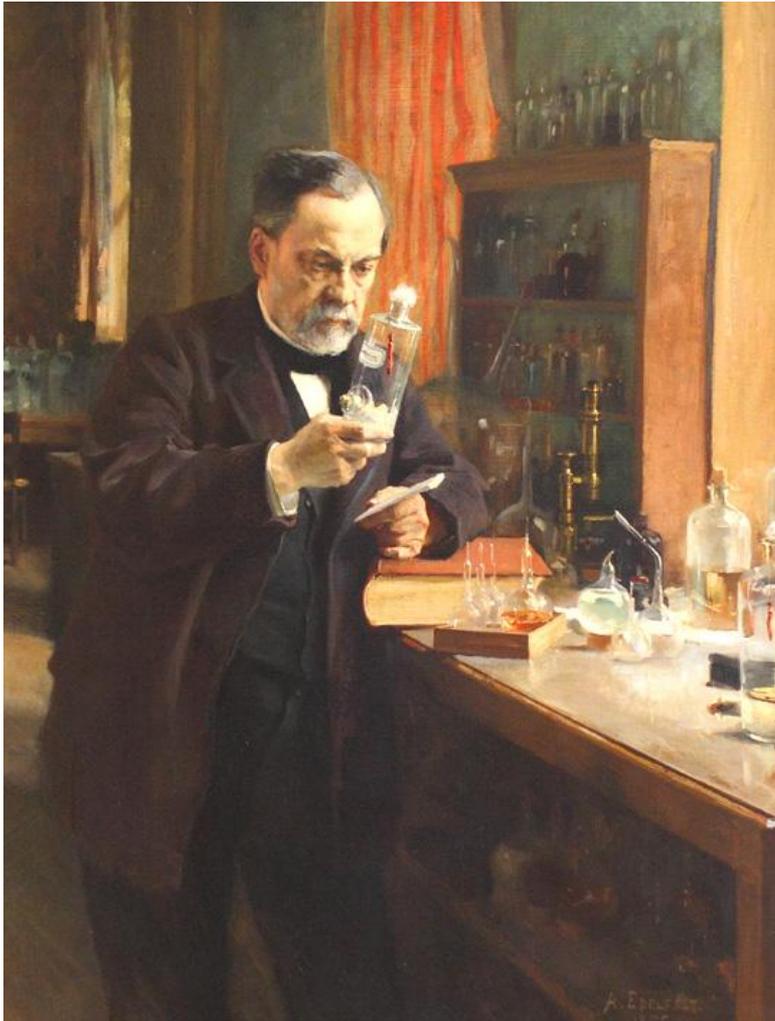


Физиология МИКРООРГАНИЗМОВ

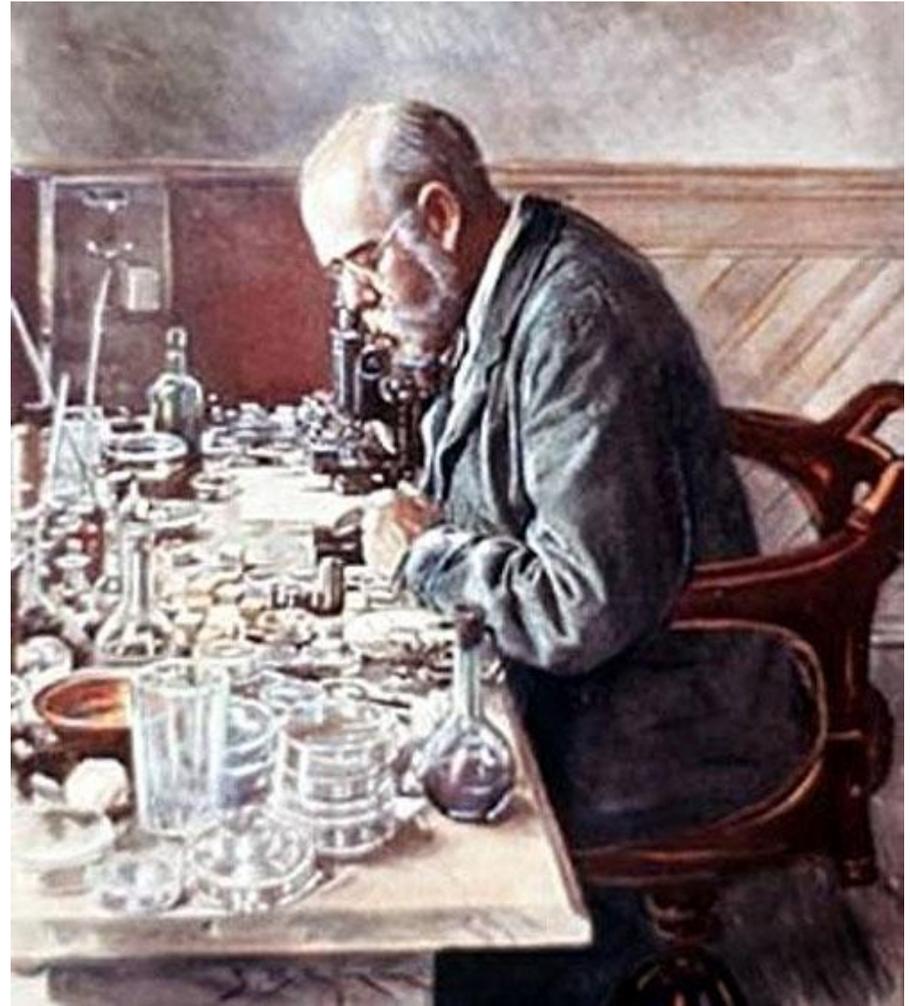


1. Определение понятий
2. Питание бактерий
3. Пластический обмен
4. Энергетический обмен.
Дыхание бактерий.
5. Рост и размножение бактерий
6. Культивирование бактерий

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРИОД



▣ Луи Пастёр
▣ (1822 – 1822)



Роберт Кох
(1848 – 1910)



1856
1953

ВИНОГРАДСКИЙ
СЕРГЕЙ
НИКОЛАЕВИЧ

Выдающийся русский микробиолог, основатель экологической микробиологии и почвенной микробиологии. Открыл хемосинтезирующие микроорганизмы, выполняющие важную роль в геохимических процессах земной коры.

В 1895г. выделил первую азотфиксирующую бактерию *Clostridium pasteurianum*.

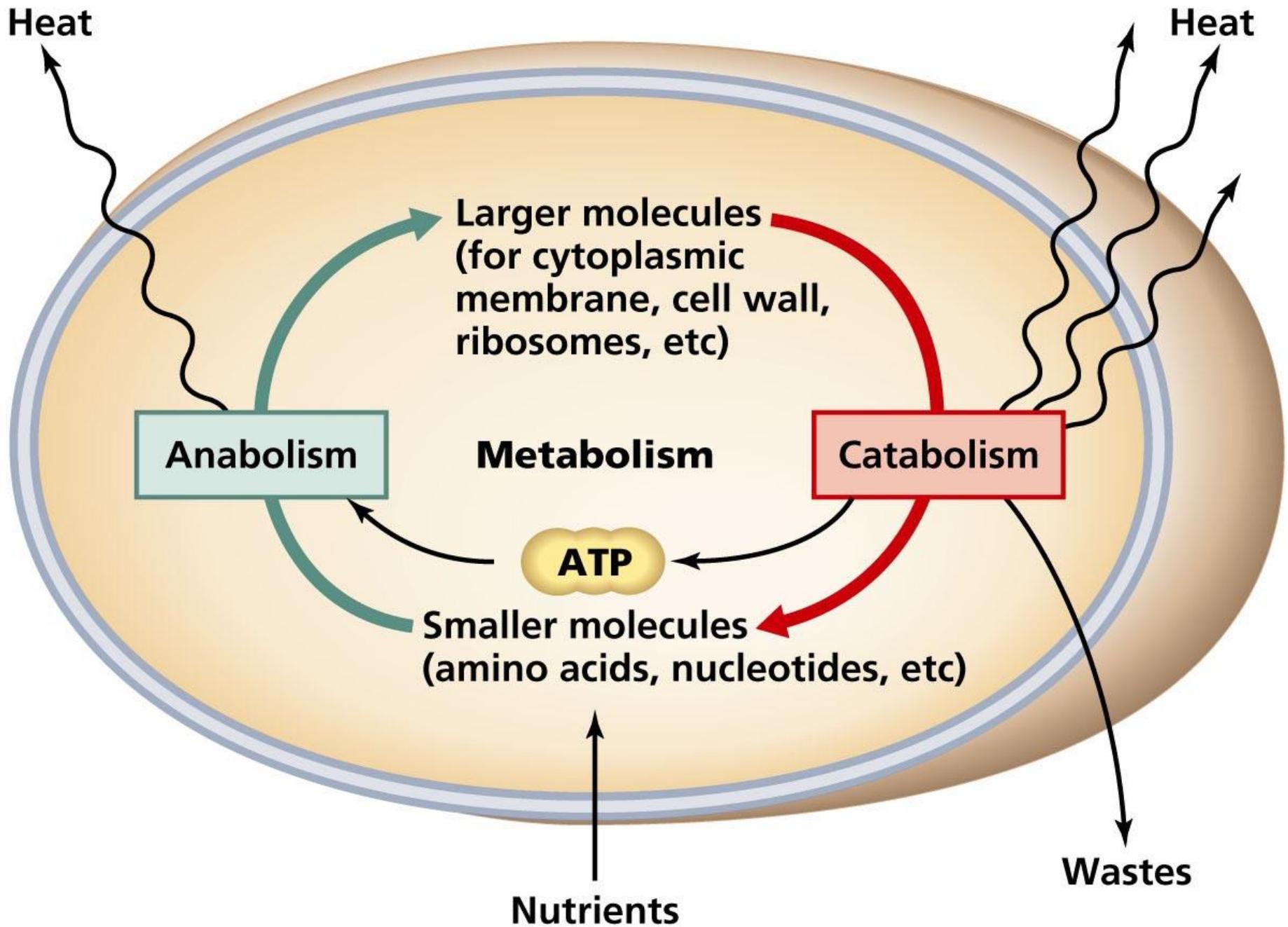


Мартин Виллем Бейеринк
(*Martinus Willem Beijerinck*;
1851—1931)

Первооткрыватель
симбиотических азотфиксаторов
(1888 год), свободноживущих
аэробных азотфиксаторов рода
Azotobacter (1901 год),
сульфатредуцирующих бактерий
Spirillum desulfuricans

Изучал почвенную
микробиологию, один из
основателей (наряду с С.Н.
Виноградским) экологической
микробиологии.

Наряду с русским учёным Д.И.
Ивановским М. Бейеринк
считается одним из основателей
вирусологии.



