

ТЕМА: Физиология
микроорганизмов. Важнейшие
микробиологические
процессы

ПЛАН:

- Обмен веществ.
- Химический состав микробной клетки.
- Ферменты.
- Питание . Классификация микроорганизмов по типу питания
- Дыхание микроорганизмов.
- Брожение.

ФИЗИОЛОГИЯ МИКРОБОВ

- изучает жизнедеятельность ми/о
- процессы питания и обмена
- дыхания
- роста и размножения
- взаимодействия с окружающей средой

Изучение физиологии важно для:

- понимания патогенеза
- постановки м/б диагноза
- лечения и профилактики инф.заболеваний
- регуляции взаимоотношений человека с окружающей средой

Мотивация к изучению физиологии микроорганизмов

- Смертность на планете увеличилась в 1,5-3 раза
- В США врачебные ошибки занимают 5 место среди причин смерти
- Причины врачебных ошибок:
 - 1) плохо собранный анамнез – 23%
 - 2) недостатки в клиническом обследовании - 20,3%
 - 3) недостатки в леч.-профилактических мероприятиях – 19%

«Если троечник средствами своей профессии не может
заработать себе на хлеб, не выписывай ему диплом»
слова Олега Табакова на выпуске актеров

Бактерии отличаются:

- своеобразным химическим составом
- разнообразными типами питания
- способами получения энергии
- быстрым размножением
- высокой приспособляемостью и устойчивостью ко многим факторам окружающей среды

Обмен веществ у МО – это процесс анаболизма и катаболизма.

Обмен веществ

- Строительный
- Энергетический

Метаболизм

– совокупность ферментативных процессов, протекающих в клетке и обеспечивающих её энергетические и биосинтетические потребности.



Энергетический метаболизм **(катаболизм)**

– поток реакций, сопровождающийся мобилизацией энергии и преобразованием её в электрохимическую или химическую форму, которая затем используется во всех энергозависимых процессах.

Конструктивный метаболизм

(биосинтез, анаболизм)

– поток реакций, в результате которых за счет поступающих извне веществ строится вещество клетки и при этом используется запасённая клеткой энергия.

- **Анаболизм** (иначе конструктивный обмен) сводится к использованию клетками микроорганизмов веществ, поступивших в них различными путями, в биосинтезе химических соединений. Реакции биосинтеза чаще всего имеют восстановительный характер.

СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОБМЕН

Белки

- более 2000 белков
- состоящих из сочетаний 20 остатков обычных аминокислот и
- диаминопимелиновая кислота (ДАП)
отсутствующая в клетках человека и ЖИВОТНЫХ

Физико-химические свойства бактерий

- **Плотность, вязкость** (больше вязкости воды в 3-800 раз)
- **Внутриклеточное осмотическое давление**(в 2 раза ниже, чем у клеток высших животных)
- **Проницаемость** (при 0,3-0,5% NaCl, но могут жить и расти в H₂O, а в гипертоническом растворе NaCl или сахара – происходит плазмолиз и гибель, хотя стафилококк выдерживает высокую концентрацию соли)
- **Заряд** (отрицательный в нейтральной среде)
- **pH=7,0** (близко к нейтральному или слабощелочному - 7,2-7,4, но холерный вибрион щелочелюбив)

- Для роста и размножения бактерий необходимы растворенные химические соединения.
- **К макроэлементам** относят 10 химических элементов: углерод, водород, кислород, **азот**, серу, калий, кальций, фосфор, магний, железо.
- **Микроэлементы** нужны бактериям в очень малых количествах, они представлены марганцем, молибденом, цинком, медью, кобальтом, никелем, хлором, бромом и другими металлами и неметаллами.

По потребности в **углероде** бактерии делятся на две большие группы: автотрофы или органотрофы и гетеротрофы (литотрофы)

Бактерии - автотрофы способны получать энергию путем окисления неорганических соединений, они, как правило, используют CO_2 как основной источник, содержащий углерод в наиболее окисленной форме.

Бактерии - гетеротрофы получают углерод из органических соединений. Источником углерода могут быть разные органические соединения – спирты, углеводы, ароматические соединения, органические кислоты.

Гетеротрофы делят на сапрофитов, живущих за счет органических соединений, поступающих в бактериальную клетку из внешней среды и паразитов (паразитов), способных утилизировать только продукты метаболизма внутри живой клетки. Паразитизм может быть факультативным и абсолютным или облигатным.

*Бактерии, изучаемые
медицинской
микробиологией-
хемоорганогетеротрофы*

Отличительной особенностью этой группы является то, что источник углерода у них является источником энергии.



Анаболизм

- Для роста микроорганизмов так же необходим **азот**, который входит в состав органических соединений или солей в разной степени восстановления (соли аммония, нитраты или аминокислоты и продукты неполного расщепления белков животного происхождения - гидролизаты, пептоны и сложные белковые смеси – нативную сыворотку животных, асцитическую жидкость и др.)
- Кроме углерода, азота и других химических элементов, многие бактерии нуждаются в **факторах роста**.

Факторы роста — вещества, которые прокариоты по каким-либо причинам не могут синтезировать самостоятельно из используемого источника углерода. К ним относятся **аминокислоты, пурины, пиримидины, витамины** и др. Такие вещества добавляют в питательные среды в готовом виде в небольших количествах.

- ❑ Микроорганизмы, которым в дополнение к основному источнику углерода необходимы факторы роста, называются **ауксотрофы.**
- ❑ Микроорганизмы, которые синтезируют все необходимые органические соединения из основного источника углерода самостоятельно, называются **прототрофы.**

Классификация микроорганизмов

По источнику углерода

Автотрофы
 CO_2

Гетеротрофы
органические соединения

По источнику энергии

Фототрофы
свет

Хемотротрофы
Энергия химических связей

В зависимости от донора электронов

Литотрофы

Органотрофы

Степень гетеротрофности

Облигатные внутриклеточные паразиты

получают питательные вещества от макроорганизма

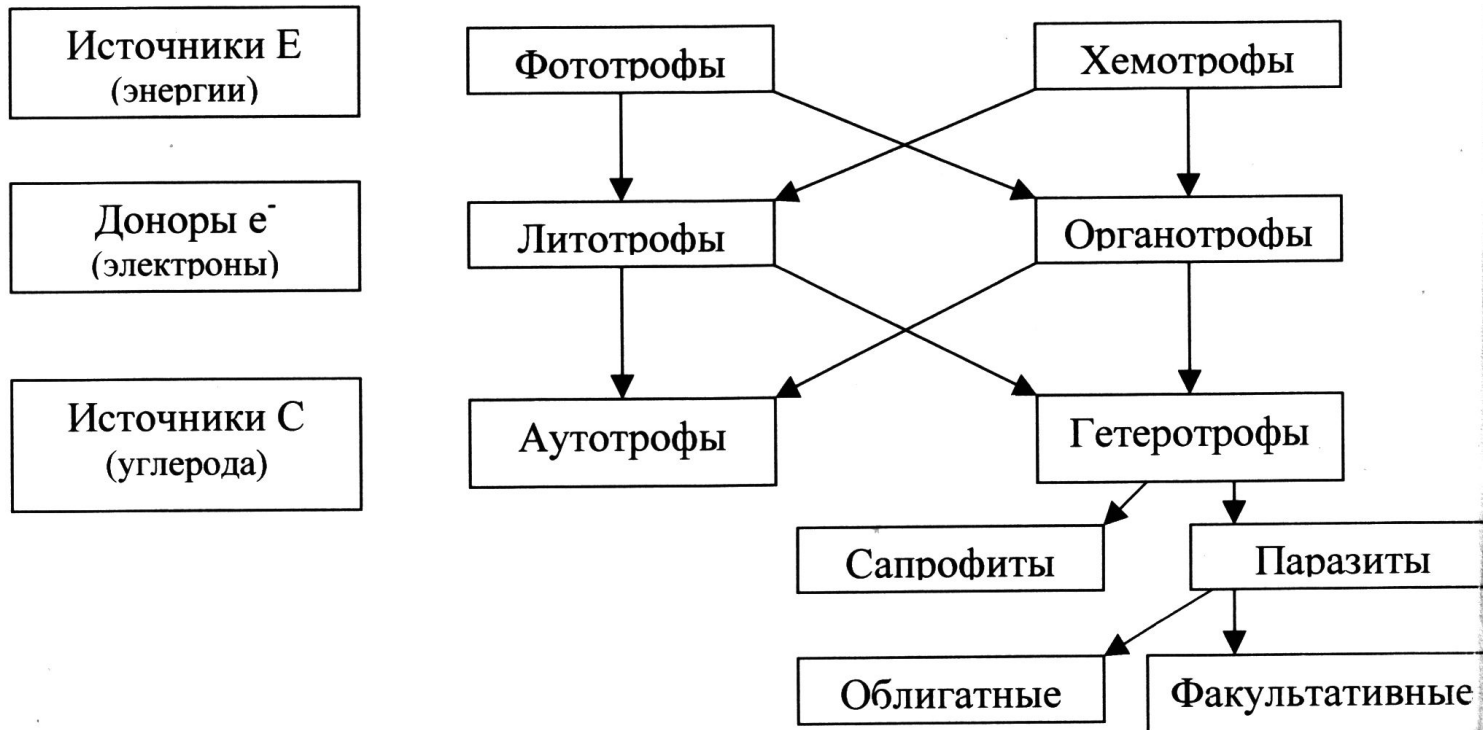
Факультативные паразиты

Сапрофиты

питаются мертвым органическим материалом и независимы от других организмов

Питание бактерий

КЛАССИФИКАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ПО ТИПАМ ПИТАНИЯ



- Микроорганизмы **не способны усваивать твердые вещества**, поэтому они **превращают их** в доступное состояние с помощью органических кислот, выделяемых за пределы клетки, и **ферментов**.

- ***Ферменты*** – специфические катализаторы белковой природы, вырабатываемые клетками и тканями живых существ и способные во много раз ускорять течение биохимических и химических реакций, не входя в состав конечных продуктов.

- **Эндоферменты** катализируют метаболизм, проходящий внутри клетки.
- **Экзоферменты** выделяются клеткой в окружающую среду, расщепляя макромолекулы питательных субстратов до простых соединений, которые усваиваются клеткой.
Могут инактивировать антибиотики (пенициллиназа и др.), выполняя защитную функцию.

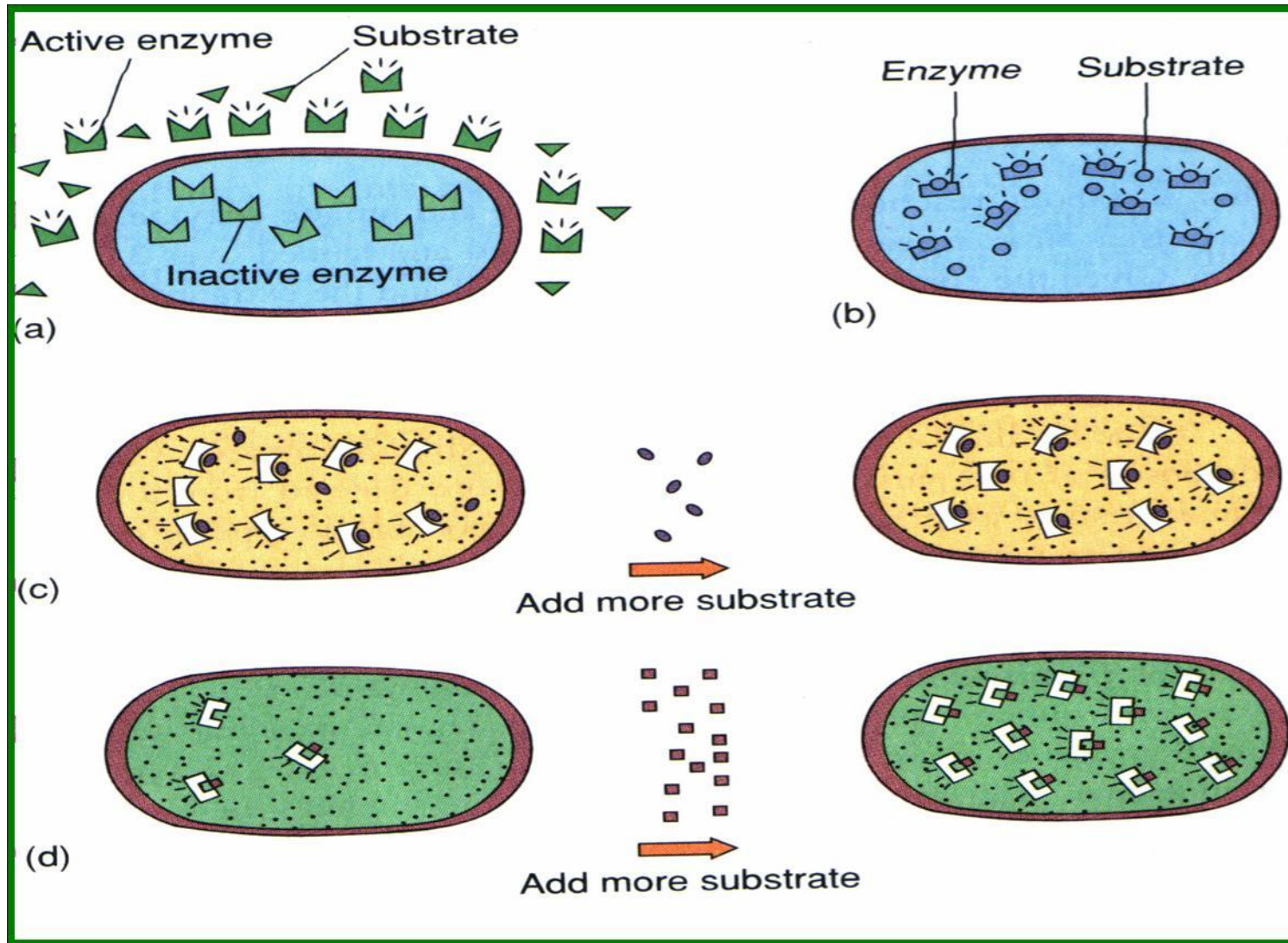
Различают:

