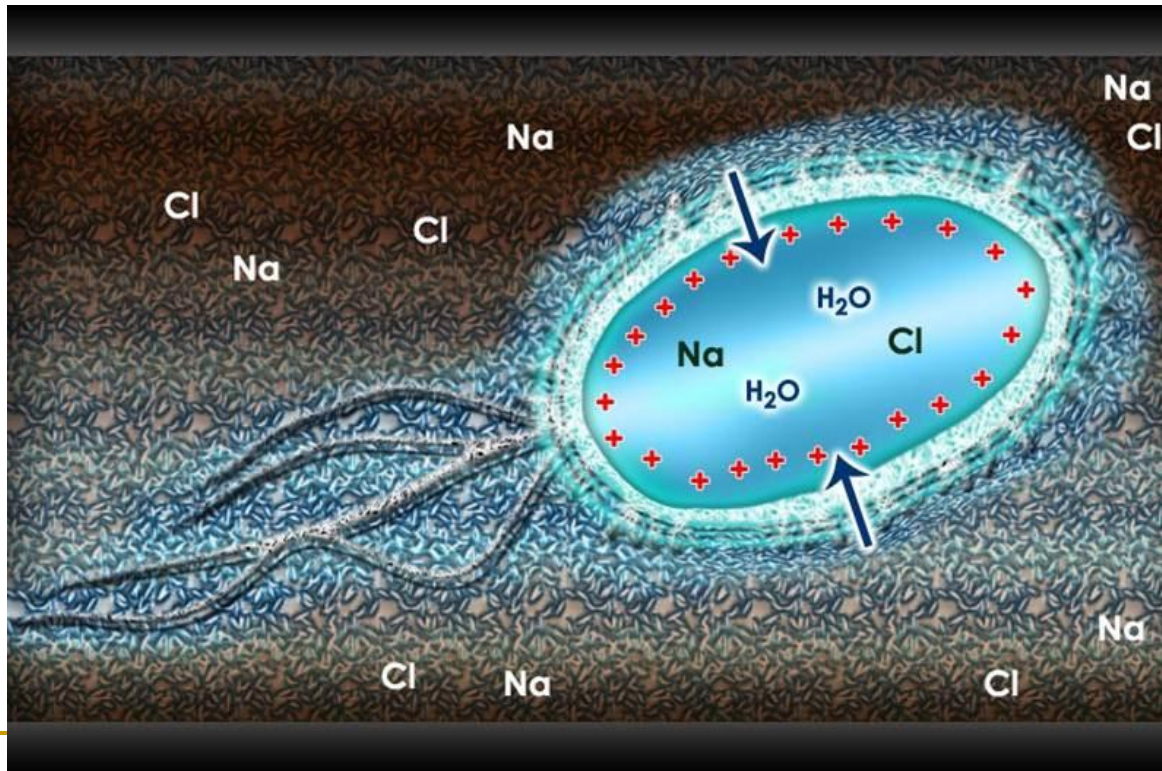


# ФИЗИОЛОГИЯ БАКТЕРИЙ



# Химический состав бактериальной клетки

- Бактериальная клетка состоит из воды (80-90%) и сухого остатка (10-20%)



---

# Вода бактериальной клетки

- **Связанная** – структурный элемент цитоплазмы, количество постоянно, не может быть растворителем
  - **Свободная вода** – растворитель кристаллических веществ, является источником ионов, количество свободной воды меняется в зависимости от активности обмена веществ бактериальной клетки
-

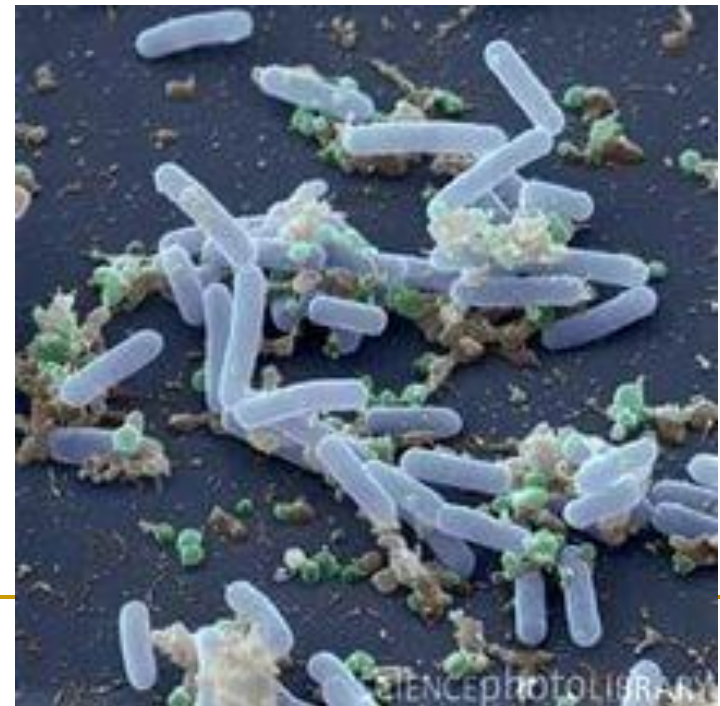
---

# Роль воды:

- Среда для биохимических реакций
  - Источник водородных и гидроксильных ионов
  - Среда, в которой находятся коллоиды
-

# Сухой остаток

- Минеральный остаток
- Органические вещества: белки, жиры (липиды), углеводы



# Минеральный остаток

- Представлен:

C - 50%

O<sub>2</sub> - 30%

N<sub>2</sub> – 8-15%

P<sub>2</sub> - 3%

Na - 1%

Ca, Mn, Zn – в сумме – 0,3% («следовые»  
минералы)

