

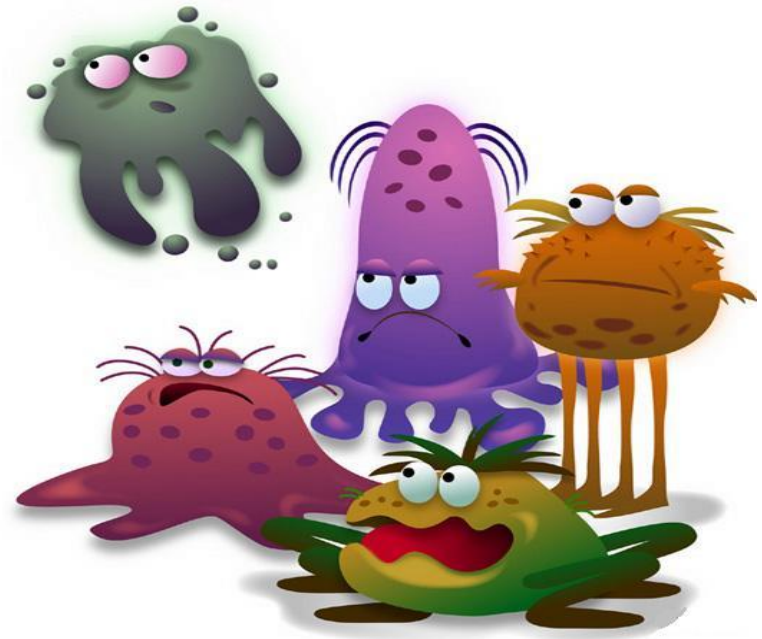
**ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава
России
Кафедра микробиологии**

**Введение в микробиологию.
Систематика микроорганизмов.
Морфология и ультраструктура бактерий**



Лекция № 1

1. Микробиология как наука



Микробиология (от греч. *micros-* малый, *bios-* жизнь, *logos-* учение, т.е. учение о малых формах жизни) - наука, изучающая микроскопические существа, названные микроорганизмами, их биологические признаки, систематику, экологию, взаимоотношения с другими организмами, населяющими биосферу нашей планеты (растения, животные и человек)

Структура предмета микробиологии

| Общая микробиология | Частные микробиология (по объекту исследования) |
|--|---|
| Анатомия (структура микробов) Физиология микробов Биохимия микробов Генетика микробов Экология микробов | Бактериология (прокариоты) Микология (эукариоты) Протозоология (эукариоты) Вирусология (вирусы) Санитарная микробиология Клиническая микробиология |

Задачи медицинской микробиологии:

1. Установление этиологической (причинной) роли микроорганизмов в норме и патологии.
2. Разработка методов диагностики, специфической профилактики и лечения инфекционных заболеваний, индикации (выявления) и идентификации (определения) возбудителей.
3. Бактериологический и вирусологический контроль окружающей среды, продуктов питания, соблюдения режима стерилизации и надзор за источниками инфекции в лечебных и детских учреждениях.
4. Контроль за чувствительностью микроорганизмов к антибиотикам и другим лечебным препаратам, состоянием микробиоценозов (микробиотой) повехностей и полостей тела человека.

Без знания основ микробиологии нельзя знать всё вышеуказанное !!!

Микробиологические методы исследования (диагностики)

| Микроскопический | Культуральный | Экспериментальный (биопроба) |
|---|---|---|
| <p>патологический материал</p> <p>↓</p> <p>препарат-мазок</p> <p>↓</p> <p>микроскопия</p> | <p>патологический материал</p> <p>↓</p> <p>выделение чистой культуры микробов</p> <p>↓</p> <p>идентификация</p> | <p>патологический материал</p> <p>↓</p> <p>лабораторное животное</p> <p>↓</p> <p>результат (болезнь, гибель, накопление чистой культуры и т.п.)</p> |

Микробиологические методы исследования (диагностики)

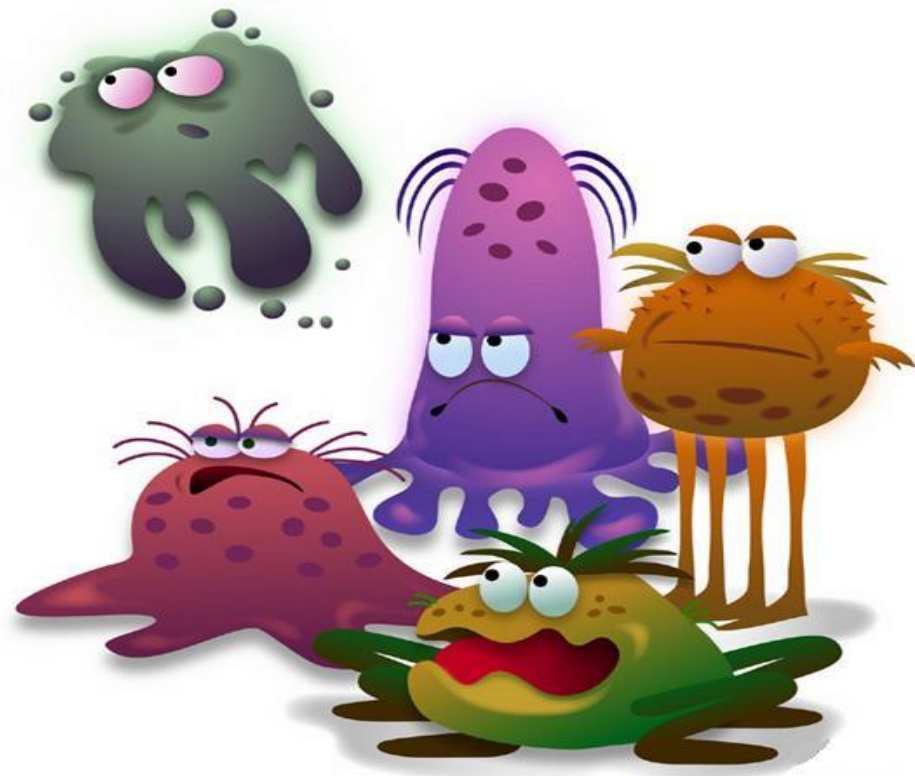
Иммунологические методы

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p>Серологические реакции (in vitro)</p> | | <p>Кожно-аллергические пробы</p> | <p>Методы оценки иммунного статуса</p> |
| <p>Выявление <u>антигенов</u> микроорганизмов</p> | | <p>Выявление <u>антител</u> в сыворотке больного (серодиагностика)</p> | <p>Выявление специфической гиперчувствительности (ГЗТ, ГНТ)</p> |
| <p>в патологическом материале (экспресс-диагностика)</p> | <p>в чистой культуре (сероидентификация)</p> | <p>Три уровня оценки (см. раздел «Иммунитет»)</p> | <p>7</p> |

СВЯЗЬ РАЗЛИЧНЫХ ДИСЦИПЛИН С МЕДИЦИНСКОЙ МИКРОБИОЛОГИЕЙ



2. История развития



периоды развития микробиологической науки

эвристический

морфологический

физиологический

иммунологический

молекулярно-генетический

Эвристический (описательный период)

конец XVII – сер. XIX в.



А. Левенгук



**Микроскоп А.
Левенгука**

Открытие микроорганизмов

Физиологический (пастеровский)

период

середина XIX – начало XX века

- **изучение жизнедеятельности микробной клетки;**
- **открытие болезнетворных бактерий;**
- **начало научной микробиологии.**



Луи Пастер (1822–1895)

Л. Пастер – основоположник микробиологии и иммунологии

Открытия Л. Пастера:

- ✓ опроверг теорию самозарождения микроорганизмов;
- ✓ установил бактериальную природу брожения;
- ✓ разработал метод вакцинации против куриной холеры, сибирской язвы, бешенства;
- ✓ изучил этиологию многих инфекционных заболеваний;
- ✓ ввёл методы асептики и антисептики.

30 апреля 1878 – день рождения
медицинской микробиологии как
науки.

Л. Пастер в докладе французской
академии наук указал, что «причиной
инфекционных болезней является
исключительно присутствие
микроорганизмов».



Роберт Кох
(1843–1910)

**Микроскоп Р.
Коха**

Заслуги Р. Коха

- **Впервые** выделил чистые культуры возбудителей **сибирской язвы, холеры, туберкулёза** (Нобелевская премия в 1905 г.);
- Сформулировал критерии этиологической связи инфекцион-ного процесса с определенными микроорганизмами (триада Коха):
 1. Выделение микроба от больного.
 2. Получение чистой культуры микроба.
 3. Введение чистой культуры микроба в чувствительный организм должно вызывать данную болезнь.
- **Другие заслуги:**
 - ✓ ввёл для культивирования бактерий **плотные питательные среды;**
 - ✓ применил **анилиновые красители** для окраски микробов;
 - ✓ предложил **иммерсионный объектив:**

Иммунологический период

начало – середина XX века

Один из основоположников иммунологии - создал клеточную теорию иммунитета (открыл явление фагоцитоза).

Нобелевская премия в 1908 г.



И.И. Мечников
(1845-1916)



И.И. Мечников



**И.И. Мечников в гостях у Л.
Толстого**

Иммунологический период

начало – середина XX века

Основоположник
гуморальной теории
иммунитета.
Нобелевская
премия в 1908 г.

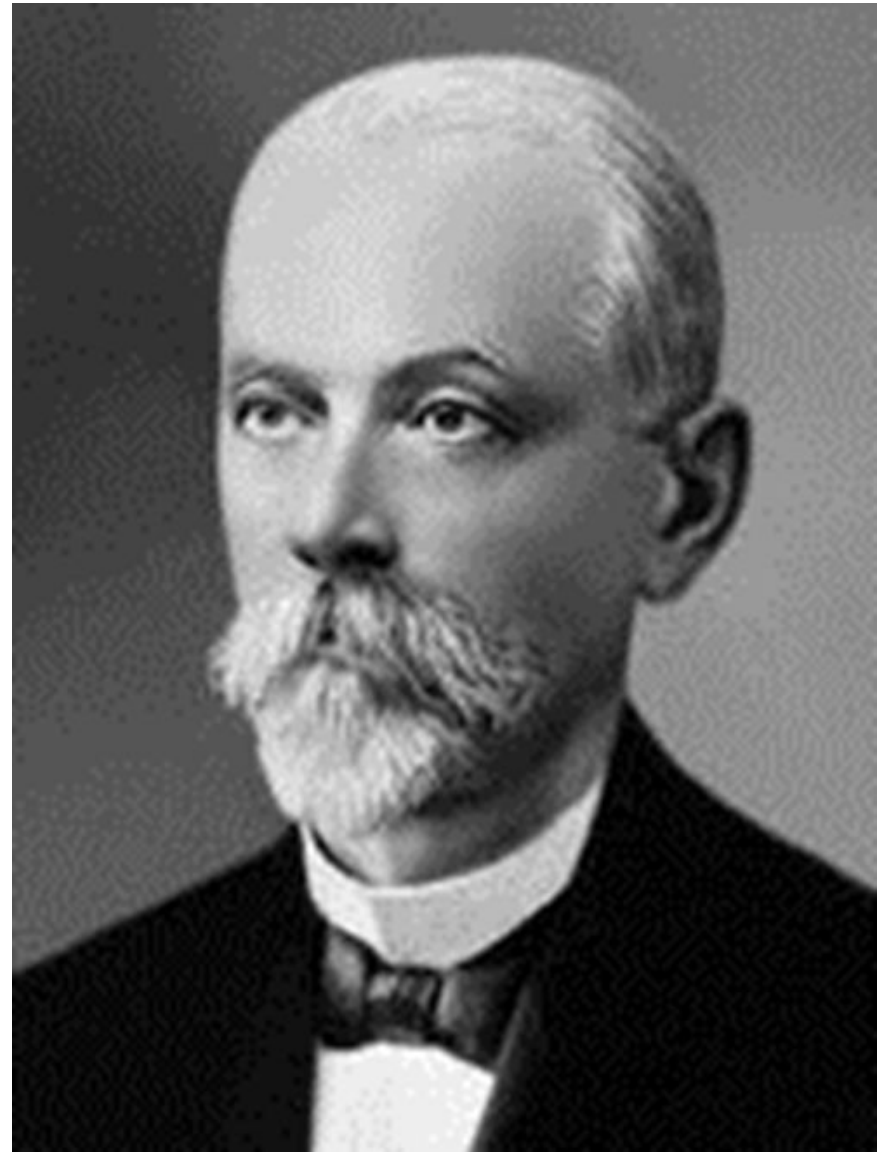
Основоположник
химиотерапии
инфекционных
болезней



Пауль Эрлих
(1854-1915)

**Д.И.
Ивановский**
(1864–1920)

В 1892 г. открыл
проходящего через
бактериальный
фильтр
возбудителя
болезни табака,
названного
впоследствии
вирусом табачной
мозаики.