- **конститутивные ферменты** - синтезируются непрерывно, независимо от наличия в питательной среде соответствующего субстрата;
- **индуцибельные (адаптивные) ферменты** - синтезируются только при наличии в среде субстрата данного фермента (например, **β -галактозидаза кишечной палочкой** на среде с глюкозой практически не образуется, но увеличивается при выращивании палочек на среде с лактозой).

Однако некоторые субстраты не растворяются в воде (белки, полисахариды), или образуют коллоидные растворы, которые не проникают в клетку.

В таком случае клеточные экзоферменты, которые выделяются в окружающую среду, вызывают гидролиз этих субстанций, расщепляя их к более простым и мелким молекулам и переводя в растворимое состояние.

Ферменты бактерий



- В 1961 г. Международная комиссия по ферментам предложила классификацию ферментов на основании типа катализируемой реакции.
- В принятой классификации все ферменты на основании катализируемых реакций разделены на шесть классов, расположенных в следующем порядке: 1) оксидоредуктазы, 2) трансферазы, 3) гидролазы, 4) лиазы, 5) изомеразы, 6) лигазы (синтетазы).

Например... но нужно ли нам это?

- **Оксиредуктазы** катализируют окислительно-восстановительные реакции, перенося атом водорода и обеспечивая связывание его молекулярным кислородом.
- **Трансферазы** катализируют перенос определенных атомов или их групп от одной молекулы к другой.
- **Гидролазы** разрушают связи между атомами углерода и атомом кислорода, азота, серы и пр. и одновременно связывают молекулы воды.

ФЕРМЕНТЫ МИКРООРГАНИЗМОВ

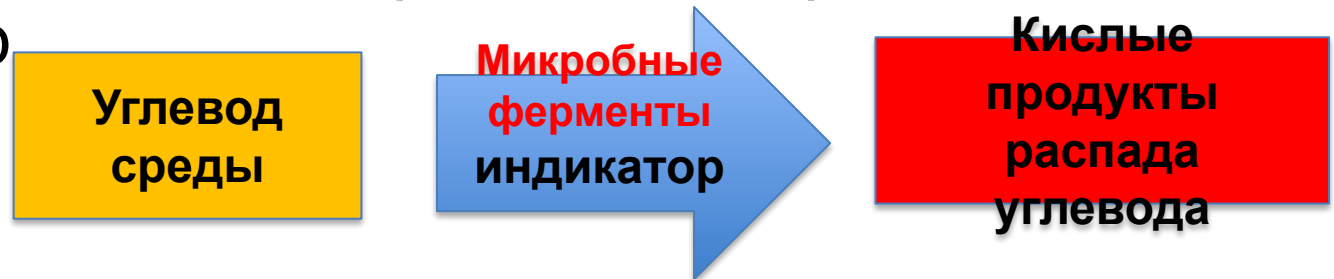
ГИДРОЛАЗЫ	АДАПТИВНЫЕ
ОКСИДОРЕДУКТАЗЫ	КОНСТИТУТИВНЫЕ
ИЗОМЕРАЗЫ	
ТРАНСФЕРАЗЫ	
ЛИАЗЫ	
ЛИГАЗЫ	
ЭНДОФЕРМЕНТЫ	
ЭКЗОФЕРМЕНТЫ	

Рабочая бактериологическая классификация

- По результату действия ферментов
 - 1.Сахаролитические.
 - 2.Протеолитические.
 - 3.Аутолитические.
 - 4.Окислительно- восстановительные (редуктазы).
 - 5.Ферменты патогенности (вирулентности).
-
- Ферментный состав клетки определяется геномом и является достаточно постоянным признаком.
 - Знание биохимических свойств микроорганизмов позволяет идентифицировать их по набору ферментов

1. Сахаролитические

- Изучают на средах Гисса (жидкие)- «ПЕСТРЫЙ РЯД» и плотные Клиглера, Ресселя, Эндо и пр..
- В основе сложные и простые сахара и индикатор



- Принцип:
- Основные продукты ферментирования углеводов - кислота, газ.
- *Свойство одних бактерий расщеплять данный углевод и его отсутствие у сравниваемых бактерий является дифференциальным признаком.*

Дифференциально- диагностические среды

- Среда, содержащая субстрат и индикатор – позволяет определять способность бактерий утилизировать соответствующие субстраты. Углеводы (например, сахароза, лактоза, арабиноза) или многоатомные спирты (сорбитол, маннитол, инозитол) могут подвергаться брожению с образованием в качестве конечных продуктов органических кислот. Поэтому их использование в энергетическом метаболизме приводит к закислению среды.
- Другие субстраты (лимонная кислота, мочевины, аргинин, орнитин, лизин), напротив, могут вызывать защелачивание питательной среды при их расщеплении бактериями. Соответствующие изменения pH приводят к изменению цвета добавленного в среду вещества-индикатора.

1. Сахаролитические

Среды Гисса (пестрый ряд) состоят из

- МПБ или полужидкого МПА
- Углевода (УВ) (лактозы, маннита и др.) и
- индикатора, меняющего цвет при расщеплении углевода с образованием кислоты

Регистрация на среде проводится по конечным продуктам распада УВ (кислота и газ)

Escherichia coli

Глюкоза	Лактоза	Мальтоза	Маннит	Сахароза	Пептонная вода	
					индол	H ₂ S
КТ	КТ	КТ	КТ	-	+	-



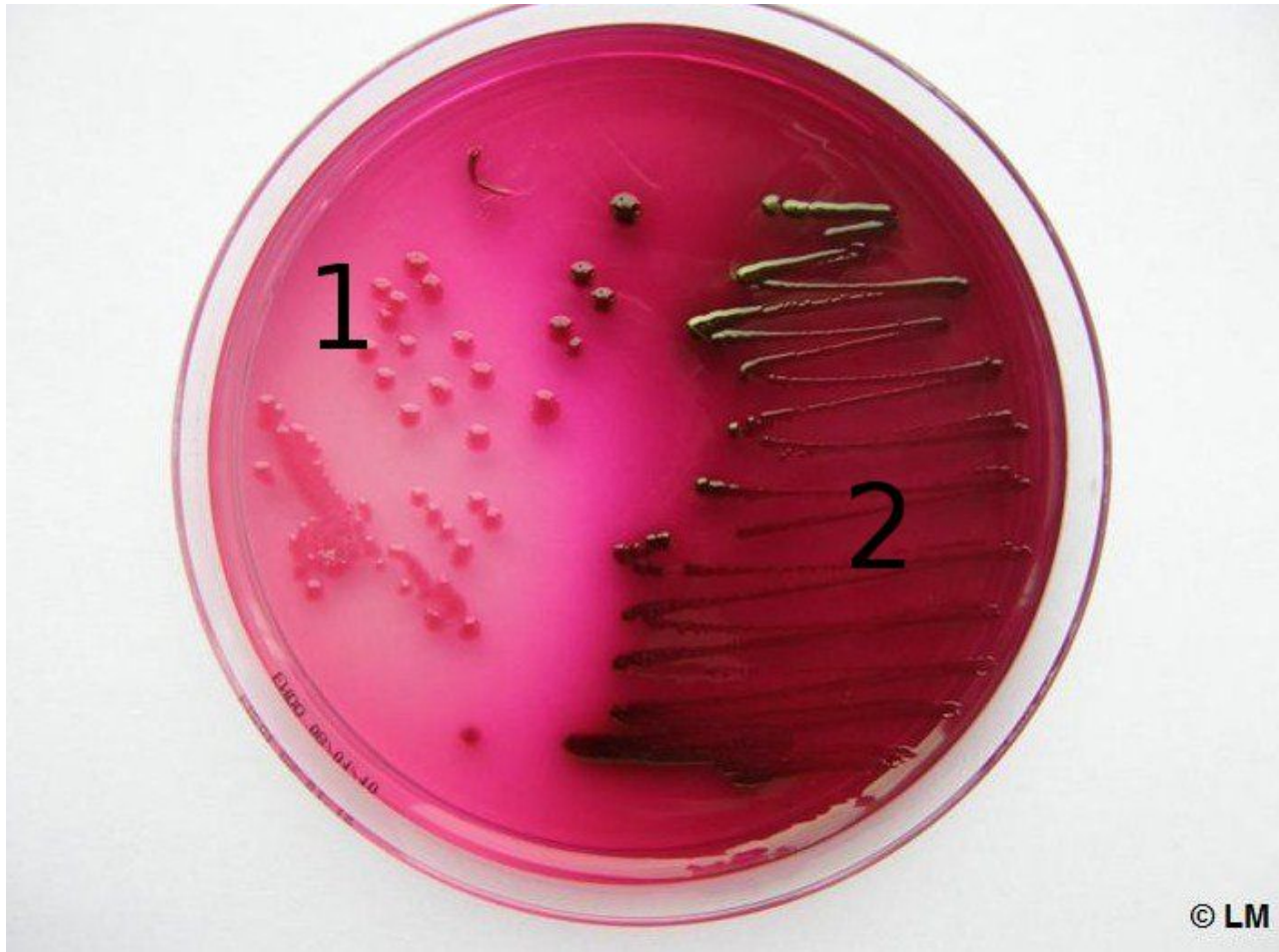
Среды Гисса



Дифференциально-диагностические среды

Среда Эндо

- является одной из сред для выделения представителей семейства Enterobacteriaceae, к которому относятся бактерии родов Escherichia, Shigella, Salmonella, Yersinia.
- Состав: мясопептонный агар, лактоза, фуксин, сульфит натрия (Na_2SO_3).
- Принцип действия: фуксин обесцвечивается сульфитом натрия и образуется бесцветная фуксинсернистая кислота (реактив Шиффа)-
- Лактоза в составе среды может сбраживаться многими представителями Enterobacteriaceae до муравьиной кислоты, которая реагирует с реактивом Шиффа, что приводит к высвобождению фуксина, в результате чего колонии и среда вокруг них окрашиваются в малиново-красный цвет с металлическим блеском или без него.
- Исходный цвет среды – бледно-розовый лактозо-негативные (не сбраживающие лактозу) бактерии образуют на ней прозрачные колонии, лактозо-позитивные - пурпурные с металлическим блеском.



