

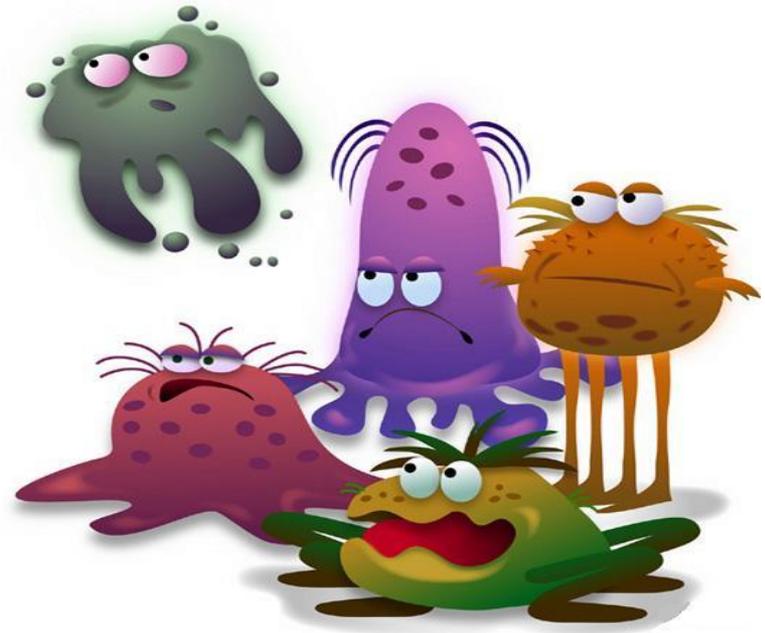
**ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава
России
Кафедра микробиологии**

**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)

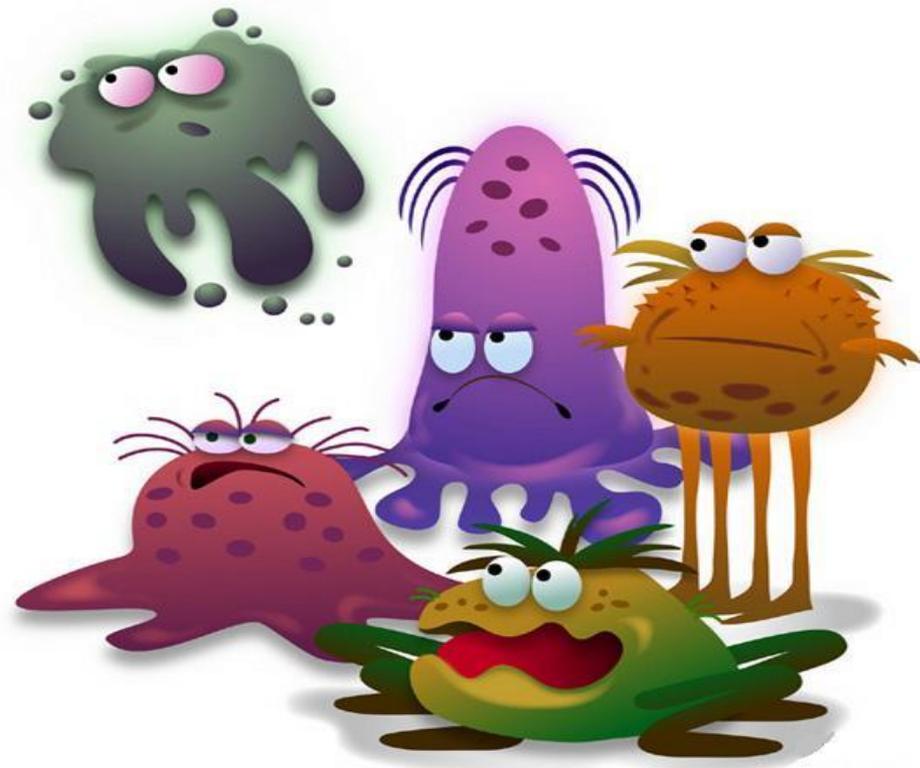
Иммунологические методы

<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>Три уровня оценки (см. раздел «Иммунитет»)</p>
<p>в патологическом материале (экспресс-диагностика)</p>	<p>в чистой культуре (сероидентификация)</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)