**Н.Ф.
ГАМАЛЕЯ** (1859–1949)

**Труды по профилактике
бешенства, холеры,
оспы и др.
инфекционных
заболеваний.**



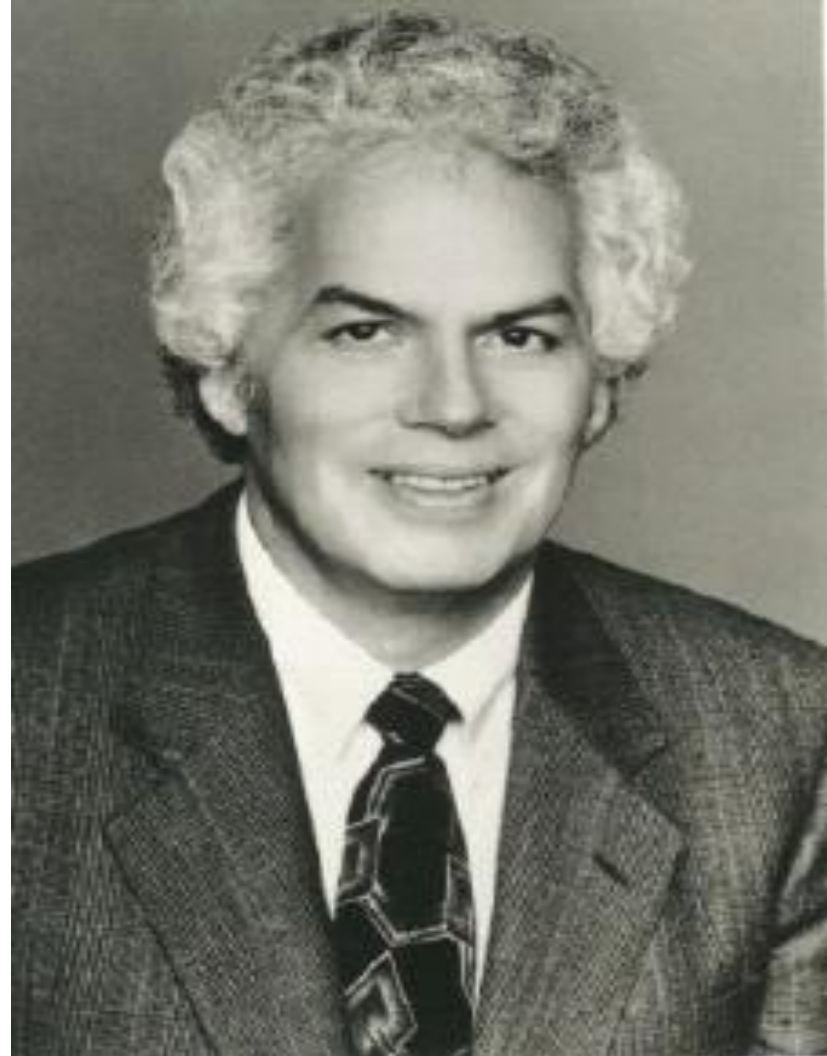
Молекулярно-генетический период (с середины XX в.)

Основные достижения:

- расшифровка молекулярной структуры и молекулярно-биологической организации большинства бактерий и вирусов;
- открытие новых форм жизни (инфекционных белков — прионов и инфекционных РНК — вирионов);
- разработка методов культивирования животных и растительных клеток;
- разработка принципиально новых способов диагностики инфекционных и неинфекционных заболеваний (ИФА, РИА, ПЦР, иммуноблотинг, гибридизация НК,);
- открытие новых возбудителей вирусных и бактериальных инфекций (ВИЧ, возбудители геморрагических лихорадок, легионелл и др.);
- создание принципиально новых вакцин и других лечебных профилактических и диагностических препаратов.
- **РАСШИФРОВКА МЕТАГЕНОМА ЧЕЛОВЕКА ВХОДИТ В ЧИСЛО РЕВЮЩИХ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ ПОСЛЕДНЕГО ДЕСЯТИЛЕТИЯ**

Стенли Пруссинер

- **Открыл прионы**
(новая биологическая причина инфекций)



ЛЬВОВ (ЛЬВОФФ)

АНДРЕ МИШЕЛЬ

(1902–1994) –

**франц. бактериолог и
генетик,**

**основоположник теории
лизогении (Ноб. пр. в
1965 г., совместно с Ф.
Жакобом и Ж. Л. Моно).**

• Автор понятия провирус





**Родни Портер
Эдельман**



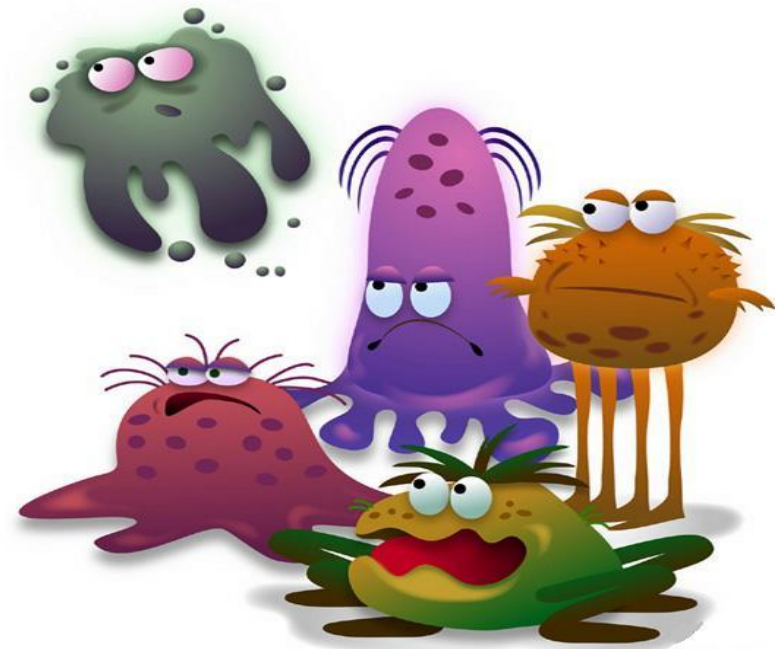
Джеральд

**Расшифровка строения антител
иммуноглобулинов,
1959 г.**



Роберт Галло и Люк Монтанье
открыли ВИЧ

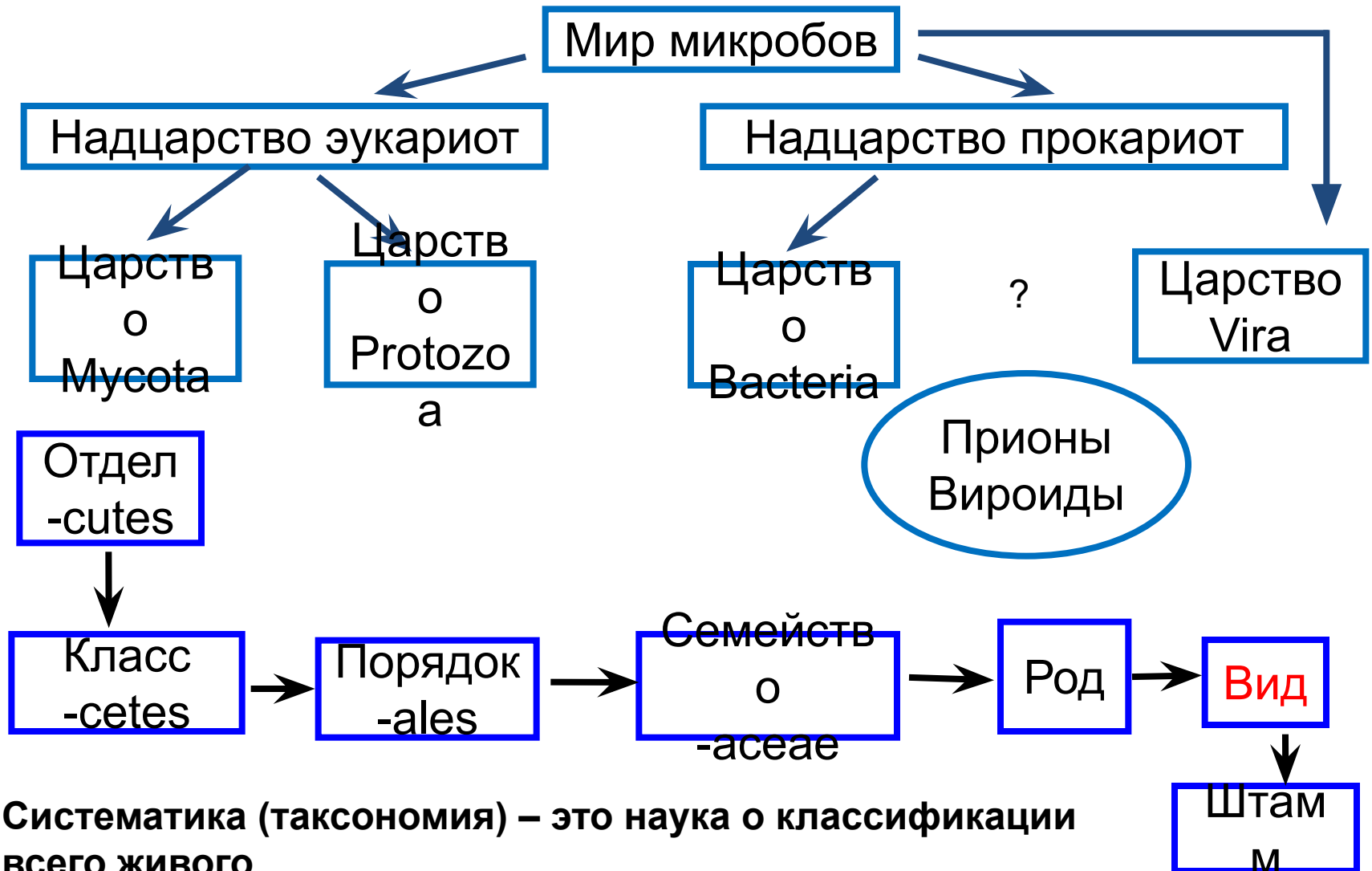
3. Принципы систематики микроорганизмов



Дифференциальные признаки микробов

1. Морфологические и тинкториальные свойства
2. Физиологическая активность
3. Антигенная специфичность
4. Биохимические свойства
5. Генетическое родство
6. Молекулярно-биологические свойства
7. Чувствительность к бактериофагам
8. Чувствительность к антибиотикам

Классификация микроорганизмов



Систематика (таксономия) – это наука о классификации всего живого

ЦАРСТВО

Vira

ГЕНОМ (ДНК ИЛИ РНК)
ТИП СИММЕТРИИ
КАПСИД
(СУПЕРКАПСИД)

ОБЛИГАТНЫЕ
ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЕ
ПАРАЗИТЫ

Bacteria

НУКЛЕОИД
КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА
ГР+, ГР-

1. БАКТЕРИИ
2. МИКОПЛАЗМЫ

3. РИККЕТСИИ
4. ХЛАМИДИИ

5. АКТИНОМИЦЕТЫ

6. СПИРОХЕТЫ

Mycota

ЯДРО
КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА
(ХИТИН)

НАЛИЧИЕ МИЦЕЛИЯ

Protozoa

ЯДРО
КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА
(ЦЕЛЛЮЛОЗА)

СПОСОБ ДВИЖЕНИЯ,
ЦИСТЫ

Размеры про- и эукариот от 0,01 до 20 мкм;
Размеры вирусов от 10 до 400 нм

Царство бактерий

```
graph TD; A[Царство бактерий] --> B[Отдел I Грациликуты]; A --> C[Отдел II Фирмикуты]; A --> D[Отдел III Тенерикуты]; A --> E[Отдел IV Мендозокуты];
```

Отдел I Грациликуты

Грам- бактерии
(тонкая
клеточная
стенка)

