

Химический состав микроорганизмов.

План:

1. Химический состав бактериальной клетки: вода, белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты, ферменты.

Клетка –

универсальная единица живой материи. По химическому составу существенных отличий прокариотических и эукариотических клеток нет.

Типы клеток

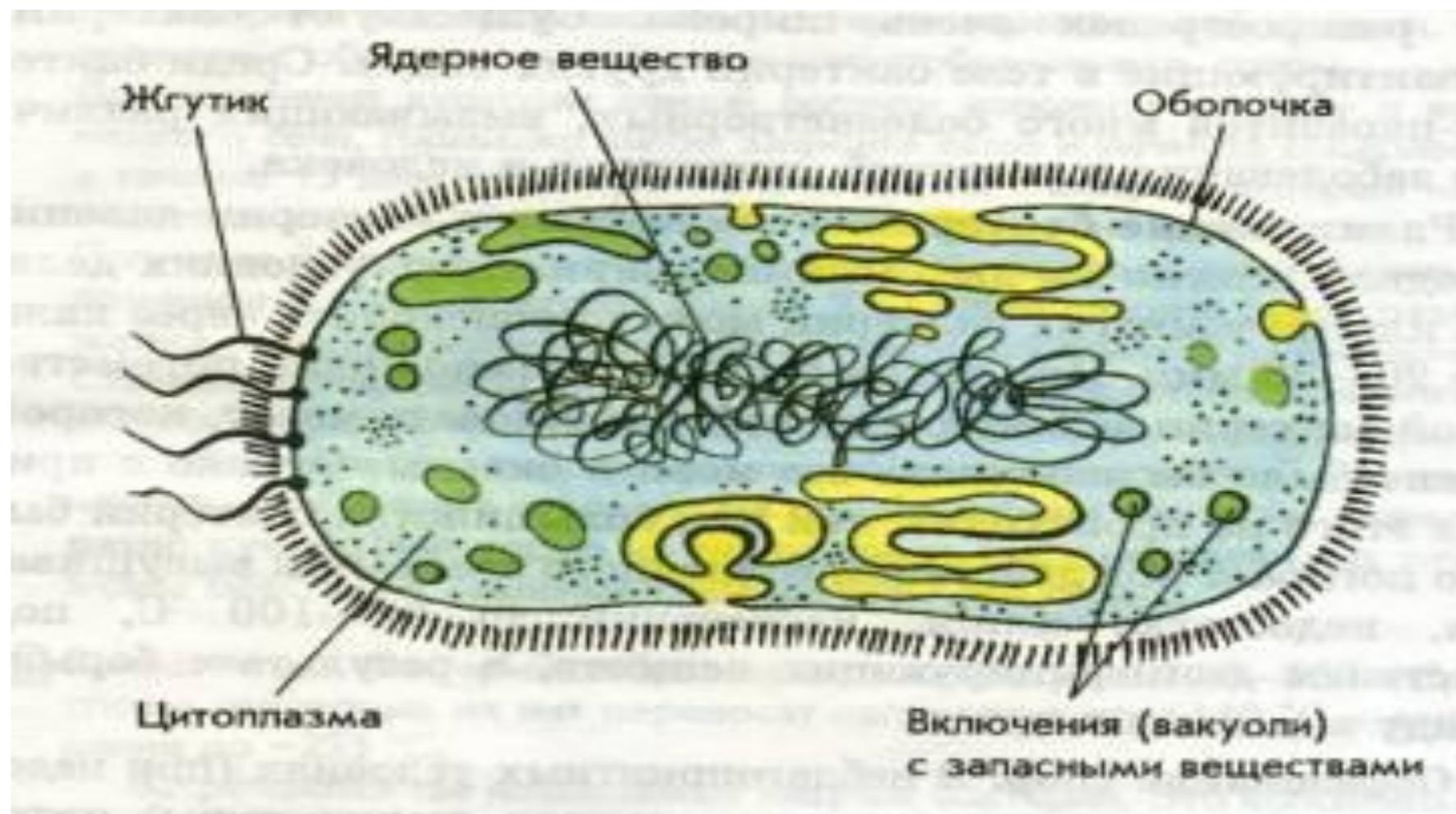
Прокариотические -
безъядерные
клетки



Эукариотические -
ядерные клетки



Прокариотическая клетка.



Химические элементы, входящие в состав живой материи, можно разделить на три основные группы:

- **Биогенные** химические элементы (С, О, N, Н). На их долю приходится 95% сухого остатка, в т.ч. 50%- С, 20%- О, 15%- N, 10%- Н).
- **Макроэлементы**- P, S, K, Mg, Ca, Na. На них приходится около 5 %.
- **Микроэлементы**- Fe, Cu, I, Co, Mo, Cl, и др. На них приходятся доли процента, однако они имеют важное значение в обменных процессах.

Макроэлементы.

- Это химические элементы или их соединения, используемые организмами в сравнительно больших количествах: кислород, водород, углерод, азот, железо, фосфор, калий, кальций, сера, магний, натрий, хлор и др. Макроэлементы участвуют в построении органических соединений и неорганических веществ живых организмов, составляя основную массу сухого вещества последних. большей частью макроэлементы поступают в клетку извне или представлены в ней ионами как результат диссоциации

Фосфор.

