

### 3.1.1. Какие элементы обнаружены в живых организмах?

Знакомимся с терминологией : «главные» элементы, «CHNO», органогены, макроэлементы микроэлементы, ультрамикроэлементы

«Многим химикам известны крылатые слова, сказанные в 40-х годах текущего столетия немецкими учеными Вальтером и Идой Ноддак, что в каждом булыжнике на мостовой присутствуют все элементы Периодической системы. Вначале эти слова были встречены далеко не с единодушным одобрением. Однако, по мере того как разрабатывались все более точные методы аналитического определения химических элементов, ученые все больше убеждались в справедливости этих слов. Если согласиться с тем, что в каждом булыжнике содержатся все элементы, то это должно быть справедливо и для живого организма.

Предположения некоторых ученых идут дальше. Они считают, что в живом организме не только присутствуют все химические элементы, но каждый из них выполняет определенную биологическую функцию. Вполне возможно, что эта гипотеза не подтвердится. Однако, по мере того как развиваются исследования в данном направлении, выявляется биологическая роль все большего числа химических элементов.»

Эти очень мудрые слова взяты из статьи из статьи Кукушкина Ю. Н. «ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА», Соросовский образовательный журнал, №5 1998, стр. 54 – 58

Всего в окружающей нас природе можно найти 94 химических элемента. Следы почти всех них можно найти и в живых организмах, но далеко не все они имеют важное биологическое значение.

Больше всего в живом атомах 4-х элементов – атомов углерода, водорода, кислорода и азота, эту группу так и называют «группа CHNO<sup>#</sup>». Атомы этой группы составляют не менее 96% атомов в любом живом организме, а в организме человека – примерно 98%. Да и по отдельности каждого элемента CHNO в живом больше, чем любого другого элемента, см. табл. 3.1.1. Именно поэтому, т.е. за то, что их так много в любом организме, эти элементы были названы **органогенами**. Такое определение встречается до сих пор в разных учебниках. Однако уже давно стало понятным, что из химического конструктора, в котором есть атомы только элементов группы CHNO, не соберешь ни молекулу белка, ни молекулу нуклеиновой кислоты, нужны еще атомы серы и фосфора. Поэтому все чаще можно встретить утверждение, что **главными элементами, органогенами** являются 6 элементов **C, H, N, O, S, P**.

**Макроэлементами** называют элементы, содержание которых превышает 0,01% (обычно имеют в виду массовые доли). Макроэлементы – это **C, H, N, O, S, P, Na, K, Cl, Ca, Mg**. Макроэлементы универсальны, они есть в клетках всех видов организмов.

**Микроэлементами** называют элементы, содержащиеся в организмах очень низких концентрациях, обычно не более тысячных долей процента по массе. Микроэлементы – это **Fe, Zn, Cu, I, F, Br, Mn, B, Co, Se<sup>\*\*</sup>, Ni, Mo**. И хотя их содержание мало, они очень важны для жизни, например, без атомов железа не смогут дышать позвоночные животные, а без атомов марганца не смогут фотосинтезировать растения и цианобактерии.

**Ультрамикроэлементы** – это элементы, содержащиеся в следовых количествах в живых организмах (порядка одной миллионной доли процента по массе). Функции их непонятны. Примеры ультрамикроэлементов – Au, Ag, U, Cs, Hg, Be, Sc. Возможно, что это просто примеси.

**Биогенные элементы** - это химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и необходимые им для жизнедеятельности. Важнейшие биогенные элементы – это универсальные **макроэлементы**. Иногда биогенными называют только **группу «CHNO»**, что выглядит странно, т.к. атомов этих элементов недостаточно для создания, например, ДНК. Некоторые элементы являются биогенными только для определенных групп живых существ, например, бор необходим для растений, а ванадий накапливается в больших количествах в асцидиях<sup>\*\*\*</sup>. Поэтому разные авторы называют «биогенными» разные наборы элементов.

• Всего известно 118 химических элементов, но 24 получены искусственно в результате ядерных реакций (данные 2012г??)

# CHNO – это акроним, т.е. сокращение, которое произносится как цельное слово, что удобно для запоминания

•• Селен можно встретить и в списках ультрамикроэлементов. Но с тех пор, как стала проявляться его функция, этот элемент все чаще относят к микроэлементам

••• Пример с ванадием и асцидиями кочует из учебника в учебник; это правда, асцидия действительно накапливает ванадий в огромных количествах в специальных клетках, но биологический смысл такого накопления до сих пор остается загадкой

Элементы, наиболее важные для живых организмов

<b>H</b>																	<b>He</b>	
<b>Li</b>	<b>Be</b>											<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>	<b>Ne</b>	
<b>Na</b>	<b>Mg</b>											<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>	
<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Sc</b>	<b>Ti</b>	<b>V</b>	<b>Cr</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Br</b>	<b>Kr</b>	
<b>Rb</b>	<b>Sr</b>	<b>Y</b>	<b>Zr</b>	<b>Nb</b>	<b>Mo</b>	<b>Tc</b>	<b>Ru</b>	<b>Rh</b>	<b>Pd</b>	<b>Ag</b>	<b>Cd</b>	<b>In</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Te</b>	<b>I</b>	<b>Xe</b>	
<b>Cs</b>	<b>Ba</b>	*	<b>Lu</b>	<b>Hf</b>	<b>Ta</b>	<b>W</b>	<b>Re</b>	<b>Os</b>	<b>Ir</b>	<b>Pt</b>	<b>Au</b>	<b>Hg</b>	<b>Tl</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Po</b>	<b>At</b>	<b>Rn</b>
<b>Fr</b>	<b>Ra</b>	**	<b>Lr</b>	<b>Rf</b>	<b>Db</b>	<b>Sg</b>	<b>Bh</b>	<b>Hs</b>	<b>Mt</b>	<b>Ds</b>	<b>Rg</b>	<b>Cn</b>	<b>Uut</b>	<b>Fl</b>	<b>Uup</b>	<b>Lv</b>	<b>Uus</b>	<b>Uuo</b>
* <b>La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb</b>																		
** <b>Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No</b>																		

Условные обозначения

«базовые» макроэлементы (органогены?) CHNO

остальные макроэлементы

микроэлементы

Другой вариант «биохимической таблицы» Менделеева

<http://umbbd.ethz.ch/periodic/index.html>

Таблица 3.1.1. Относительное содержание некоторых химических элементов в земной коре, растениях и организме человека

источник – Е.А.Строев «Биологическая химия», 1986, стр.17, первоисточник не указан, но приведенные оценки часто цитируются)

Организм человека		Растения		Земная кора	
элемент	содержание % (атомов)	элемент	содержание % (атомов)	элемент	содержание % (атомов)
H	60,3	H	10,0	H	<0,0001
O	25,5	O	70,0	O	62,5
C	10,5	C	18,0	C	0,08
N	2,42	N	0,4	N	0,0001
Na	0,73	Na	0,3	Na	2,61
Ca	0,226	Ca	0,3	Ca	1,94
P	0,134	P	0,15	P	0,093
S	0,132	S	0,03	S	0,05
K	0,036	K	0,3	K	2,5
Cl	0,032	Cl	0,003	Cl	0,017
Si	<0,0001	Si	0,15	Si	21,2
Al	<0,0001	Al	<0,0001	Al	6,47