---

# Роль минеральных веществ в бактериальной клетке

- Участвуют в активации ферментов
  - Участвуют в регуляции осмотического давления
  - Участвуют в регуляции рН
  - Участвуют в регуляции окислительно-восстановительного потенциала
-

# Особенности бактериальных белков

- Белки составляют 30-50% от сухого остатка
- Содержат большее количество кислых и нейтральных АМК и меньшее количество основных АМК
- Содержат диаминопимелиновую кислоту
- В состав белков входят нуклеопротеиды



# Функции бактериальных белков

- 1 - Строительная
- 2 – Ферментативная
- 3 - Регуляторная



# Липиды бактериальной клетки

- **Липиды:** свободные ЖК, нейтральные жиры, воски, фосфолипиды
- **Функции:** участвуют в энергетическом обмене и являются запасом питательных веществ
- **Количество** липидов сильно варьирует: от 5 до 35% (микобактерии)

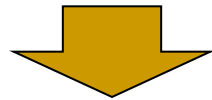
# Углеводы бактериальной клетки

- **Моносахариды** (питательные вещества)
- **Полисахариды** (безазотистые - входят в состав капсулы; содержащие азот – ацетилмурамовая кислота, N-ацетилглюкозамин)
- **Функции:** участвуют в энергетическом обмене и являются запасом питательных веществ

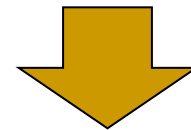
# Классификация бактерий по источнику энергии

**Фототрофы** – усваивают солнечную энергию. В хроматофорах имеют специальные пигменты – фикоэритрин и фикоцианин

**Хемотрофы** – необходимую энергию извлекают путем окисления химических веществ



хемотитотрофы



хемотрофотрофы

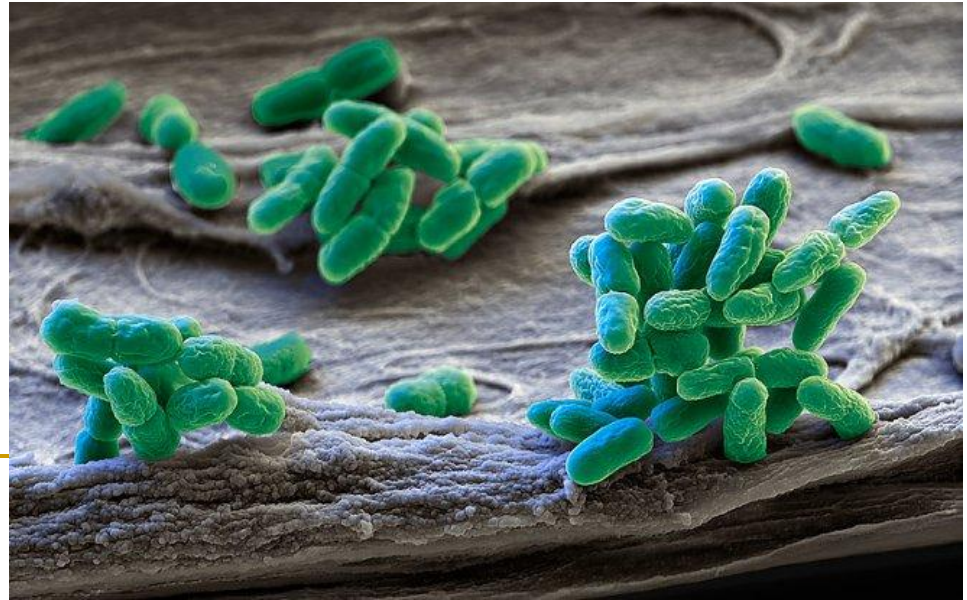
# ЦИАНОБАКТЕРИИ



Цианобактерии (лат. *Cyanobacteria*, сине-зелёные водоросли) - значительная группа крупных грамотрицательных бактерий, способных к фотосинтезу, сопровождающемуся выделением кислорода.

# Классификация бактерий по источнику углерода

- Автотрофы - удовлетворяют свои потребности в углероде за счёт  $\text{CO}_2$
- Гетеротрофы – используют для питания готовые органические вещества



# Классификация бактерий в зависимости от способа усвоения азота

1. Азотфиксирующие – усваивают азот воздуха
2. Ассимилирующие азот из органических веществ
3. Ассимилирующие азот из органических веществ в присутствии АМК и пуринов
4. Ассимилирующие азот из органических веществ в присутствии факторов роста

---

# Механизмы поступления питательных веществ в бактериальную клетку

## 1. *Пассивная диффузия:*

- По градиенту концентраций, без затрат энергии
  - Скорость пассивной диффузии зависит от величины градиента концентраций
  - Отсутствует субстратная специфичность
-



---

## **2. Облегченная диффузия:**

- ❖ Участие белков–переносчиков (пермеазы)
  - ❖ Субстратная специфичность
  - ❖ Диффузия происходит только по градиенту концентраций
  - ❖ Не требует затрат энергии
-