Отдел II Фирмикуты

Грам+ бактерии
(толстая
клеточная
стенка)

Отдел III Тенерикуты

Бактерии
без клеточной
стенки
(микоплазмы)

Отдел IV Мендозокуты

Бактерии с
дефектной
клеточной
стенкой
(архебактерии)

Номенклатура бактерий

Надцарство: Prokaryota

Царство: Bacteria

**Staphylococcus aureus = S. aureus;
Staphylococcus spp.**

Отдел (по строению клеточной стенки):

Эубактерии

- *Firmicutes*
- *Gracilicutes*
- *Tenericutes*

Отдел: Firmicutes

Семейство: Micrococcaceae

Род: Staphylococcus

Вид: S. aureus

Архебактерии

- *Mendosicutes*

Порядок (название таксона заканчивается на **-ales**)

Семейство (название таксона заканчивается на **-ceae**)

Род

Вид (основной таксон в классификации прокариот)

Подвидовые категории

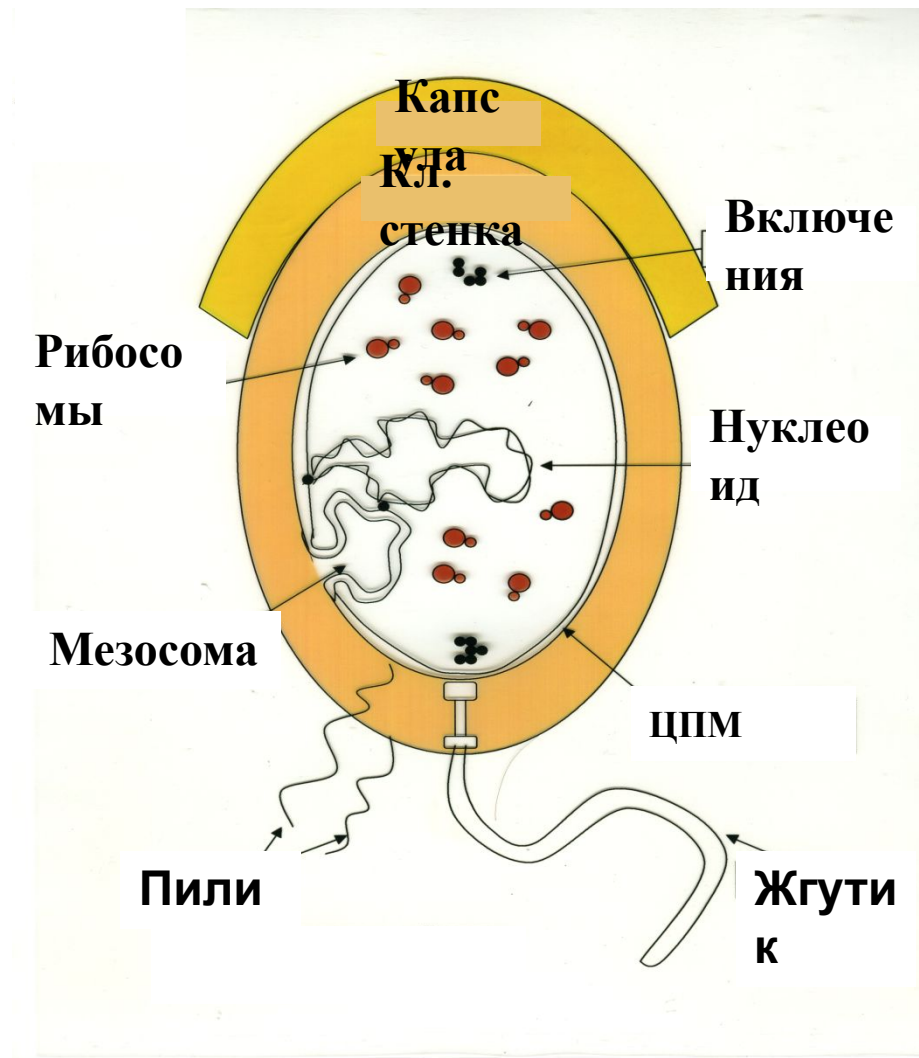
Варианты (морфо-, био-, хемо-, фаго-, серо-, эковары).

Вид - совокупность микроорганизмов, имеющих единый тип генной организации, который в стандартных условиях проявляется сходными фенотипическими признаками.

Штамм – культура, выделенная из определенного источника.

Клон - потомство одной клетки

4. Строение бактериальной клетки



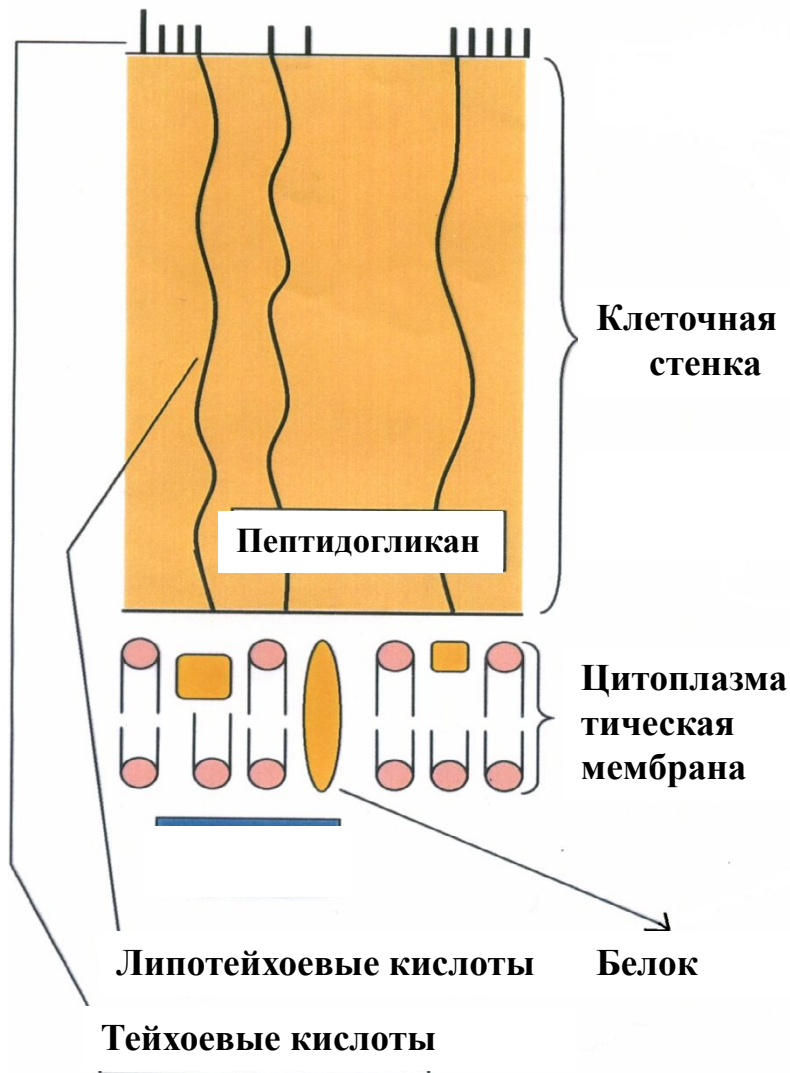
Органоиды про- и эукариотической клетки

| Компоненты | Прокариоты | Эукариоты |
|--------------|--|---|
| Постоянные | <ul style="list-style-type: none">• Нуклеоид• Цитоплазма• Рибосомы 70S• Мезосомы• ЦПМ• Клеточная стенка | <ul style="list-style-type: none">• Ядро• Цитоплазма• Рибосомы 80S• Митохондрии• ЦПМ• Клеточная оболочка• Аппарат Гольджи• Центриоли• ЭПС |
| Непостоянные | <ul style="list-style-type: none">• Жгутики• Пили• Плазмиды• Капсула• Споры• Включения | <ul style="list-style-type: none">• Жгутики• Вакуоли |

ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ ПРОКАРИОТ

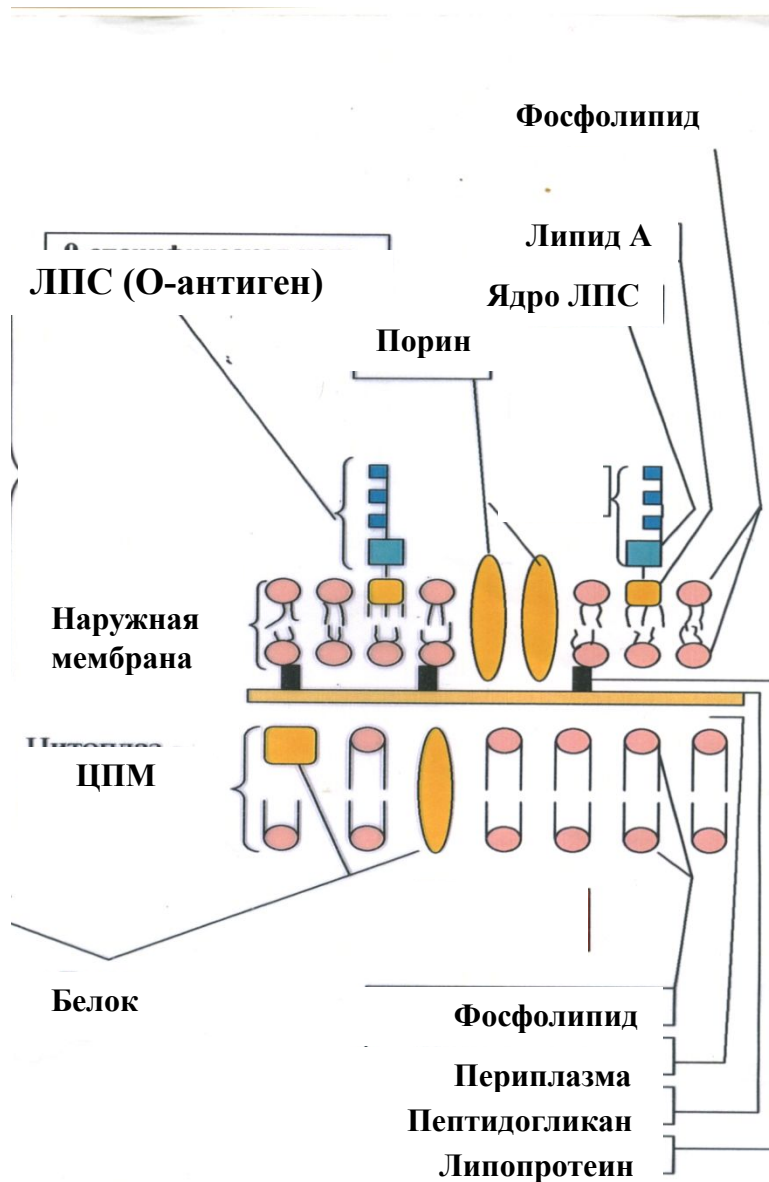
1. Уровень организации генома
(наличие **нуклеоида** - подобие ядра)
2. Бинарное деление
3. Рибосомы с коэффициентом седиментации 70S
4. Отсутствие мембранных органелл
(митохондрий, ЭПС, аппарата Гольджи)
3. Уникальная клеточная стенка определяется наличием в составе **пептидогликана!**

Строение клеточной стенки Грам + бактерий



- **Пептидогликан** (муреин) имеет многослойную структуру
- **Пептидогликан связан с тейхоевыми и липотейхоевыми кислотами**

Строение клеточной стенки Грам - бактерий



□ Наружная мембрана:

Липополисахариды (ЛПС)