Дифференциально- диагностические среды

Среда Эндо (низкоселективная)

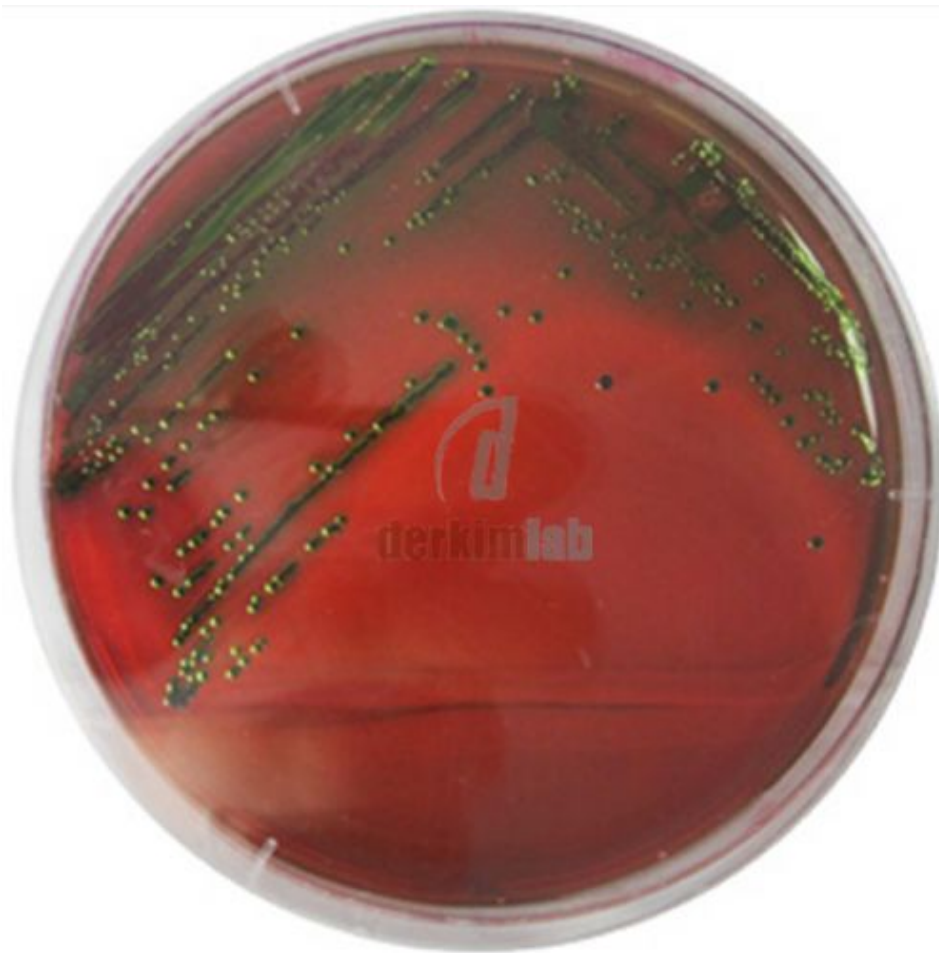
- МПА с лактозой и индикатором на pH
- Бактерии, расщепляющие лактозу
с кислотообразованием – лак «+» (E.coli)
образуют колонии красного цвета
с металлическим блеском на среде Эндо
- Бактерии, не расщепляющие лактозу
лак «-» (сальмонеллы, шигеллы),
образуют неокрашенные колонии на
среде Эндо

Дифференциально-диагностические среды

Среда Левина (ЕМВ-агар- Eosin Methylene Blue Agar) – аналог среды Эндо

- вместо фуксинсернистой кислоты содержит красители эозин и метиленовый синий (ингибирует рост кокковой флоры - Гр+), формирующие темный осадок с металлическим блеском при снижении pH вокруг
- лактозо-позитивных колоний

Среда Левина



Дифференциально-диагностические среды Плоскирева (с желчными кислотами)



Дифференциально-диагностические среды

Вильсона-Блера или Висмут-сульфитный агар

- Селективная среда для выделения сальмонелл.
- Пептический перевар животной ткани и мясной экстракт служат источником азотистых питательных веществ, углерода, серы, витаминов группы В и микроэлементов, необходимых для роста указанных бактерий.
- Бриллиантовый зеленый подавляет рост всех грамположительных бактерий. Глюкоза является ферментируемым углеводом.

Сульфат железа позволяет выявить продукцию сероводорода.

- *Висмут является тяжелым металлом, который подавляет рост большинства грамотрицательных кишечных бактерий, кроме сальмонелл.*
- Сальмонеллы восстанавливают сульфат железа в присутствии глюкозы и сульфита висмута до сульфида железа, который окрашивает их колонии в черный цвет.

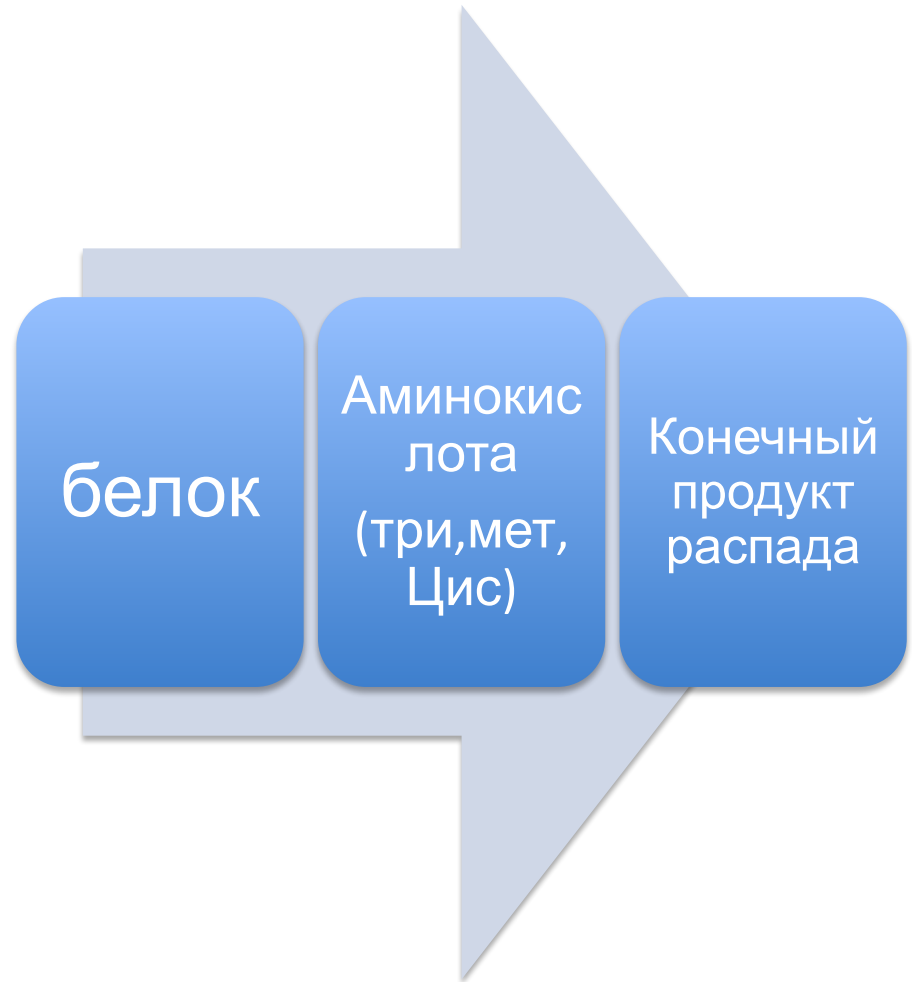


Состав (г/л):

Пептический перевар животной ткани	10,00
Мясной экстракт	5,00
Глюкоза	5,00
Натрия гидрофосфат	4,00
Железа сульфат	0,30
Висмута сульфит, индикатор	8,00
Бриллиантовый зеленый	0,025
Агар-агар	20,00
Конечное значение pH (при 25°C)	7,7 ± 0,2

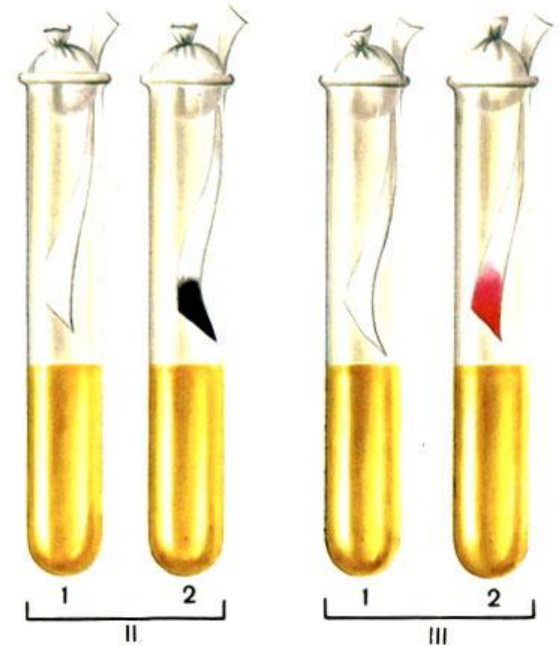
2. Протеолитические (полный распад белка)

- Изучают на жидких средах содержащих источники белка (МПБ, пептонная вода) с индикаторными бумажками пропитанными растворами реактива.



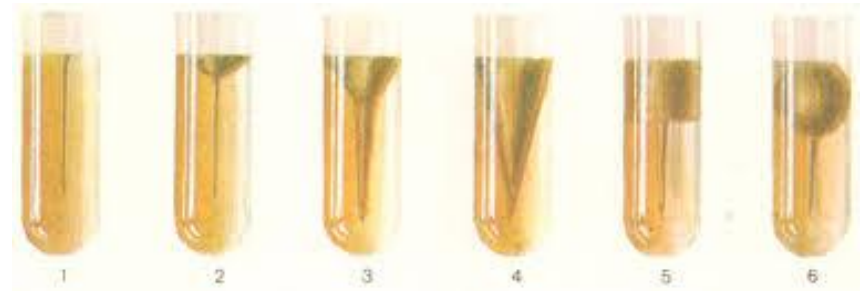
Продолжение

- Например: индол-щавелевая кислота-покраснение бумаги.
- Сероводород- ацетат свинца- почернение (сульфат свинца)



2. Протеолитические (неполный распад белка)

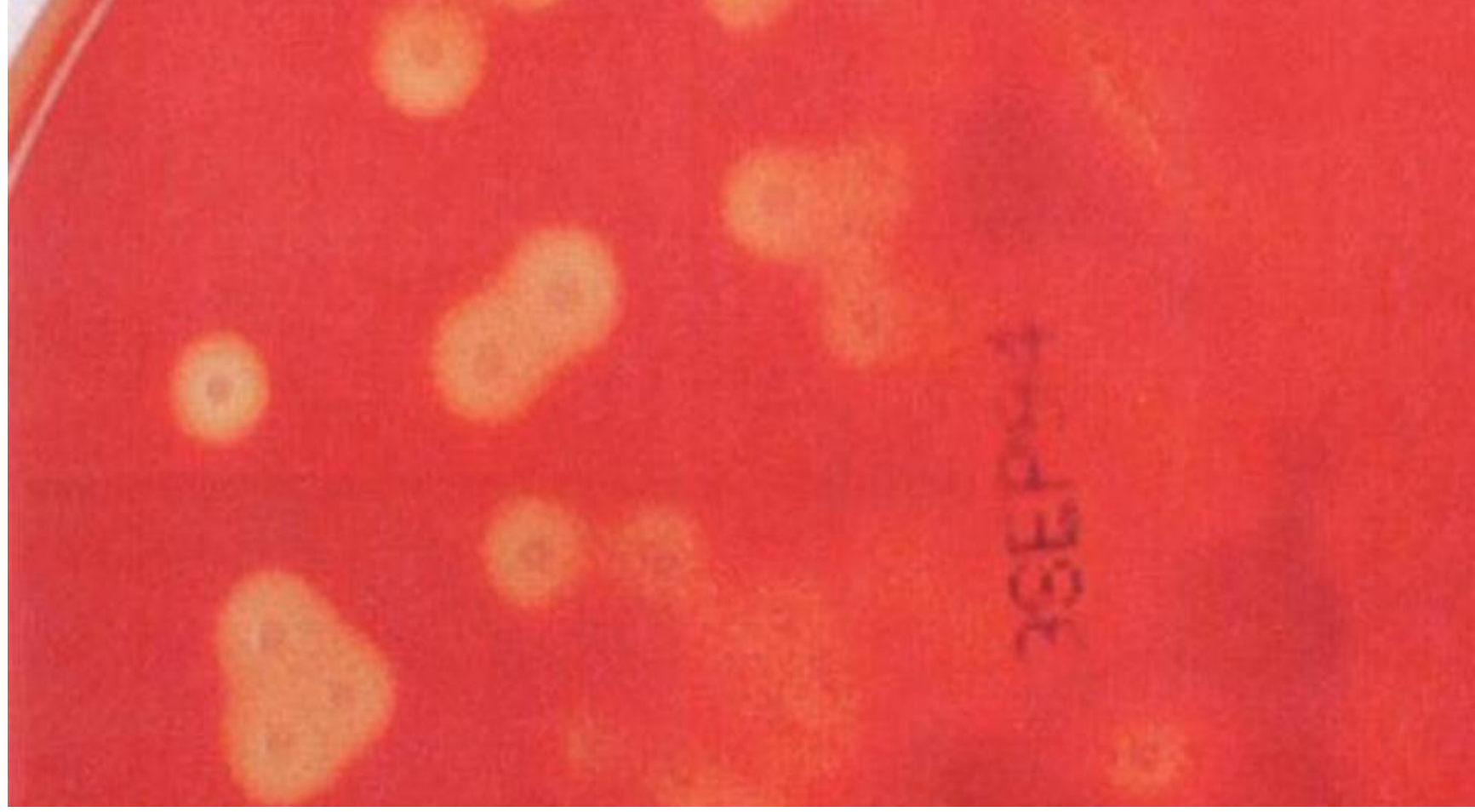
- В результате воздействия экзоферментов на белки образуются высокомолекулярные пептоны и полипептиды.
- Далее АК
- Изучают в столбике желатина в пробирке.



