Клетка является сложной саморегулирующейся системой, в которой одновременно и в определённой последовательности происходят сотни химических реакций, направленных на поддержание её жизнедеятельности, рост и развитие. Непосредственный обмен веществ и энергией с окружающей средой с целью сохранения сложной структурной упорядоченности также является важнейшим свойством живой клетки. Из существующих в природе 105 химических элементов активное участие в процессах жизнедеятельности принимает менее их половины. Наибольшее значение имеют десять элементов : азот, водород, углерод, кислород, фосфор, сера, натрий, калий, кальций, магний **-** из которых построены основные структурные и функциональные компоненты клетки.

**I. Неорганические соединения.**

**1.Вода, её свойства и значение для биологических процессов.**

Вода **-** универсальный растворитель. Она имеет высокую теплоёмкость и одновременно высокую для жидкостей теплопроводность. Эти свойства делают воду идеальной жидкостью для подержания теплового равновесия организма.

Благодаря полярности своих молекул вода выступает в роли стабилизатора структуры.

Вода **-** источниккислорода и водорода , она является основной средой где протекают биохимические и химические реакции, важнейшим реагентом и продуктом биохимических реакций.

Для воды характерна полная прозрачность в видимом участке спектра, что имеет значение для процесса фотосинтеза, транспирации.

Вода практически не сжимается, что очень важно для придания формы органам, создания тургора и обеспечения определённого положения органов и частей организма в пространстве.

Благодаря воде возможно осуществление осмотических реакций в живых клетках.

Вода **-** основное средство передвижения веществ в организме ( кровообращение, восходящий и нисходящий токи растворов по телу растения и т.д.).

**2. Минеральные вещества.**

В составе живых организмов современными методами химического анализа обнаружено 80 элементов периодической системы. По количественному составу их разделяют на три основные группы.

*Макроэлементы* составляют основную массу органических и неорганических соединений, концентрация их колеблется от 60% до 0.001% массы тела (кислород, водород, углерод, азот, сера, магний, калий, натрий, железо и др.).

*Микроэлементы* **-** преимущественно ионы тяжёлых металлов. Содержатся в организмах в количестве 0.001% **-** 0.000001% ( марганец, бор, медь, молибден, цинк, йод, бром).

Концентрация *ультрамикроэлементов* не превышает 0.000001%. Физиологическая роль их в организмах полностью ещё не выяснена. К этой группе относятся уран, радий, золото, ртуть, цезий, селен и много других редких элементов.

Основную массу тканей живых организмов, населяющих Землю составляют *органогенные элементы* : кислород, углерод, водород и азот, из которых преимущественно построены органические соединения **-** белки, жиры, углеводы.

1. **Роль и функция отдельных элементов.**

Азот у автотрофных растений является исходным продуктом азотного и белкового обмена. Атомы азоты входят в состав многих других небелковых, однако важнейших соединений : пигментов ( хлорофилл, гемоглобин ), нуклеиновых кислот, витаминов.

*Фосфор* входит в состав многих жизненно важных соединений.Фосфор входит в состав АМФ, АДФ, АТФ, нуклеотидов, фосфосфорилированных сахаридов, некоторых ферментов. Многие организмы содержат фосфор в минеральной форме ( растворимые фосфаты клеточного сока, фосфаты костной ткани ).

После отмирания организмов фосфорные соединения минерализуются. Благодаря корневым выделениям, деятельности почвенных бактерий осуществляется растворение фосфатов, что делает возможным усвоение фосфора растительными, а потом и животными организмами.

*Сера* участвует в построении серусодержащих аминокислот ( цистина, цистеина ), входит в состав витамина B1 и некоторых ферментов. Особенно большое значение имеет сера и её соединения для хемосинтезирующих бактерий. Соединения серы образуются в печени как продукты обеззараживания ядовитых веществ.

*Калий* содержится в клетках только в виде ионов. Благодаря калию цитоплазма имеет определённые коллоидные свойства; калий активирует ферменты белкового синтеза обусловливает нормальный ритм сердечной деятельности, участвует в генерации биоэлектрических потенциалов, в процессах фотосинтеза.

*Натрий* ( содержится в ионной форме ) составляет значительную часть минеральных веществ крови и благодаря этому играет важную роль в регуляции водного обмена организма. Ионы натрия способствуют поляризации клеточной мембраны; нормальный ритм сердечной деятельности зависит от наличия в питательной среде в необходимом количестве солей натрия, калия, а также кальция.

