

# Физиология микроорганизмов

Лекция для студентов педиатрического факультета

# План лекции

- *Химический состав бактерий*
- *Питание бактерий*
- *Дыхание бактерий*
- *Рост и размножение бактерий*

# Физиология микроорганизмов

изучает

1. жизнедеятельность микробных клеток
2. процессы питания, 3. дыхания,
4. размножения и роста,
5. закономерности взаимодействия с окружающей средой

● Предмет изучения — патогенные и условно-патогенные м/о, способные вызвать заболевания человека

# бактерий

- **Вода** – осн. компонент, 80% ее массы.
- **Белки** – (40-60% сухой массы) определяют главные биол. свойства бактерий. МО содержат более 2000 разл. белков, находящихся в структурных компонентах и участвующих в процессах метаболизма.
- **Углеводы** – простые вещества (моно- и дисахариды) и комплексн.соед-ми. Полисахариды (ПС) входят в состав капсул. Внутриклеточные ПС (крахмал, гликоген) являются запасными питат. веществами.
- **Липиды** - входят в состав ЦПМ, КС. Могут выполнять в цитоплазме роль запасных питательных веществ. Это фосфолипиды, жирные кислоты и глицериды. Макс кол-во липидов(до 40%), содержат микобактерии туберкулеза.
- **Минеральные вещества** – макро - P, K, Na, S, Fe, Ca, Mg; микро – Zn, Cu, Co, Ba, Mn. Участвуют в регуляции осмотического давления, рН, ОВ -потенциала, активируют ферменты, сами входят в состав ферментов, витаминов и структурных элементов бактериальной клетки (БК).

# Питание бактерий

- 1. Поступление питательных веществ внутрь через всю ее поверхность.
- 2. Высокая скорость процессов метаболизма.
- 3. Адаптация к меняющимся условиям окружающей среды.

# Типы питания бактерий

По источникам С для питания микроорганизмы делятся

а) Аутотрофы — используют для построения своих клеток  $\text{CO}_2$  и другие неорганические соединения (серобактерии, железобактерии, нитрифицирующие бактерии)

б) Гетеротрофы — питаются за счет готовых органических соединений. Получают углерод из гексоз, спиртов, аминокислот, органических кислот.

Сапрофиты питаются отмершими органическими веществами.

# Типы питания бактерий

В зависимости от окисляемого субстрата, называемого донором электронов или водорода, микроорганизмы делят

Литотрофы – используют в качестве доноров водорода неорганические соединения

Органотрофы – используют в качестве доноров водорода органические соединения

# Типы питания бактерий

По источнику энергии среди бактерий различают

Фототрофы (т.е. фотосинтезирующие бактерии) – сине-зеленые водоросли

Хемотрофы – бактерии, нуждающиеся в химических источниках энергии



# Типы питания бактерий

**Факторы роста (ФР)** микроорганизмы синтезировать не могут, их добавляют в питательные среды. К ФР относят аминокислоты, необходимые для построения белков, пурины и пиримидины, необходимые для образования нуклеиновых кислот, витамины, входящие в состав некоторых ферментов.

Для обозначения отношения МО к ФР используют термины **ауксотрофы и прототрофы.**

**Ауксотрофы** нуждаются в 1 или нескольких ФР.

**Прототрофы** могут сами синтезировать необходимые для роста соединения.

# Механизм питания

## Поступление различных веществ в бак.клетку зависит

- 1. от величины и растворимости их молекул в липидах и воде
- 2. рН среды
- 3. концентрации веществ
- 4. различных факторов проницаемости мембран и др.

# Механизмы проникновения

## питательных веществ в клетку

- Простая диффузия — перемещение питательных веществ происходит без затраты энергии за счет разности их концентраций по обе стороны ЦПМ
- Облегченная диффузия — процесс осуществляется пермеазами (белки-переносчики) без затраты энергии, по градиенту концентрации
- Активный транспорт — процесс осуществляется пермеазами с затратой энергии против градиента концентрации
- Транслокация — активный транспорт с видоизменением переносимой молекулы
- **ВЫХОД** веществ из клетки осуществляется за счет диффузии и при участии транспортных систем.

# Ферменты микроорганизмов

1. распознают соответствующие им метаболиты (субстраты),
2. вступают с ними во взаимодействие
3. ускоряют химические реакции.