5. Ферменты патогенности

Гиалуронилаза

- Коллагеназа
 - ДНКа-за
 - Нейраминидаза
 - Лецитовителлаза и др.
-
- **Гиалуронидаза.** Действие этого фермента в основном сводится к повышению проницаемости тканей. Кожа, подкожная клетчатка и межмышечная клетчатка содержат мукополисахариды и гиалуроновую кислоту, которые замедляют проникновение через эти ткани чужеродных веществ, даже в жидком состоянии.
-
- **Нейраминидаза** отщепляет от различных углеводов связанные с ними гликозидной связью концевые сialовые кислоты, которые деполимеризуют соответствующие поверхностные структуры эпителиальных и других клеток организма, разжижают носовой секрет и муцинозный слой кишечника.



Значение ферментов

- Общебиологическое значение.
- Участие бактерий в круговороте веществ в природе- микроорганизмы - прекрасные санитары окружающей среды.

Кисломолочные продукты - кефир, йогурт, простокваша, кумыс - также продукты деятельности бактерий брожения.

Стрептокиназа...

Синтез витаминов в кишечнике.

Способ идентификации М О в микробиологии.

Факторы агрессии МО.

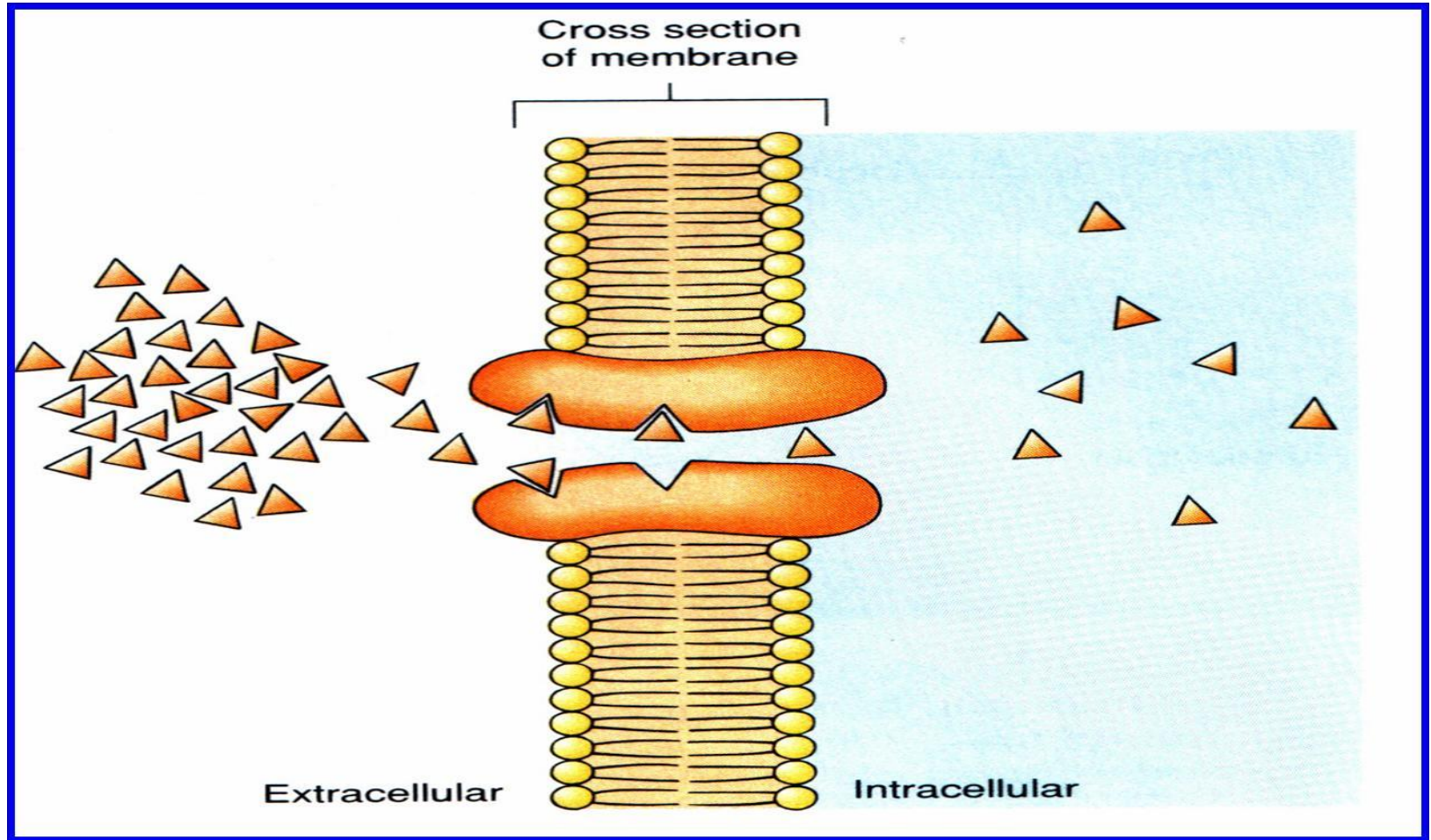
- Как в клетку попадают вещества???

- Для осуществления процессов метаболизма питательные вещества проникают в бактериальную клетку извне через цитоплазматическую мембрану, при этом, клеточная стенка не служит препятствием для прохождения ионов и мелких молекул.
- Мембранные белки - пермеазы и транслоказы осуществляют транспортную функцию.

Три механизма транспорта

- **Простая диффузия**(имеет значение величина молекулы), градиент концентрации вещества внутри бактериальной клетки и внешне одинаков. Она происходит пассивно, потому что не требует затрат энергии.
- **При облегченной диффузии** в клетку проникают те молекулы, концентрация которых в цитоплазме ниже, чем в окружающей среде. Этот процесс осуществляется благодаря субстрат-специфической пермеазе.
- **Активный транспорт**

Облегченная диффузия



Активный транспорт.

- Происходит с участием субстратных белков ферментов, но при этом затрачивается энергия, а проникшие в клетку вещества накапливаются в ней.
- Молекулы, проникшие в клетку путем активного транспорта через мембрану, претерпевают химические превращения, например, фосфорилирование.

Большинство питательных веществ, метаболитов, ионов проникают в клетку с помощью **активного транспорта**.

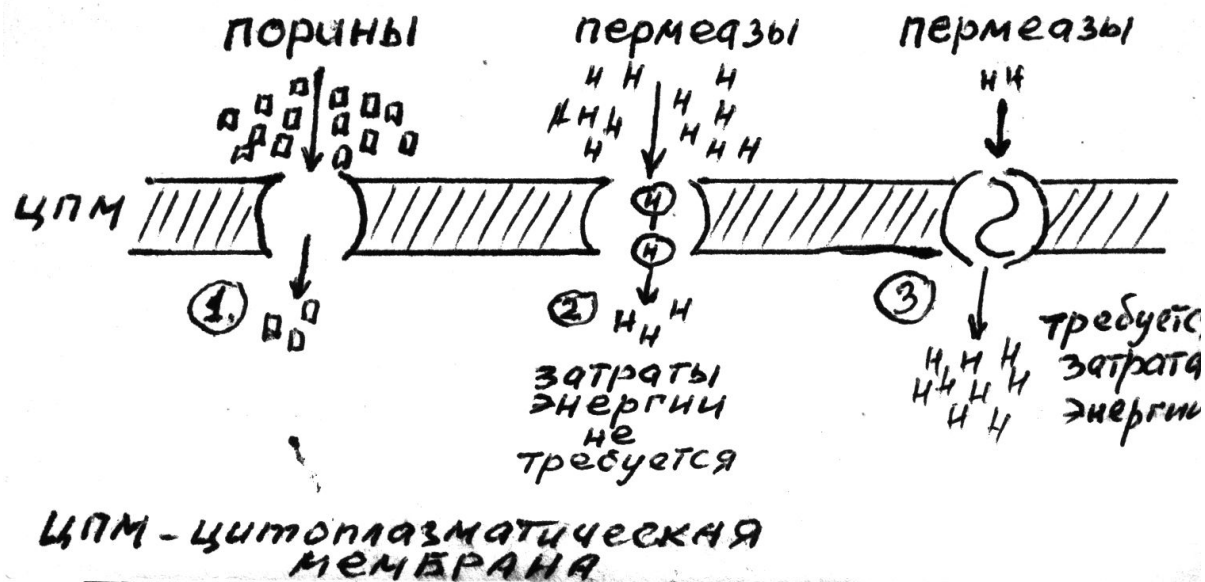
Этот процесс происходит за счет энергии, которую генерирует клетка, потому что возможен перенос и против градиента концентрации вещества.

Если этому процессу предшествует определенная химическая модификация молекулы, его называют **транслокацией химических групп**.

Метаболизм микробов

②

Поступление расщепленных веществ в клетку

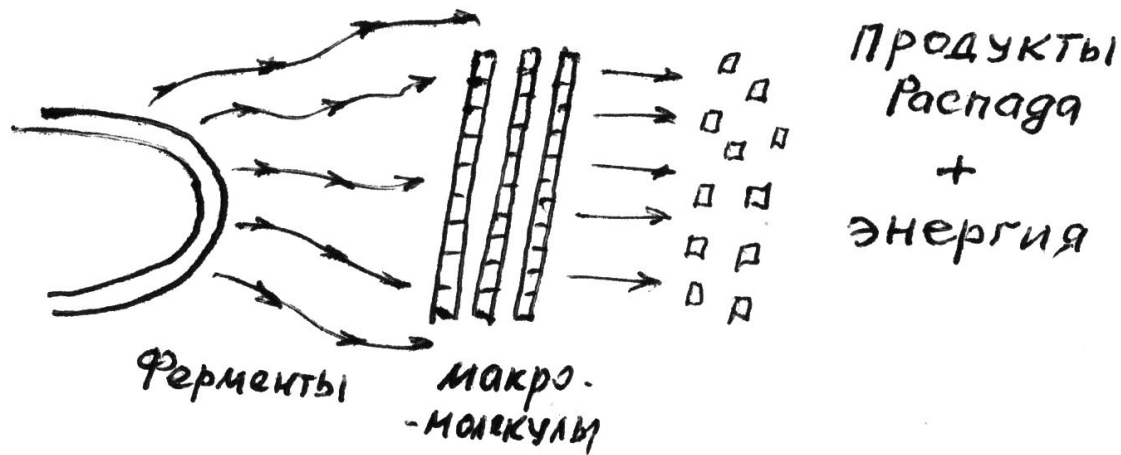


- Энергетический обмен
или КАТАБОЛИЗМ?