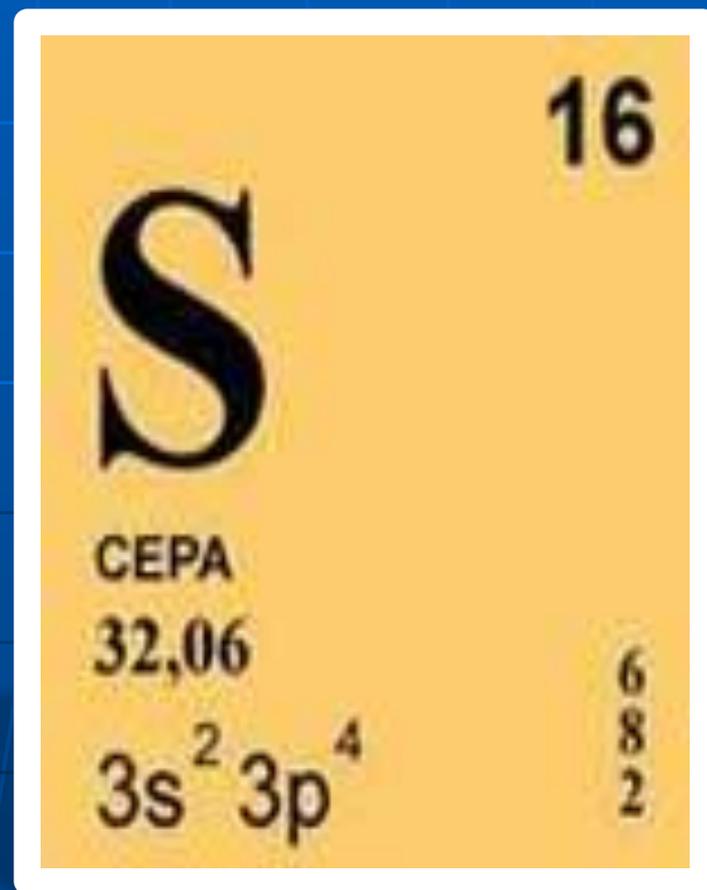
Физиологическое значение фосфора определяется тем, что он входит в состав ряда органических соединений, таких, как **нуклеиновые кислоты** (ДНК и РНК), **нуклеотиды** (АТФ, НАД, НАДФ), **нуклеопротеиды, витамины** и многих других, играющих центральную роль в обмене веществ. Фосфолипиды являются компонентами биологических мембран, причем именно присутствие фосфата в их структуре обеспечивает гидрофильность, остальная часть молекулы липофильна. Многие витамины и их производные, содержащие фосфор, являются коферментами и принимают непосредственное участие в каталитических реакциях, ускоряющих течение важнейших процессов обмена (фотосинтез, дыхание и др.).

The image shows a yellow periodic table element card for Phosphorus (P). The card is framed with a black border and contains the following information:

P	5
ФОСФОР	
30,973	5
$3s^2 3p^3$	8
	2

СЕРА.

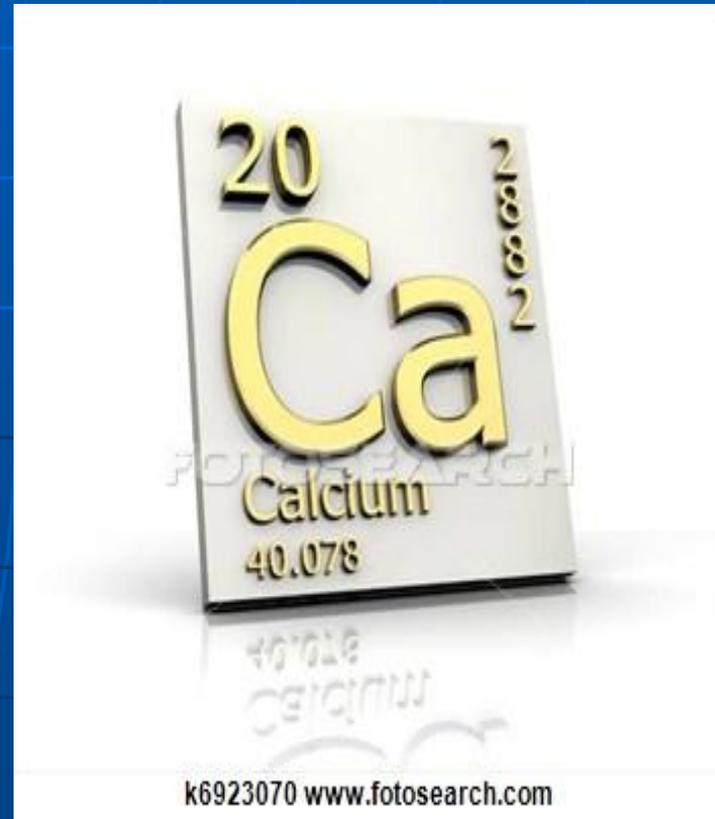
Сера входит в состав органических соединений, играющих важную роль в обмене веществ организма. Так, сера входит в состав трех аминокислот — *цистина, цистеина и метионина*. Почти все белки включают аминокислоты, содержащие серу, поэтому становится понятна роль серы в белковом обмене организма. Сера входит также в состав многих витаминов и многих коферментов, таких, как биотин, тиамин, коэнзим А, глутатион, липоевая кислота и др. В связи с этим сера принимает участие в многочисленных реакциях обмена (аэробная фаза дыхания, синтез жиров и др.).



Кальций.

Роль кальция разнообразна. Кальций, соединяясь с пектиновыми веществами, дает *пектаты* кальция, которые являются важнейшей составной частью клеточных оболочек растений.

Кальций повышает вязкость цитоплазмы. Присутствие кальция важно для нормального функционирования мембран. Дефицит кальция приводит к увеличению проницаемости мембран, нарушению их целостности, а соответственно процессов мембранного транспорта. Кальций принимает участие в поддержании структуры хромосом, являясь связующим звеном между ДНК и белком. При недостатке кальция наблюдаются повреждения хромосом и нарушение митотического цикла.



Магний.

Магний поддерживает структуру рибосом, связывая РНК и белок.

Магний является активатором многих фермент. Магний активирует такие ферменты, как ДНК- и РНК-полимеразы, аденозинтрифосфатазу, глутаматсинтетазу; ферменты, катализирующие перенос карбоксильной группы,— реакции карбоксилирования и декарбоксилирования; ферменты гликолиза и цикла Кребса, молочнокислого и спиртового брожений. В ряде случаев влияние магния на работу ферментов определяется тем, что он реагирует с продуктами реакции, сдвигая равновесие в сторону их образования.