Липопротеины

Фосфолипиды

Белки-порины

□ Пептидогликан

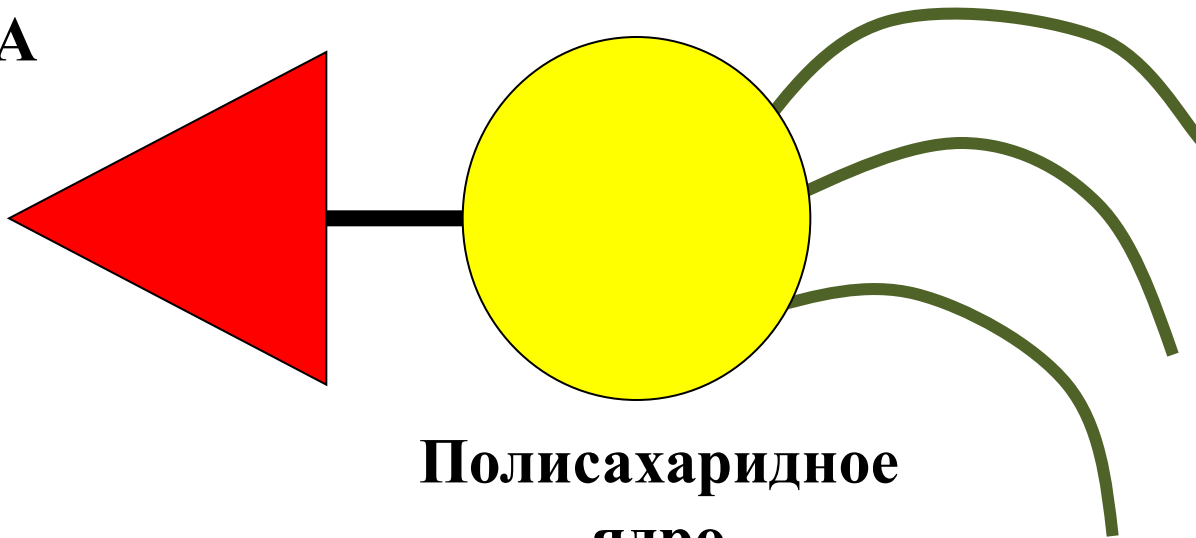
представлен 1-2
слоями

□ Периплазма

(содержит ферменты и
компоненты транспортных
систем)

Липополисахарид – эндотоксин грамотрицательных бактерий

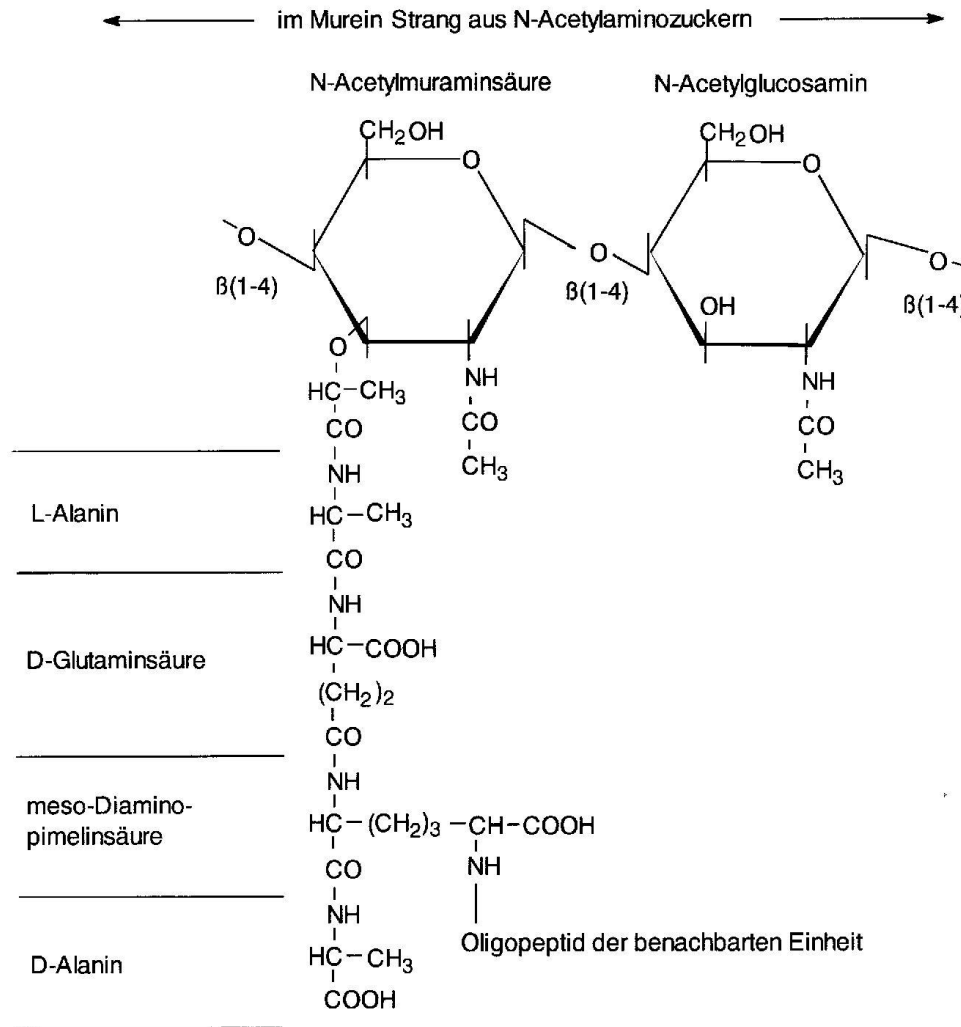
Липид А



Полисахаридное
ядро

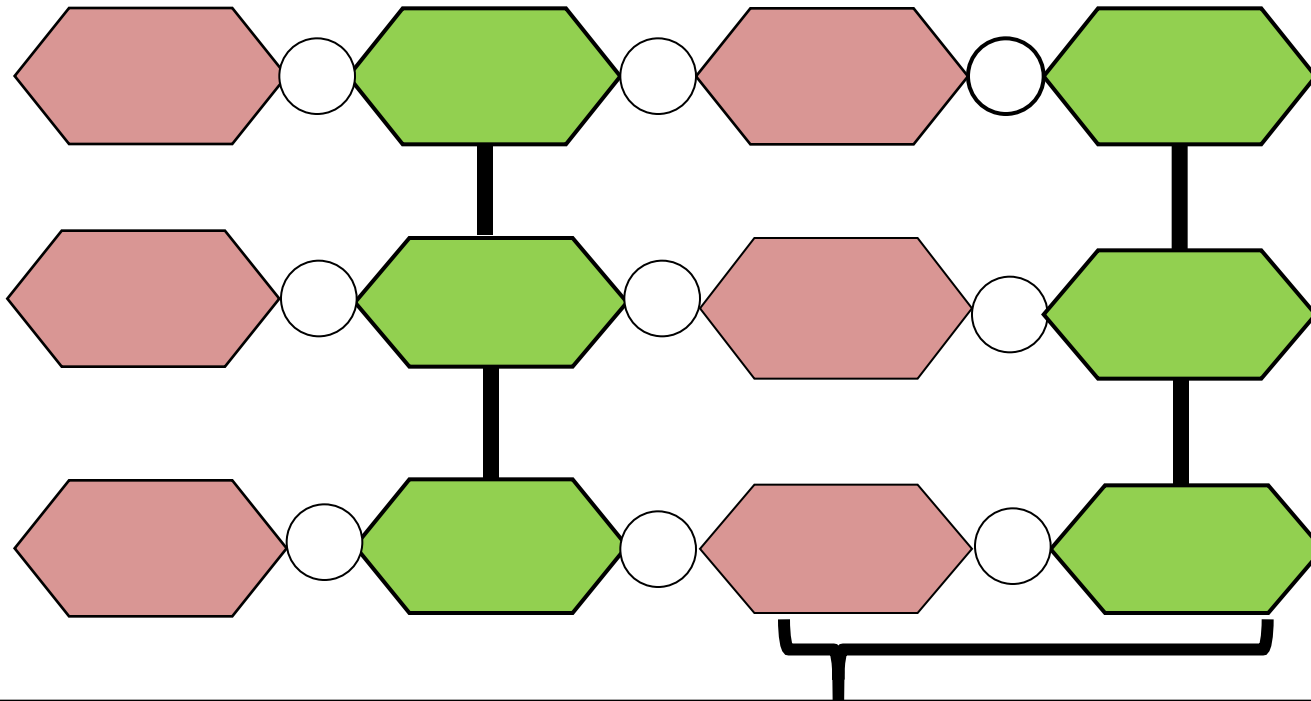
Концевые
олигосахариды

Строение пептидогликана



Baueinheit des Mureins von Escherichia coli

Схема строения остова пептидогликана



Дисахариды: N-ацетилглюкозамин и N-ацетилмурамовая кислота

Многослойность определяется пептидными связями через N-ацетилмурамовую кислоту

- - гликозидные связи (разрушаются лизоцимом - ацетилацетилазой)
- - пептидные связи (ингибируются β-лактамами)

ФУНКЦИЯ ПЕПТИДОГЛИКАНА КЛЕТочНОЙ СТЕНКИ



Функции клеточной стенки

1. **Скелетная** (определяет и сохраняет постоянную форму клетки)
2. **Защитная**
3. **Рецепторная**
4. **Антигенная** (определяет антигенную специфичность бактерий, обладает важными иммунобиологическими свойствами)
5. **Адгезивная**
6. **Транспортная** (обеспечивает связь с внешней средой через каналы и поры)
7. **Образование L-форм бактерий при нарушении синтеза клеточной стенки**

Свойства L-форм бактерий

1. L-трансформация индуцируется антибиотиками, ферментами и антимикробными антителами
2. Превращение из Гр+ в Гр- структуру
3. Изменение антигенных свойств
4. Снижение вирулентных свойств, в связи с утерей адгезивных, инвазивных, эндотоксических свойств
5. Способность длительно персистировать (переживать) в организме. Утрата клеточной стенки делает L-формы нечувствительными к различным химиопрепаратам и антителам.
6. Способность возвращаться в исходную бактериальную форму.

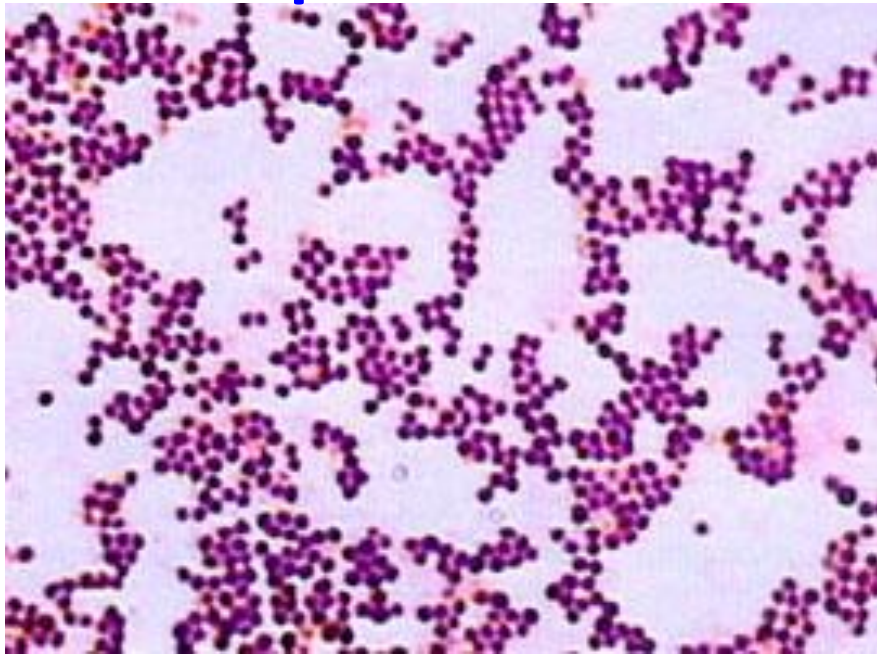


**Ганс Христиан Грам
(1853-1938)**

- **В 1884 г. предложил метод окраски бактерий основными красителями -
генцианвиолет +
кристалвиолет**
- **После окраски по Граму одни бактерии окрашиваются в фиолетовый цвет – их называют грамположительными (Гр +)**
- **Другие бактерии окрашиваются в красный цвет – их называют грамотрицательными (Гр⁴⁶ -)**