---

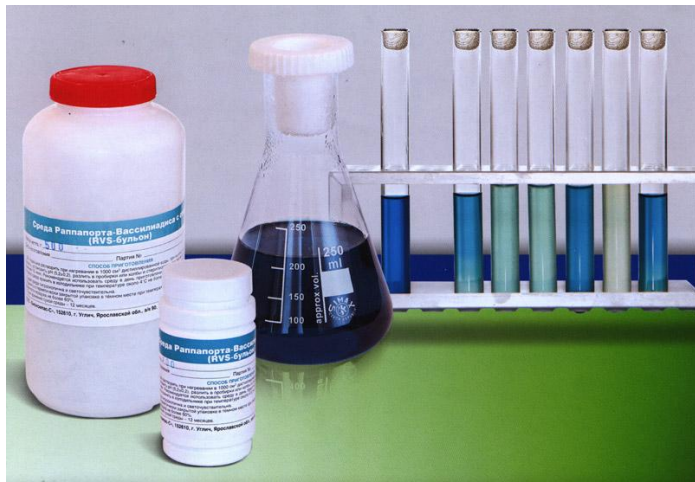
### **3. *Активный транспорт:***

- ❖ Против градиента концентраций
  - ❖ Требуется энергия
  - ❖ Могут быть задействованы специальные белки (не идентичные пермеазам)
-

# Питательные среды

## Требования:

- Оптимальный набор питательных веществ, солей и ростовых факторов
- Оптимальная рН
- Достаточная влажность
- Стерильность

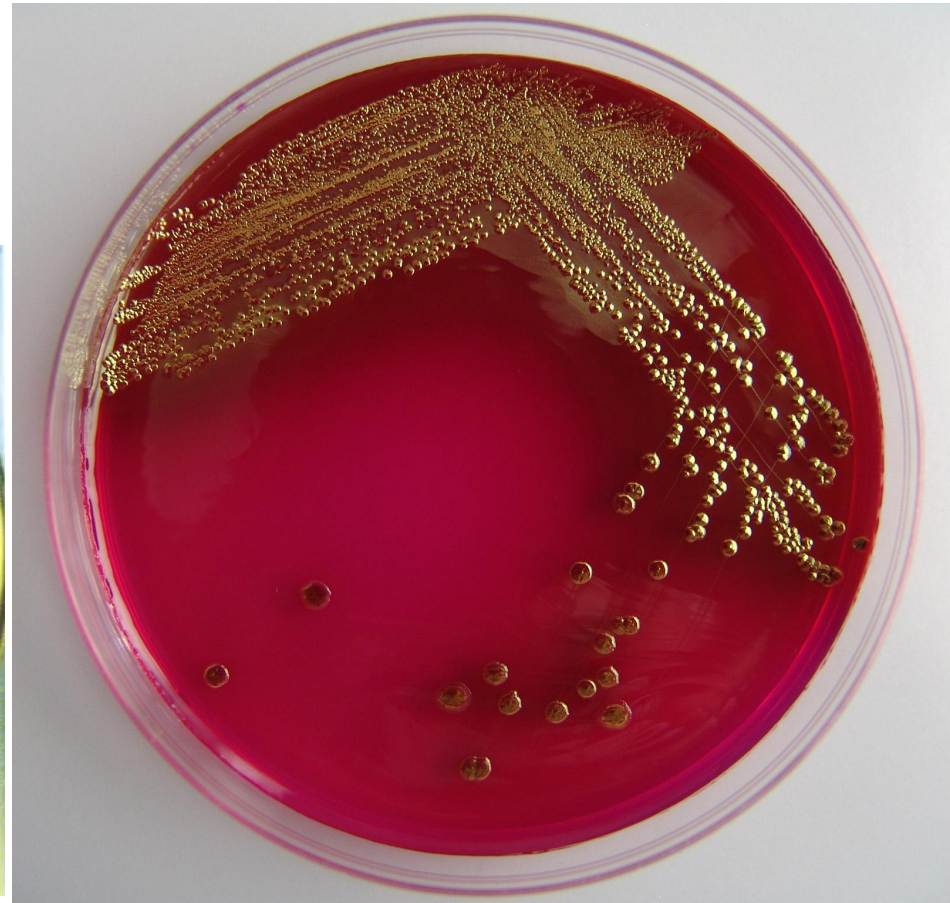
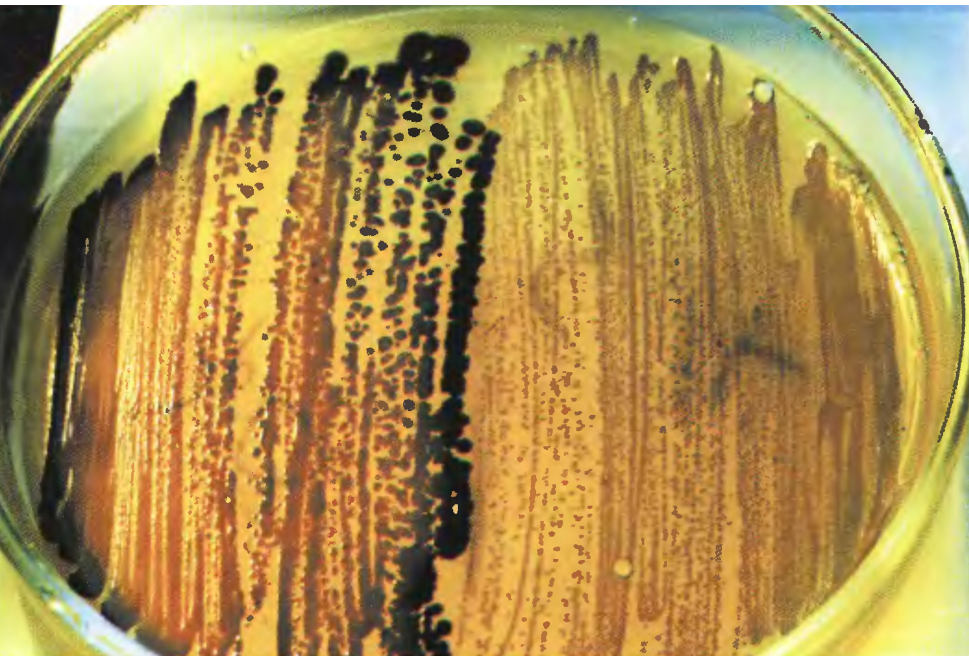