Метаболизм микробов

①

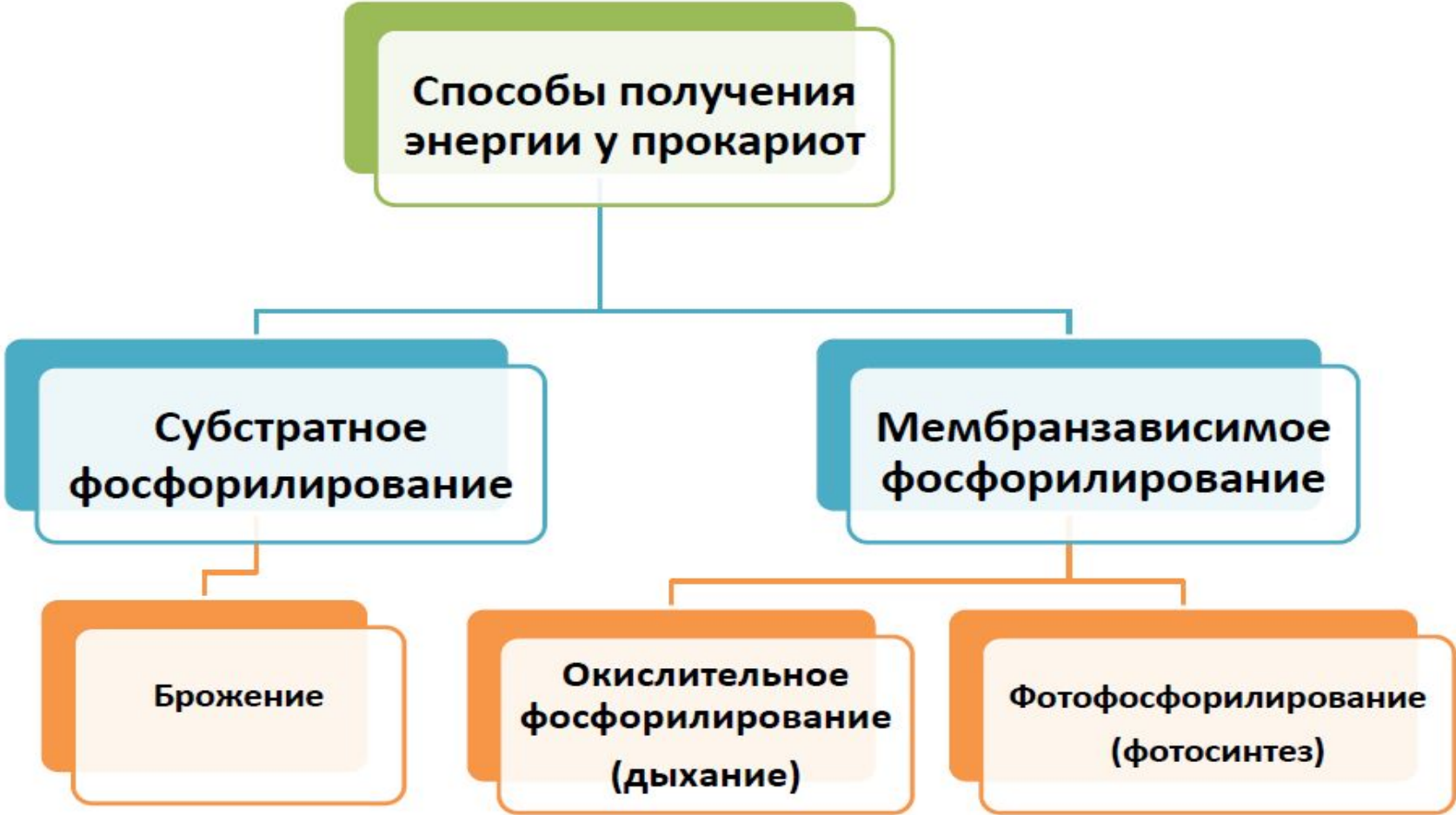
Катаболизм



- **Катаболизм** (иначе энергетический обмен)
осуществляется путем извлечения из питательных веществ (углеводов, жиров и других соединений) энергии, которая направляется на физиологические нужды микроорганизмов.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

Способы получения энергии у прокариот



```
graph TD; A[Способы получения энергии у прокариот] --> B[Субстратное фосфорилирование]; A --> C[Мембранзависимое фосфорилирование]; B --> D[Брожение]; C --> E[Окислительное фосфорилирование (дыхание)]; C --> F[Фотофосфорилирование (фотосинтез)];
```

The diagram is a hierarchical flowchart. At the top is a green box with the title 'Способы получения энергии у прокариот'. A blue line connects this box to two blue boxes below it: 'Субстратное фосфорилирование' on the left and 'Мембранзависимое фосфорилирование' on the right. From 'Субстратное фосфорилирование', an orange line leads to an orange box 'Брожение'. From 'Мембранзависимое фосфорилирование', an orange line leads to a horizontal line, which then branches into two orange boxes: 'Окислительное фосфорилирование (дыхание)' and 'Фотофосфорилирование (фотосинтез)'.

Субстратное
фосфорилирование

Брожение

Мембранзависимое
фосфорилирование

Окислительное
фосфорилирование
(дыхание)

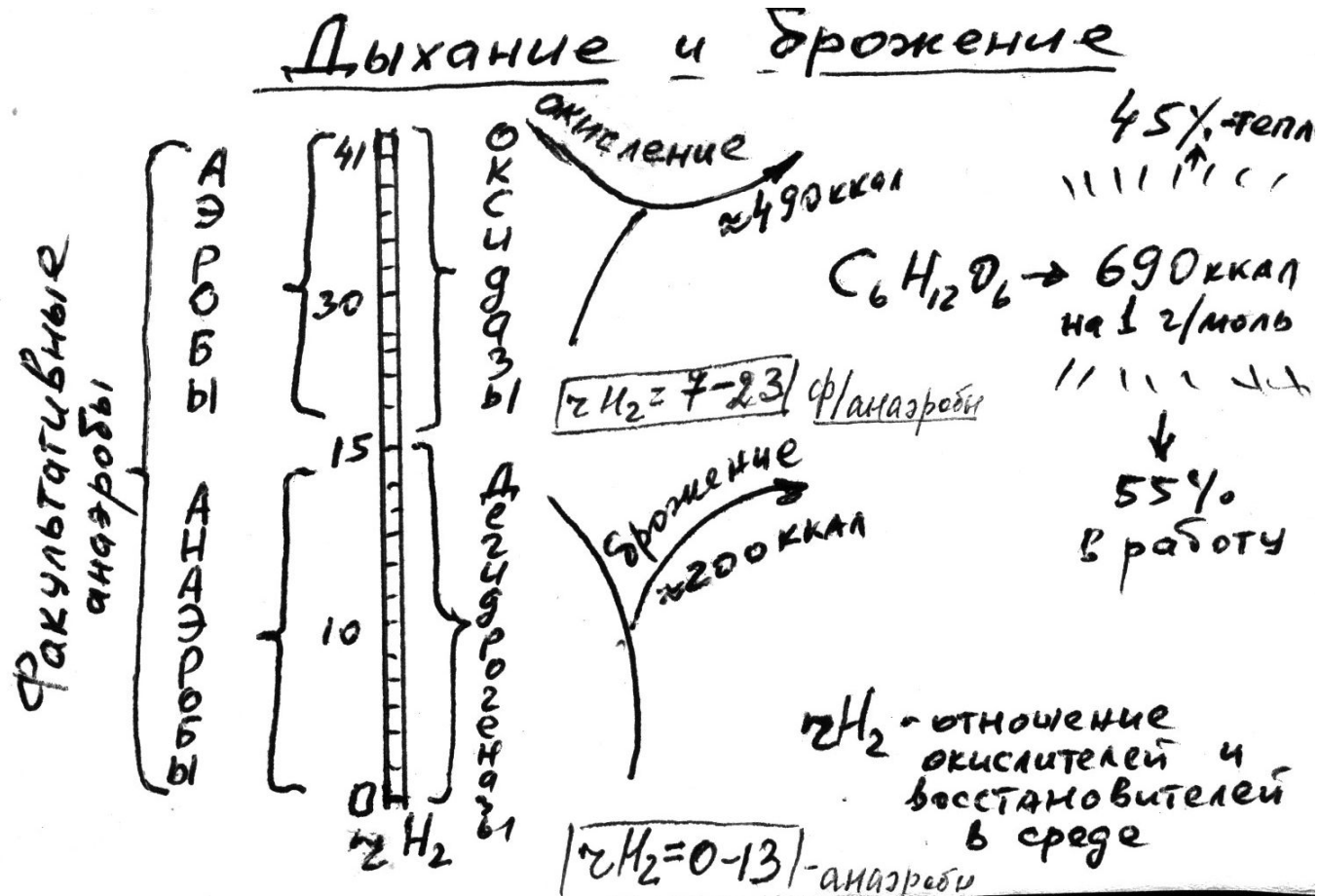
Фотофосфорилирование
(фотосинтез)

- По способу получения энергии бактерии также принято делить на две группы: **хемотрофы и фототрофы.**
- **Хемотрофы** используют энергию окисления различных соединений.

- **Получение энергии микроорганизмами происходит с использованием двух основных типов окислительно-восстановительных процессов: брожения и дыхания, связанных с образованием аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).**

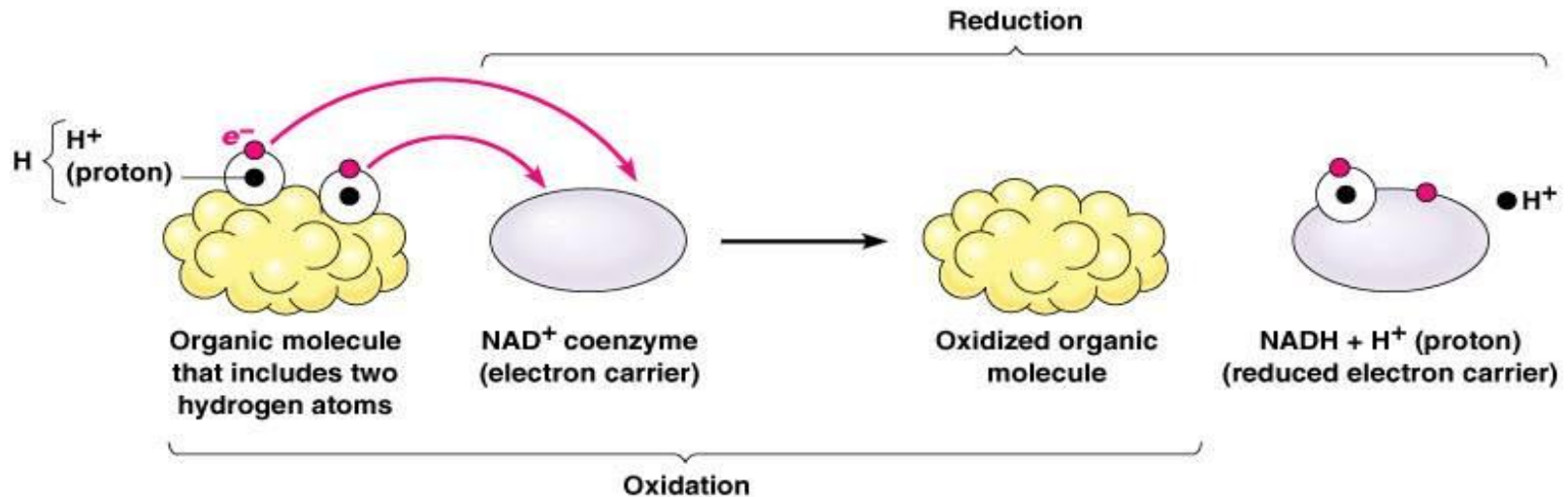
Брожение — процесс окисление и
восстановление водорода
органическими соединениями.