Грам

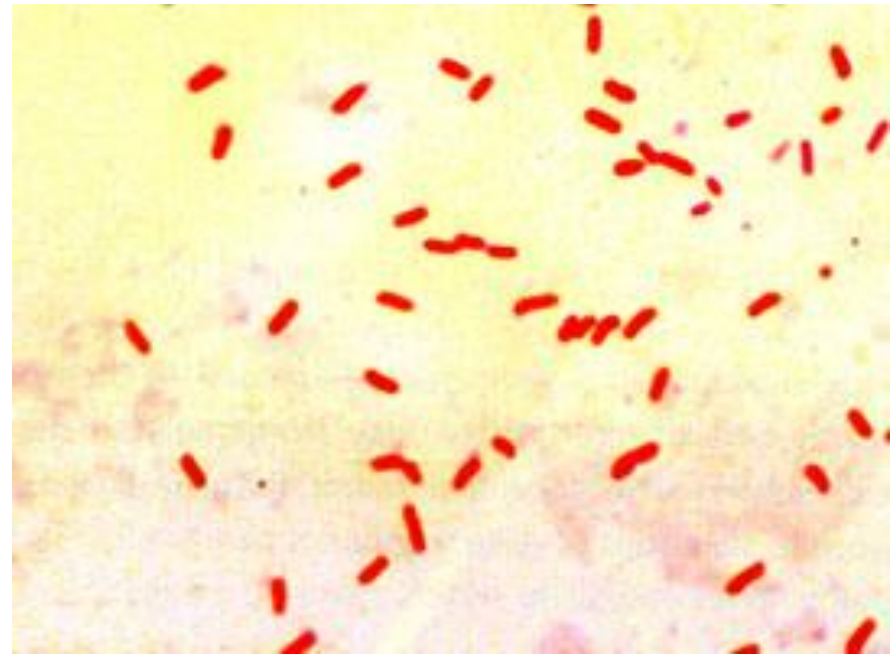
+



**Стафилоко
кк**

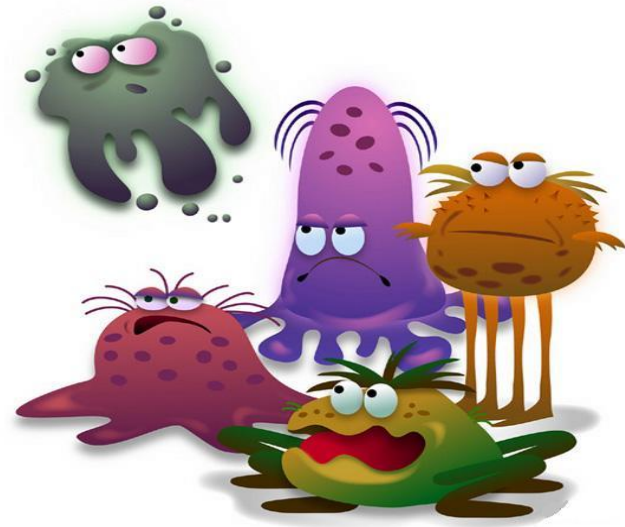
Грам

-



**Кишечная
палочка**

5. Морфология бактерий



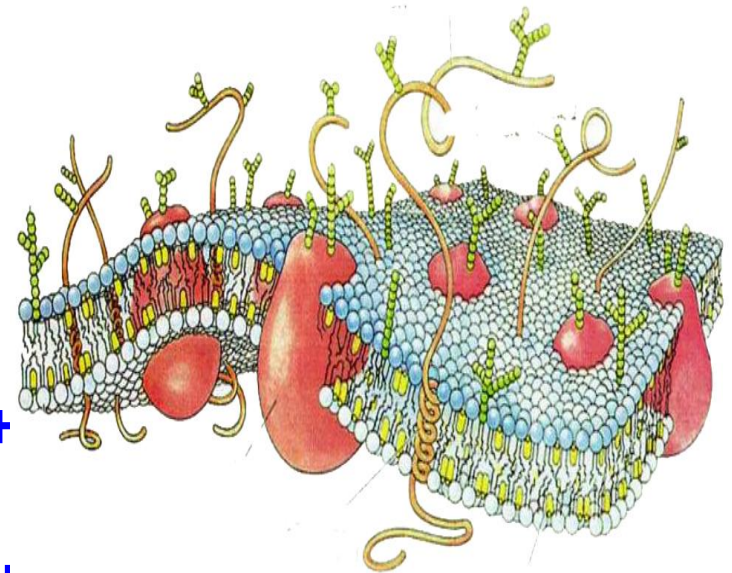
| ТОНКОСТЕННЫЕ, ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ | | ТОЛСТОСТЕННЫЕ, ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ | |
|--|--|---|--|
| Менингококки | | Пневмококки | |
| Гонококки | | Стрептококки | |
| Вейлонеллы | | Стафилококки | |
| Палочки | | Палочки | |
| Вибрионы | | Бациллы* | |
| Кампилобактерии, Хеликобактерии | | Клостридии* | |
| Спириллы | | Коринебактерии | |
| Спирохеты | | Микобактерии | |
| Риккетсии | | Бифидобактерии | |
| Хламидии | | Актиномицеты | |

Цитоплазматическая мембрана

ЦПМ состоит из трех слоев: два слоя фосфолипидов и белков, пронизывающих эти слои, которые участвуют в транспорте питательных веществ.

Функции ЦПМ:

- Барьерная (поддерживает осмотическое давление)
- Транспортная (перенос различных веществ в клетку и из клетки)
- Энергетическая. Содержит многочисленные ферментные системы (дыхательные, окислительно-восстановительные, осуществляет перенос электронов)

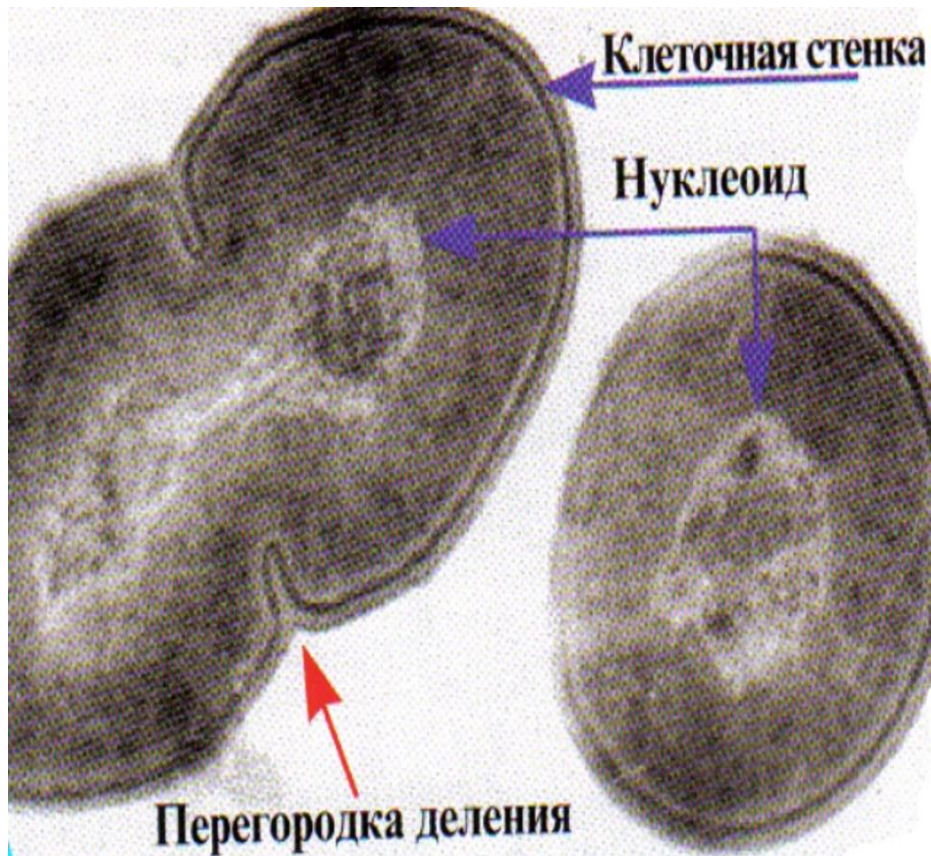


Мезосомы

**Производные ЦПМ, участвуют в энергообмене,
в формировании межклеточной перегородки
при
делении и спорообразовании**

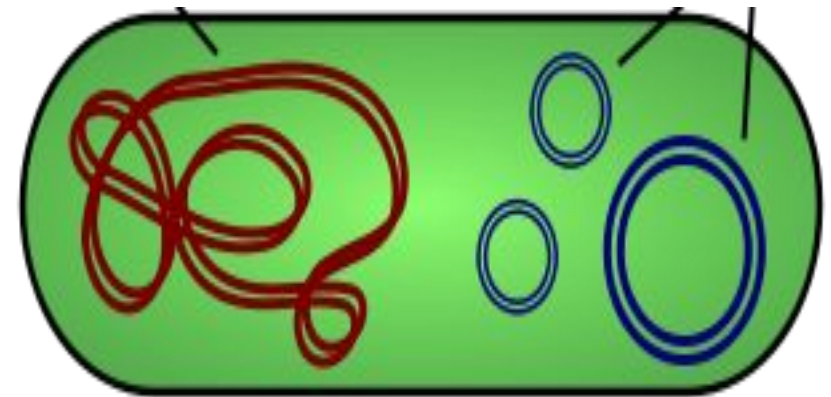
Генетический аппарат

Нуклеоид – гигантская кольцевая молекула ДНК, геном бактериальной клетки (около 1000 генов)



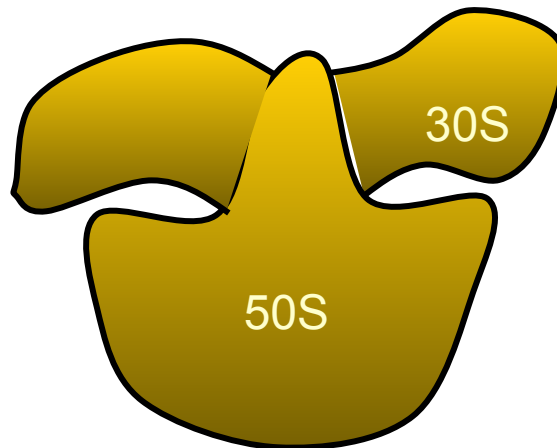
ХРОМОСОМА

ПЛАЗМИДЫ



Рибосомы

Рибосомы прокариот **70S** (у эукариот **80S**)



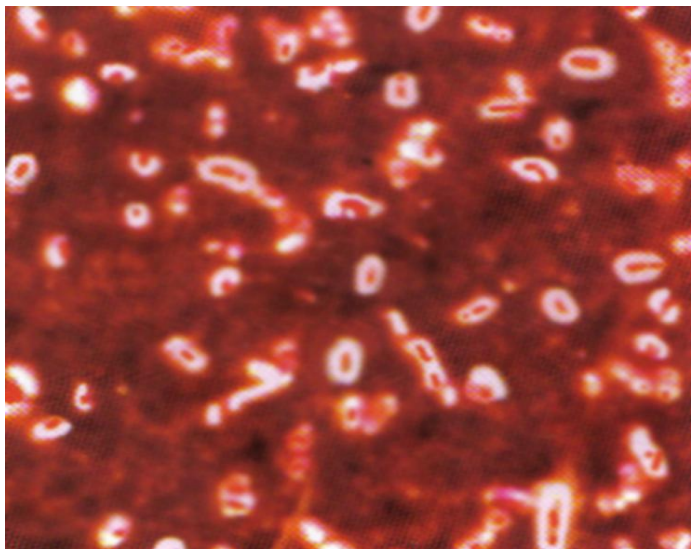
Рибосома прокариот

Капсула

Капсула – слизистое образование, сохраняющее связь с клеточной стенкой и имеющее аморфную структуру