Питание бактерий

Автотрофы

Фототрофы Хемотрофы

Гетеротрофы

Сапрофиты Паразиты



Цианобактерии

КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЗМОВ
ПО СПОСОБУ ПИТАНИЯ



ПРОТОТРОФЫ

Микроорганизмы, способные синтезировать все необходимые им органические соединения (первичные и вторичные метаболиты) из одного источника углерода (глюкозы) и одного источника азота (солей аммония)

АУКСОТРОФЫ

Микроорганизмы, не способные синтезировать какое-либо из необходимых им органических соединений (углеводы, аминокислоты и др.) Нуждаются в поступлении указанных соединений из окружающей среды. Эти соединения получили название

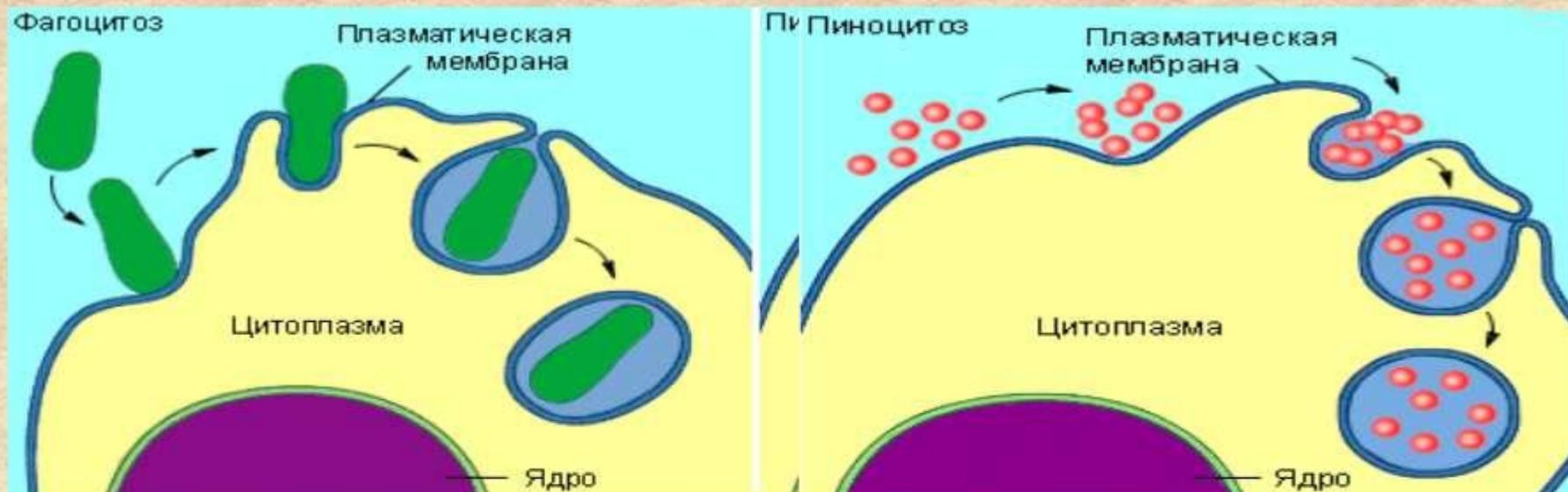
факторов роста

ФАКТОРЫ РОСТА

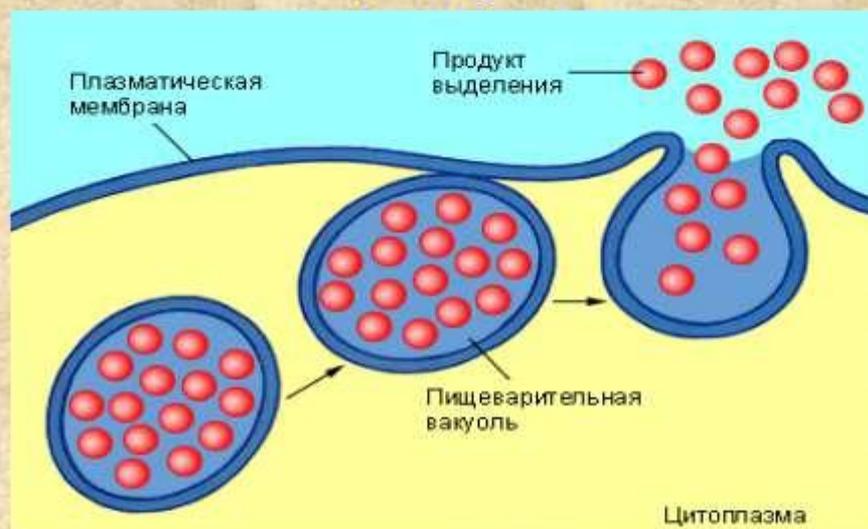
- К факторам роста относят **аминокислоты, пуриновые и пиримидиновые основания, липиды, витамины, железопорфирины (гем)** и другие соединения.
- Потребность того или другого микроорганизма в определенных ростовых факторах является стабильным признаком, который используется для дифференциации и идентификации бактерий
- При культивировании бактерий для лабораторных и биотехнологических целей добавляются в питательные среды.