Дыхание и брожение микроорганизмов



Спиртовое
Маслянокислое
Молочнокислое
Уксуснокислое

- В общем виде процессы, способные служить источником энергии для прокариот, можно представить следующим образом



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Должен существовать энергетический ресурс - исходный субстрат
С помощью ферментных систем организм извлекает энергию из этого субстрата в реакциях его ступенчатого окисления

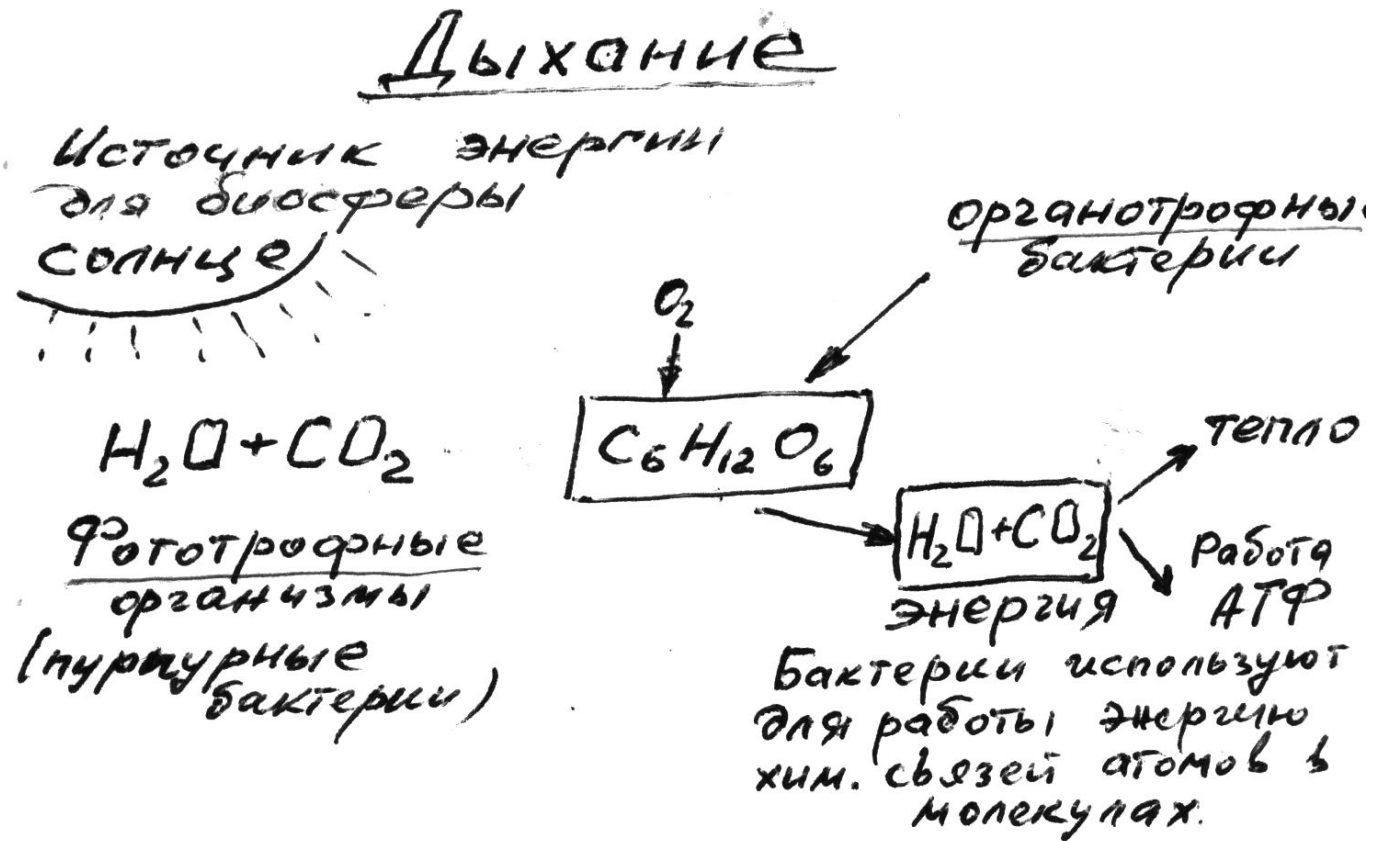
- Основные катаболические системы клетки:
 - гликолиз (путь Эмбдена-Мейергофа-Парнаса),
 - окислительный пентозофосфатный путь,
 - путь Энтнера-Дудорова
 - цикл трикарбоновых кислот (ЦТК)

Явление НАКОПЛЕНИЯ энергии рассматривается как перенос ионов водорода путем отдельного транспорта протонов и электронов: протоны при этом выделяются в окружающую среду, а электроны передаются на соответствующие молекулы- акцепторы.

На протяжении своей эволюции бактерии произвели три способа получения энергии: брожение, **дыхание и фотосинтез.**

ДЫХАНИЕ или окислительное
фосфорилирование

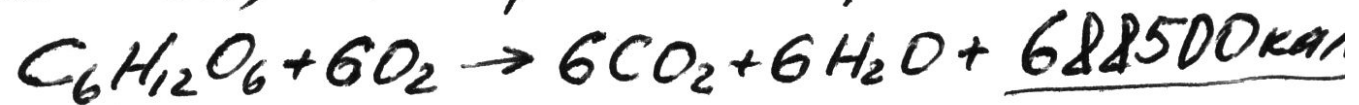
Дыхание микроорганизмов



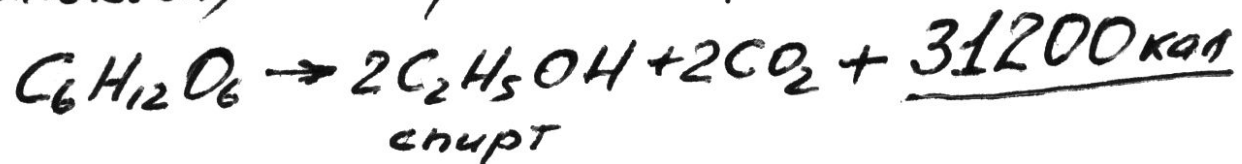
Дыхание микроорганизмов

Типы дыхания (биологического окисления)

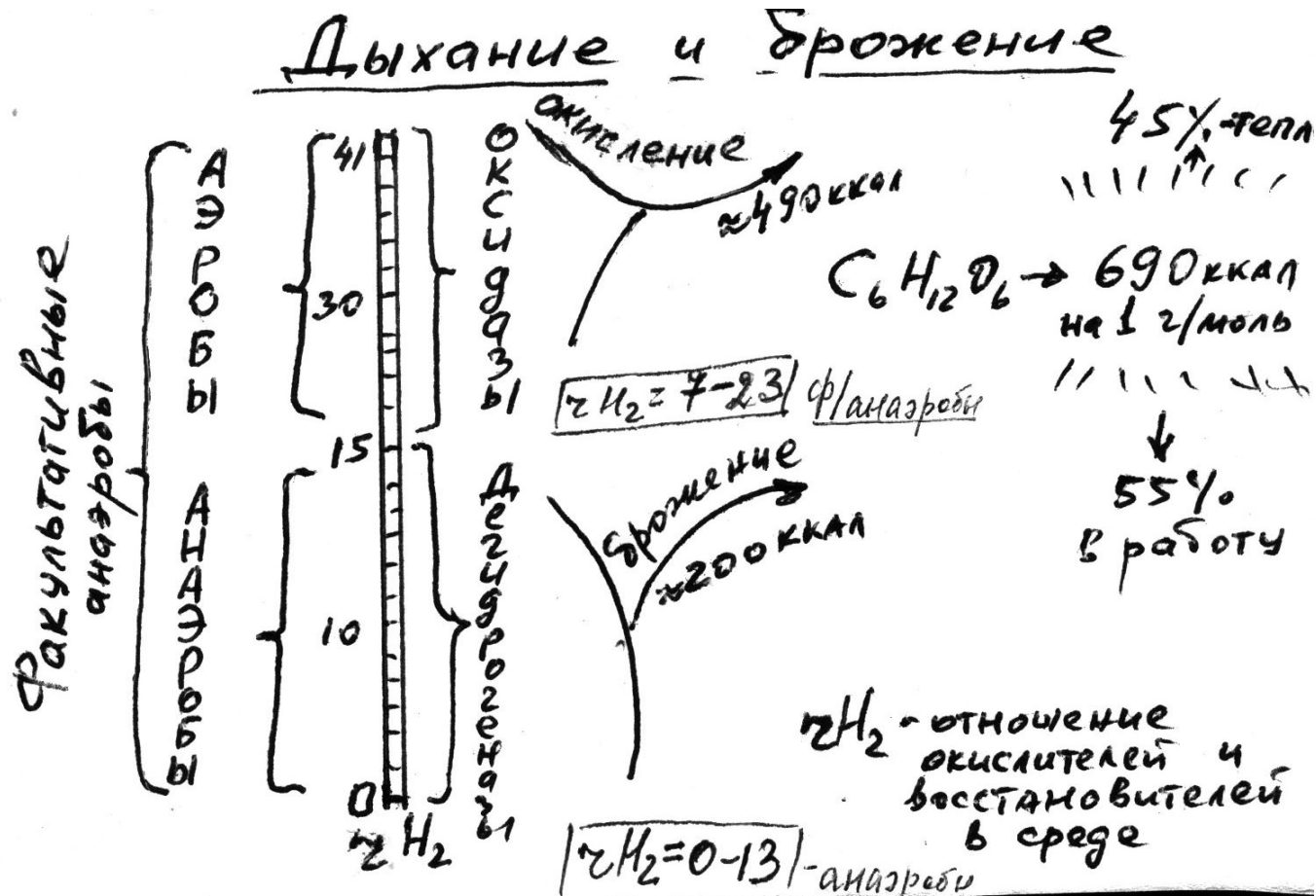
Полное (аэробное) окисление субстрата
(глюкозы) пекарскими дрожжами



Неполное (анаэробное) окисление субстрата
(глюкозы) пекарскими дрожжами



Дыхание микроорганизмов



Дыхание бактерий.

Это один из путей биологического окисления, который происходит с образованием молекул АТФ, то есть сопровождается накоплением энергии.

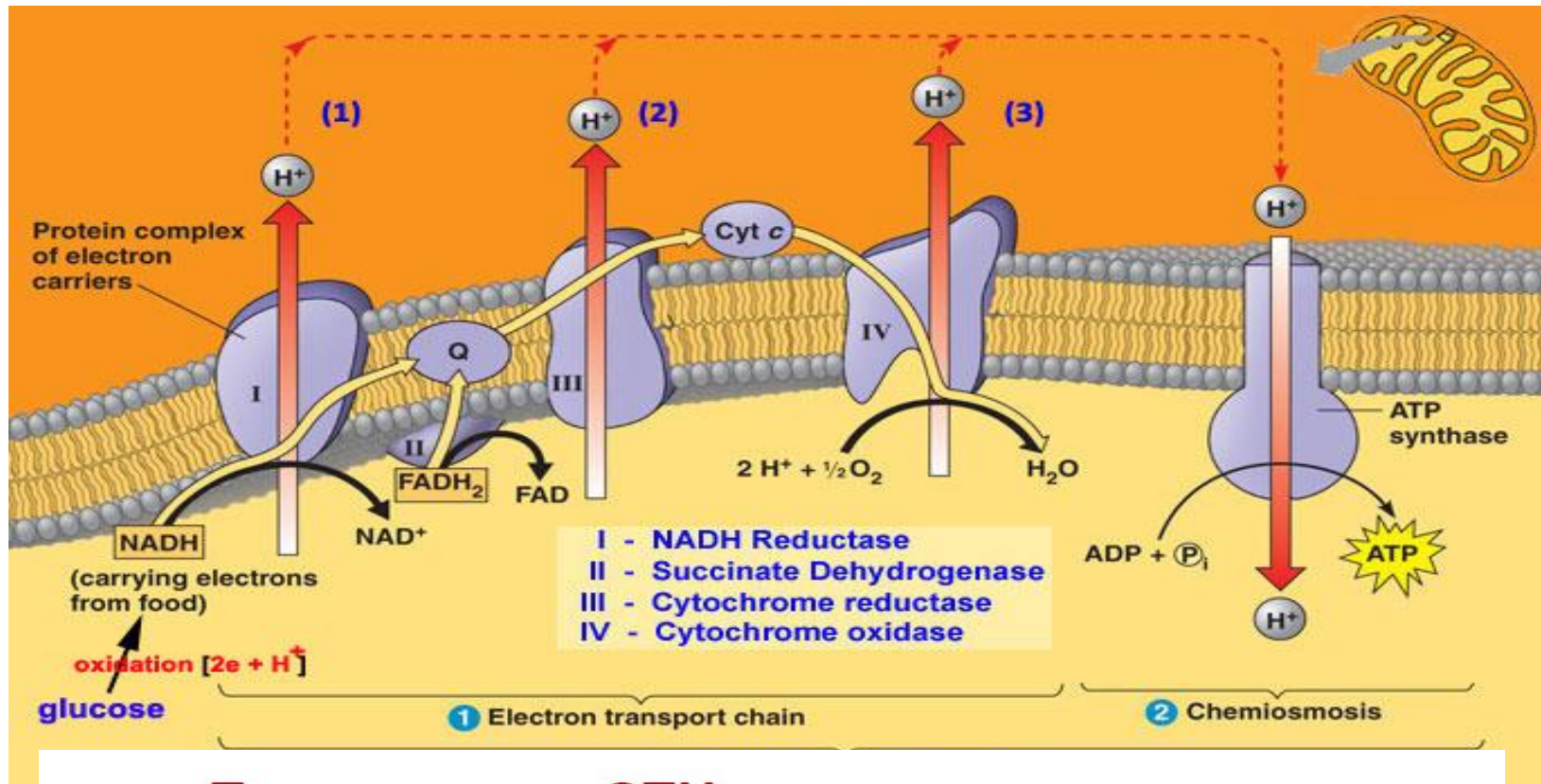
Во время этого процесса одни вещества (органические и неорганические соединения) служат донорами электронов и при этом окисляются,

акцепторами электронов выступают неорганические соединения, они возобновляются.