Микрокапсула – толщина < 0,2 мкм

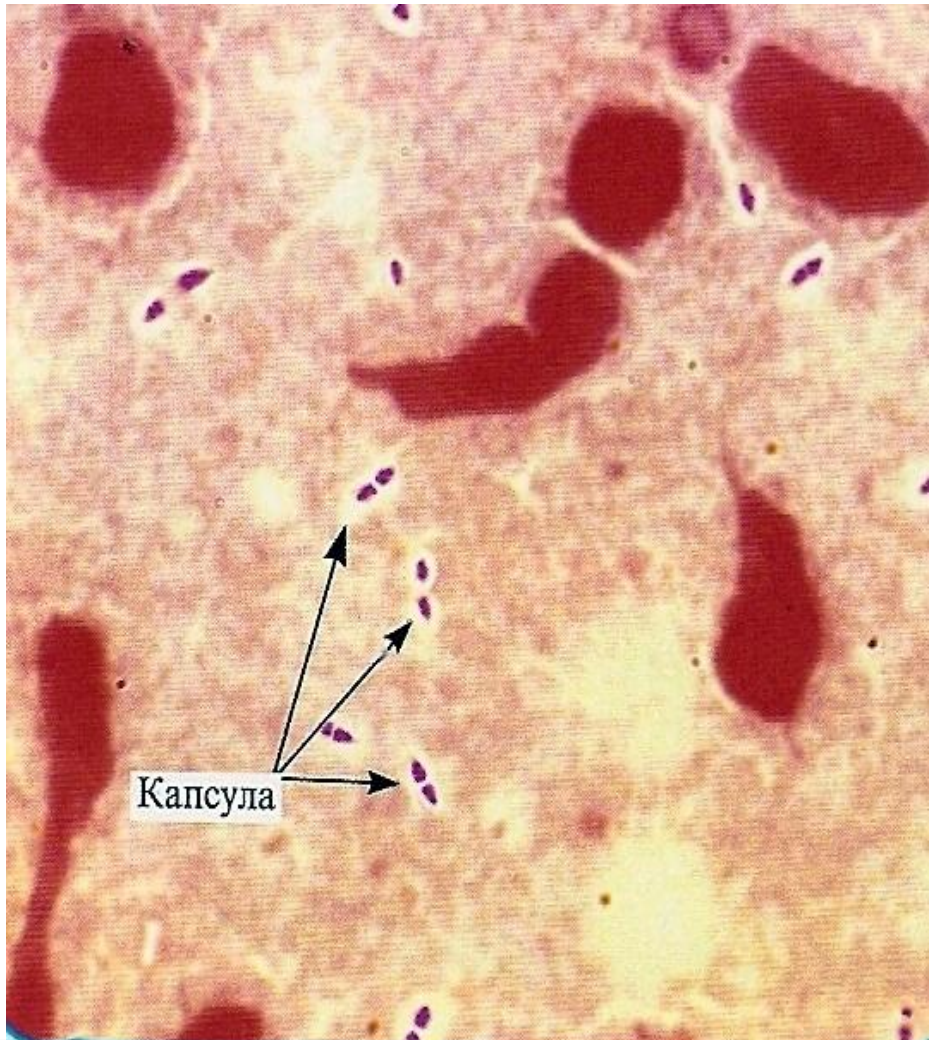
Макрокапсула – толщина > 0,2 мкм



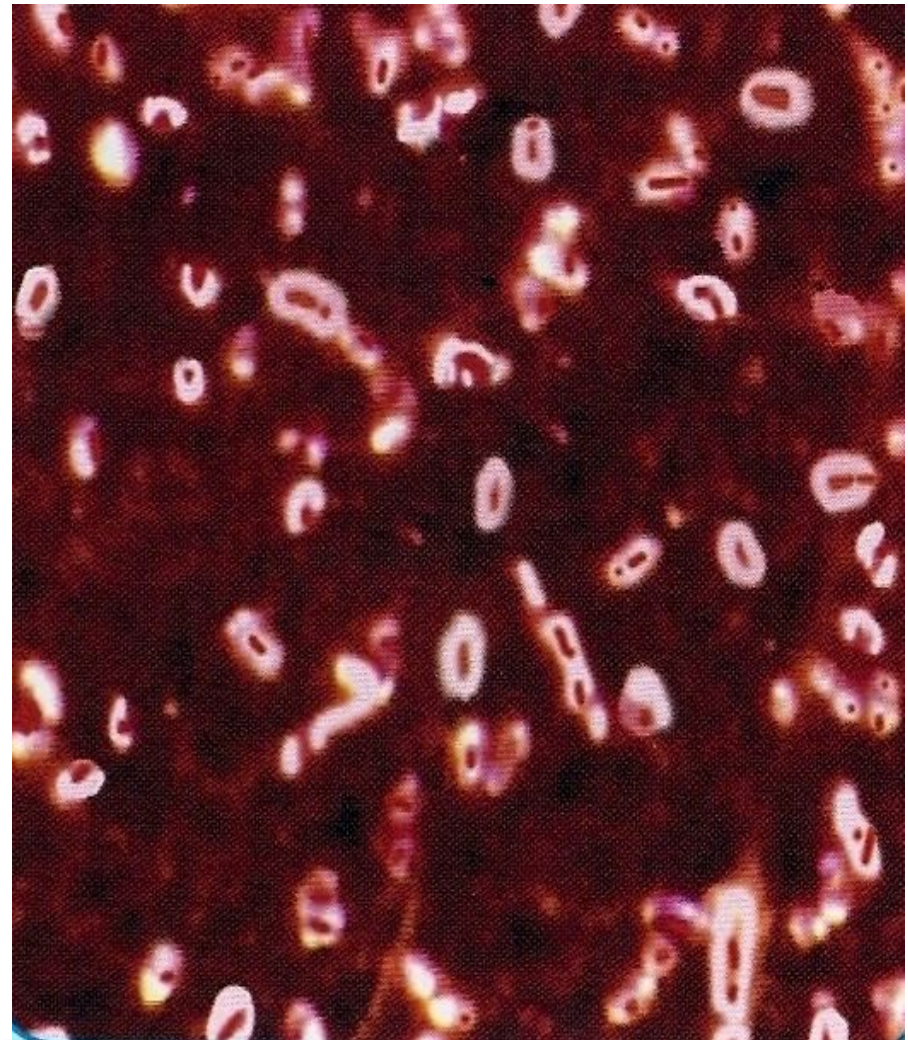
В большинстве случаев капсула - полисахарид (искл. *Bacillus anthracis* - пептидная капсула)

Klebsiella pneumoniae, окраска по Бурри-Гинсу. Видны капсулы – светлые ореолы вокруг палочковидных бактерий

КАПСУЛА



МАЗОК-ОТПЕЧАТОК



**МАЗОК ИЗ ЧИСТОЙ
КУЛЬТУРЫ
МИКРООРГАНИЗМОВ**

Функции капсулы:

- защищает бактерии от бактериофагов, фагоцитов, гуморальных факторов иммунитета;
- определяет антигенную специфичность микроорганизмов;
- обеспечивает адгезивные свойства бактерий.

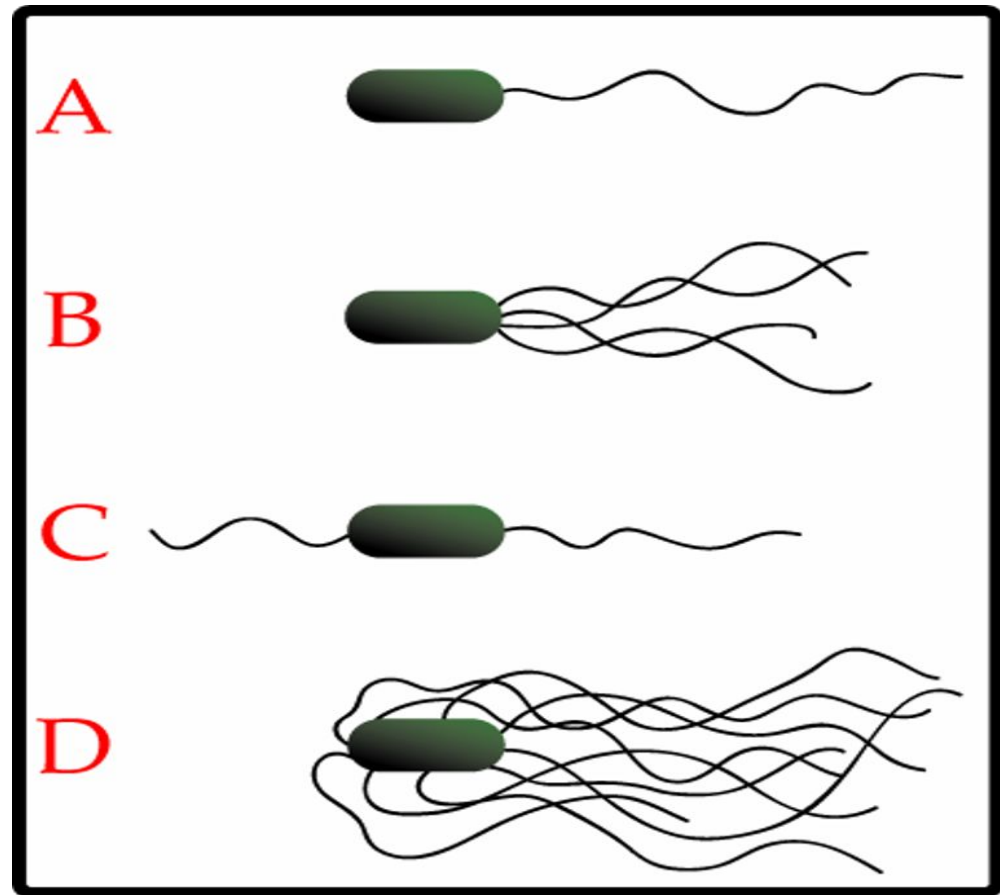
Жгутики. Расположение:

А — монотрихальное

В — лофотрихальное

С — амфитрихальное

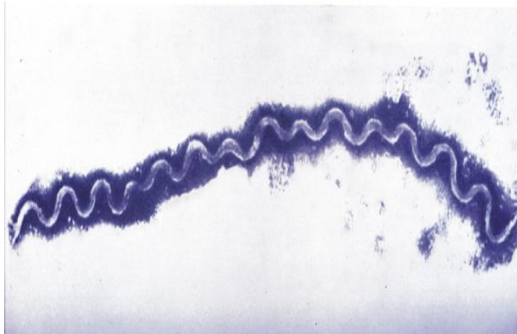
Д — перитрихальное



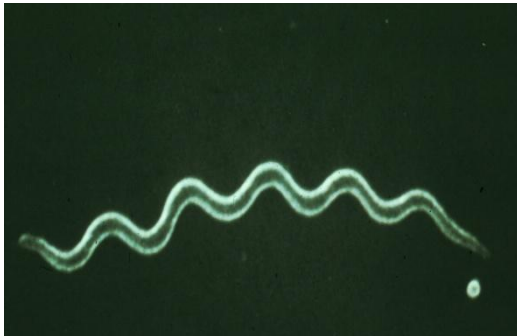
Характер движения прокариот: плавающее, скользящее

Жгутики и подвижность

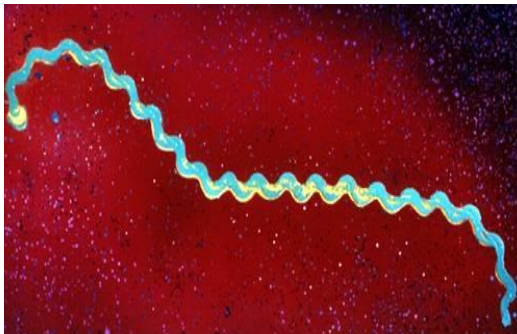
Спирохеты (скользящий тип движения)