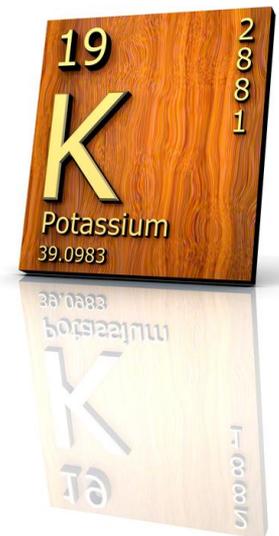
Mg

12

Магний
24,31

КАЛИЙ.

Физиологическую роль калия нельзя считать полностью выясненной. Калий не входит ни в одно органическое соединение. Большая часть его (70%) в клетке находится в свободной ионной форме и легко извлекается холодной водой, остальные 30% в адсорбированном калий снижает вязкость протоплазмы, повышает ее осмотическую, увеличивая гидратацию белков. Эта особенность действия калия хорошо проявляется в том, что в его солях протоплазма имеет выпуклую форму, протоплазма легко отстает от клеточной оболочки. Следовательно, калий является антагонистом кальция. Соли калия растворимы и участвуют в регуляции осмотического потенциала клетки. состоянии. Калий активизирует работу многих ферментных систем, например фермент, катализирующий фосфорилирование Сахаров, — гексокиназа, ферменты, катализирующие перенос фосфорной кислоты с пирувата на АДФ (пируваткиназа), а также ферменты, участвующие в образовании АТФ в процессе окислительного фосфорилирования.

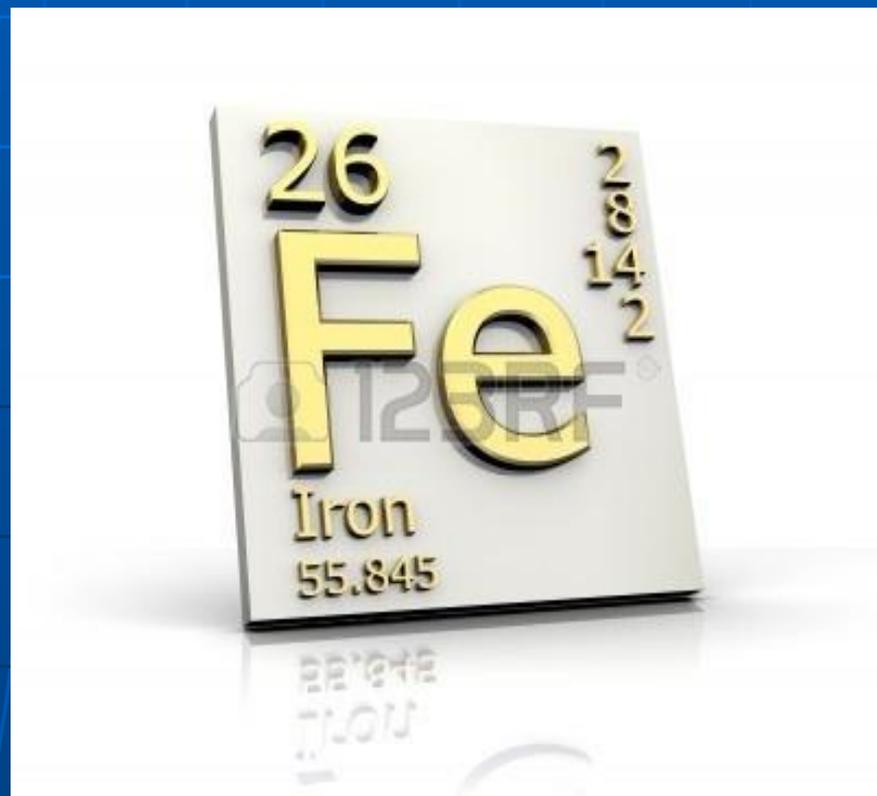


Микроэлементы.

- Это химические элементы или их соединения, используемые организмами в сравнительно больших количествах: кислород, водород, углерод, азот, железо, фосфор, калий, кальций, сера, магний, натрий, хлор и др. Макроэлементы участвуют в построении органических соединений и неорганических веществ живых организмов, составляя основную массу сухого вещества последних. Большею частью макроэлементы поступают в клетку извне или представлены в ней ионами как результат диссоциации

Железо.

Роль железа в большинстве случаев связана с его способностью переходить из окисленной формы (Fe^{3+}) в восстановленную (Fe^{2+}) и обратно. Железо входит в состав каталитических центров многих окислительно-восстановительных ферментов. В виде геминовой группировки оно входит в состав таких ферментов, как: *цитохромы, цитохромоксидаза, нитратредуктаза, нитритредуктаза, леггемоглобин, каталаза и пероксидаза.*

