  5. Капиллярность  6. Высокая скрытая теплота парообразования  7. Прозрачность  8. Практически полная несжимаемость  9. Подвижность молекул  10. Вязкость | Образует основу внутренней среды организмов  Лед защищает водоемы от промерзания, а водных обитателей замерзающих озер, прудов и рек от гибели  В водных растворах протекает большинство биохимических реакций  Поддержание теплового равновесия организма, обеспечение его термостабильности  Подъем воды и растворенных в ней веществ на большую высоту в почве и в теле растений  Охлаждение организма при минимальной потере воды  Возможность фотосинтеза на небольшой глубине  Поддержание формы организмов  Возможность осмоса  Смазывающие свойства |

## Другие неорганические соединения клетки

Другие неорганические соединения представлены в основном солями, которые могут содержаться или в растворенном виде (диссоциированными на катионы и анионы), или твердом. Важное значение для жизнедеятельности клетки имеют катионы K+, Na+, Ca2+, Mg2+ (см. таблицу выше) и анионы HPO42—, Cl—, HCO3—, обеспечивающие буферные свойства клетки. **Буферность** — **способность поддерживать рН на определенном уровне** (рН — десятичный логарифм величины, обратной концентрации водородных ионов). Величина рН, равная 7,0, соответствует нейтральному, ниже 7,0 — кислому, выше 7,0 — щелочному раствору. Для клеток и тканей характерна слабощелочная среда. За поддержание этой слабощелочной реакции отвечают фосфатная (1) и бикарбонатная (2) буферные системы:

#### 1. Типы связей между атомами, играющие важную роль в живых организмах

У большинства элементов (об этом вы знаете из курса химии) атомы нестабильны, т.к. последний их электронный слой заполнен не до конца. Атомы с незаполненными внешними электронными слоями способны вступать в химические реакции, образуя связи с другими атомами. Реакции сопровождаются перегруппировкой электронов, в результате которой внешняя электронная оболочка у каждого атома оказывается заполненной, и атом становится более стабильным.

В живых организмах важную роль играют три типа химических связей.

**1. *Ионная связь****,* **которая образуется тогда, когда атом отдает другому атому один из нескольких электронов**. (*Приведите примеры из курса химии.*)

**2. *Ковалентная связь****,* **образующаяся при возникновении у двух атомов обобществленной пары электронов – по одному электрону от каждого атома.** (*Приведите примеры из курса химии.*)

**3. *Водородная связь****,* в **образовании которой участвует водородный атом, соединенный с каким-нибудь другим атомом ковалентной полярной связью (обычно с атомами кислорода или азота). В составе полярной молекулы водород несет частично положительный заряд. Этот заряд притягивается третьим атомом (как правило, кислорода или азота), несущим частично отрицательный заряд в составе другой полярной молекулы. Такое притяжение и называют водородной связью.**

**В сравнении с ионной или ковалентной связью одиночная водородная связь – слабая. Она легко рвется, но множество таких связей способно породить силу, на которой в прямом смысле и «держится» все живое. Смысл этой фразы вам станет окончательно ясен несколько позже.**

### Минеральные соли и их биологическая роль

#### 1. Содержание солей в клетке

**В клетке содержится 1–1,5% минеральных солей. Соли – соединения ионные, т.е. в их составе атомы с частично приобретенным положительным и отрицательным зарядом. В воде соли легко растворяются и распадаются на ионы, т.е. диссоциируют с образованием катиона металла и аниона кислотного остатка. Например:**

**NaCl ––> Na+ + Сl–;**

**Н3РO4 ––> 2H+ + НРO42–;**

**Н3РO4 ––> H+ + Н2РO4–.**

**Поэтому мы говорим, что соли содержатся в клетке в виде ионов. В наибольшей степени в клетке представлены и имеют наибольшее значение**

**катионы: К+, Na+, Са2+, Mg2+;**

**анионы: НРО42–, H2РО4–, Сl–, НСО3–, HSO4–.**

**Есть в живых тканях и соли, находящиеся в твердом состоянии, – например, фосфат кальция, входящий в состав межклеточного вещества костной ткани, в раковины моллюсков.**

#### 2. Биологическое значение катионов

Рассмотрим значение важнейших катионов в жизнедеятельности клетки и организма.

1. Катионы натрия и калия (К+ и Na+), концентрация которых в клетке и в межклеточном пространстве сильно различается – концентрация К+ внутри клетки очень высокая, а Na+ – низкая. Пока клетка жива, различия в концентрации этих катионов стойко поддерживаются. Благодаря разнице в концентрациях катионов натрия и калия по обе стороны клеточной мембраны на ней создается и поддерживается разница потенциалов. Также благодаря этим катионам оказывается возможной передача возбуждения по нервным волокнам.

2. Катионы кальция (Ca2+) являются активатором ферментов, способствуют свертыванию крови, входят в состав костей, раковин, известковых скелетов, участвуют в механизмах мышечного сокращения.

3. Катионы магния (Mg2+) также являются активаторами ферментов, входят в состав молекул хлорофилла.

4. Катионы железа (Fe2+) входят в состав гемоглобина и других органических веществ.

#### 3. Биологическое значение анионов

Несмотря на то, что в процессе жизнедеятельности клетки непрерывно образуются кислоты и щелочи, в норме реакция клетки слабощелочная, почти нейтральная (рН=7,2). Это обеспечивается содержащимися в ней анионами слабых кислот, которые связывают или отдают ионы водорода, в результате чего реакция среды клетки практически не изменяется.

**Способность клетки поддерживать определенную концентрацию водородных ионов (рН) называют *буферностью*.**

Внутри клетки буферность обеспечивается главным образом анионами H2РО4–. Во внеклеточной жидкости и в крови роль буфера играют СО32– и НСО3–. Отчасти буферность обеспечивается и катионами, образующими слаборастворимые основания – они связывают гидроксил-ионы (ОН–) при их избытке.

**Домашнее задание: параграф 2, повторить параграф 1.**

**Выполнить таблицу на странице 20 учебника «Характеристика биогенных элементов», выписать определение понятий: буферная система, гидрофильные вещества, гидрофобные вещества.**