*Ферменты являются БЕЛКАМИ, участвующими в процессах метаболизма. Многие ферменты взаимосвязаны со структурами бак. клетки (цитоплазме, ЦПМ, периплазматическом пространстве).*

**Экзоферменты** — выделяются в окружающую среду (например, гидролазы)

**Эндоферменты** — активны внутри клетки.

**Конститутивные** ферменты — постоянно синтезируются в клетках в определенных концентрациях ( ферменты гликолиза)

**Индукцибельные** ( адаптивные) — синтезируются только в случае нахождения в среде соответствующего субстрата (щелочная фосфатаза, пенициллиназа)

**Ферменты агрессии** разрушают ткани, обуславливая широкое распространение м/о и токсинов в инфицированной ткани:

-нейраминидаза

-гиалуронидаза

-коагулаза

-дезоксирибонуклеаза

Они способствуют проявлению патогенных свойств у возбудителей некоторых инфекционных заболеваний

# 6 классов ферментов

- 1. оксидоредуктазы** — окислительно-восстановительные ферменты (дегидрогеназы, оксидазы и др.);
- 2. трансферазы**, переносящие отд. радикалы и атомы от одних соединений к другим;
- 3. гидролазы**, ускоряющие реакции гидролиза, т.е. расщепления веществ на более простые с присоединением молекул воды (эстеразы, фосфатазы, глюкозидазы);
- 4. лиазы**, отщепляющие от субстратов химические группы негидролитическим путем (карбоксилазы и др.);
- 5. изомеразы**, превращающие органические соединения в их изомеры (фосфогексоизомераза и др.);
- 6. лигазы**, или синтетазы, ускоряющие синтез сложных соединений из более простых (аспарагинсинтетаза, глю-аминсинтетаза и др.)

- Ферменты имеют особо важное значение в индентификации бактерий.
- Гидролазы по действию на различные вещества:
  - сахаролитические (гликозидазы)
  - протеолитические (пепсин, трипсин)
  - липолитические.
- Ферменты микроорганизмов используют в генетической инженерии.

# Дыхание бактерий (биологическое окисление)

- -основано на ОВ-реакциях, идущих с образованием АТФ
- При дыхании происходят процессы окисления и восстановления, сопровождающиеся переносом электронов от окисляющейся системы к восстанавливающейся



# *По типу дыхания бактерии делятся*

- облигатные аэробы
- облигатные анаэробы
- факультативные  
анаэробы

# Анаэростат



Анаэростат предназначен для культивирования в чашках Петри микроорганизмов группы облигатных анаэробов и микроаэрофилов.

Анаэростат представляет собой цилиндрическую емкость, герметично закрываемую с помощью ленточного замка. В крышку вмонтирован вакуумметр и вентиль для присоединения вакуумного насоса и внешней системы источника газа.

Создание анаэробной или микрофильной атмосферы для культивирования микроорганизмов в анаэростате может производиться двумя способами:

- с помощью газогенерирующих пакетов типа Газпак;
- вакуумзаместительным заполнением бескислородными газами (газовыми смесями).

**Самый простым приемом определения типа дыхания у бактерий служит посев культуры уколом в столбик полужидкого агара. Рост облигатных аэробов будет на поверхности среды, облигатных анаэробов — у дна пробирки, факультативных анаэробов — по всему ходу укола**

# Рост и размножение бактерий

Жизнедеятельность бактерий характеризуется

- 1. **ростом** — это формирование структурно-функциональных компонентов клетки и увеличение самой бактериальной клетки,
- 2. **размножением** — это самовоспроизведение, приводящее к увеличению количества БК в популяции.

Бактерии размножаются путем бинарного деления пополам, реже путем почкования.

Делению клеток предшествует репликация бактериальной хромосомы по полуконсервативному типу (двухспиральная цепь ДНК раскрывается и каждая нить достраивается комплементарной нитью), приводящая к удвоению молекул ДНК бактериального ядра — нуклеотида. Репликация хромосомной ДНК осуществляется от начальной точки *ori* (от англ. *origin*-начало). Хромосома БК связана в области *ori* с ЦПМ. Репликация ДНК катализируется ДНК-полимеразами. Сначала происходит раскручивание (деспирализация) двойной цепи ДНК, в результате чего образуется репликативная вилка (разветвленные цепи); одна из цепей достраиваясь, связывает нуклеотиды от 5'- к 3'- к концу, другая – достраивается посегментарно.