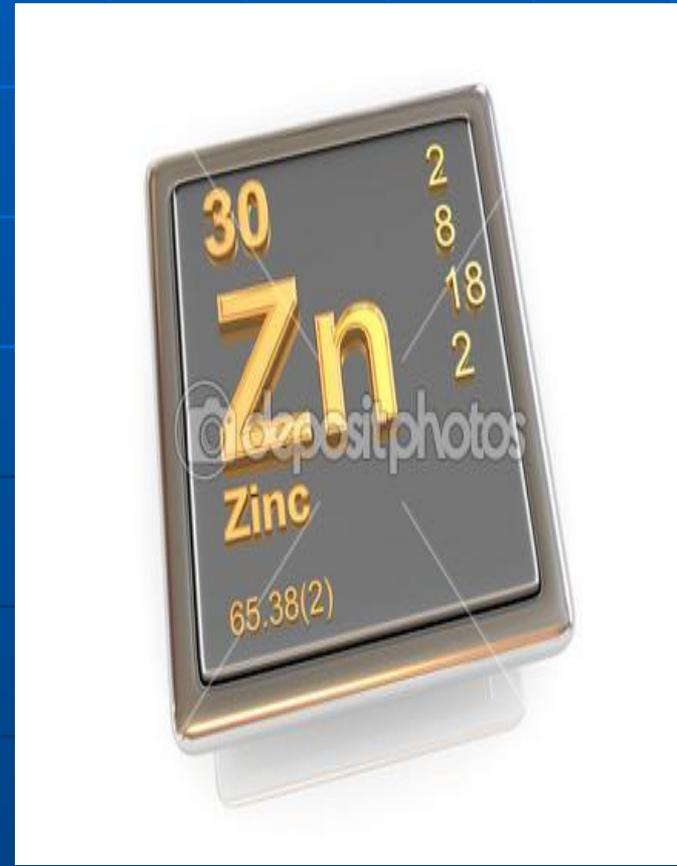


Цинк.

Цинк не участвует в окислительно-восстановительных реакциях, поскольку не меняет степень окисления. Он входит в состав более 30 ферментов, в т. ч.

фосфатазы, карбоангидразы, алкогольдегидрогеназа, РНК-полимераза и др. Кроме того, цинк активирует такие ферменты, как енолаза, альдолаза, гексокиназа, триозофосфатдегидрогеназа.

В этой связи понятно значение цинка для процессов дыхания и фотосинтеза. Цинк играет важную роль при образовании фитогормона ауксина. При дефиците цинка возрастает проницаемость мембран, что свидетельствует о роли этого элемента в структуре мембран, в поддержании их интеграции. Цинк влияет на белковый синтез, на активность РНКазы.



Медь.

Медь входит непосредственно в состав ряда ферментных систем, относящихся к группе оксидаз, таких, как *полифенолоксидаза*, *аскорбатоксидаза*, *цитохромоксидаза*. Ряд ферментов медь активирует, в частности *нитратредуктазу*, а также протеазы. Это объясняет роль меди в азотном обмене. Медь, подобно железу и марганцу, обладает способностью к обратимому окислению и восстановлению: $\text{Cu}^{2+} + e \rightarrow \text{Cu}^+$.

29

Cu

МЕДЬ

63,546

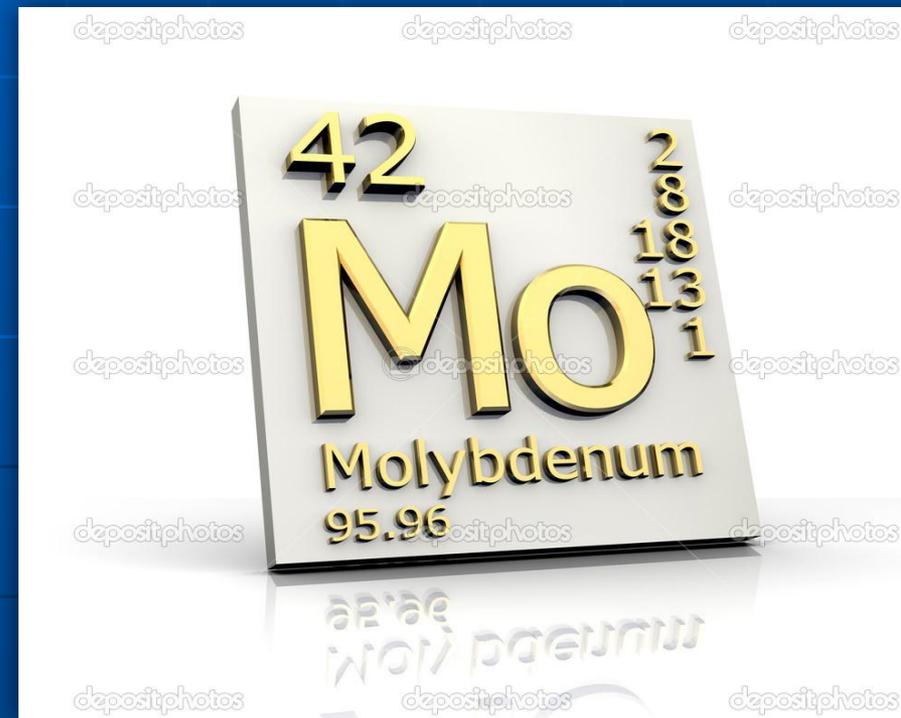
1
18
8
2

$3d^{10} 4s^1$

The image shows a periodic table element card for Copper (Cu). The card is light green with black text. At the top left is the atomic number 29. In the center is the symbol 'Cu' in a large, bold font. Below the symbol is the name 'МЕДЬ' in Russian. To the right of the name is the atomic weight '63,546'. At the bottom left is the electron configuration '1 18 8 2' stacked vertically. At the bottom right is the electron configuration '3d¹⁰ 4s¹'.

Молибден.

Молибден входит в состав более 20 ферментов, выполняя при этом не только каталитическую, но и структурную функцию. Молибден вместе с железом входит в состав активного центра ферментного комплекса **нитрогеназы** в виде Mo-Fe-белок и участвует в фиксации азота атмосферы различными микроорганизмами. При недостатке молибдена происходят заметные изменения в азотном обмене - наблюдается уменьшение синтеза белка при одновременном падении содержания аминокислот и амидов. При недостатке молибдена резко падает содержание аскорбиновой кислоты. При отсутствии молибдена наблюдаются нарушения в фосфорном обмене. Со способностью молибдена к комплексообразованию связано влияние этого элемента на стабилизацию структуры нуклеиновых