---

# Классификация питательных сред

- **По плотности** (жидкие, плотные, полужидкие)
  - **По природе** (естественные, искусственные)
  - **По составу** (простые, сложные)
  - **По назначению** (универсальные или основные, элективные, селективные, дифференциально-диагностические)
-

# Рост на средах



**Стерилизация** – обеззараживание, полное уничтожение микробов в питательных средах, на посуде и прочих материалах

Методы:

**1 - Физические** – кипячение, автоклавирование, сухим жаром, УФ-лучами, ионизирующим излучением



## 2 - Химические – растворы карболовой кислоты или фенола (3-5%), хлорамина (1-5%), этиловый спирт, щёлочи, кислоты



### 3 - Механические методы стерилизации

применяют для обработки сред, компоненты которых легко разлагаются при нагревании, их фильтруют через мелкопористые фильтры

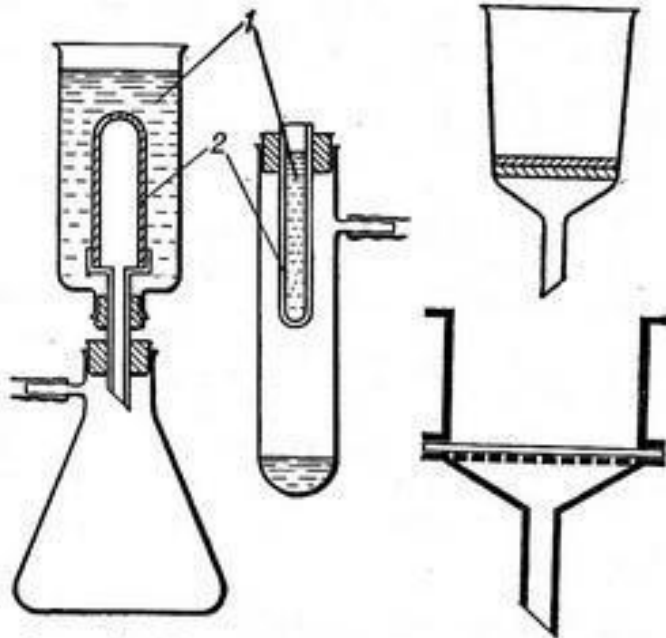
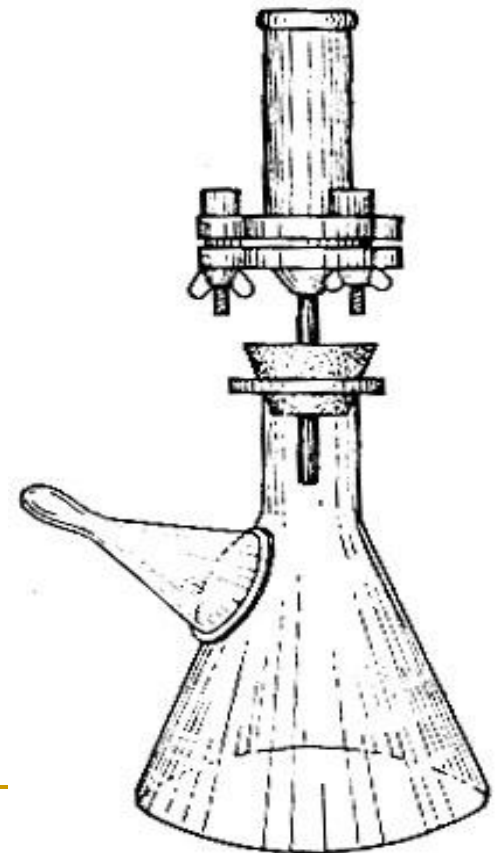


Рис. 1. Монтаж свечей Шамберлана (схема): 1 — фильтруемая жидкость; 2 — фильтровальная свеча.

Рис. 2. Стекло-ные фильтры с пластинками из мелкопористого стекла (схема).





# Ферменты бактериальной клетки

## Классификации:

- ✓ По механизму действия
- ✓ По генетическому контролю синтеза
  - ✓ По субстрату