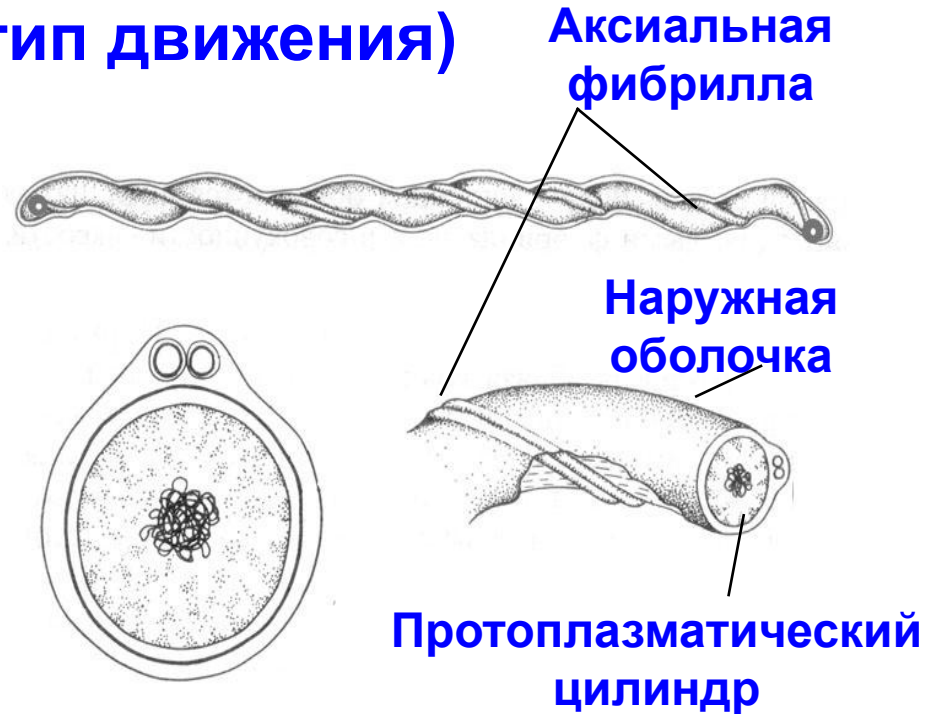
Трепонемы



Боррелии



Лептоспиры



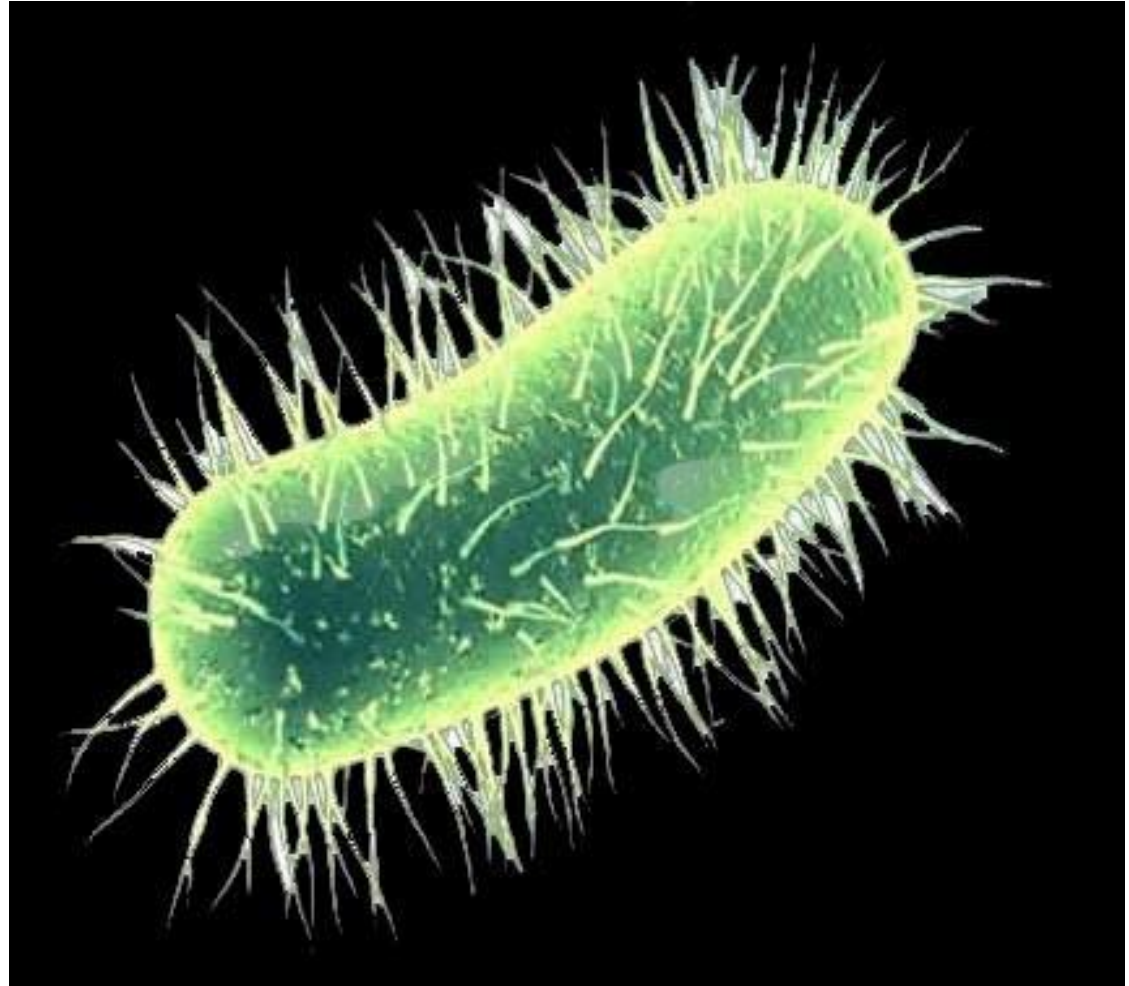
Строение спирохет

Типы движения спирохет:

1. Вращение вокруг собственной оси
2. Изгибание клеток
3. Винтовое (волнообразное)

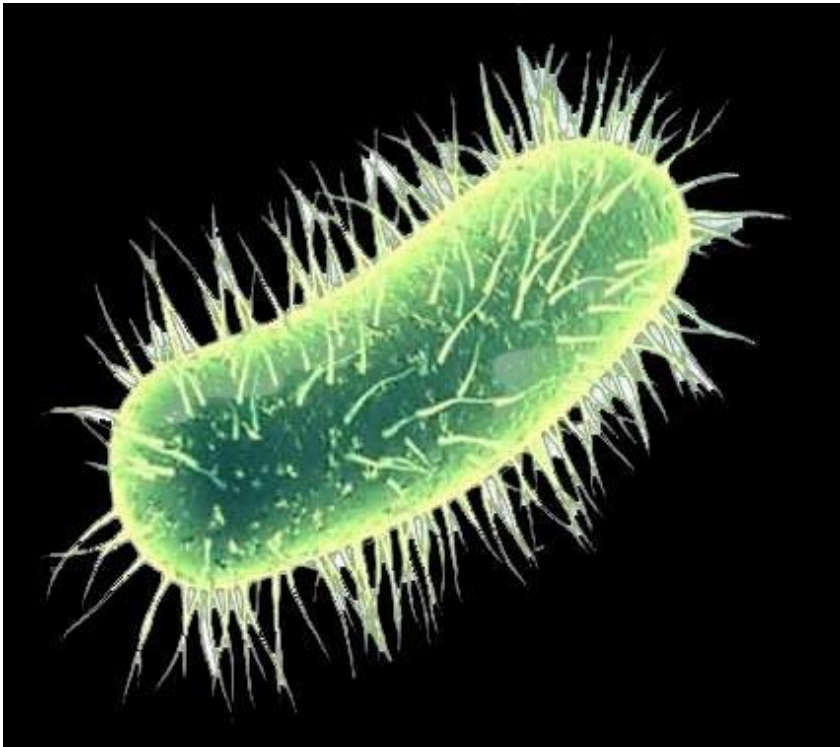
Органы прикрепления к субстрату – пили (фимбрии, ворсинки)

Белок пилин

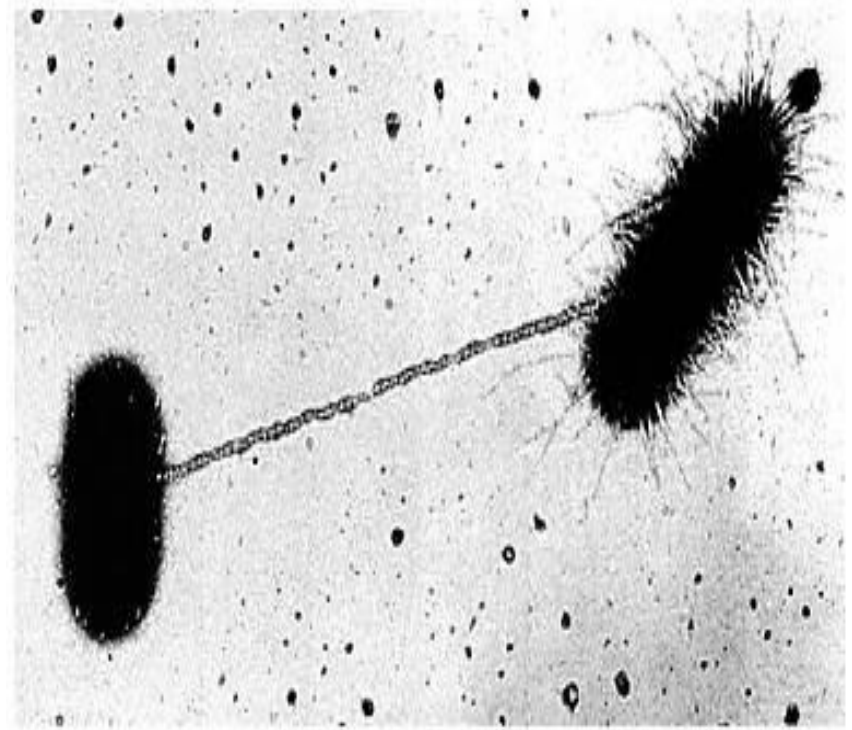


Микроворсинки

1. Фимбрии или реснички (от лат. *fimbria* - бахрома)
2. F- пили (от лат. *pilae* - волосок) – фактор фертильности



Фимбрии



F-пили

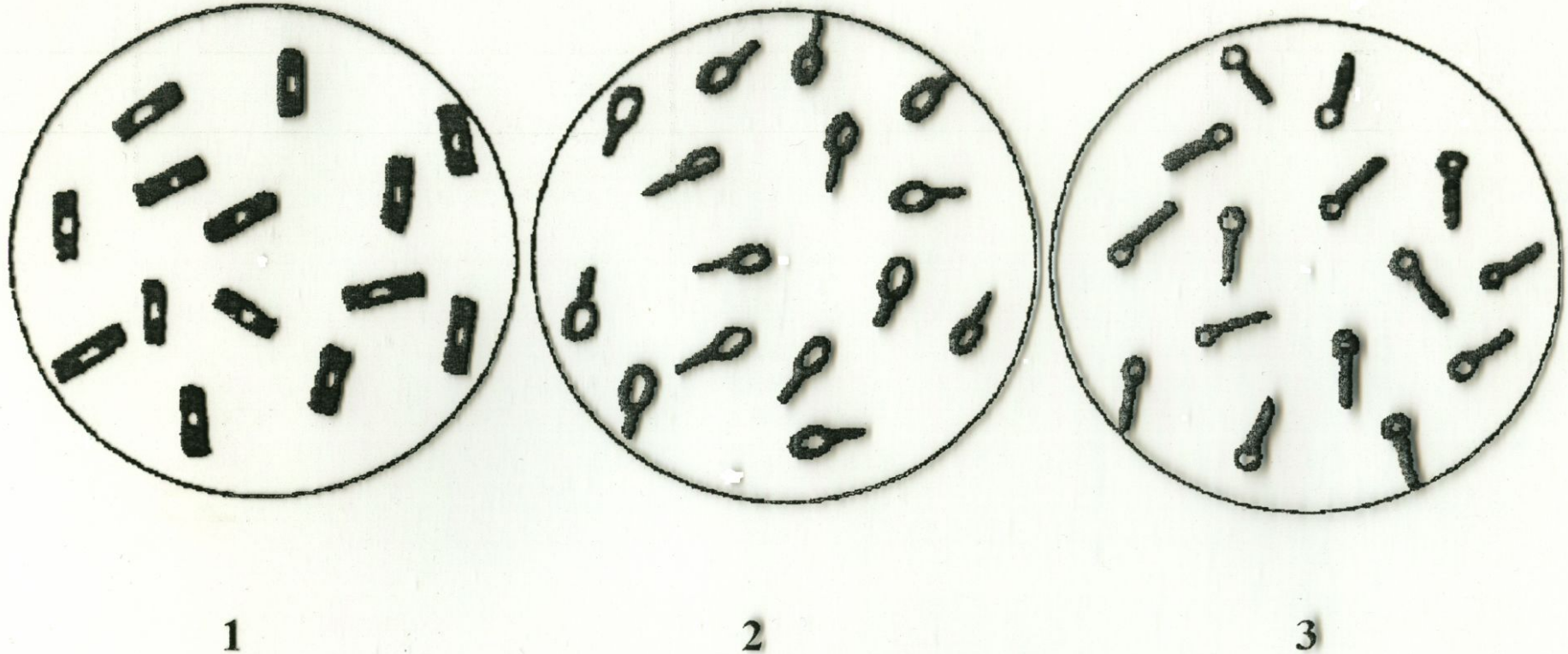
Эндоспоры

Образует только некоторые палочковидные микроорганизмы (формации Бактериальной формы), позволяющая сохранить жизнеспособность клетки в неблагоприятных условиях внешней среды

Индукция споруляции:

1. Дефицит питательных веществ
2. Повышение температуры
3. Высыхание
4. Изменение pH
5. Повышение или понижение парциального давления кислорода

Споры



**Расположение спор у бактерий:
1-центральное; 2-субтерминальное; 3-
терминальное.**

Включения

Включения располагаются в цитоплазме, к ним относятся:

- активно функционирующие клеточные структуры
- продукты клеточного метаболизма
- запасные питательные вещества

Включениями являются: гликоген, крахмал, сера, волютин и др.