Окисление происходит в результате переноса электронов от донора к акцептору через ряд последовательно функционирующих переносчиков, встроенных в мембрану – дыхательную электронотранспортную цепь.

Локализованная в мембране АТФсинтаза катализирует реакции синтеза и гидролиза АТФ.

Организация дыхательной цепи



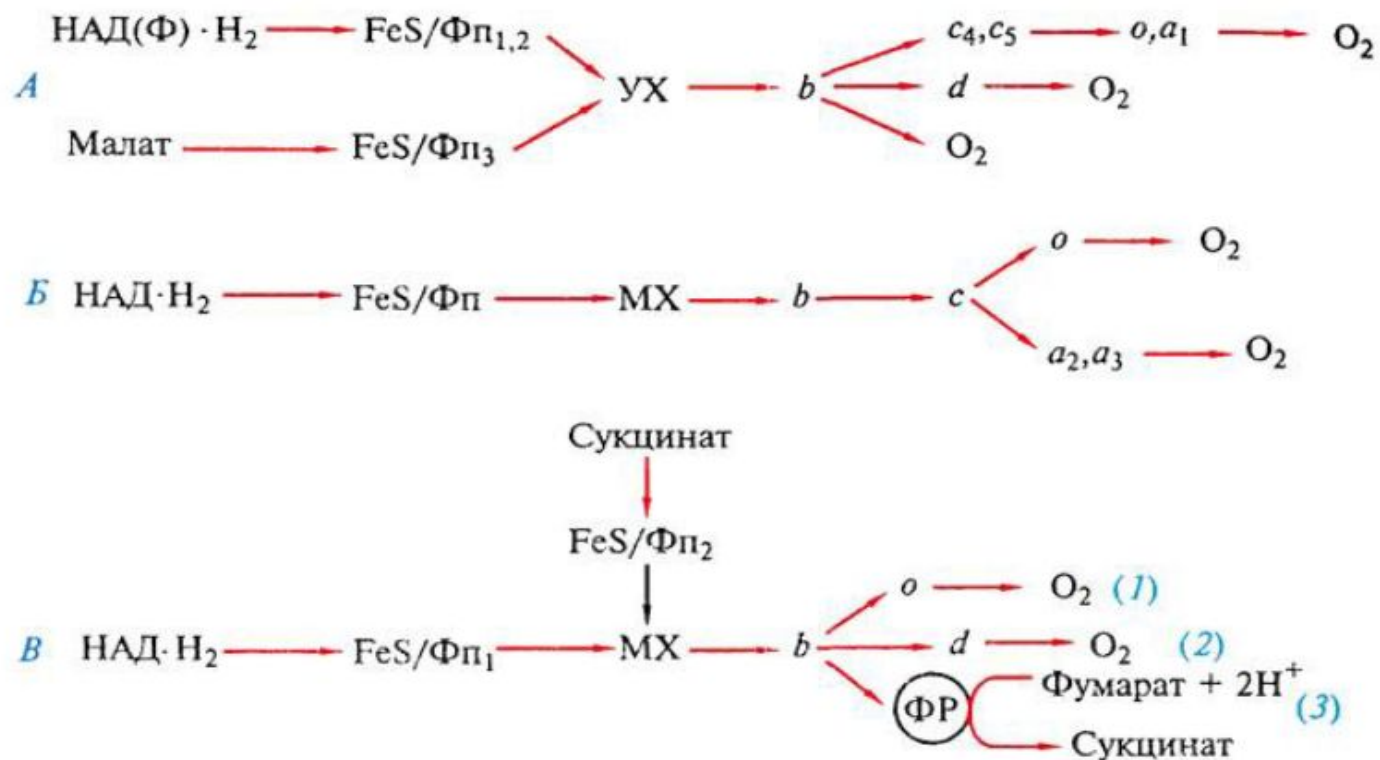
Переносчики ЭТЦ

1. Пиридиновые нуклеотиды (**НАДН₂**, **НАДФН₂**)
2. Флавиновые нуклеотиды (**ФМН**, **ФАД**)
3. Хиноны (**убихинон**)
4. Цитохромы (гемопротеиды): **в**, **с**, **а**

Особенности дыхательных цепей прокариот

- **Дыхательная цепь бактерий:**
 - ☐ Расположена в цитоплазматической мембране
 - ☐ Имеет непостоянный состав переносчиков (возможна замена одних переносчиков другими; добавление или удаление, например , цитохрома с)
 - ☐ Может иметь вместо кислорода другие конечные акцепторы электронов.

□ У одних микроорганизмов конечным акцептором электронов выступает кислород, в других - неорганические сульфаты, нитраты, карбонаты.



Дыхательные цепи *Azotobacter vinelandii* (А), *Micrococcus lysodeikticus* (Б) и *Escherichia coli* (В) в аэробных (7), микроаэробных (2) и анаэробных (3) условиях:

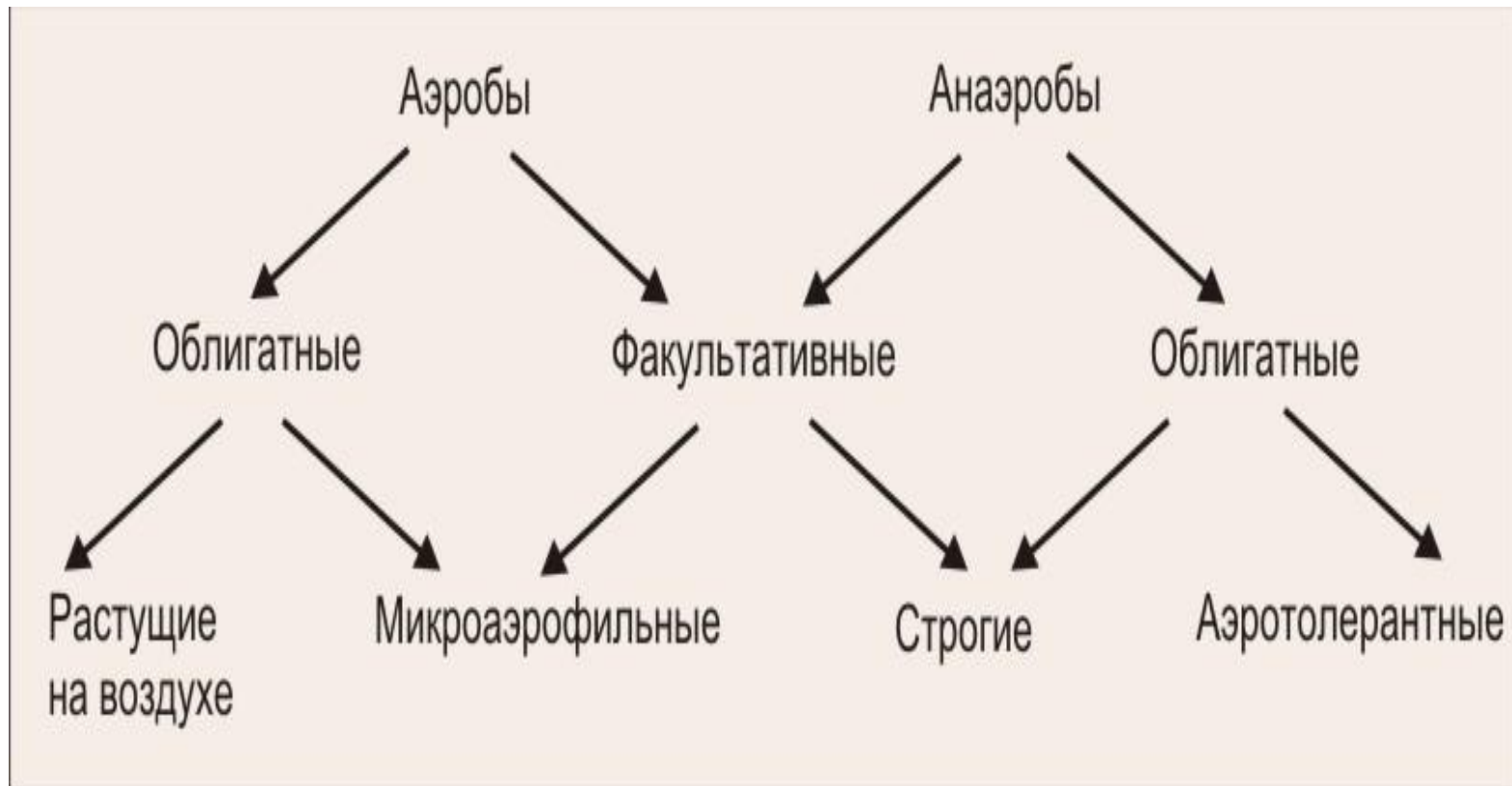
Фп - флавопротеин; FeS - железосероцентр; УХ - убихинон; МХ - менахинон; ФР - фумаратредуктаза; b, c, d, o, a - цитохромы.

Типы анаэробного дыхания у эубактерий (для примера)

Различия дыхательных цепей аэробных и анаэробных бактерий – в конечном акцепторе электрона

Энергетический процесс	Конечный акцептор электронов	Продукты восстановления
Нитратное дыхание и денитрификация	NO_3^- , NO_2^-	NO_2^- , NO , N_2O , N_2
Сульфатное и серное дыхание	SO_4^{2-} , S^0	H_2S
Карбонатное дыхание	CO_2	ацетат
Фумаратное дыхание	фумарат	сукцинат

Классификация прокариот по отношению к молекулярному кислороду



По отношению к молекулярному кислороду бактерии разделяют на 4 основные группы:

- **Облигатные (обязательные)** аэробы могут расти только при наличии кислорода и образуют перекисные радикалы кислорода: перекись водорода и супероксид-анион кислорода, которые инактивируют соответствующими ферментами: каталазой, пероксидазой и супероксиддисмутазой.
- **Облигатные анаэробы** растут без кислорода, который для них токсичен (клостридии ботулизма, газовой гангрены, столбняка, бактероиды). Перекисные радикалы кислорода токсичны для анаэробов, которые не образуют инактивирующие ферменты или эти ферменты не активны.

Факультативные анаэробы растут как при наличии, так и отсутствии кислорода. В присутствии молекулярного кислорода они способны переключаться с дыхания на брожение.

- В отсутствие молекулярного кислорода факультативные анаэробы способны к анаэробному дыханию, называемому нитратным: нитрат, являющийся акцептором водорода, восстанавливается до молекулярного азота и аммиака.

Микроаэрофилы нуждаются в значительно меньшем количестве кислорода, его высокая концентрация хотя и не убивает бактерии, но задерживает их рост (*Helicobacter pylori*), некоторые микробы нуждаются в повышенном содержании углекислого газа (капнофилы- *Neisseria*)

- Среди облигатных анаэробов выделяют **аэротолерантные** бактерии, которые растут при наличии молекулярного кислорода, но не используют его.
- Для выращивания анаэробов используют **анаэростаты** - специальные емкости, в которых воздух заменяется смесью газов, не содержащих кислорода.