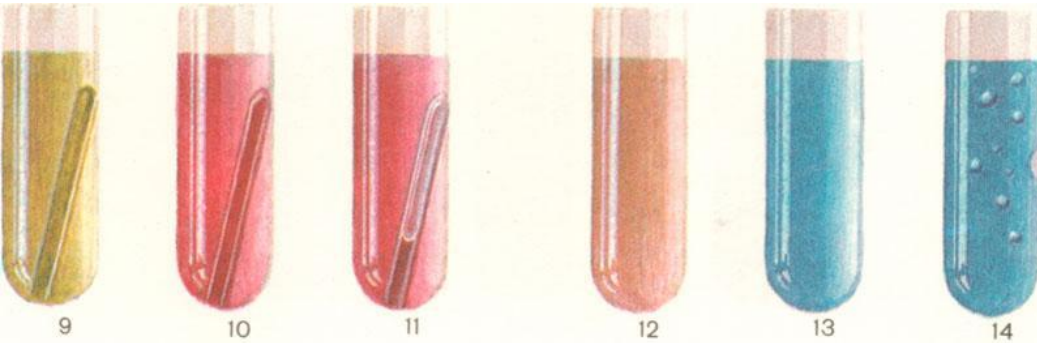
# Ферменты по механизму действия

- Оксидоредуктазы
- Лиазы
- Лигазы
- Гидролазы
- Изомеразы
- Трансферазы



# Ферменты по субстрату

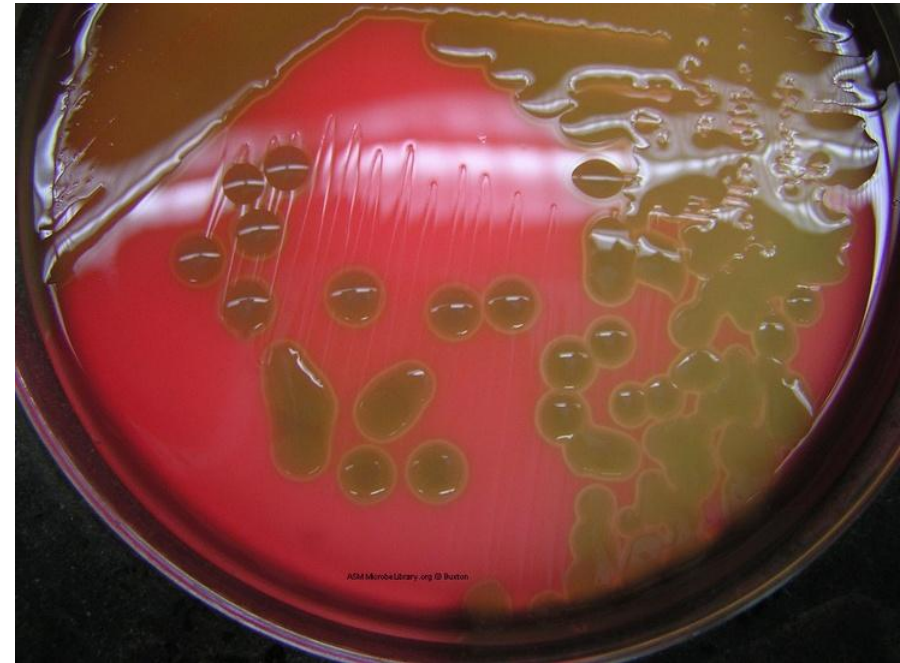
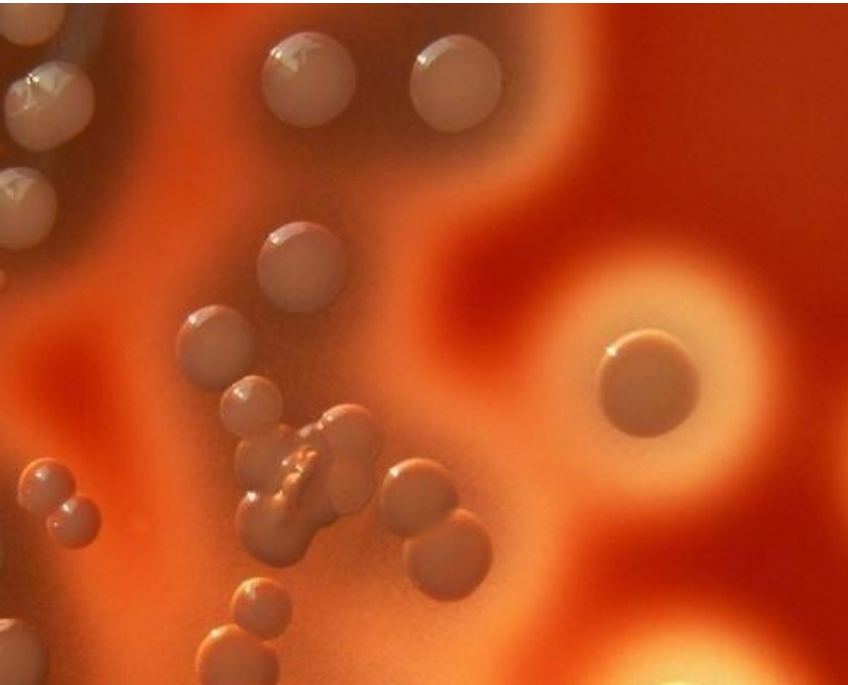
**1 - Сахаролитические** – расщепляют углеводы с образованием кислых продуктов и газообразных веществ



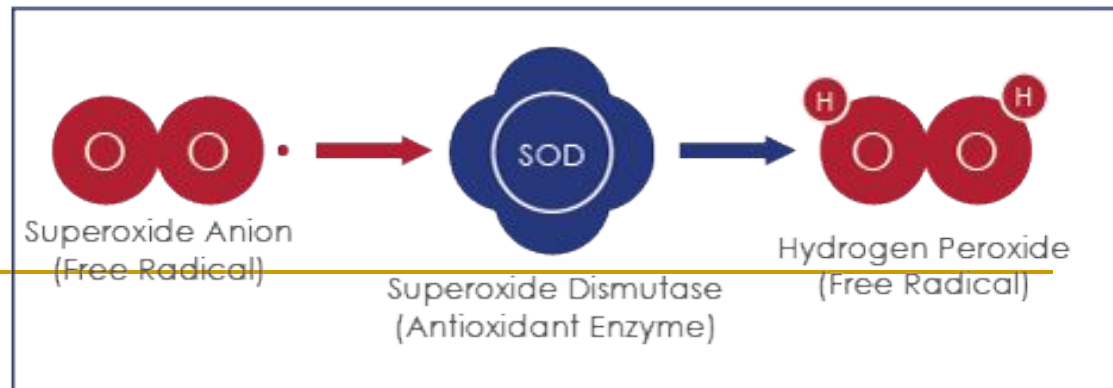
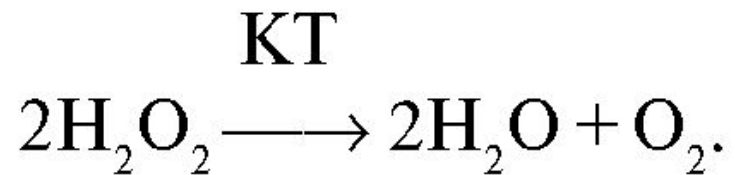
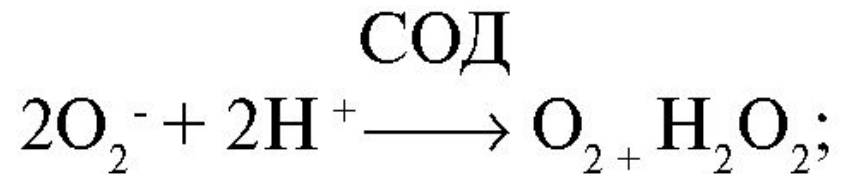
## 2 - Протеолитические – ферментируют белки с образованием газов: индола, сероводорода и аммиака