Транспорт веществ через плазматические мембраны

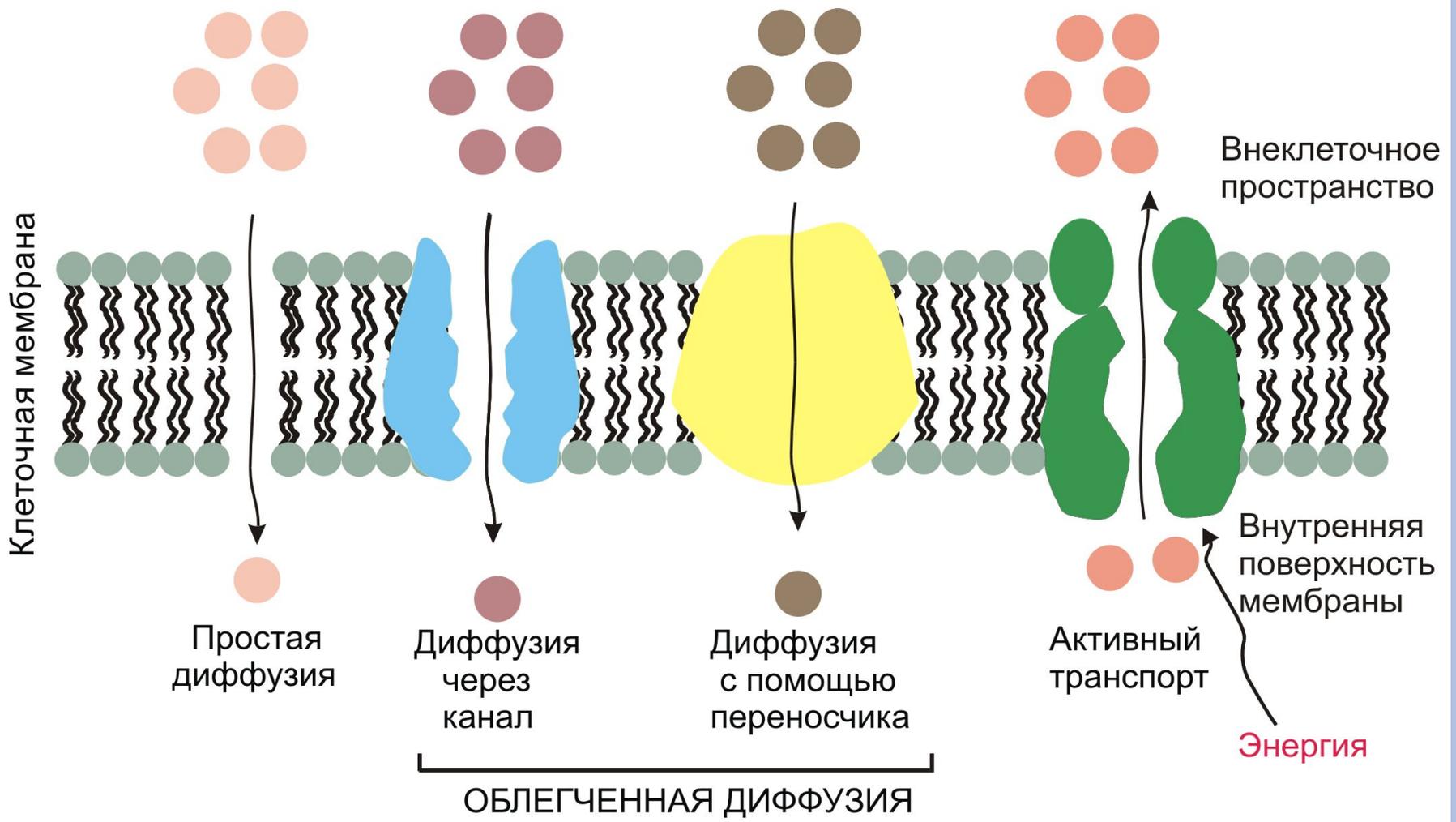
Эндоцитоз



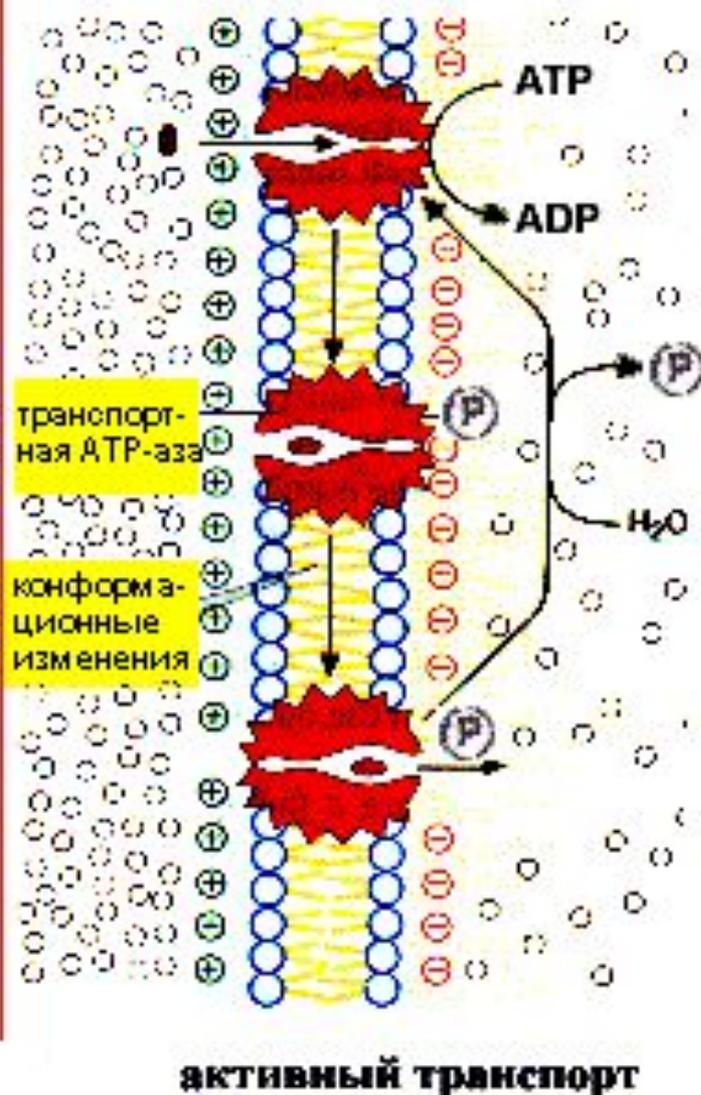
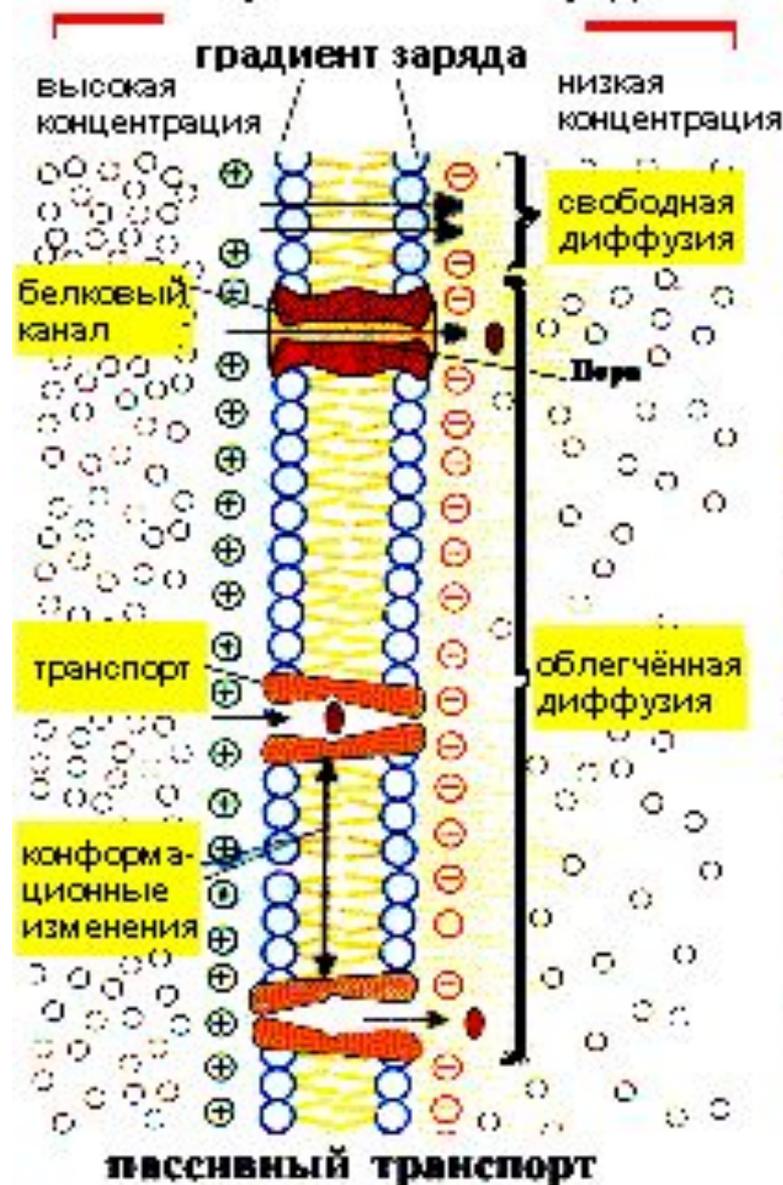
Экзоцитоз



ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ



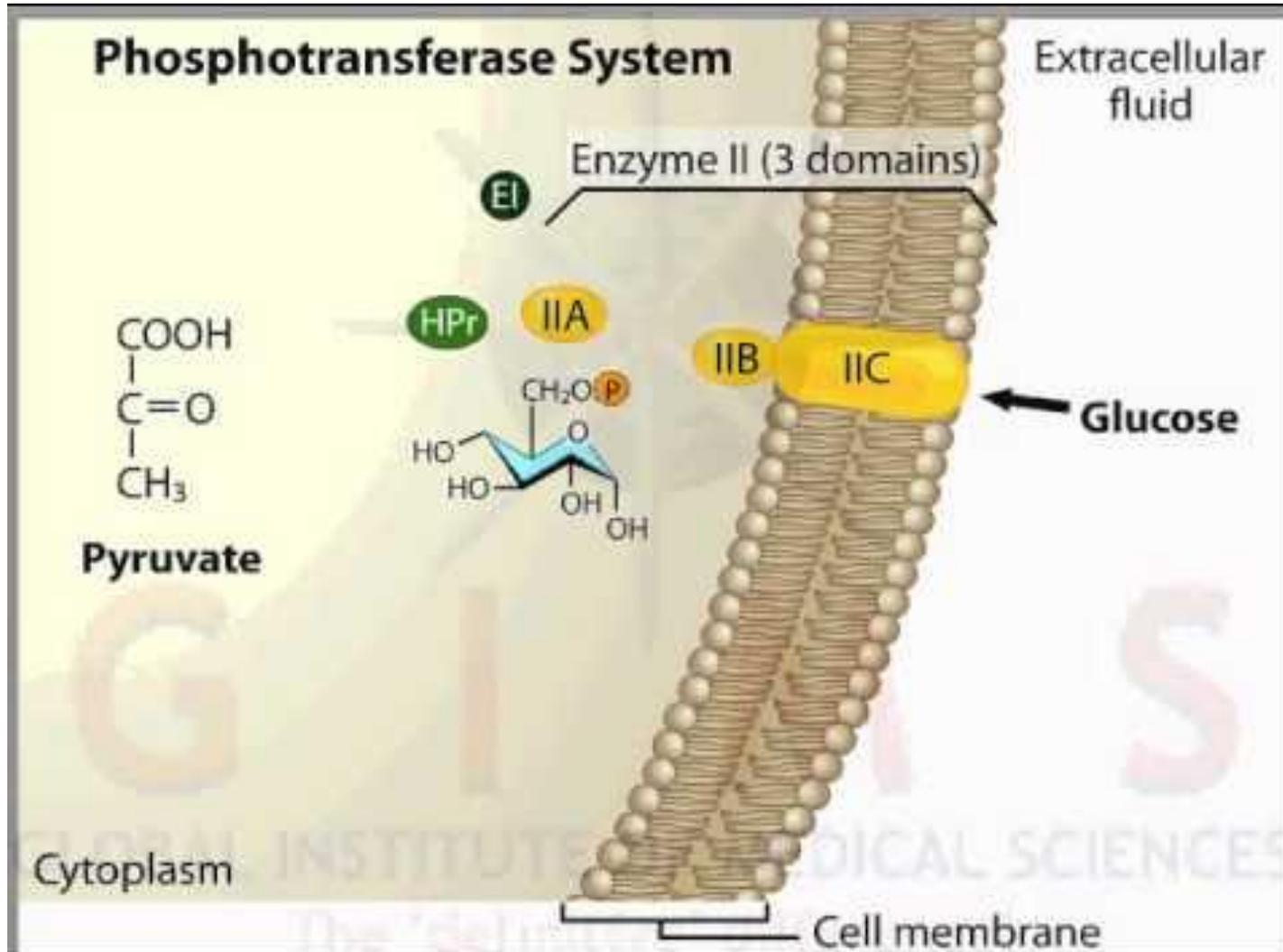
электрохимический градиент



АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ НЕИЗМЕНЕННЫХ МОЛЕКУЛ

- Большинство метаболитов, ионов и других веществ транспортируются в клетку активным путем с помощью специфических пермеаз (от англ. permeate - проникать, проходить сквозь), локализованных в цитоплазматической мембране и обладающих АТФ-азной способностью. При этом каждая пермеаза переносит в клетку только определенную аминокислоту или другое соединение.
- У многих бактерий, в особенности грамотрицательных, в активном транспорте принимают участие особые связывающие белки, не идентичные пермеазам и не входящие в структуру мембраны, а локализованные в периплазматическом пространстве.

ТРАНСЛОКАЦИЯ ГРУПП



- Выход веществ из клетки осуществляется за счет диффузии и при участии транспортных систем.
- Бактерии синтезируют и секретируют во внешнюю среду различные продукты своей жизнедеятельности, в том числе белки, главным образом ферменты и токсины, с помощью которых они оптимизируют свое существование. Например, благодаря секреции ферментов, они расщепляют сложные органические соединения и делают их более доступными для питания.
- Для патогенных бактерий секреция ферментов и токсинов служит мощным средством, благодаря которому они могут обеспечивать свое существование и размножение в организме животного и подавлять его защитные механизмы.

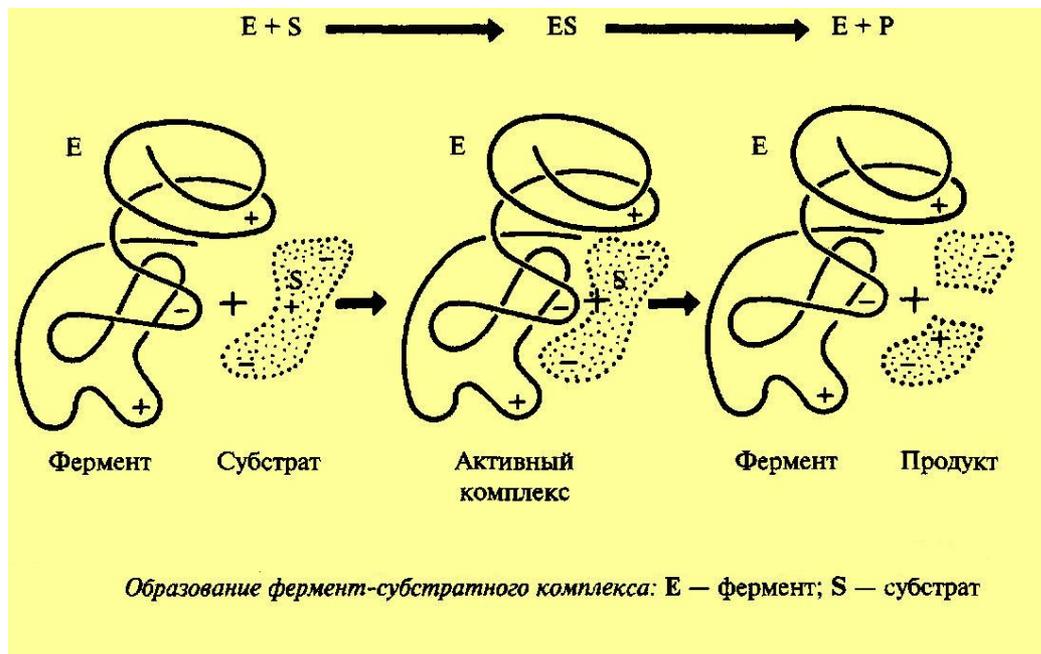
- Секреция белков бактериями осуществляется с помощью различных систем и механизмов. При этом следует различать секрецию белков в периплазматическое пространство через ЦМ и секрецию белков непосредственно в культуральную среду (экскрецию, или экспорт белков).
- У грамотрицательных бактерий большинство белков секретруется в периплазматическое пространство в виде белков-предшественников, содержащих в своей структуре особый сигнальный (лидерный) пептид из 15-40 аминокислотных остатков. Именно он обеспечивает транслокацию белка-предшественника через ЦМ, после чего и отрезается от него с помощью сигнальной (лидерной) пептидазы (котрансляционная секреция)

МЕХАНИЗМЫ СЕКРЕЦИИ БЕЛКА-ПРЕДШЕСТВЕННИКА ЛИДЕРНЫМИ ПЕПТИДАМИ ЧЕРЕЗ ЦМ

- Модель прямого транспорта предполагает прямое вхождение лидерного пептида в липидный бислой мембраны с использованием свободной энергии мембраноассоциированных рибосом.
- Сигнальная гипотеза предполагает, что в результате взаимодействия лидерного пептида непосредственно с особым рецептором мембраны образуется внутримембранный канал, через который и осуществляется секреция.
- У *E. coli* обнаружены два пути секреции: *sec*-зависимый и относительно *sec*-независимый. Для обеспечения секреции белков в случае *sec*-зависимого механизма требуется участие продуктов ряда *sec*-генов: *secA*, *secY*, *secB*, *secD*, *secE* и *secF*. Источниками энергии для переноса белков служат гидролиз АТФ и градиент концентрации протонов. Для осуществления посттранслокационного процессинга белка после его перемещения (транслокации) достаточно, вероятно, активности только сигнальных пептидаз.
- Второй механизм переноса — *sec*-независимый — используется для переноса коротких полипептидов, однако и в этом случае на ранней стадии также участвует белок *SecA*.