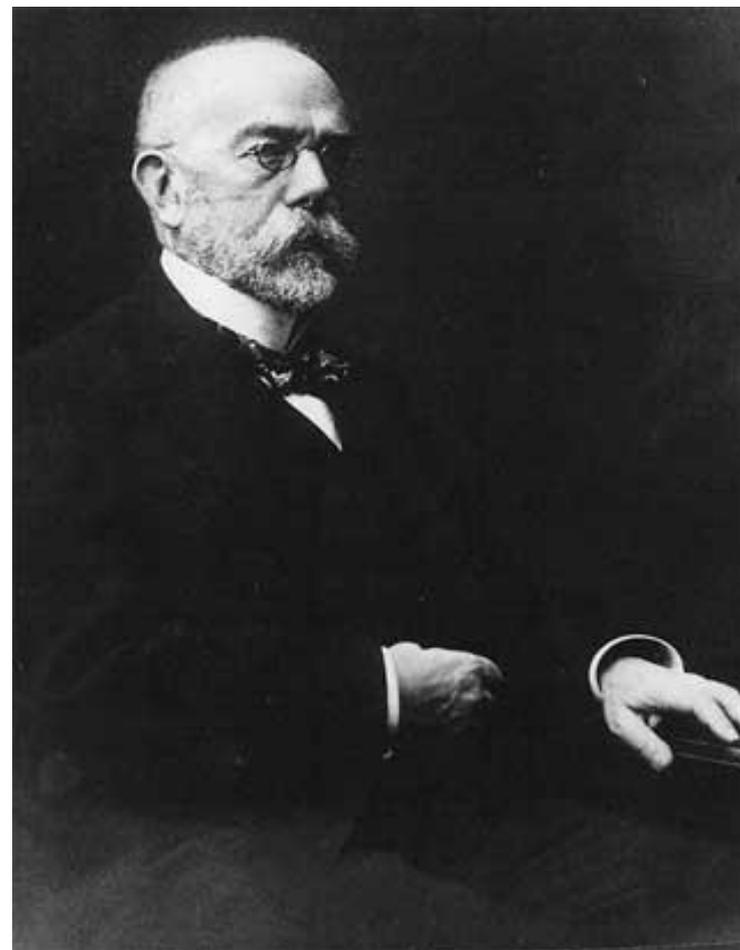
Л. Пастер – основоположник микробиологии и иммунологии

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.

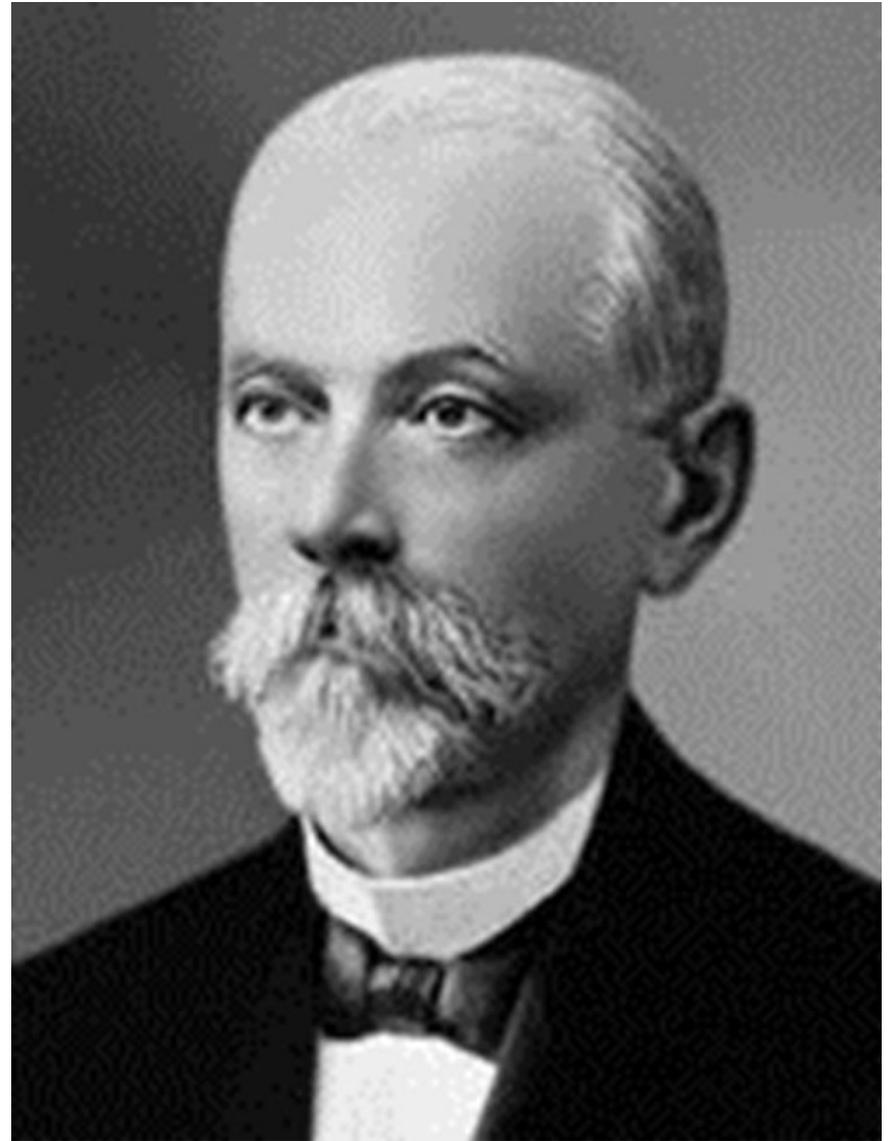
Основоположник
химиотерапии
инфекционных
болезней