**3 - Гемолитические** – расщепляют гемоглобин. В зависимости от полноты разложения гемоглобина выделяют три вида гемолитической активности –  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$



**4 - Антиоксидантные** – разлагают активные формы  $O_2$ , секретируемые активированными макрофагами. Например, каталаза разлагает перекись водорода, супероксиддисмутаза (СОД) разлагает супероксиданион радикал



# Классификация ферментов по генетическому контролю синтеза

- **Конститутивные** – синтез которых происходит в течение клеточного цикла
- **Индукцибельные** – синтез которых индуцируется соответствующим субстратом
- **Репрессибельные** – синтез которых подавляется в результате избыточного накопления продукта реакции, катализируемой данным ферментом

# Классификация по набору ферментов

- Прототрофы – имеют полный набор ферментов
- Ауксотрофы – не имеют полный набор ферментов и зависят от состава среды (ауксотроф по аргинину, В<sub>6</sub> и т.д.)



---

# ДЫХАНИЕ БАКТЕРИЙ

- Дыхание (или биологическое окисление) микроорганизмов представляет собой совокупность биохимических процессов, в результате которых освобождается энергия, необходимая для жизнедеятельности микробных клеток
-

# *3 типа дыхания в зависимости от конечного акцептора*

1. **Кислородное дыхание** – окисление кислородом воздуха осуществляются при участии молекулярного кислорода с высвобождением большого количества энергии (АТФ, АдФ, АмФ). Перенос электронов осуществляется с помощью системы цитохромов а,в,с, цитохромоксидазы

## 2. Брожение

- Совокупность окислительно-восстановительных процессов расщепления органических веществ в **анаэробных условиях**
- **Конечный акцептор** – органические вещества
- **В зависимости от преобладающих продуктов:** спиртовое, маслянокислое, метановое, молочнокислое, пропионовокислое и т.д.
- При брожении образуются продукты, используемые для синтетических процессов в клетке

### 3. ГНИЕНИЕ (аммонификация)

- Многоэтапное **анаэробное и аэробное** расщепление белков и других азотсодержащих соединений
- Конечные и промежуточные продукты гниения являются обязательным звеном в круговороте веществ, кроме того вызывают гнилостные процессы в толстом кишечнике, гнойно-воспалительные заболевания

# Классификация бактерий по типу дыхания

- Облигатные аэробы (синегнойная палочка)
  - Облигатные анаэробы (возбудитель ботулизма)
  - Факультативные анаэробы (стафилококки)
  - Аэротолерантные – (молочнокислые бактерии)
  - Микроаэрофилы – (некоторые возбудители газовой гангрены)
  - Капнические – (один из возбудителей бруцеллёза)
-

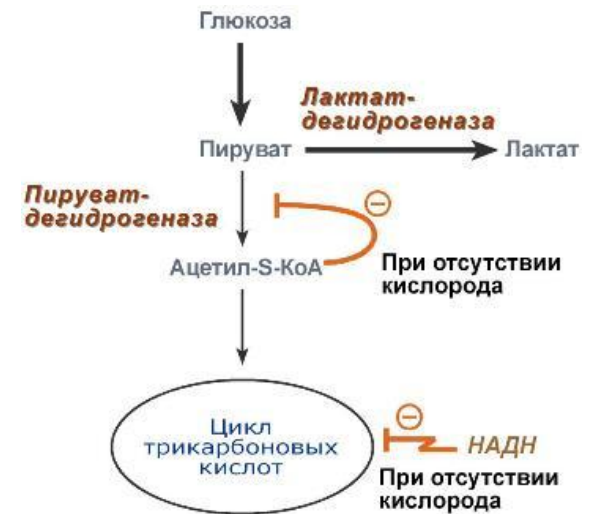
---

# Особенности анаэробного дыхания

- Энергетический обмен происходит при полном отсутствии кислорода
  - Синтез АТФ происходит за счет фосфорилирования субстратов
  - Конечными акцепторами могут быть  $C$ ,  $N_2$ ,  $S$
-

# Токсическое действие кислорода

- Эффект Пастера – угнетаются анаэробные процессы в присутствии кислорода



- Отсутствуют антиоксидантные ферменты (каталаза, СОД)