- Бактериоцины, кодируемые различными плазмидами, не содержат в своей структуре сигнальных пептидов. Для их секреции через ЦМ и наружную мембрану требуется специальный вспомогательный белок - рилизинг-белок.
- Система транспорта гемолизина, кодируемого плазмидными генами, состоит, как минимум, из двух вспомогательных белков, которые образуют канал для непосредственного выхода гемолизина из цитоплазмы во внешнюю среду.

ФЕРМЕНТЫ БАКТЕРИЙ. (ГРЕЧ. FERMENTUM - ЗАКВАСКА)



- Открытию различных ферментов и изучению путей биохимических реакций, катализируемых ими, во многом способствовали работы с использованием в качестве объектов исследования бактерий, особенно ауксотрофов.
- Функциональная активность ферментов и скорость ферментативных реакций зависят от условий, в которых находится данный микроорганизм и прежде всего от температуры среды и ее pH.

- *1) оксидоредуктазы* - катализируют окислительно-восстановительные реакции - дегидрогеназы, оксидазы и др.;
- *2) трансферазы* - катализируют реакции переноса групп атомов;
- *3) гидролазы* - катализируют гидролитическое расщепление различных соединений, т.е. расщепления веществ на более простые с присоединением молекул воды (эстеразы, фосфатазы, глюкозидазы и др.);
- *4) лиазы* - катализируют реакции отщепления от субстрата той или иной химической группы негидролитическими путями с образованием двойной связи или, наоборот, присоединение химической группы к двойным связям (карбоксилазы и др.);
- *5) изомеразы* - катализируют внутримолекулярные превращения органических соединений в их изомеры (фосфогексоизомераза и др.);
- *6) лигазы*, или *синтетазы* – катализируют соединение двух молекул, сопряженное с расщеплением пирогосфатной связи в молекуле АТФ или аналогичного трифосфата, ускоряющие синтез сложных соединений из более простых (аспарагинсинтетаза, глутаминсинтетаза и др.).

ФЕРМЕНТЫ БАКТЕРИЙ.

- *Эндоферменты* - катализируют метаболизм, проходящий внутри клетки. Это, например, окислительно-восстановительные ферменты цитоплазматической мембраны, участвующие в дыхании и делении клетки; ферменты, обеспечивающие питание клетки, и др. Ферменты, связанные с делением и аутолизом клетки, обнаруживаются в клеточной стенке.
- *Экзоферменты* выделяются клеткой в окружающую среду, расщепляя макромолекулы питательных субстратов до простых соединений, усваиваемых клеткой в качестве источников энергии, углерода и др. Некоторые экзоферменты (пенициллиназа и др.) инактивируют антибиотики, выполняя защитную функцию. Другие разрушают ткань и клетки, обуславливая широкое распространение в инфицированной ткани микроорганизмов и их токсинов. Это **ферменты агрессии** - гиалуронидаза, коллагеназа, дезоксирибонуклеаза, нейраминидаза, лецитовителлаза и др. Их относят к **факторам патогенности** микроорганизма..

ФЕРМЕНТЫ БАКТЕРИЙ.

В СООТВЕТСТВИИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

- *Конститутивные*, синтез которых происходит в течение всего клеточного цикла.
- *Индукцибельные*, синтез которых индуцируется соответствующим субстратом. Например, β -галактозидаза кишечной палочкой на среде с глюкозой практически не образуется, но ее синтез резко увеличивается при выращивании на среде с лактозой или другим β -галактозидозом.
- *Репрессибельные*, синтез которых подавляется в результате избыточного накопления продукта реакции, катализируемой данным ферментом (ферментами).

ФЕРМЕНТЫ БАКТЕРИЙ.

- Сахаролитические или гликолитические (расщепление сахаров)
- Протеолитические (разложение белков)
- Липолитические (расщепление жиров)
- и другие,

Ферментный состав любого микроорганизма определяется его геномом, является достаточно стабильным признаком и используется для идентификации микроба.



Это либо исчезновение субстрата, либо, накопление продукта ферментативной реакции.

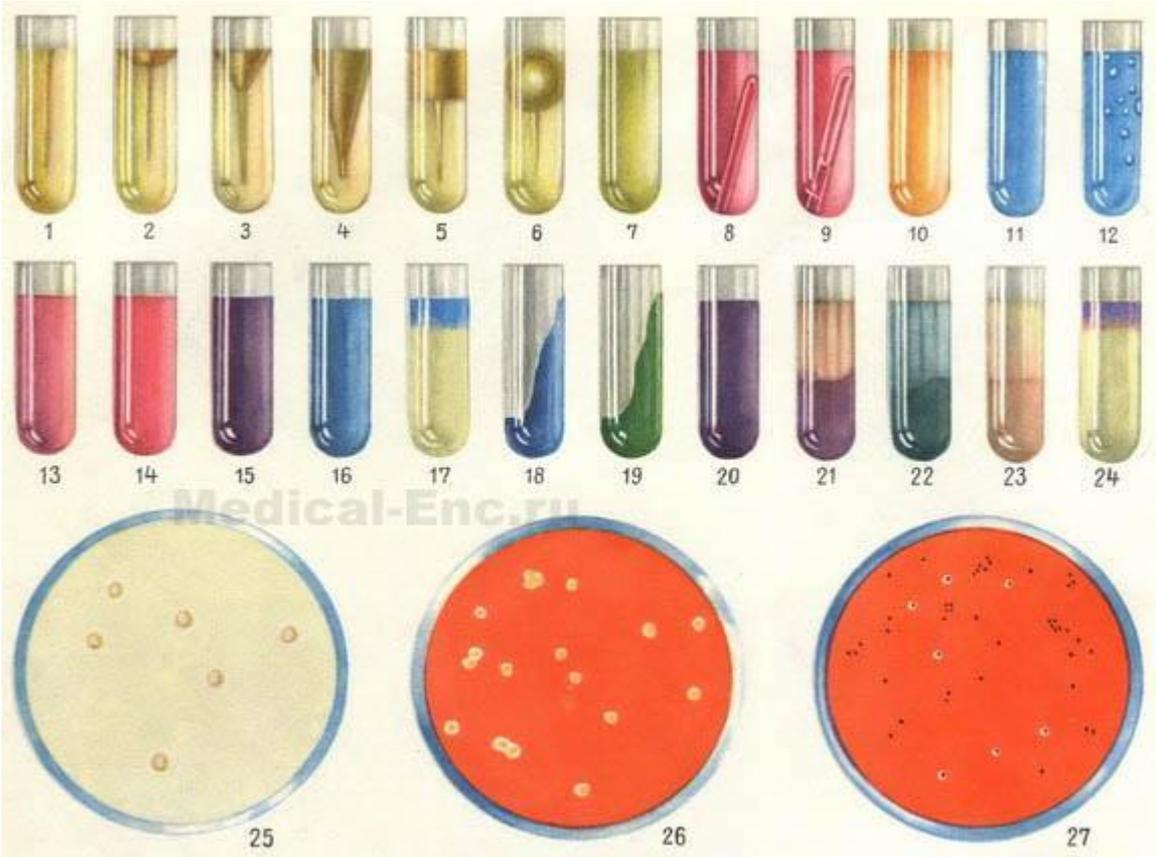
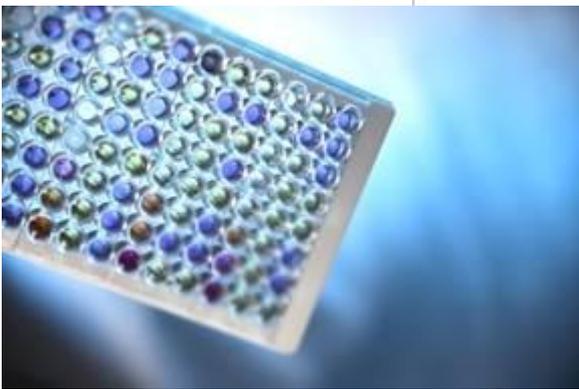
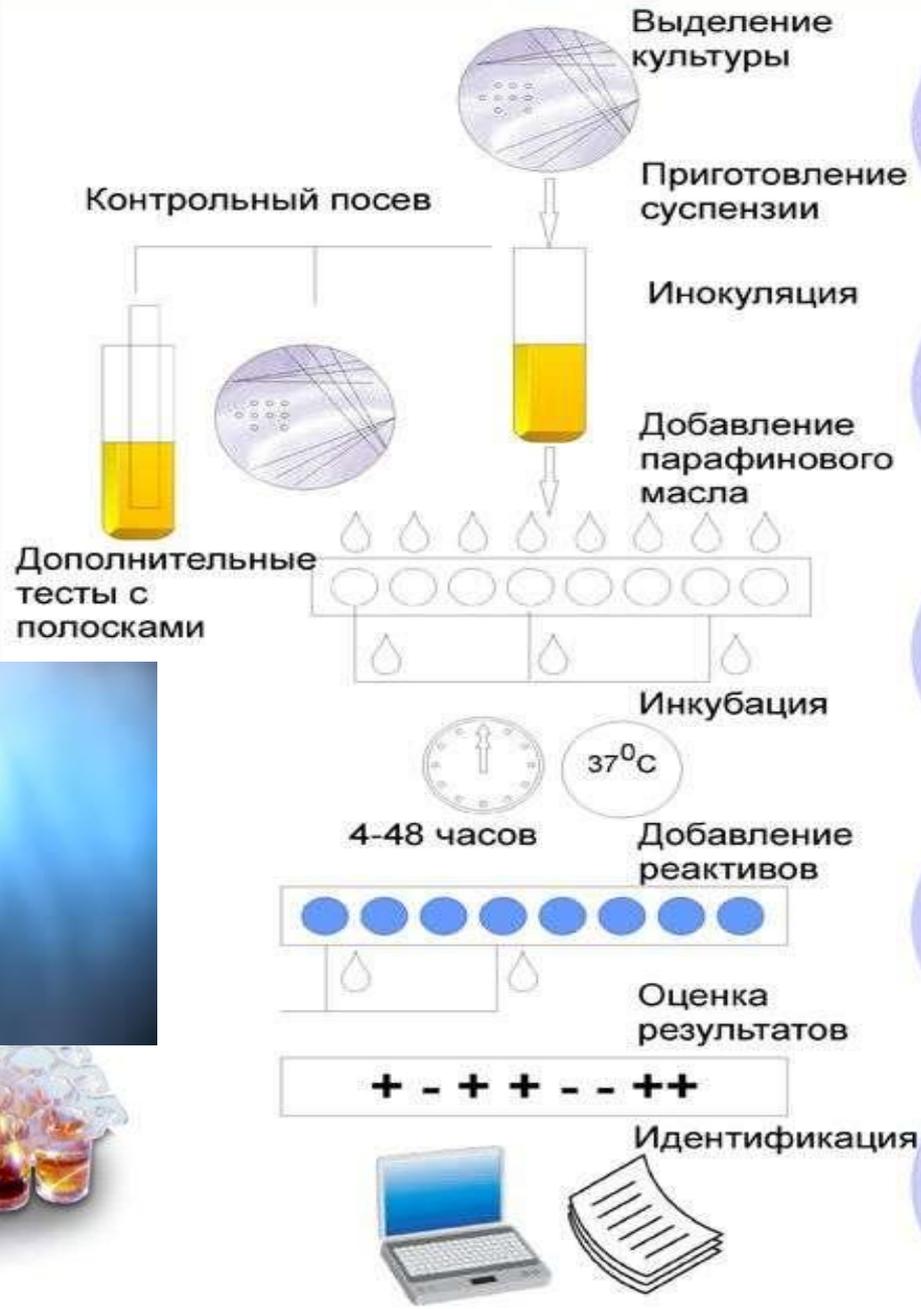


СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ



Бактериальные протеазы

Стирка белья	Кожевенная	Текстильная	Пищевая
Стиральные порошки с ферментными добавками	Отделение волоса-способ, при котором не повреждаются ни волос, ни шкура	Извлечение шерсти из обрывков овечьих шкур	Получение белковых гидролизатов (для производства кормов)

Применение ферментов в медицине.

Энзимотерапия — использование ферментов и метаболитов в качестве лечебных средств:

заместительная терапия ферментами используется при болезнях желудочно-кишечного тракта (пепсин, трипсин, химотрипсин, амилаза, липаза)

для очистки ран и воздействия на избыточно разрастающуюся соединительную ткань применяют гиалуронидазу, трипсин, химотрипсин;

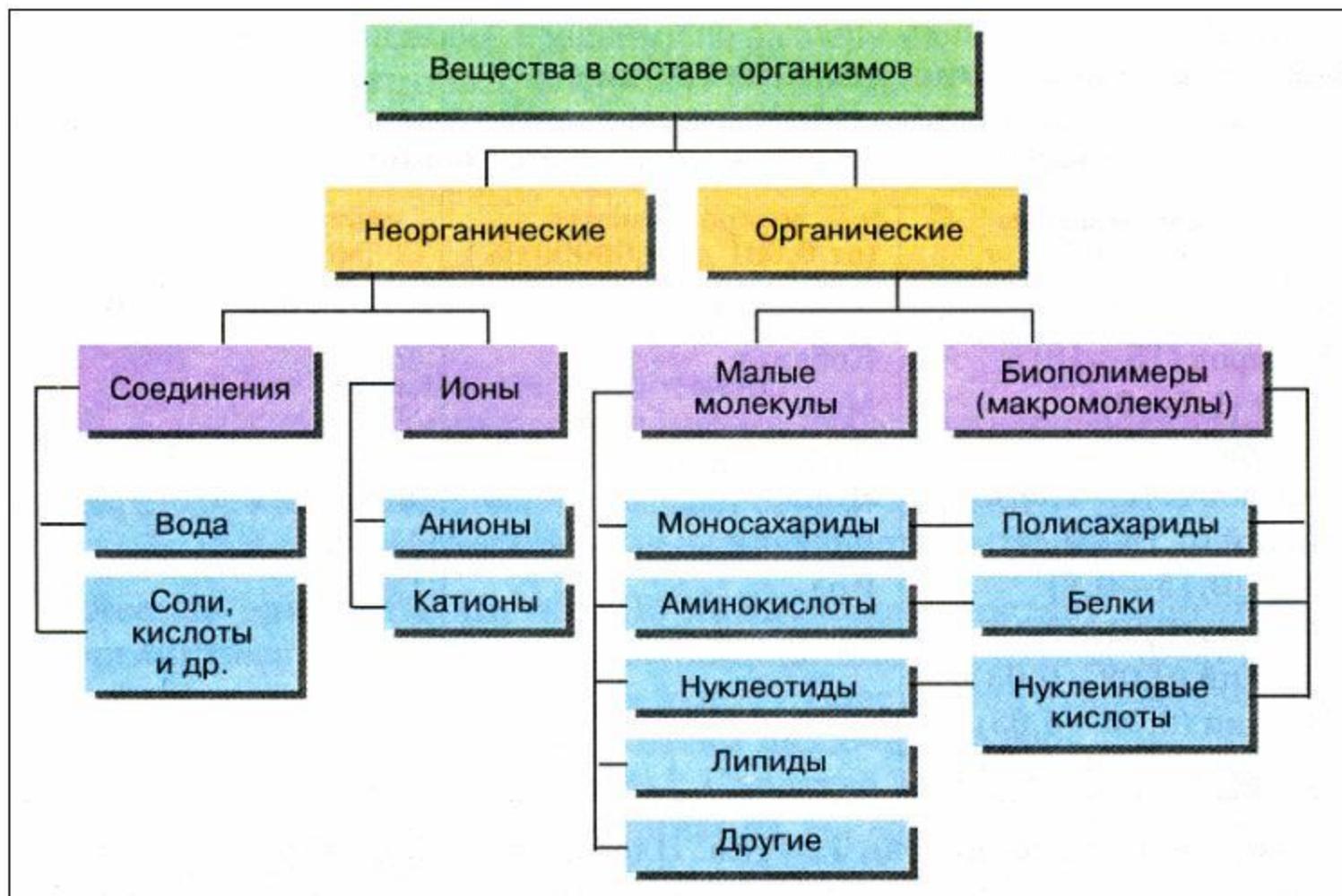
нашли применение регуляторы (активаторы и ингибиторы) ферментов. Например, ингибиторы моноаминоксидазы используют при нервных и психических заболеваниях; тканевые ингибиторы протеиназ эффективны при лечении панкреатита, эмфиземы легких, инфаркте миокарда.

ПЛАСТИЧЕСКИЙ (КОНСТРУКТИВНЫЙ) МЕТАБОЛИЗМ

- В конструктивном обмене можно выделить две группы биосинтетических процессов:
- биосинтез мономеров (аминокислот, нуклеотидов, моносахаров, жирных кислот)
- биосинтез полимеров (белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов и липидов).

Для синтеза полимеров необходимо около 70 различных мономеров-предшественников. Помимо их, клетка должна синтезировать ряд соединений, играющих каталитическую роль. Синтез происходит через цепь последовательных биохимических реакций, катализируемых специфическими белками-ферментами.

Химические соединения клетки. Вода



БИОСИНТЕЗ УГЛЕВОДОВ.

- Микроорганизмы синтезируют моно-, олиго-, полисахариды и другие соединения, в состав которых входят углеводы.
- Автотрофы синтезируют глюкозу из CO_2 в цикле Кальвина.
- Гетеротрофы синтезируют глюкозу из углеродсодержащих соединений с длиной цепи C2-C3. В обоих случаях используются в основном реакции гликолиза, идущие в обратном направлении.
- В клетках прокариот, так же как и эукариот, широко развита способность к взаимопревращениям сахаров, которые происходят за счет их нуклеозиддифосфопроизводных. Олиго- и полисахариды синтезируются путем присоединения остатков сахаров от нуклеозиддисахаров к акцепторной молекуле.

БИОСИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТ.

- Только несколько аминокислот (пируват → аланин, α-кетоглутарат → аспартат и фумарат → глутамат) образуются путем прямого аминирования, остальные - путем переаминирования. Переход неорганического азота в органический происходит через ионы аммония, которые включаются в состав органических соединений.

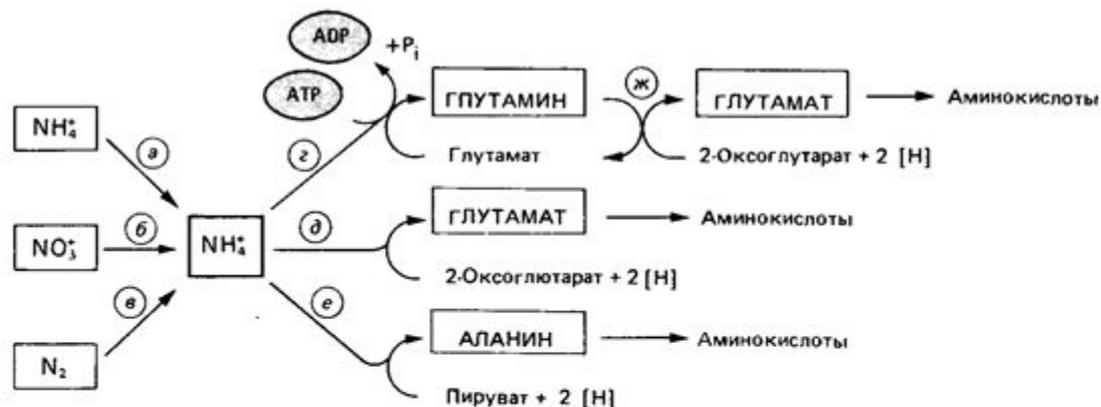


Рис. 7.16. Важнейшие пути ассимиляции азота. Ионы аммония, содержащиеся в питательной среде, непосредственно поглощаются клетками (а). Ионы нитрата при ассимиляционной нитратредукции (б), а молекулярный азот (N_2) при фиксации азота (в) восстанавливаются до ионов аммония. В органические соединения аммонийный азот переводится либо при участии АТФ путем образования глутамина, либо без затраты АТФ путем прямого восстановительного аминирования 2-оксоглутарата или пирувата.

БИОСИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТ.

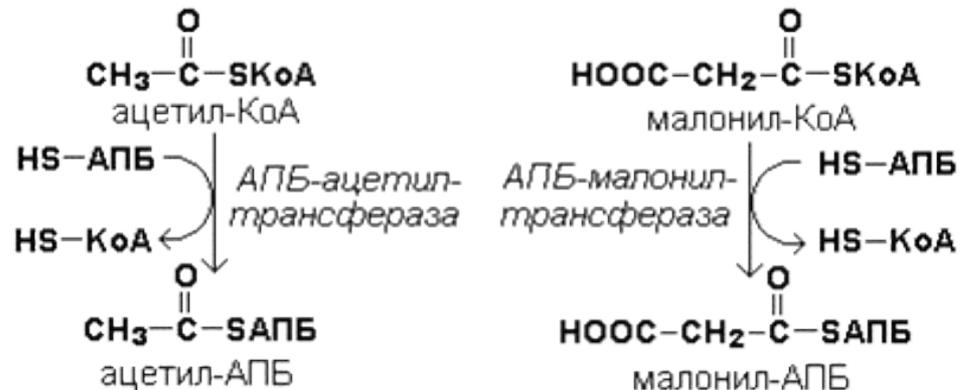
- Многие прокариоты, так же как эукариоты, могут получать аминокислоты из молекул белка, которые предварительно расщепляются ими с помощью протеаз и пептидаз. Образовавшиеся олигопептиды и аминокислоты переносятся в микробные клетки, где включаются в метаболические пути биосинтеза или подвергаются дальнейшему расщеплению.
- Ауксотрофные по некоторым аминокислотам прокариоты (ряд патогенных бактерий, микоплазмы, спирохеты) потребляют их в готовом виде в организме хозяина.