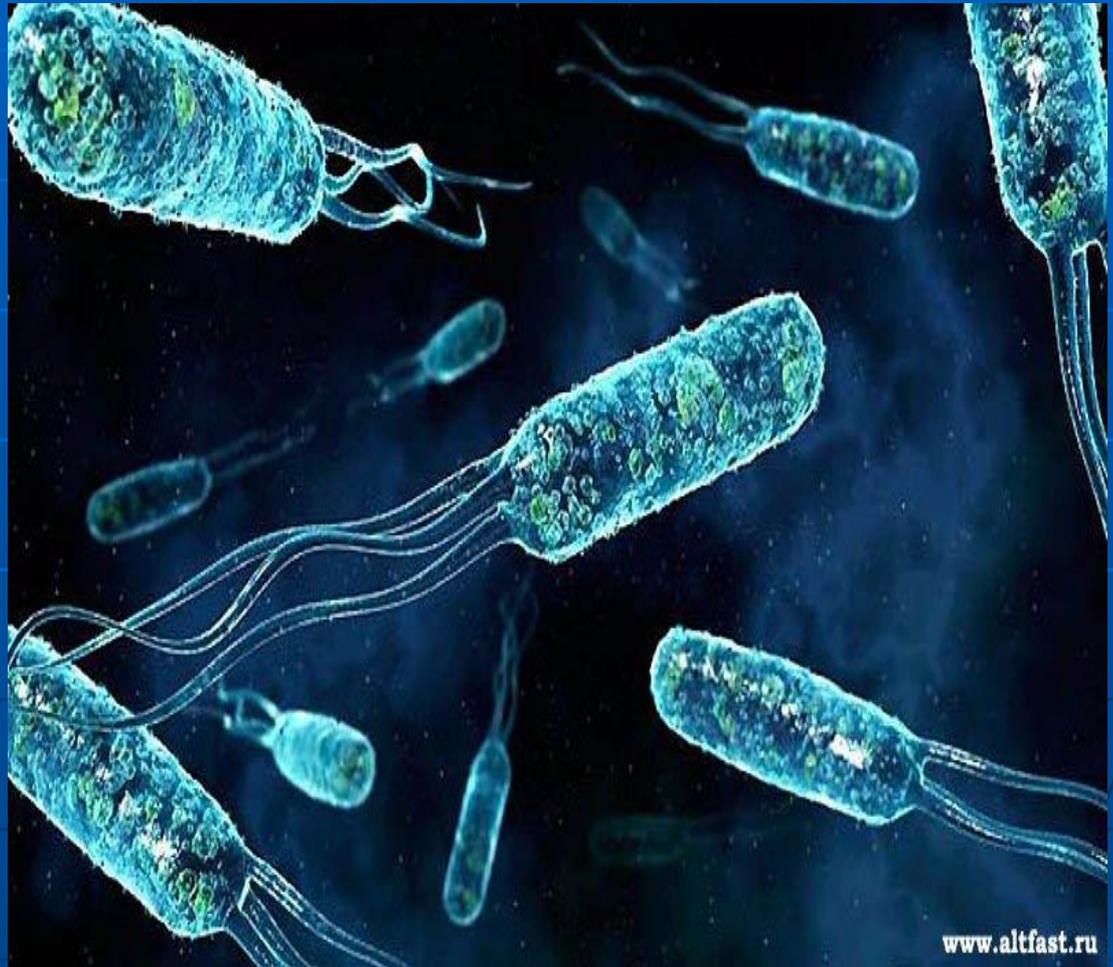


Химические элементы входят в состав различных "веществ- воды, белков, липидов, нейтральных жиров, углеводов, нуклеиновых кислот. Синтез соединений контролируется генами. Многие вещества бактериальная клетка может получать извне- из окружающей среды или организма хозяина.



Вода.

составляет от 70 до 90 % биомассы. Содержание воды больше у капсульных бактерий, меньше всего - в спорах. Она находится в свободном или связанном состоянии со структурными элементами клетки. В спорах количество воды уменьшается до 18-20 %. Вода является растворителем для многих веществ, а также выполняет механическую роль в обеспечении тургора. При плазмолизе – потере клеткой воды в гипертоническом растворе — происходит отслоение протоплазмы

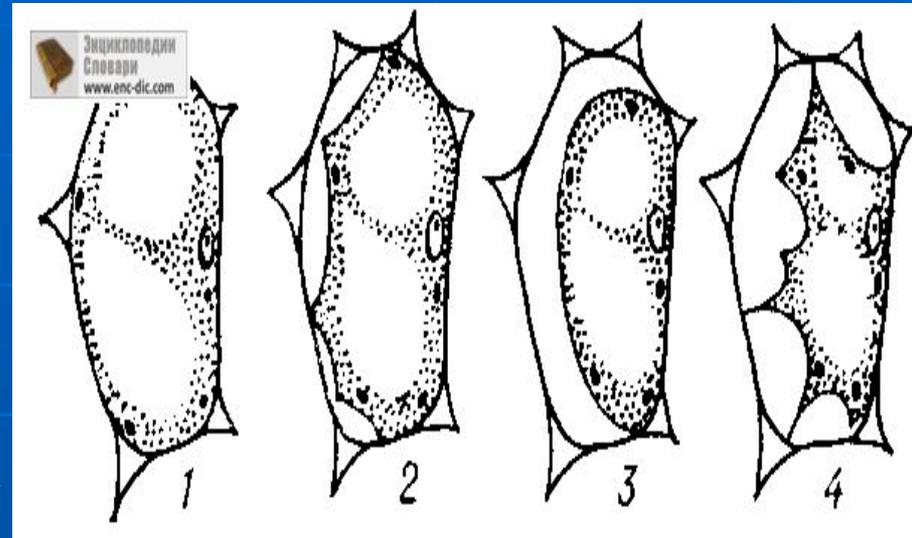


Плазмолиз.