## Репликация ДНК происходит в 3 этапа:

1. инициализация 2. элонгация 3. терминация.

Образовавшиеся в результате репликации 2 хромосомы расходятся, чему способствует увеличение размеров растущей клетки: прикрепленные к ЦПМ хромосомы, по мере увеличения объема клетки удаляются друг от друга. Окончательное их обособление завершается образованием перетяжки или перегородки деления. Клетки с перегородкой деления расходятся в результате действия аутолитических ферментов, разрушающих сердцевину перегородки деления. Аутолиз при этом происходит неравномерно: делящиеся клетки в одном участке остаются связанными частью КС в области перегородки деления. Такие клетки располагаются под углом друг к другу

среде

Бактерии, засеянные в определенный объем питательной среды, размножаются, потребляют питательные вещества, что приводит к истощению питательной среды и прекращению роста бактерий.

# Характер роста бактерий на жидких питательных средах

- **Диффузный рост = помутнение** – большинство бактерий,
- **плёнка** – «коховские бактерии» ,
- **придонный или пристеночный рост** – стрептококки,
- **плёнка со спускающимися вниз «сталактитами»** – *Yersinia pestis*



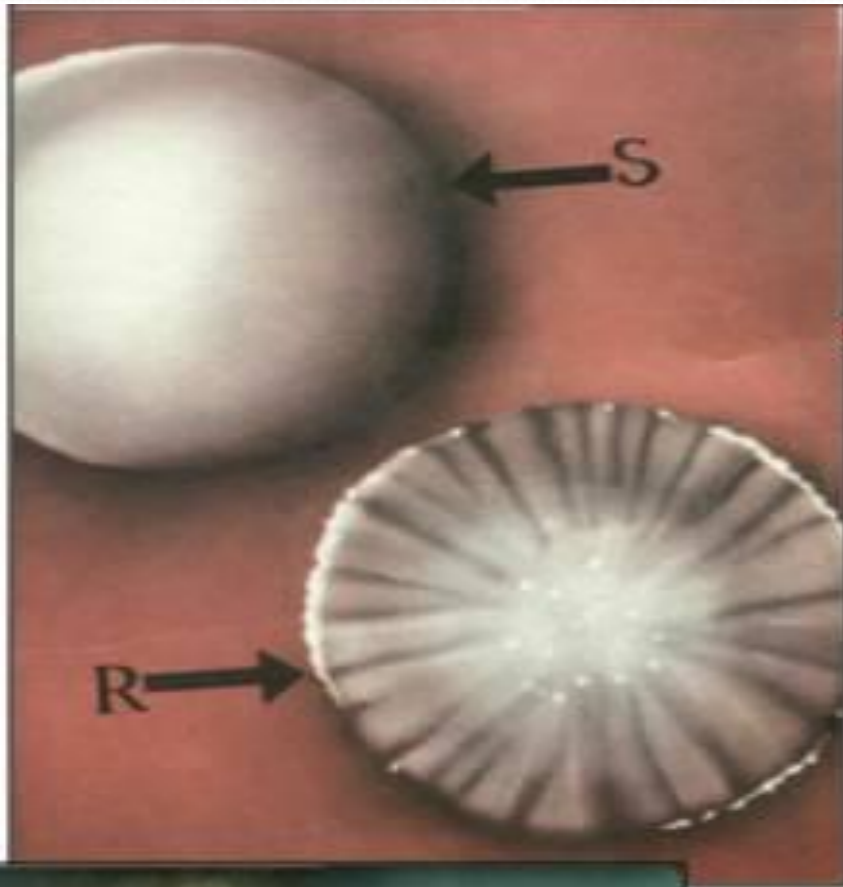


# При размножении бактерий в жидкой питательной среде можно наблюдать последовательную смену фаз:

- 1) Стационарная фаза — начинается с высева культуры и продолжается до двух часов — бактерии не растут и не размножаются
- 2) Фаза лаг+(фаза задержки) — рост интенсивный, но скорость деления невысокая
- 3) Фаза лог(фаза логарифмического роста) — скорость размножения максимальная, численность увеличивается в геометрической прогрессии
- 4) Фаза отрицательного ускорения — размножение замедляется из-за истощения питательной среды и накопления продуктов метаболизма