БИОСИНТЕЗ БЕЛКОВ.

- Основу конструктивного обмена составляет биосинтез белков, который находится под контролем генетической системы организма и осуществляется белоксинтезирующей системой бактериальной клетки.
- Для бактерий характерна следующая фундаментальная закономерность: общая интенсивность биосинтетических процессов (а, следовательно, и скорость роста) определяется суммарной скоростью биосинтеза белка, а она, в свою очередь, непосредственно зависит от содержания в клетке рибосом. Поэтому регуляция содержания рибосом является одним из важнейших механизмов, с помощью которых осуществляется адаптация бактерий к изменяющимся условиям среды.

Биосинтез липидов.

- Липиды микроорганизмов представлены жирными кислотами, фосфолипидами, воском, терпенами, каротиноидами, которые содержат длинноцепочечные насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты.
- Важную роль в биосинтезе жирных кислот у микроорганизмов играют так называемые ацетилпереносящие белки. В ходе биосинтеза к ним присоединяются ацильные фрагменты с образованием тиоэфиров.

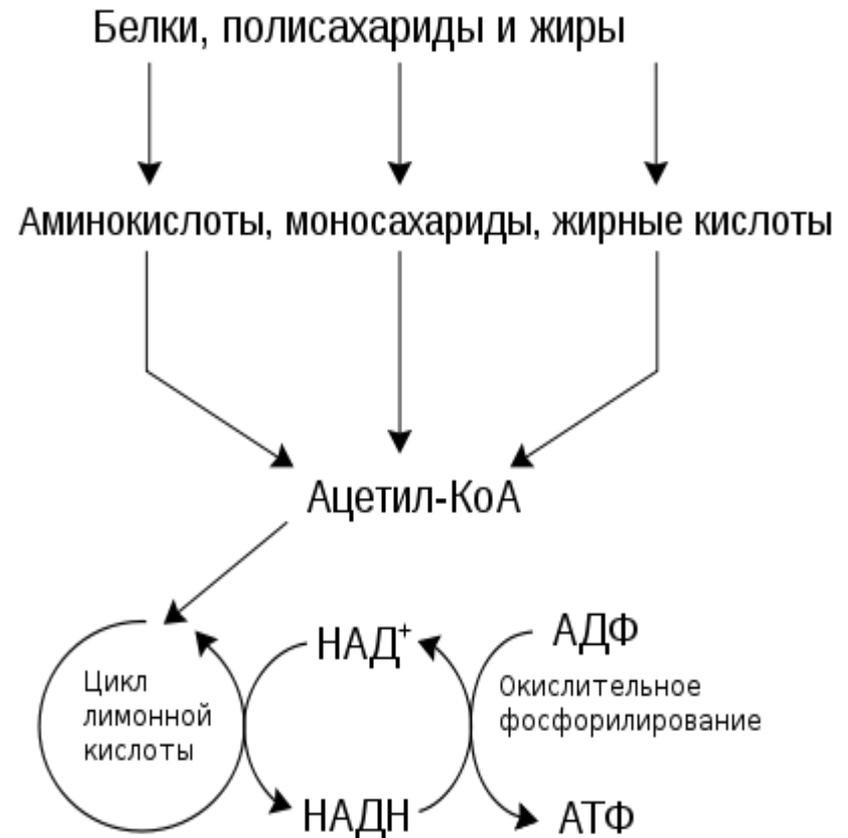


БИОСИНТЕЗ ЛИПИДОВ.

- Последовательное удлинение этих фрагментов приводит в конечном счете к образованию высших жирных кислот, содержащих обычно 16-18 углеродных атомов. Некоторые бактерии синтезируют жирные кислоты, содержащие до 24-30 атомов углерода.
- Многие микроорганизмы синтезируют ненасыщенные жирные кислоты с двойными связями, которые формируются из соответствующих насыщенных кислот. У аэробов этот процесс требует присутствия кислорода.
- Микоплазмы, ауксотрофные по жирным кислотам, получают их в готовом виде из клеток хозяина или питательной среды.
- Центральную роль в биосинтезе фосфолипидов играет цитидинфосфатглицерид, являющийся непосредственным предшественником фосфатидилглицерина, фосфатидилинозина и фосфатидилглицерофосфата. Остальные фосфолипиды образуются путем ферментативных превращений этих соединений.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ

- Дыхание, или биологическое окисление, основано на окислительно-восстановительных реакциях, идущих с образованием АТФ - универсального аккумулятора химической энергии.. При дыхании происходят процессы окисления и восстановления:



- Акцептором водорода или электронов может быть молекулярный кислород (такое дыхание называется аэробным) или нитрат, сульфат, фумарат (такое дыхание называется анаэробным - нитратным, сульфатным, фумаратным).
- Анаэробноз (от греч. воздух + жизнь) - жизнедеятельность, протекающая при отсутствии свободного кислорода.
- По отношению к молекулярному кислороду бактерии можно разделить на:
 1. **облигатные аэробы,**
 2. **облигатные анаэробы,**
 3. **факультативные анаэробы**
 4. **микроаэрофилы.**

- Облигатные аэробы могут расти только при наличии кислорода. При наличии кислорода бактерии образуют перекисные радикалы кислорода, в том числе перекись водорода и супероксид-анион кислорода, токсичные для анаэробных бактерий. Аэробные бактерии инактивируют перекись водорода и супероксид-анион соответствующими ферментами (каталазой, пероксидазой и супероксиддисмутазой).
- Факультативные анаэробы могут расти как при наличии, так и при отсутствии кислорода, поскольку они способны переключаться с дыхания в присутствии молекулярного кислорода на брожение в его отсутствие.
- Микроаэрофилы лучше растут при пониженном содержании кислорода.
- Среди облигатных анаэробов различают аэротолерантные бактерии, которые сохраняются при наличии молекулярного кислорода, но не используют его.

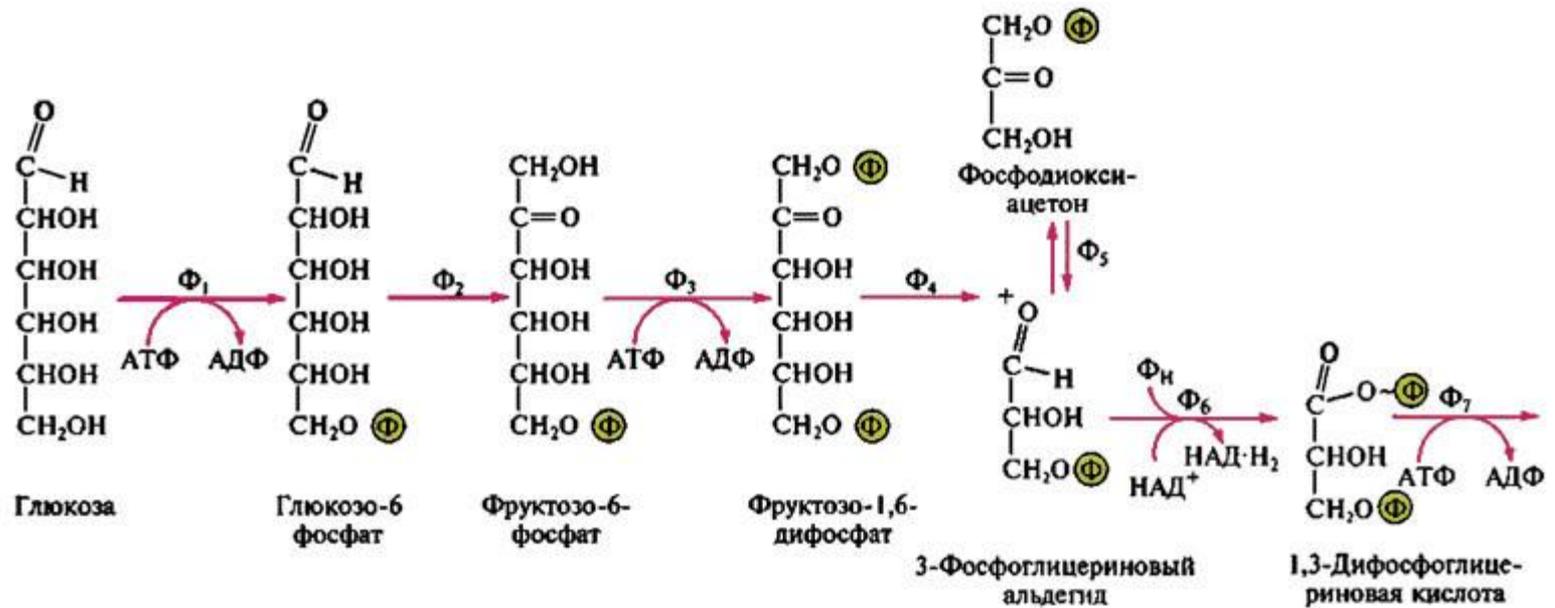
ПОЛУЧЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПУТЕМ СУБСТРАТНОГО ФОСФОРИЛИРОВАНИЯ. БРОЖЕНИЕ.

У микроорганизмов выделяют три пути превращения сахаров в основной энергетический метаболит — пировиноградную кислоту:

- путь Эмбдена-Мейергофа (гликолиз),
- пентозофосфатный путь (или гексозофосфатный шунт)
- путь Энтнера-Дудорова, обнаруженный лишь у некоторых прокариот.

Гликолиз (путь Эмдена - Мейергофа).

- В результате расщепления глюкозы расходуется 2 и синтезируется 4 молекулы АТФ. Таким образом, общий выход составляет 2 молекулы АТФ и 2 молекулы НАД Н₂.
- Реакции фосфорилирования, непосредственно связанные с переносом фосфата с промежуточного продукта на АДФ, называются субстратным фосфорилированием.
- Дальнейшие пути превращения пирувата определяются метаболическими особенностями микроорганизмов.