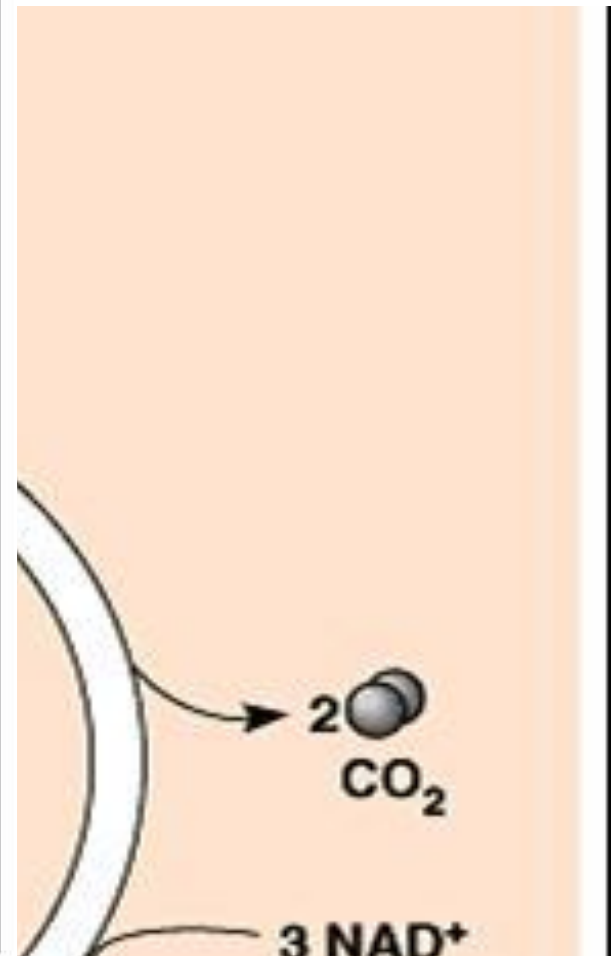
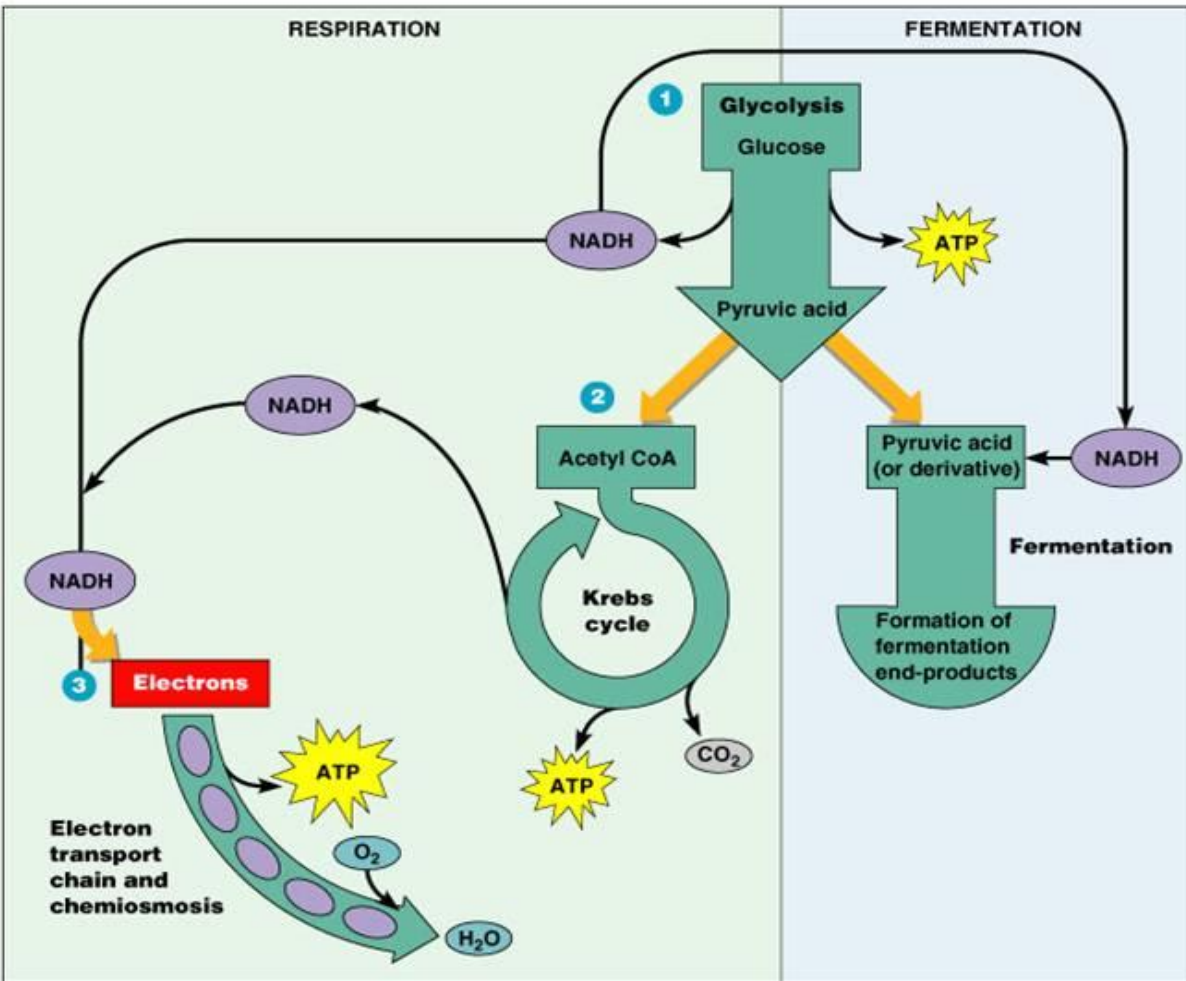
- Аэробы
- Анаэробы
- Факультативные анаэробы
- МИКРОАЭРОФИЛЫ



Деление бактерий по типам дыхания

- **Облигатные аэробы** (возбудители туберкулеза, чумы, холеры)
- **Облигатные анаэробы** (возбудители столбняка, ботулизма, газовой анаэробной инфекции, бактероиды, фузобактерии)
- **Факультативные анаэробы** (стафилококки, ешерихии, сальмонелли, шигели и другие)
- **Микроаэрофилы** (молочнокислые, азотфиксирующие бактерии)
- **Капнеичные** (возбудитель бруцеллеза бычьего типа)

Взаимосвязь процессов гликолиза и дыхания



Классификация микроорганизмов

По источнику углерода

Автотрофы
 CO_2

Гетеротрофы
органические соединения

По источнику энергии

Фототрофы
свет

Хемотротрофы
Энергия химических связей

В зависимости от донора электронов

Литотрофы

Органотрофы

Степень гетеротрофности

Облигатные внутриклеточные паразиты

получают питательные вещества от макроорганизма

Факультативные паразиты

Сапрофиты

питаются мертвым органическим материалом и независимы от других организмов

Культивирование микроорганизмов

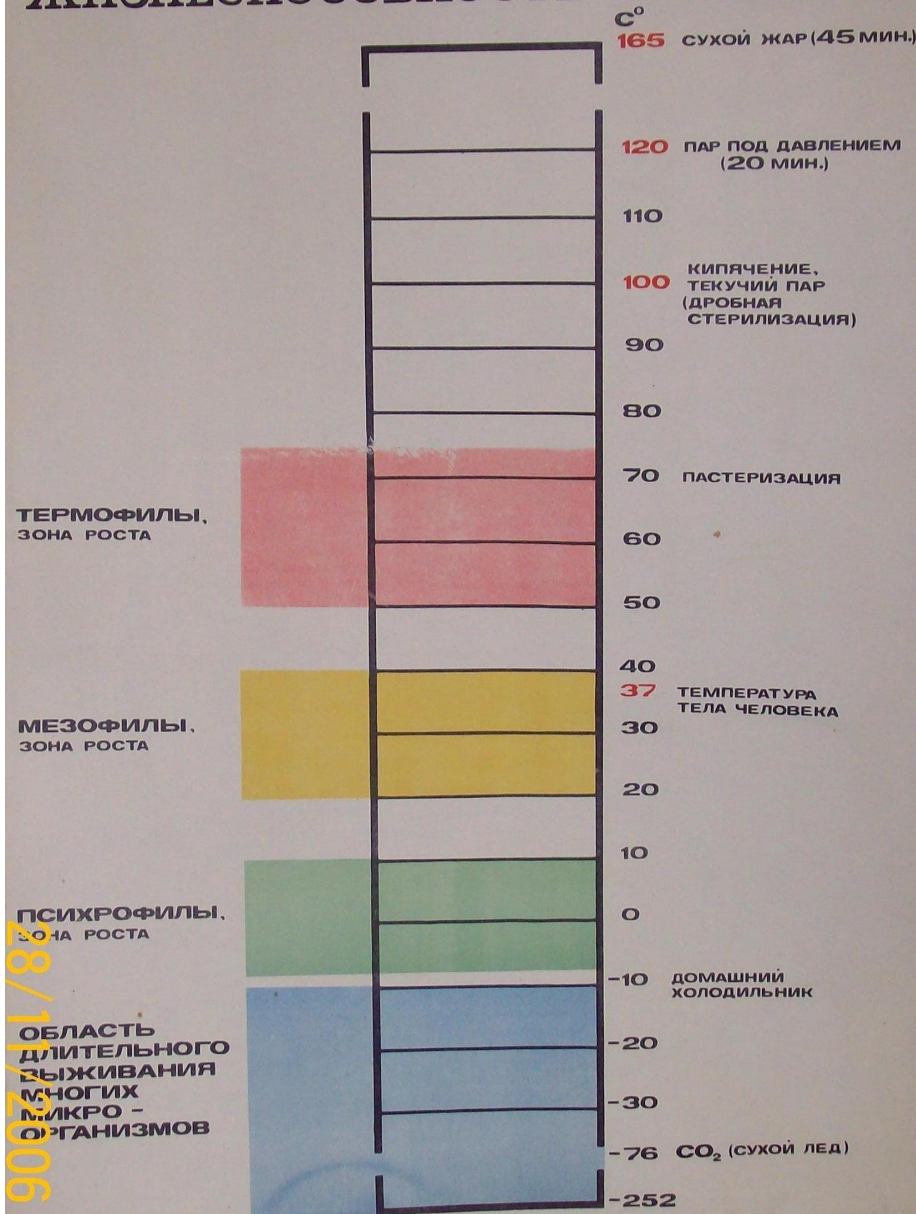
Классические методы получения чистых культур (механическое раз-е)

- **Пастера** (только последовательные кратные разведения в жидкой среде)
- **Коха** (пластинчатые разводки)- предварительное разведение материала в пробирке с последующим посевом на плотную среду.
- Метод «истощающегося штриха» в одной чашке поделив ее на 4 сектора, последовательно засевая все секторы
- Шукевича в конденсационную воду пробирки (очень быстрый и ползучий рост у Протея)
- По Гольду (бак посев мочи)
- Дригальского (посев одним шпателем последовательно в три чашки Петри)
- Вейнберга (для анаэробов - заливают агаровую среду сверху смесью парафина и вазелинового масла)

Культивирование микроорганизмов

- Основные условия культивирования микроорганизмов на питательных средах
- Использование всех необходимых для соответствующих микробов питательных компонентов
- Оптимальные температура, pH, rH_2 , концентрация ионов, степень насыщения кислородом, газовый состав и давление
- Ми/о культивируют на питательных средах при оптимальной температуре в термостатах, обеспечивающих условия инкубации
- По температурному оптимуму роста выделяют три основные группы микроорганизмов:
- **Психрофилы** - растут при температурах **ниже +20** градусов Цельсия
- **Мезофилы** - растут в диапазоне температур **от +20 до +45** градусов
- **Термофилы** - растут при температурах **выше + 45** градусов

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУР НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ МИКРОБОВ



Дыхание микроорганизмов

Окислительно-восстановительный
потенциал - ОВП (ΣH_2)

$$\text{ОВП}(\Sigma H_2) = \frac{m \text{ окислителей}}{n \text{ восстановителей}} = \frac{m O_2}{n H_2}$$

$\Sigma H_2 = -\lg P_{H_2} (0-20-41)$ в узких значениях
ОВП активны все
дыхательные ферменты.

- символ ΣH_2 введён Кларком, как отрица-
тельный логарифм давления молекулярного
водорода по аналогии с рН, как отрица-
тельный логарифм концентрации водородных
ионов

$$pH = -\lg H^+ (0-7-14)$$