- 5) Максимальная стационарная фаза — равновесие между количеством погибших, вновь образующихся и покоящихся бактерий
- 6) Гибель бактерий
- 7) Лаг- — отмирание происходит с постоянной скоростью
- 8) Фаза уменьшения скорости отмирания клеток и прекращения процессов отмирания
- *\*Продолжительность фаз у различных видов бактерий варьирует*

# Размножение бактерий на плотной питательной среде



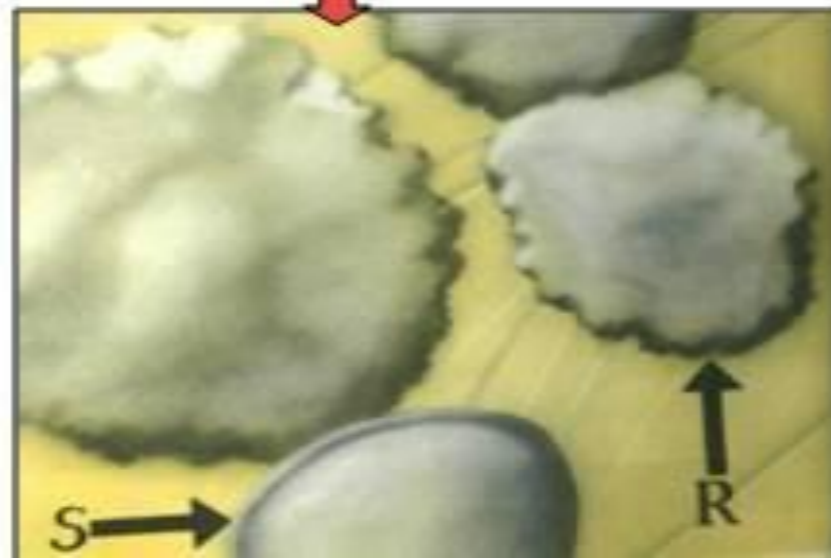
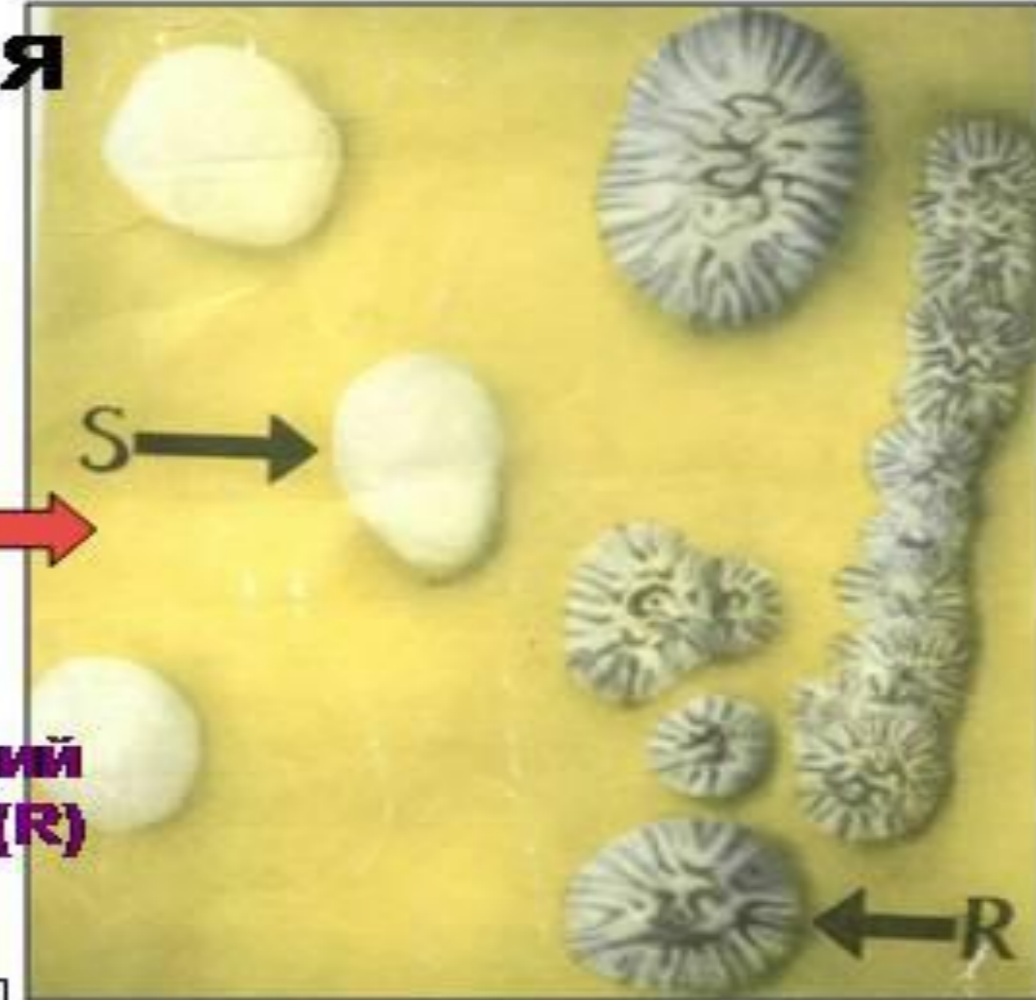
## ДИССОЦИАЦИЯ