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.**



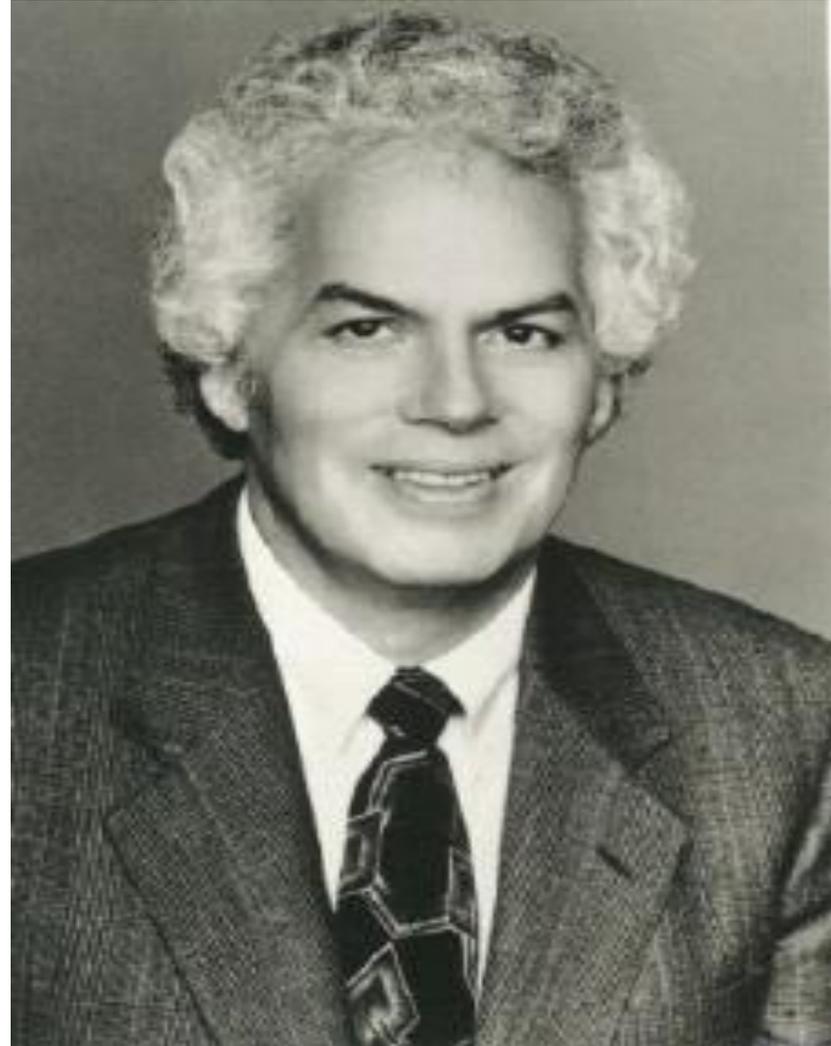
Молекулярно-генетический период (с середины XX в.)

Основные достижения:

- расшифровка молекулярной структуры и молекулярно-биологической организации большинства бактерий и вирусов;
- открытие новых форм жизни (инфекционных белков — прионов и инфекционных РНК — виридов);
- 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**