# Способы создания анаэробных условий

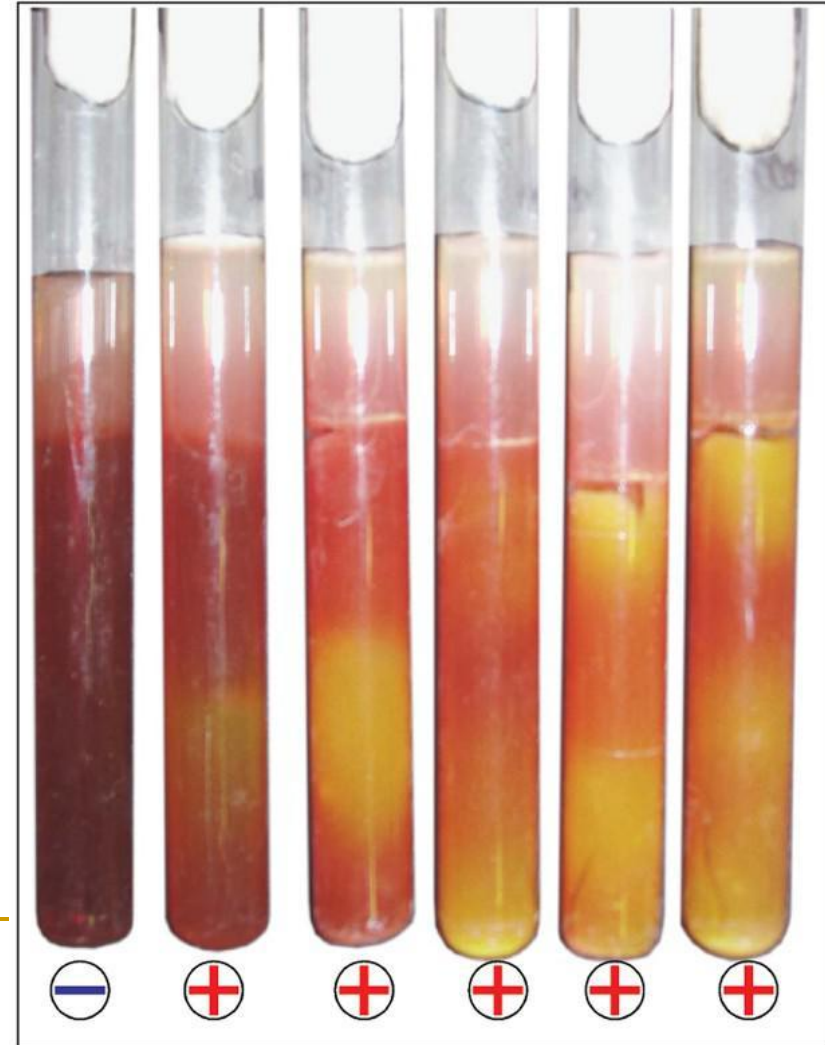
**1 - Механический –**  
удаление воздуха  
при помощи насоса  
из герметически  
закрывающегося  
прибора -  
анаэростата



Культивирование анаэробных  
микроорганизмов.



## 2 - Физические методы – посев в высокий столбик агар с последующей заливкой вазелином



### 3 - Химические методы - добавление веществ, поглощающих кислород – пирогаллол или кусочков печени, почек – среда Китта-Тароцци



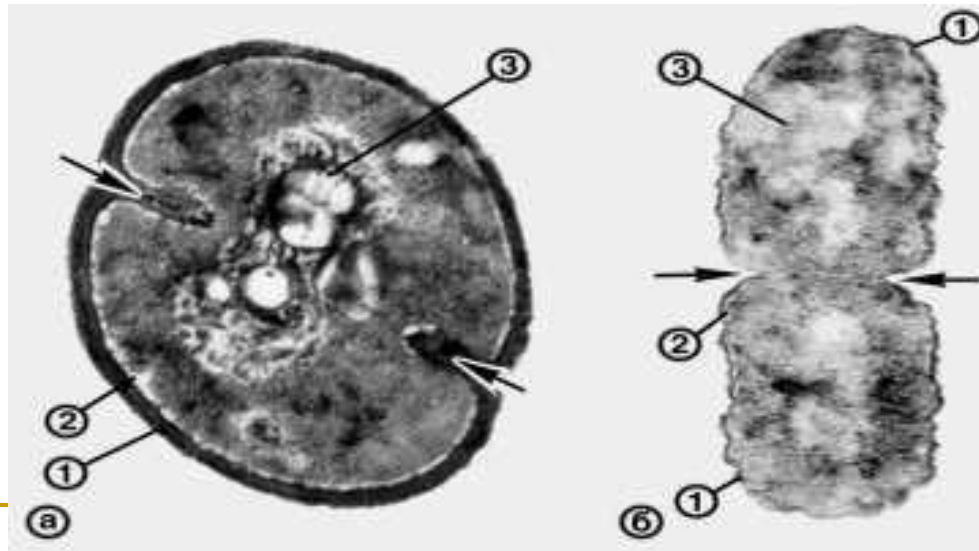
**4 - Биологический**  
(метод Фортнера) –  
совместное  
культивирование  
строгих аэробов и  
анаэробов на  
кровяном агаре с  
глюкозой в  
запарафинированной  
чашке Петри





# Рост и размножение бактерий

- **Рост** – увеличение массы (микробная масса)
- **Размножение** – увеличение количества особей на единицу объема (число/мл<sup>3</sup>)



# Определение числа бактерий

**Прямые методы – подсчет  
клеток**

камера Горяева  
счетчик Коултера

**Косвенные методы -**

по стандартам мутности  
по колониям (через 24ч)



# Определение микробной массы

- Прямой путь –  $\text{м/мл}^3$  или  $\text{м/мм}^3$
- По содержанию белка, С,  $\text{N}_2$ , АМК
- По оптической плотности