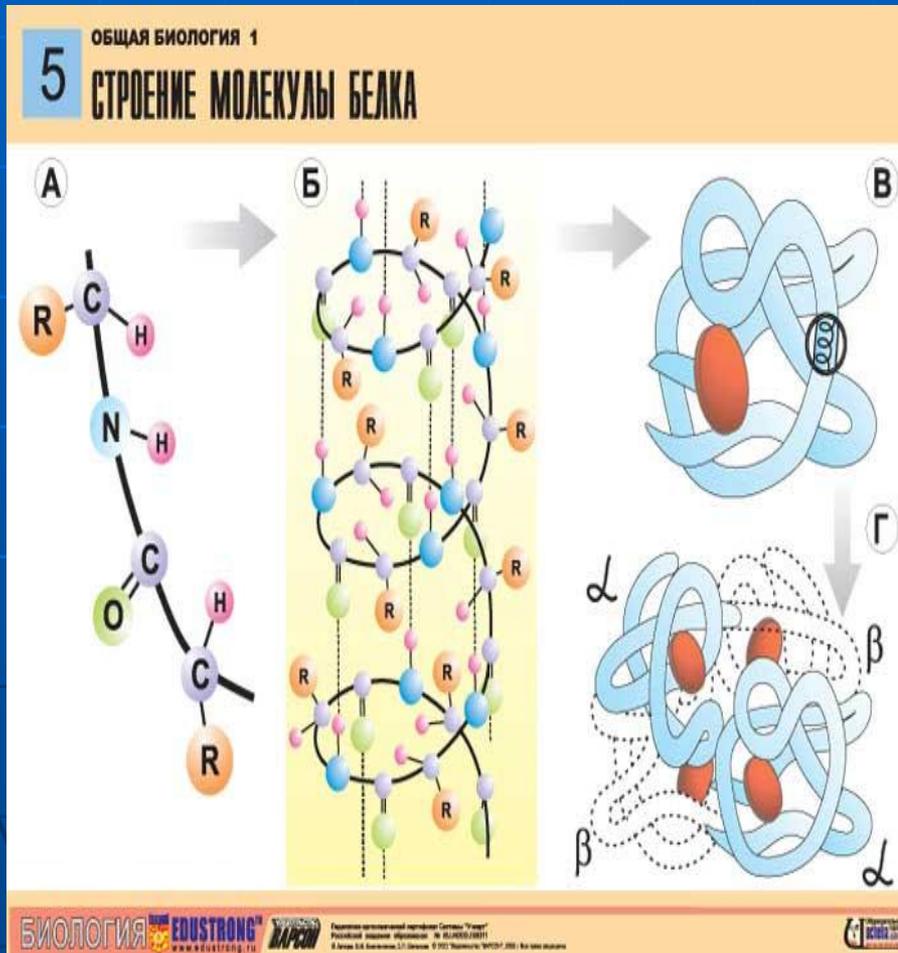
ПЛАЗМОЛИЗ - отделение пристеночного слоя цитоплазмы от твёрдой оболочки растительной клетки. Плазмолиз— явление, обратное тургору.

Происходит только в живых клетках вследствие сжатия протопласта под действием плазмолитика — раствора, гипертонического по отношению к клеточному соку. При медленном плазмолизе клетки довольно долго могут оставаться живыми и, будучи перенесены в обычную воду, быстро восстанавливают состояние тургора. Длительный плазмолиз приводит клетки к гибели. Явление плазмолиз используется в экспериментальной цитологии и физиологии растений для определения осмотического потенциала, вязкости цитоплазмы, изучения клеточной проницаемости и др.

Основные формы плазмолиза (схема):



Белки.



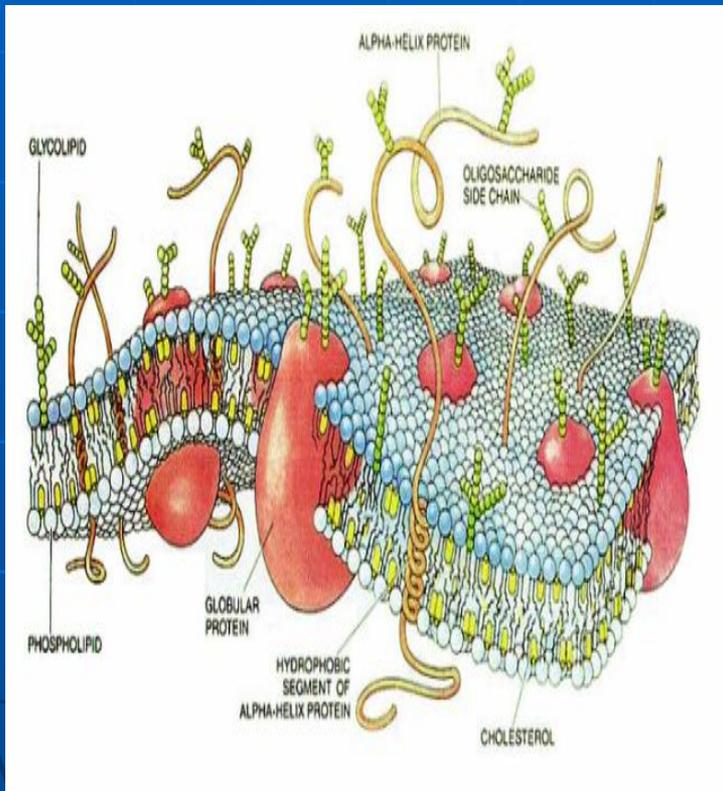
Белки (40-80 % сухой массы) определяют важнейшие биологические свойства бактерий и состоят обычно из сочетаний 20 аминокислот. В состав бактерий входит диаминопимелиновая кислота (ДАП), отсутствующая. В клетках человека и животных бактерии содержат более 2000 различных белков, находящихся в структурных компонентах и участвующих в процессах метаболизма. Большая часть белков обладает ферментативной активностью. Белки бактериальной клетки обуславливают антигенность и иммуногенность, вирулентность, видовую принадлежность бактерий.