*Кальций* в ионном состоянии является антагонистом калия. Он входит в состав мембранных структур, в виде солей пектиновых веществ склеивает растительные клетки. В растительных клетках часто содержится в виде простых, игловидных или сросшихся кристаллов оксалата кальция.

*Магний* содержится в клетках в определённом соотношении с кальцием. Он входит в состав молекулы хлорофилла, активирует энергетический обмен и синтез ДНК.

*Железо* является составной частью молекулы гемоглобина. Оно участвует в биосинтезе хлорофилла, поэтому при недостатке железа в почве у растений развивается хлороз. Основная роль железа **-** участие в процессах дыхания, фотосинтеза путём перенесения электронов в составе окислительных ферментов **-** каталазы, ферредоксина. Определённый запас железа в организме животных и человека сохраняется в желесодержащем белке ферритине, содержащемся в печени, селезёнке.

*Медь* встречается в организмах животных и растений, где она играет важную роль. Медь входит в состав некоторых ферментов( оксидаз ). Установлено значение меди для процессов кроветворения, синтеза гемоглобина и цитохромов.

Ежесуточно в организм человека с пищей поступает 2 мг меди. У растений медь входит в состав многих ферментов, которые участвуют в темновых реакциях фотосинтеза и других биосинтезах. У больных недостатком меди животных наблюдается анемия, потеря аппетита, заболевания сердца.

*Марганец* **-** микроэлемент, при недостаточном количестве которого у растений возникает хлороз. Большая роль принадлежит марганцу и в процессах восстановления нитратов в растениях.

*Цинк* входит в состав некоторых ферментов, активизирующих расщепление угольной кислоты.

*Бор* влияет на ростовые процессы, особенно растительных организмов. При отсутствии в почве этого микроэлемента у растений отмирают проводящие ткани, цветки и завязь.

При отсутствии в почве *молибдена* клубеньковые бактерии не поселяются на корнях бобовых, замедляется биосинтез белка, азотное питание растений. Этот микроэлемент повышает стойкость растений против грибов**-**паразитов.

В последнее время микроэлементы достаточно широко применяются в растениеводстве ( предпосевная обработка семян ), в животноводстве ( микроэлементные добавки к корму ).

*Другие неорганические компоненты клетки* чаще всего находятся в виде солей, диссоциированных в растворе на ионы, или в нерастворённом состоянии ( соли фосфора костной ткани, известковые или кремниевые панцири губок, кораллов, диатомовых водорослей и др. ).

1. **Органические соединения.**

***Углеводы*** *( сахариды ).* Молекулы этих веществ построены всего из трёх элементов **-** углерода, кислорода и водорода. Углероды являются основным источником энергии для живых организмов. Кроме того, они обеспечивают организмы соединениями, которые используются в дальнейшем для синтеза других соединений.

Наиболее известными и распространёнными углеводами являются растворённые в воде моно**-** и дисахариды. Они кристаллизуются, сладкие на вкус.

*Моносахариды* ( монозы ) **-** соединения, которые не могут гидролизоваться. Сахариды могут полимеризоваться, образуя более высокомолекулярные соединения **-** ди**-**, три**-** , и полисахариды.

*Олигосахариды*. Молекулы этих соединений построены из 2 **-** 4 молекул моносахаридов. Эти соединения также могут кристаллизоваться, легко растворимы в воде, сладкие на вкус и имеют постоянную молекулярную массу. Примером олигосахаридов могут быть дисахариды сахароза, мальтоза, лактоза, тетрасахарид стахиоза и др.

*Полисахариды ( полиозы )* **-** нерастворимые в воде соединения ( образуют коллоидный раствор ), не имеющие сладкого вкуса, Как и предыдущая группа углеводов способны гидролизоваться ( арабаны, ксиланы, крахмал, гликоген). Основная функция этих соединений **-** связывание, склеивание клеток соединительной ткани, защита клеток от неблагоприятных факторов.

***Липиды*** **-** группа соединений, которые содержатся во всех живых клетках, они нерастворимы в воде. Структурными единицами молекул липидов могут быть либо простые углеводородные цепи, либо остатки сложных циклических молекул.

В зависимости от химической природы липиды разделяют на жиры и липоиды.

*Жиры ( триглицериды, нейтральные жиры )* являются основной группой липидов. Они представляют собой сложные эфиры трёхатомного спирта глицерина и жирных кислот или смесь свободных жирных кислот и триглицеридов.

Встречаются в живых клетках и свободные жирные кислоты : пальмитиновая, стеариновая, рициновая.