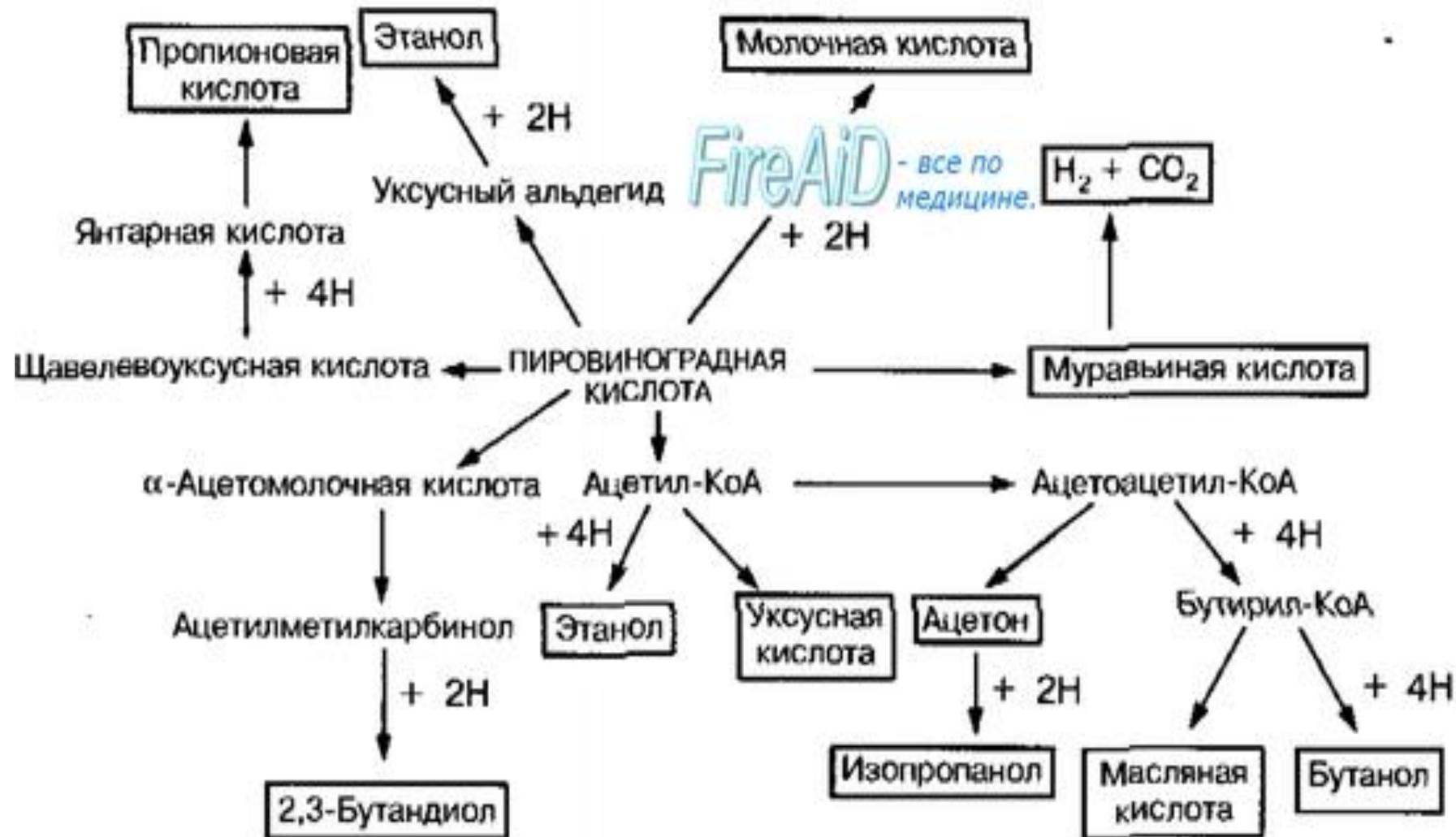


БРОЖЕНИЕ

Для облигатных и факультативных анаэробов характерно брожение - способом получения энергии в результате окислительно-восстановительных реакций, в которых органические соединения функционируют как доноры и акцепторы электронов. В зависимости от образования конечных продуктов различают несколько типов брожения:

- молочнокислое,
- спиртовое,
- муравьинокислое,
- пропионовокислое и др.,

каждое из которых вызывается соответствующими микроорганизмами.



МОЛОЧНОКИСЛОЕ БРОЖЕНИЕ.

- Бактерии родов *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bifidobacterium* способны образовывать из пирувата молочную кислоту.
- При этом в одних случаях происходит образование только молочной кислоты (гомоферментативное брожение),
- в других случаях (смешанное брожение) наряду с молочной кислотой образуются побочные продукты: спирт, ацетон, и др., количество которых может превосходить содержание основного продукта.

МАСЛЯНОКИСЛОЕ БРОЖЕНИЕ.

- Одним из основных продуктов брожения является масляная кислота.
- При этом типе брожения образуются также уксусная кислота, CO_2 и H_2 .
- Некоторые виды клостридий наряду с масляной и другими кислотами образуют бутанол, ацетон и некоторые другие соединения. В данном случае они вызывают ацетонобутиловое брожение.

МУРАВЬИНОКИСЛОЕ БРОЖЕНИЕ.

- Этот тип брожения характерен для представителей семейства энтеробактерий.
- Одним из конечных продуктов данного типа брожения является муравьиная кислота. Наряду с ней образуются молочная, уксусная кислоты и другие продукты.
- Некоторые виды энтеробактерий (например, кишечная палочка) расщепляют муравьиную кислоту до H_2 и CO_2 .
- Признаки кислото- и газообразования являются довольно стабильными и используются для идентификации бактерий на средах Гисса («пестрый» ряд).

ПРОПИОНОВОКИСЛОЕ БРОЖЕНИЕ

- характерно для пропионобактерий, которые из пирувата образуют пропионовую кислоту.
- Многие бактерии при сбраживании углеводов наряду с другими продуктами образуют этиловый спирт. При этом он, как правило, не является основным продуктом.

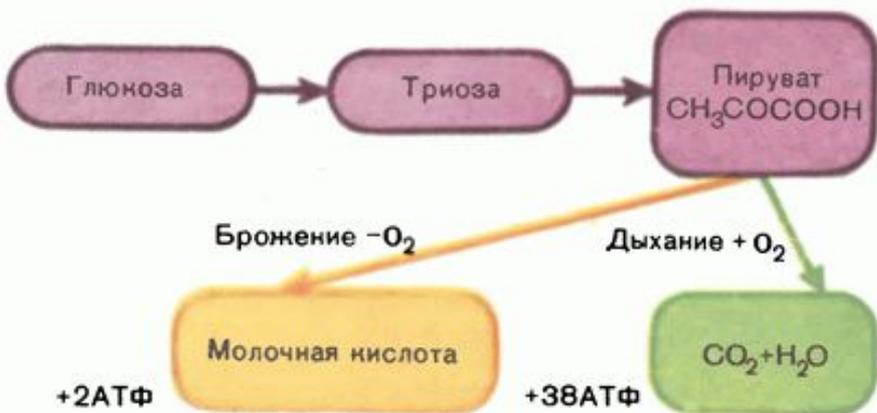
ПЕНТОЗОФОСФАТНЫЙ, ИЛИ ГЕКСОЗОМОНОФОСФАТНЫЙ (ГМФ), ПУТЬ.

- Этот путь расщепления глюкозы характерен для многих микроорганизмов и не приводит непосредственно к образованию пировиноградной кислоты.
- Последовательность реакций ГМФ-пути у бактерий идентична той, которая присуща клеткам высших организмов.
- Основным функциональным назначением данного пути является подготовка углеводных компонентов (пентозофосфатов - рибозо-5-фосфата) для биосинтеза нуклеиновых кислот, а также основной массы НАДФ • Н₂, необходимого для различных биосинтетических реакции.

КЕТОДЕЗОКСИФОСФОГЛЮКОНАТНЫЙ (КДФГ) ПУТЬ (ЭНТНЕРА - ДУДОРОВА).

- У высших организмов КДФГ-путь отсутствует. Пировиноградная кислота образуется у этих микроорганизмов двумя путями: при расщеплении 2-кето-3-дезоксиглюконовой кислоты и при окислении глицирINALЬДЕГИД-3-ФОСФАТА так же, как при гликолизе. При расщеплении глюкозы КДФГ-путем синтезируется по 1 молекуле АТФ, НАД- Н₂ и НАДФ- Н₂ без газообразования.
- Бактерии, расщепляющие глюкозу КДФГ-путем, не имеют ферментов, необходимых для образования из пировиноградной кислоты молочной, муравьиной и других кислот.
- КДФГ-путь функционирует в основном у аэробных микроорганизмов, в связи с чем его называют «аэробным», а метаболизм - «окислительным». В противоположность этому гликолитический путь, присущий облигатным и факультативным анаэробам, называют «бродильным».

Схема процесса гликолиза и его связи с процессами дыхания и брожения с указанием количества молекул АТФ, образующихся при расщеплении одной молекулы глюкозы.



ПОЛУЧЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПУТЕМ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ФОСФОРИЛИРОВАНИЯ.

- При субстратном фосфорилировании из глюкозы или других источников углерода получают лишь незначительную часть энергии.
- Полное освобождение энергии происходит только при окислении глюкозы до CO_2 и H_2O .

- Пируват, образующийся в процессе гликолиза, окисляется до ацетил-КоА, который при взаимодействии с уксусной кислотой включается в цикл трикарбоновых кислот (ЦТК).
- При этом происходит расщепление ацильных групп с освобождением 4 пар атомов H, которые восстанавливают НАД, ФАД и НАДФ до НАД • H₂, ФАД • H₂ и НАДФ • H₂.
- Не менее важная функция ЦТК состоит в образовании предшественников аминокислот, которые вовлекаются в реакции биосинтеза. Этим можно объяснить наличие большинства ферментов ЦТК у облигатных анаэробов.

- У всех аэробных и факультативно-анаэробных бактерий дыхательная цепь локализована на цитоплазматической мембране. Перенос электронов на молекулярный кислород осуществляется комплексом никотинамидных дегидрогеназ либо хинонов и цитохромов. При этом дыхательная цепь в зависимости от видовой принадлежности бактерий различается по составу промежуточных переносчиков и природы конечного акцептора электронов.

- У бактерий распространены системы окисления субстрата, связанные не с цитохромами, а с флавинзависимыми оксидазами, которые опосредуют взаимодействие субстрата с O_2 . При этом водород ФАД- H_2 может непосредственно передаваться O_2 с образованием H_2O_2 , которые аэробные бактерии расщепляют с помощью каталазы. Накопление перекиси водорода у анаэробов, не имеющих каталазы, приводит к задержке их роста и гибели.