КОЛОНИИ  
ДИФТЕРИЙНОЙ  
ПАЛОЧКИ

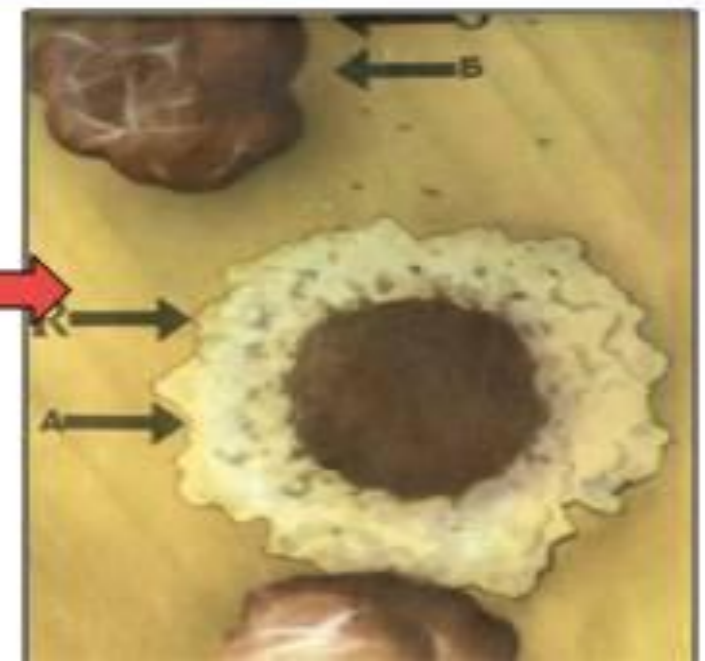
КОЛОНИИ ДРОЖЖЕ-  
ПОДОБНЫХ ГРИБОВ

КОЛОНИИ МИКОБАКТЕРИЙ  
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТИПА (R)  
И БЫЧЬЕГО ТИПА (S)

КОЛОНИИ ШИГЕЛЛ ЗОНЕ



КОЛОНИИ  
ЧУМНОЙ  
ПАЛОЧКИ



Вид, форма, цвет и другие  
особенности колоний на  
плотной питательной  
среде могут учитываться  
при идентификации  
бактерий, а также отборе  
колоний для получения  
чистых культур.

# бактерий

Выделение м/о из различных материалов и получение чистых культур необходимо для диагностики заболеваний, в производстве вакцин, антибиотиков и других БАВ. Для этого необходимы условия:

- температура
- время культивирования
- значение рН среды
- состав среды

● Время культивирования находится в прямой зависимости от времени генерации вида бактерии и находится в пределах 18 - 20 часов для энтеробактерий, 3-4 недель для микобактерий

● По температуре культивирования  
-психрофилы (холодолюбивые) — растут и размножаются при 10-15°C  
-мезофилы — при 37°C  
-термофилы — при 45°C и выше

● рН среды культивирования:  
-от 6,7  
-различные добавки (каталита с рН 7,5 ускоряет рост и размножение бактерий)

## Требования к питательным средам

- должны содержать все необходимые вещества в легкоусвояемой форме
- должны иметь оптимальную влажность, вязкость, рН
- должны быть изотоничными, прозрачными