*Липоиды*  **-** жироподобные вещества. Имеют большое значение, так как благодаря своему строению образуют чётко ориентированные молекулярные слои, а упорядочённое расположение гидрофильных и гидрофобных концов молекул имеет первоочередное значение для формирования мембранных структур с избирательной проницаемостью.

***Ферменты.*** Это биологические катализаторы белковой природы, способные ускорять биохимические реакции. Ферменты не разрушаются в процессе биохимических превращений, поэтому сравнительно небольшое их количества катализируют реакции большого количества вещества. Характерным отличием ферментов от химических катализаторов является их способность ускорять реакции при обычных условиях.

По химической природе ферменты делятся на две группы **-** однокомпонентные ( состоящие только из белка, их активность обусловлена активным центром **-** специфической группы аминокислот в белковой молекуле ( пепсин, трипсин )) и двухкомпонентные ( состоящие из белка ( апофермента **-** носителя белка ) и белкового компонента ( коферментом ), причём химическая природа коферментов бывает разной, так как они могут состоять из органических ( многие витамины, НАД, НАДФ ) или неорганических ( атомы металлов : железа, магния, цинка )).

Функция ферментов заключается в снижении энергии активации, т.е. в снижении уровня энергии, необходимой для придания реакционной способности молекуле.

Современная классификация ферментов основывается на типах катализируемых ими химических реакций. Ферменты *гидролазы* ускоряют реакцию расщепления сложных соединений на мономеры ( амилаза ( гидролизует крахмал ), целлюлаза ( разлагает целлюлозу до моносахаридов ), протеаза ( гидролизует белки до аминокислот )).

Ферменты *оксидоредуктазы* катализируют окислительно**-**восстановительные реакции.

*Трансферазы* переносят альдегидные, кетонные и азотистые группы от одной молекулы к другой.

*Лиазы* отщепляют отдельные радикалы с образованием двойных связей или катализируют присоединение групп к двойным связям.

*Изомеразы* осуществляют изомеризацию.

*Лигазы* катализируют реакции соединения двух молекул, используя энергию АТФ или другого триофасфата.

***Пигменты*** **-** высокомолекулярные природные окрашенные соединения. Из нескольких сотен соединений этого типа важнейшими являются металлопорфириновые и флавиновые пигменты.

Металлопорфирин, в состав которого входит атом магния, образует основание молекулы зелёных растительных пигментов **-** хлорофиллов. Если на месте магния стоит атом железа, то такой металлопорфирин называют *гемом.*

В состав гемоглобина эритроцитов крови человека, всех других позвоночных и некоторых беспозвоночных входит окисное железо, которое и придаёт крови красный цвет. *Гемеритрин* придаёт крови розовый цвет ( некоторые многощетинковые черви ). *Хлорокруорин* окрашивает кровь, тканевую жидкость в зелёный цвет.

Наиболее распространенными дыхательными пигментами крови являются гемоглобин и *гемоциан* ( дыхательный пигмент высших ракообразных, паукообразных, некоторых моллюсков спрутов ).

К хромопротеидам относятся также *цитохромы, каталаза, пероксидаза, миоглобин* ( содержится в мышцах и создаёт запас кислорода, что позволяет морским млекопитающим длительное время пребывать под водой ).

Энергию в клетках и организмах переносят два *флавиновых* пигмента : *флавинмононуклеотид* ( ФМН ) и *флавинадениндинуклотид* ( ФАД ). По химической природе они не относятся к металлопорфиринам, однако по своим функциям аналогичны им.

Металлопорфирины и флавины играют роль коферментов, или простетических групп ферментов, которые участвуют в транспорте электронов и кислорода в живых организмах.

В хлоропластах содержится относительно большое количество жёлтых пластидных пигментов **-** *каротиноидов*. Чаще всего встречаются *каротин, ксантофилл, ликопин, лютеин*.

***Витамины*** имеют высокую физиологическую активность, сложное и разнообразное химическое строение. Они необходимы для нормального роста и развития организма. Витамины регулируют окисление углеводов, органических кислот, аминокислот, некоторые из которых входят в состав НАД, НАДФ.

Биосинтез витаминов свойственен преимущественно зелёным растениям. В животных организмах самостоятельно синтезируются только витамины D и E. Витамины делятся на две группы : водо**-**растворимые ( C, B1, B2, фолиевая кислота, B5, B12, B6, PP) и жирорастворимые ( A, D, E, K ).