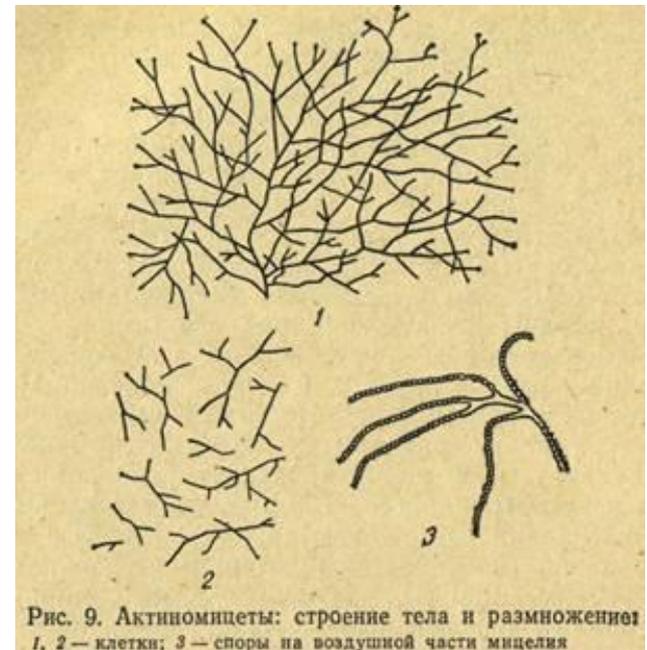
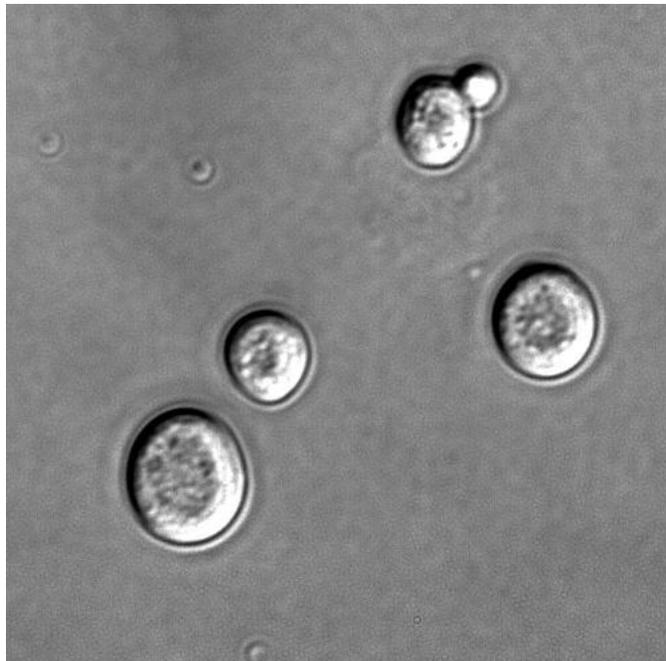
- Поскольку при окислительном фосфорилировании высвобождается гораздо больше энергии, чем при брожении, некоторые бактерии осуществляют такой тип дыхания, при котором акцептором водорода (электронов) является «связанный» кислород.
- Его носители - нитраты (нитратное дыхание) или сульфаты (сульфатное дыхание). При этом за счет водорода окисляемого субстрата нитраты восстанавливаются до молекулярного азота, а сульфаты - до H_2S .

РОСТ И РАЗМНОЖЕНИЕ БАКТЕРИЙ.

Жизнедеятельность бактерий характеризуется

- ростом - формированием структурно-функциональных компонентов клетки и увеличением самой бактериальной клетки
- размножением - самовоспроизведением, приводящим к увеличению количества бактериальных клеток в популяции.

- Бактерии размножаются путем бинарного деления пополам, реже путем почкования. Актиномицеты, как и грибы, могут размножаться спорами. Актиномицеты, являясь ветвящимися бактериями, размножаются путем фрагментации нитевидных клеток.



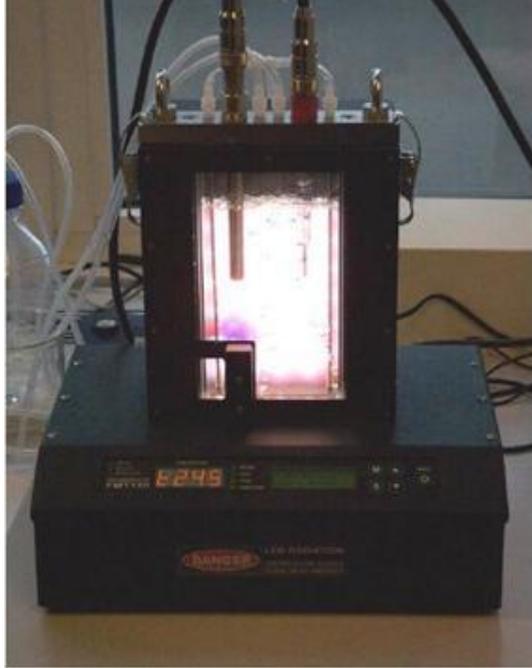
- Грамположительные бактерии делятся путем вставания синтезирующихся перегородок деления внутрь клетки, а грамотрицательные - путем перетяжки, в результате образования гантелевидных фигур, из которых образуются две одинаковые клетки.
- Делению клеток предшествует репликация бактериальной хромосомы. Окончательное их обособление завершается образованием перетяжки или перегородки деления.



▣ **Размножение бактерий в жидкой питательной среде.**

Бактерии, засеянные в определенный, не изменяющийся объем питательной среды, размножаясь, потребляют питательные элементы, что приводит в дальнейшем к истощению питательной среды и прекращению роста бактерий.

Культивирование бактерий в такой системе называют периодическим культивированием, а культуру - периодической. Если же условия культивирования поддерживаются путем непрерывной подачи свежей питательной среды и оттока такого же объема культуральной жидкости, то такое культивирование называется непрерывным, а культура непрерывной.



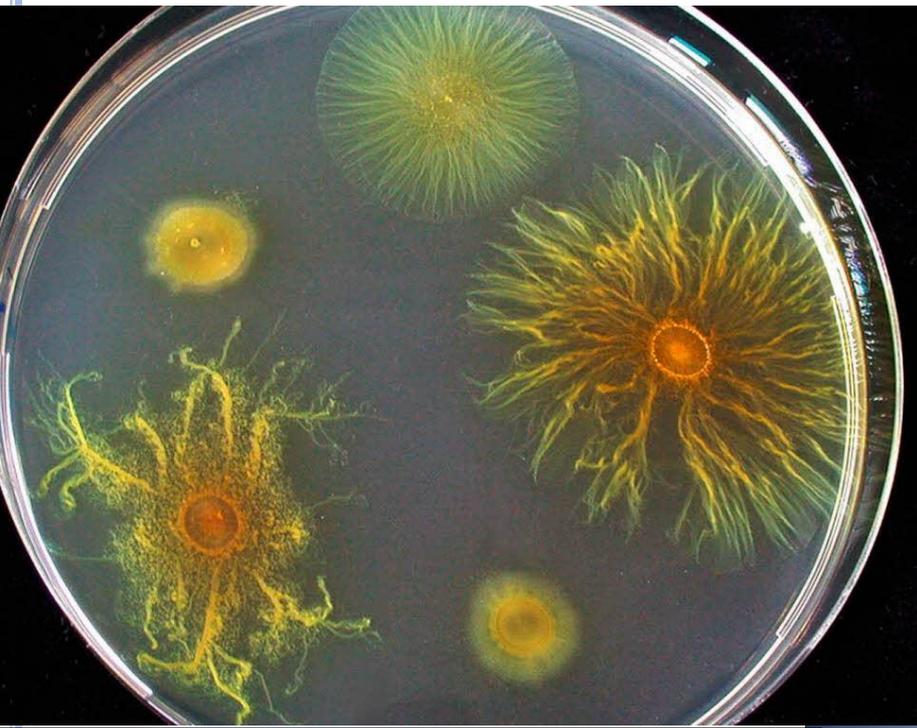
- При выращивании бактерий на жидкой питательной среде наблюдается придонный, диффузный или поверхностный (в виде пленки) рост культуры. Рост периодической культуры бактерий, выращиваемых на жидкой питательной среде, подразделяют на несколько фаз, или периодов. Эти фазы можно изобразить графически в виде отрезков кривой размножения бактерий, отражающей зависимость логарифма числа живых клеток от времени их культивирования.

Логарифмы числа бактерий



РАЗМНОЖЕНИЕ БАКТЕРИЙ НА ПЛОТНОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ.

- Бактерии, растущие на плотных питательных средах, образуют изолированные колонии различной формы, с ровными или неровными краями (S- и R-формы), различной консистенции и цвета, зависящего от пигмента бактерий и другими особенностями.
- Вид, форма, цвет и другие особенности колоний (культуральные свойства) могут учитываться при идентификации бактерий, а также отборе колоний для получения чистых культур



ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ

Питательные среды должны обязательно отвечать основным требованиям:

- они должны содержать в достаточном количестве все необходимые питательные вещества (источники энергии, углерода, азота), соли и ростовые факторы;
- должны иметь определенные, значения рН, осмотические и другие физико- химические свойства, оптимальные для роста данного вида бактерий;
- должны иметь достаточную влажность (при их усыхании повышается концентрация питательных веществ, особенно солей, до уровней, тормозящих рост бактерий).
- питательные среды для лучшего определения культуральных свойств бактерий должны быть по возможности прозрачными.
- должны быть стерильными, не содержать посторонней микрофлоры.

ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ

Существует много различных вариантов питательных сред, сконструированных с учетом потребностей соответствующих видов бактерий и диагностических целей.

По консистенции питательные среды делят на

- Жидкие (без агара)
- полужидкие (менее 1% агара)
- Плотные (более 1 % агара)

По целям использования выделяют

- транспортные среды
- среды обогащения
- среды накопления

По назначению питательные среды подразделяют на следующие основные категории.

- **Универсальные**
- **Селективные** (синонимы: избирательные, элективные, обогатительные)
- **Дифференциально-селективные**
- **Специальные**
- **Синтетические**
- **Полусинтетические**
-

- **Универсальные** — среды, на которых хорошо растут многие виды патогенных и непатогенных бактерий. К ним относятся: мясо-пептонный бульон (МПБ = мясная вода + 1% пептона + 0,5% NaCl), мясо-пептонный агар (МПА = МПБ + 2-3% агара).

- **Дифференциально-диагностические** — среды, позволяющие отличать одни виды бактерий от других по их ферментативной активности или культуральным проявлениям. К ним относятся среды Эндо, Левина, Плоскирева, Гисса и многие другие.

- ▣ **Селективные** (синонимы: избирательные, элективные, обогатительные) - среды, содержащие вещества, используемые микроорганизмами определенных видов и не благоприятствующие или даже препятствующие росту других микроорганизмов. Селективные среды позволяют направленно отбирать из исследуемого материала определенные виды бактерий. Сюда относятся среды Мюллера, селенитовая, 1% щелочная пептонная вода и другие.

- **Дифференциально-селективные** — среды, сочетающие в себе свойства дифференциально-диагностических и селективных сред. Они используются, в частности, для ускорения обнаружения и идентификации бактерий, относящихся к большому числу широко распространенных видов энтеробактерий

- ▣ **Синтетические** — среды строго определенного химического состава, представляющие собой растворы неорганических солей с добавлением химических соединений, которые служат источником углерода или азота. Примером такой синтетической среды является минимальная среда М-9, в которой источником энергии и углерода является глюкоза, а азота - аммоний. Синтетические среды могут быть и более сложного состава, с включением различных аминокислот, оснований и витаминов (Среды Игла, 199 и др).

- ▣ **Специальные** — среды, специально приготовленные для получения роста тех бактерий, которые не растут или очень плохо растут на универсальных средах. К ним относятся среды Мак-Коя-Чепина (для получения роста возбудителя туляремии), кровяной МПА (для получения роста патогенных стрептококков), среда Левенштейна—Иенсена (для выделения возбудителя туберкулеза) и другие.

- ▣ **Синтетические** — среды строго определенного химического состава, представляющие собой растворы неорганических солей с добавлением химических соединений, которые служат источником углерода или азота. Примером такой синтетической среды является минимальная среда М-9, в которой источником энергии и углерода является глюкоза, а азота - $\text{MP}^{\wedge}\text{C}!$. Синтетические среды могут быть и более сложного состава с включением различных аминокислот, оснований и витаминов.

- **Полусинтетические** - синтетические среды, к которым добавляют какой-либо продукт природного происхождения, например, сыворотку крови.