Белки встречаются во всех структурных элементах клетки. Белки могут быть более простыми

Пептидную природу имеют капсулы представителей рода *Bacillus*, возбудителя чумы, поверхностные антигены ряда бактерий, в том числе стафилококков и стрептококков. *Белок А* - специфический белок *S.aureus* - фактор, обуславливающий ряд свойств этого возбудителя. *Белок М* - специфический белок гемолитических стрептококков серогруппы А, позволяющий дифференцировать серовары (около 100), что имеет эпидемиологическое значение.

Ряд белков содержит наружная мембрана грамотрицательных бактерий, из которых 3-4 *мажорных* (основных) и более 10- второстепенных, выполняющих различные функции. Среди мажорных белков-*порины*, образующие диффузные поры, через которые в клетку могут проникать мелкие гидрофильные молекулы. Белки входят в состав **пептидогликана** - биополимера, составляющего основу бактериальной клеточной стенки. Он состоит из остова (чередующиеся молекулы двух аминсахаров) и двух наборов пептидных цепочек - боковых и поперечных. Наличие двух типов связей - гликозидных (между аминсахарами) и пептидных, которые соединяют субъединицы пептидогликанов, придают этому гетерополимеру структуру *молекулярной сети*. *Пептидогликан- наиболее устойчивое соединение, которое образует ригидную мешковидную макромолекулу, определяющую постоянную форму бактерий и ряд их свойств.*

Липиды.



- **Липиды** (главным образом фосфолипиды) содержатся в цитоплазматической мембране (липидный бислой), в также в наружной мембране грамотрицательных бактерий. Есть микроорганизмы, содержащие большое количество липидов (до 40% сухого остатка) - микобактерии. В состав липидов входят различные *жирные кислоты*, весьма специфичные для разных групп микроорганизмов. Их определение имеет в ряде случаев диагностическое значение, например у анаэробов, микобактерий.

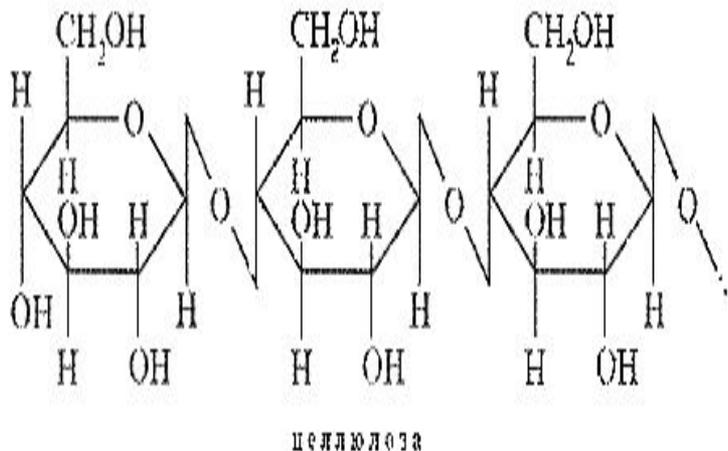
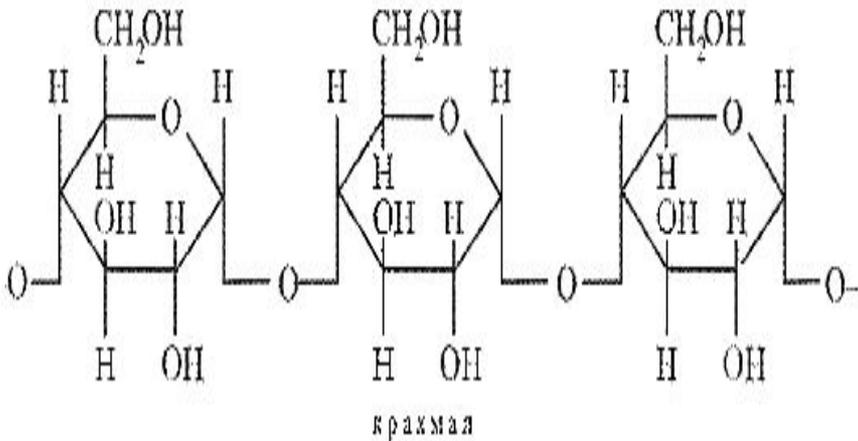
- У микобактерий туберкулеза в составе липидов имеется ряд кислотоустойчивых жирных кислот - *фтионовая, миколовая* и др. Высокое содержание липидов и их состав определяют многие свойства микобактерий туберкулеза:

- устойчивость к кислотам, щелочам и спиртам;

- трудная окрашиваемость красителями (используют специальные методы окраски, чаще - по Цилю- Нильсену);

- устойчивость возбудителя к солнечной

Углеводы.



- **Углеводы** встречаются чаще в виде **полисахаридов**, которые могут быть экзо- и эндоклеточными. Среди экзоклеточных полисахаридов выделяют каркасные (входят в состав капсул) и истинно экзополисахариды (выходят во внешнюю среду). Среди бактериальных полисахаридов многие находят медицинское применение. **Декстраны**-полисахариды с большой молекулярной массой, со свойствами

Липополисахарид (ЛПС).

- Липополисахарид (ЛПС) - один из основных компонентов клеточной стенки грамотрицательных бактерий, это соединение липида с полисахаридом. ЛПС состоит из комплекса:
 - Липид А.
 - Одинаковое для всех грамотрицательных бактерий *полисахаридное ядро*.
 - Терминальная сахаридная цепочка (*О-специфическая боковая цепь*).Синонимы ЛПС - эндотоксин, О - антиген.
- ЛПС выполняет две основные функции - определяет антигенную специфичность и является одним из основных факторов патогенности. Это- эндотоксин, токсические свойства которого проявляются преимущественно при разрушении бактериальных клеток. Его

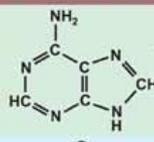
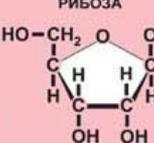
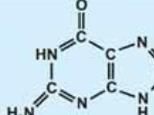
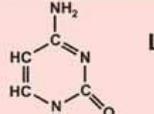
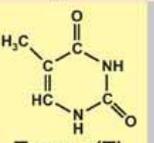
Нуклеиновые кислоты.