Их обнаружение является дифференциально-диагностическим признаком для некоторых бактерий (дифтерийная палочка).

Включения

Волутиновые гранулы, биполярное
расположение у

C. diphtheriae

ра)



Благодарю за внимание!



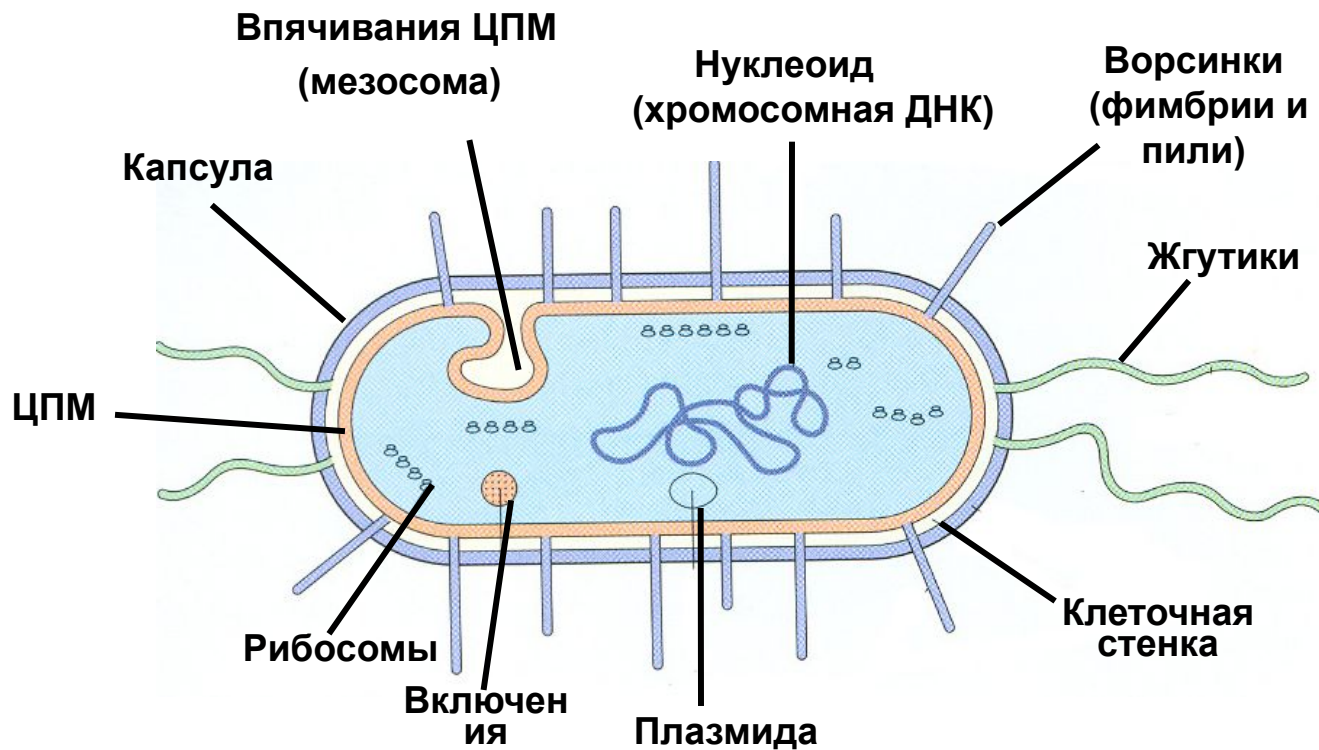
**Классификация основных групп бактерий, имеющих медицинское значение, на основе критериев, применяемых в определителе бактерий Берджи (Berge)
 БЕРДЖИ ДЭВИД ХЕНРИКС (1860–1937) – амер. бактериолог, предложил классифицировать бактерии по небольшому количеству наиболее характерных признаков. Первый «Определитель бактерий Берджи» был издан в 1923 г.**

| Основные группы бактерий | Роды бактерий |
|---|---|
| I. Зубактерии - ригидные бактерии с толстыми стенками, неподвижные или подвижные благодаря жгутикам | |
| A. Мицелиальные формы | •Mycobacterium, Actinomyces, Nocardia, Streptomyces |
| Б. Простые одноклеточные | |
| 1. Облигатные внутриклеточные паразиты | •Rickettsia, Coxiella, Chlamydia |
| 2. Свободноживущие грамотрицательные: • Кокки • Кишечные палочки (в т.ч. факультативные анаэробы) • Кишечные палочки (в т.ч. облигатные аэробы) • Кишечные палочки (в т.ч. облигатные анаэробы) • Некишечные палочки (в т.ч. спиральной формы) • Некишечные палочки (в т.ч. прямые, очень мелкие палочки) | • Neisseria • Escherichia, Salmonella, Shigella, Klebsiella, Proteus, Vibrio • Pseudomonas • Bacteroides, Fusobacterium • Spirillum • Brucella, Yersinia, Francisella, Haemophilus, Bordetella |
| 3. Свободноживущие грамположительные: • Кокки • Неспорообразующие палочки • Спорообразующие палочки (в т.ч. обязательные аэробы) • Спорообразующие палочки (в т.ч. обязательные анаэробы) | • Streptococcus, Staphylococcus • Corynebacterium, Listeria • Bacillus • Clostridium |
| II. Спирохеты - изгибающиеся бактерии с тонкими стенками, подвижность связана с наличием осевой нити | Treponema, Borrelia, Leptospira |
| III. Бактерии без клеточных стенок | Mycoplasma, Ureaplasma |

Прокариотическая клетка

Главный признак: отсутствие внутреннего деления, обеспечиваемого элементарными мембранами

(ЦПМ – единственная мембрана!!!!)



Строение клеточной стенки Грам - бактерий



Наружная мембрана

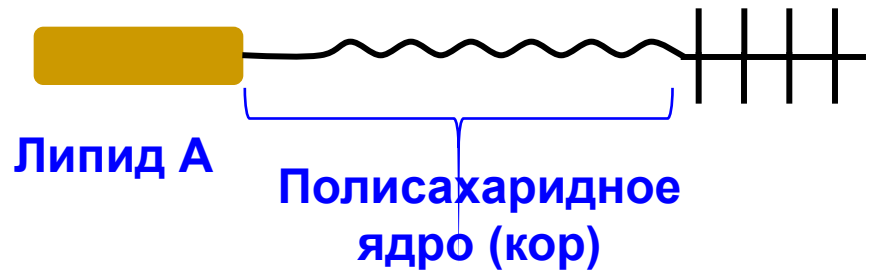
- Липополисахариды (ЛПС)
- Липопротейны
- Фосфолипиды
- Белки-порины

Пептидогликан

Периплазма

ЦПМ

Концевые олигосахариды



МОРФОЛОГИЯ БАКТЕРИЙ

ФОРМЫ БАКТЕРИЙ

| | | | | | | | |
|---------------|-----------------|----------------|--------------|---------------|--------------|----------------------|---------|
| ШАРОВИДНЫЕ | стрептококки | стафилококки | диплококки | тетракокки | сарцины | микрোকки | |
| | | | | | | | |
| ПАЛОЧКОВИДНЫЕ | стрептобактерии | коринебактерии | фузобактерии | диплобактерии | монобактерии | кloстридии (бациллы) | бациллы |
| | | | | | | | стрепто |
| ИЗВИТЫЕ | вибрионы | спирохеты | | | спирилы | актиномицеты | |
| | | лентоспиры | боррелии | трепонемы | | | |
| | | | | | | | |

Химический состав клеточных стенок грамположительных и грамотрицательных бактерий

| Компоненты клеточной стенки | Грамположи- тельные зубактерии | Грамотрицательные зубактерии | |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| | | Внутренний слой (пептидогликановый) | Внешний слой (наружная клеточная мембрана) |
| Пептидогликан | + | + | - |
| Тейхоевые кислоты | + | - | - |
| Полисахариды | + | - | + |
| Белки | ± | - | + |
| Липиды | ± | - | + |
| Липополисахариды | - | - | + |
| Липопротеины | - | ± | + |

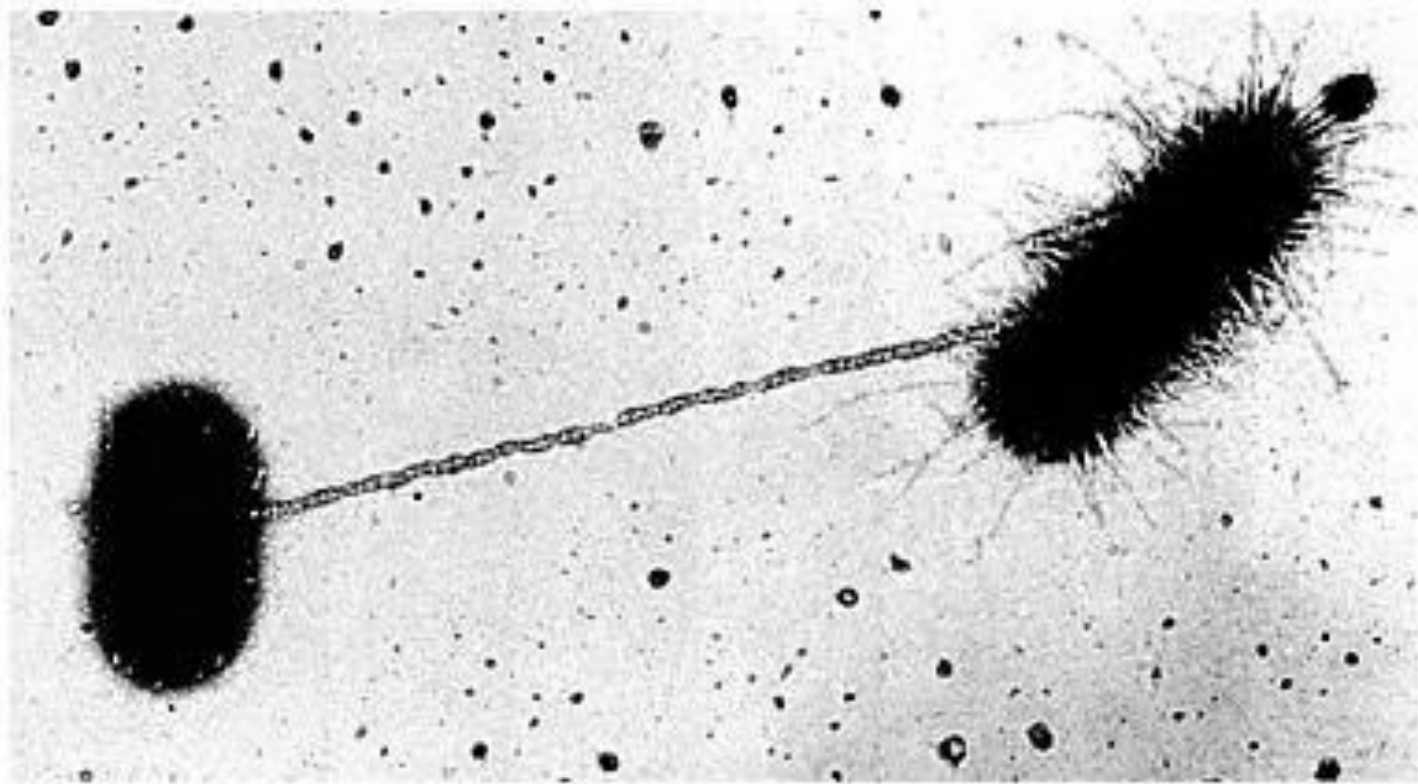
Пили

- Пили - тонкие, полые нити белковой природы, покрывающие поверхность бактериальных клеток.
- В отличие от жгутиков не выполняют локомоторную функцию

Пили типа 1 придают бактериям гидрофобность, снижают их электрофоретическую подвижность, вызывают агглютинацию эритроцитов. С помощью их бактерии приклеиваются к клеткам макроорганизма

Пили типа 2 – половые пили (F-пили) обеспечивают перенос части генетического материала от клетки донора к клетке реципиента

F – пили (пили фертильности)



Осуществляют конъюгацию бактериальных клеток и транспорт плазмид в другие клетки