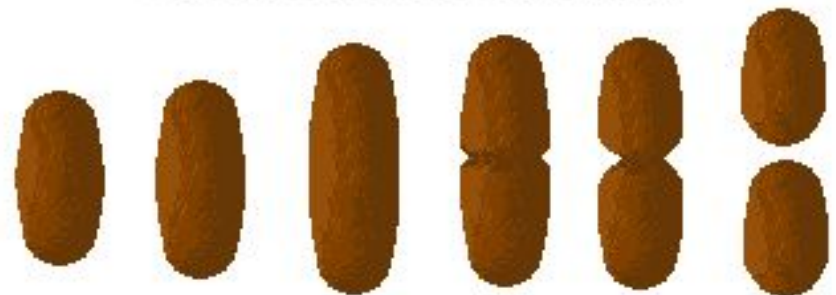


# Размножение бактерий

Происходит путем поперечного деления:

- 1 стадия** - перераспределение генетического материала
- 2 стадия** – образование межклеточной перегородки путем инвагинации ЦПМ и клеточной стенки
- 3 стадия** – расхождение клеток

*Схема деления бактерии*

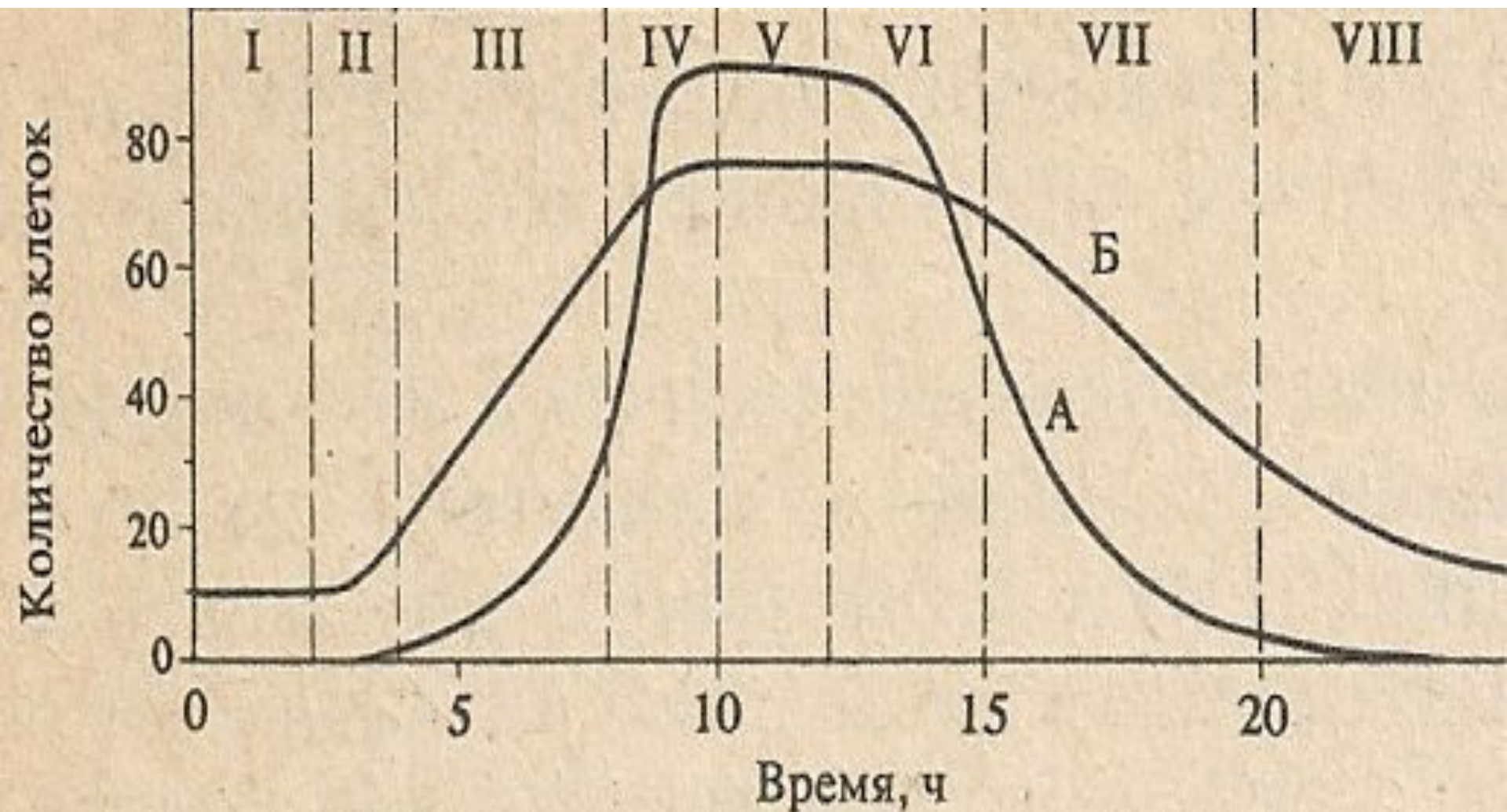




# Фазы развития бактериальной популяции в жидкой питательной среде

- 1 стадия – лаг-фаза
- 2 стадия – положительного ускорения
- 3 стадия – логарифмическая стадия
- 4 стадия – отрицательного ускорения
- 5 стадия – стационарная стадия
- 6 стадия – ускорения гибели
- 7 стадия – логарифмической гибели
- 8 стадия – уменьшения скорости гибели и остатка

# Кривая размножения бактерий



# Способы культивирования

- **Непрерывное культивирование в хемостате** – аппарате, в котором автоматически регулируется удаление части культуры и поступление свежей питательной среды



# Культивирование синхронных культур

- Синхронизация культур дает более стандартные результаты определения вирулентности, чувствительности к антимикробным препаратам
- Добавляют к бактериям ингибиторы белкового синтеза для достижения одновременного деления у всех особей популяции