9 ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВЕЩЕСТВА. ПОЛИМЕРЫ

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

СОСТАВ НУКЛЕОТИДА



ДНК	АЗОТИСТЫЕ ОСНОВАНИЯ	РНК
<p>ДЕЗОКСИРИБОЗА</p> 	<p>Аденин (А)</p> 	<p>РИБОЗА</p> 
	<p>Гуанин (Г)</p> 	
	<p>Цитозин (Ц)</p> 	
	<p>Тимин (Т) Урацил (У)</p> 	

- Нуклеиновые кислоты- ДНК и РНК.** Рибонуклеиновые кислоты (РНК) находятся главным образом в рибосомах (р-РНК- 80- 85%), т(транспортные)- **РНК**- 10%, м(матричные)- РНК- 1- 2%, главным образом в одноцепочечной форме. ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) может находиться в ядерном аппарате (хромосомная ДНК) или в цитоплазме в специализированных образованиях - плазидах - плазмидная (внехромосомная) ДНК. Микроорганизмы отличаются по структуре нуклеиновых кислот, содержанию азотистых оснований

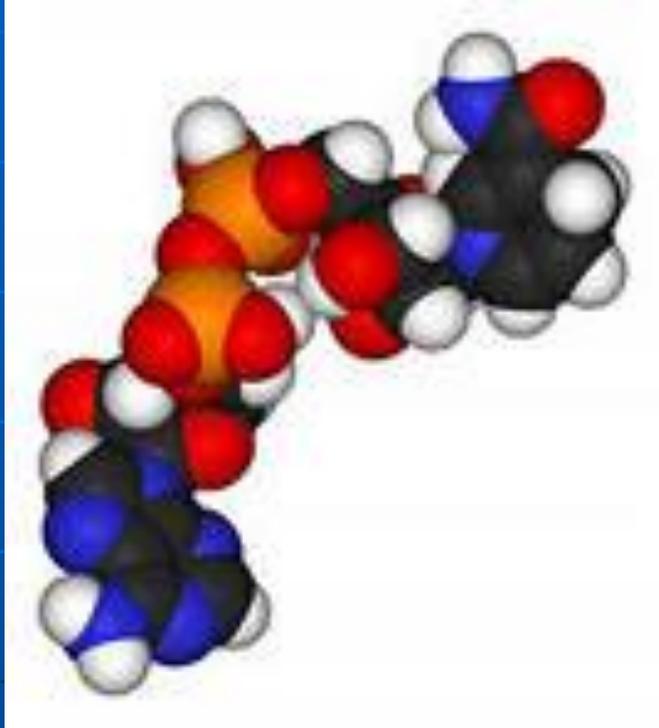
Микроорганизмы синтезируют различные *ферменты* - специфические белковые катализаторы. У бактерий обнаружены ферменты 6 основных классов:

1. **Оксидоредуктазы** - катализируют окислительно-восстановительные реакции.
2. **Трансферазы** - осуществляют реакции переноса групп атомов.
3. **Гидролазы** - осуществляют гидролитическое расщепление различных соединений.
4. **Лиазы** - катализируют реакции отщепления от субстрата химической группы негидролитическим путем с образованием двойной связи или присоединения химической группы к двойным связям.
5. **Лигазы** или синтетазы - обеспечивают соединение двух молекул, сопряженное с расщеплением пирофосфатной связи в молекуле АТФ или аналогичного трифосфата.
6. **Изомеразы** - определяют пространственное расположение групп элементов.

В соответствии с механизмами генетического контроля у бактерий выделяют три группы ферментов:

- *конститутивные*, синтез которых происходит постоянно;
- *индуцибельные*, синтез которых индуцируется наличием субстрата;
- *репрессибельные*, синтез которых подавляется избытком продукта реакции.

Ферменты.



- В бактериологии для дифференциации микроорганизмов по биохимическим свойствам основное значение часто имеют конечные продукты и результаты действия ферментов. В соответствии с этим существует микробиологическая (рабочая) классификация ферментов.

1. Сахаролитические.
2. Протеолитические.
3. Аутолитические.
4. Окислительно-

Ферменты микроорганизмов.

Экзоферменты.

Выделяются наружу в среду. Подготавливают пищу к ее поступлению в клетку, расщепляют сложные вещества на простые, способные проникнуть в клетку.

После смерти клетки они временно еще остаются в активном состоянии и может произойти автолиз саморастворенные клетки под влиянием собственных ферментов. При разрушении клеток- поступают в культурную среду .

Обычно во внешнюю среду выделяются гидролитические ферменты участвующие в расщеплении сложных веществ питательной среды, обладающие большим молекулярным весом. Гидролазы расщепляют их до аминокислот, сахаров и т.д, которые исследуются клеткой в строительном обмене.

Эндоферменты.

Не выделяются при жизни клетки в окружающую среду.

Они абсорбированны клеточными структурами и участвуют во внутриклеточных процессах обмена.

Оксидоредуктанты (окислительно-восстановительные ферменты). Трансферразы, ферменты переноса и др. играющие важную роль в энергетическом обмене.

Ферментный состав клетки.

Ферментный состав клетки определяется геномом и является достаточно постоянным признаком. Знание биохимических свойств микроорганизмов позволяет идентифицировать их по набору ферментов. Основные продукты ферментирования углеводов и белков - кислота, газ, индол, сероводород, хотя реальный спектр для различных микроорганизмов намного более обширный.

Основные ферменты вирулентности - гиалуронидаза, плазмокоагулаза, лецитиназа, нейраминидаза, ДНК-аза. Определение ферментов патогенности имеет значение при идентификации ряда микроорганизмов и выявления их роли в патологии.

Ряд ферментов микроорганизмов широко используется в медицине и биологии для получения различных