***Гормоны*** **-** специфические биологически активные вещества белкового или стероидного типа, которые образуются и выделяются железами внутренней секреции животных и участвуют в регуляции жизненных функций их организмов. Известно до 30 гормонов и много гормоноподобных веществ, в том числе гормон щитовидной железы - тироксин, гормоны надпочечников - адреналин, норадреналин, гидрокортизон, гормоны гипофиза - вазопрессин, окситоцин, гормоны половых желёз - фолликулин, тестостерон.

Недостаточное или чрезмерное образование гормонов вызывает тяжёлые расстройства в деятельности организма.

***Органические кислоты -*** к этой группе относятся органические вешества, способные образовывать при диссоциации в водных растворах катионы водорода. Содержатся в значительном количестве в клетках животных и особенно растительных организмов. Органические кислоты являются продуктами превращения углсврдов; при синтезе белков они обрязуют углеродную основу аминокислот.

Самую многочисленную группу органических кислот составляют *карбоновые* кислоты. В составе их молекул обязательно содержится хотя бы одня карбоксильная группа – СООН. По количеству карбоксильных групп различают одноосновные (мураньиная, уксусная, пропионовая, магляная, молочная, гликолевая), двухосновные (щавелевая, яблочная, янтарная, нинная) и многоосновные (лимонная, аконитовая).

По своим свойствам кислоты делятся на летучие и нелетучие. К летучим относятся уксусная, пропионовая, масляная и некоторые другие кислоты. Они легко испаряются, имеют резкий запах.

Все другие органические кислоты – нелетучие. Большую группу органических кислот составляют карбоновые кетокислоты, которые кроме группы – СООH содержат карбонильную группу (кетогруппу).

К *некарбоновым* органическим кислотам относятся также гетероциклические соединения с кислыми свойствами. Органические кислоты играют исключительно большую рольв обмене веществ живых организмов. Они обусловливают необходимое соотношение катионов и анионов (ионное равновесие) при поступлении питательных веществ в корни растений, создают в клетках буферные смеси с заданными значениями рН, являются начальными, промежуточными или конечными продуктами биохимических превращений. В заметных количествах накапливаются эти кислоты в свободном состоянии или в виде солей в сочных плодах (яблоках, лимонах, чернике), в листьях и стеблях растений (щавеля**,** ревеня). Содержатся они также в крови и выделениях (мочевая кислота) животных организмов.

Получают органические кислоты из природных веществ в результлте брожения сахаристых веществ (молочнокислое, маслянокислое, уксуснокислое), а также при окислении альдегидов, спиртов, некоторых углеводов. Широко используются в кулинарии, пищевой промышленности, технике, научных исследованниях.

Большое значение в процессах жизнедеятельности организмов имеют также соли органических кислот, в частности соли калия, натрия, кальция.

***Продукты выделения*** делятся на экскреты, секреты, рекреты и инкреты.

*Экскреты* – продукты диссимиляции, неиспользованные, ненужные или вредные вещества. Бывают газообразные, жидкие и твёрдые. К этой группе относятся углекислый газ, вода, этилен, эфирные масла. К *секретам* относягся продукты ассимиляции.

Вещества, способные реутилизироваться называются *рекретами.*

*Инкреты* – биологически активные соединения внутреннего назначения. Это фитогормоны и гормоны эндокринных желёз животных.

***Летучие, ароматические, пахучие вещества*.** Значительные количества таких веществ биогенного происхождения выделяются в окружающую среду как животными, так и растениями. Большинство этих естественных метаболитов, выделяемых наружу (экзометаболиты), проявляют высокую биологическую активность, поэтому они представляют интерес для научных исследований и для практики.

*Экзометаболиты* разделяются на метаболиты, которые влияют на рецепторы и проявляют информационную, запаховую, сенсорную функции. С их помощью морские млекопитающие делают «пахучие метки» в толще воды, рыбы и млекопитающие объединяются встада, хищники отыскивают добычу. Очень высокая чувствитсльность млекопитающих к запаху самок:

метаболиты с трофической функцией, которые включаются н пищевые цепи: метаболиты лишайников;

метаболиты, которые прямым иликосвенным образом влияют на размножение, рост и развитие организмов в биоценозах: специальные выделения матки пчелиной семьи;

метаболиты токсического действия (биологическое оружие живых организмов): токсические выделения синезелёных водорослей, простейших и других животных, летучие соедииения зелёной массы высших растений.

***Фитогормоны*.** Это регуляторы роста рястений гормонального типа, соединения, способные влиять на ростовые процессы растительных клеток, органов и целых рястений. Фигогормоны играют важиую роль в регенерации утраченных органов. Существует несколько групп фитогормонов.