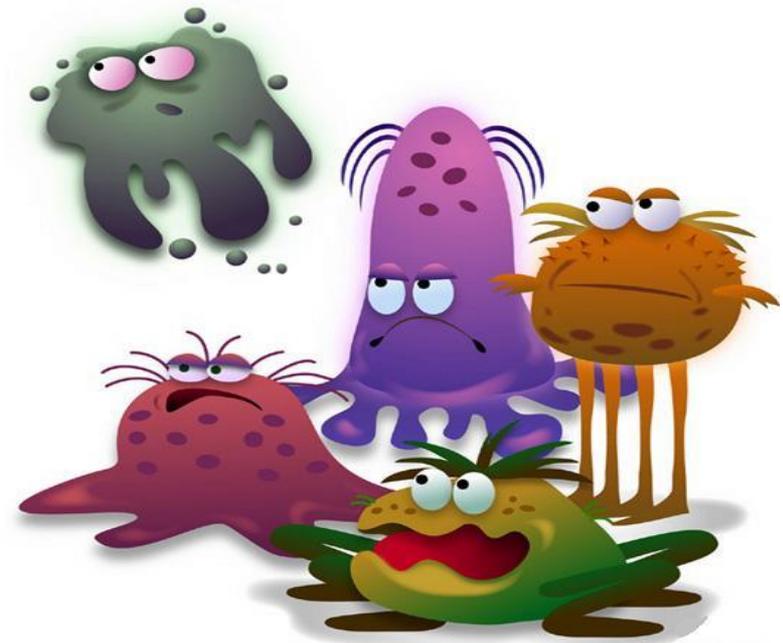
Джеральд

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



Роберт Галло и Люк Монтанье
открыли ВИЧ

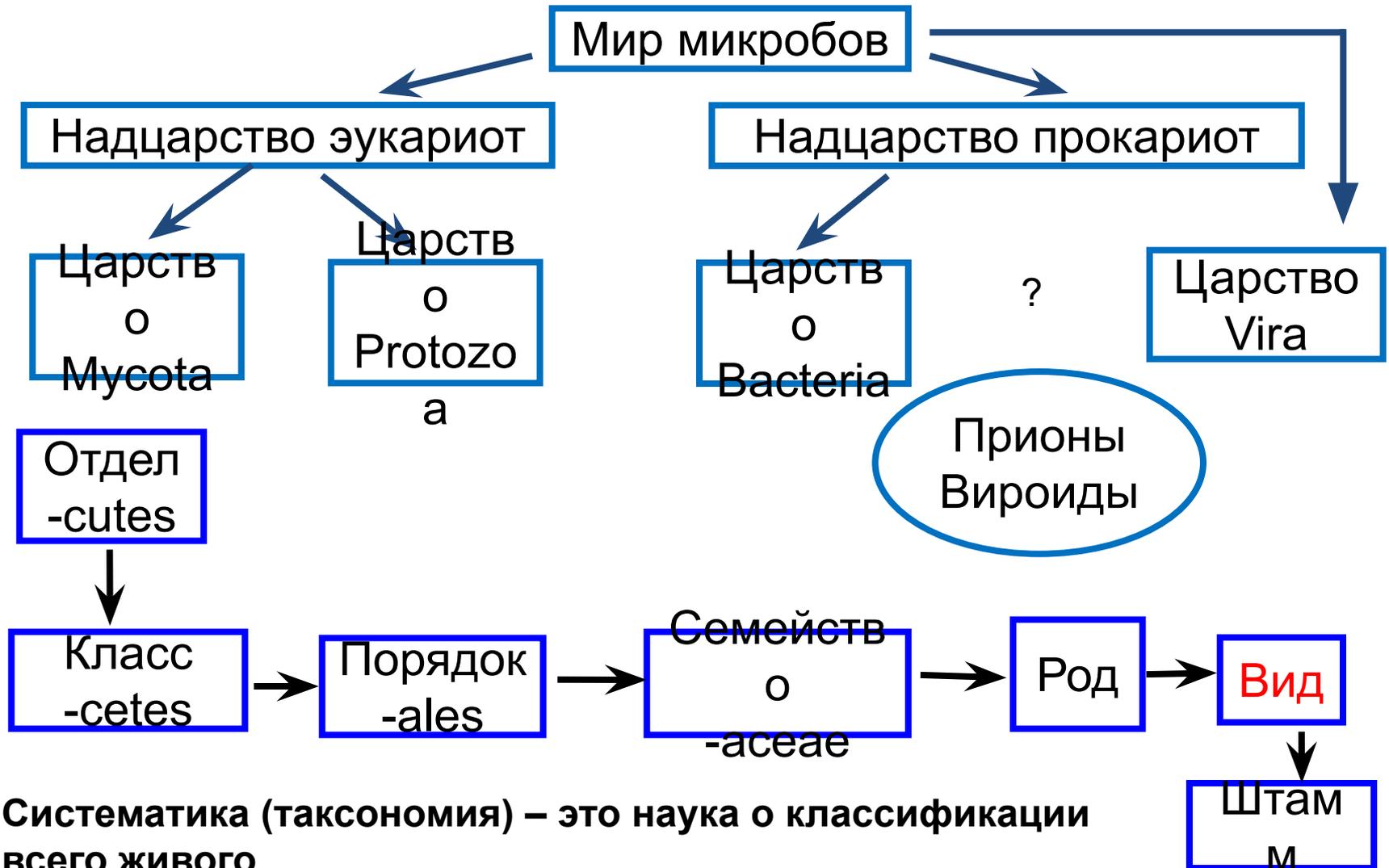
3. Принципы систематики микроорганизмов



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 Мендозоикуты];
```

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
Мендозоикуты

Бактерии с
дефектной
клеточной
стенкой
(археобактерии)

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

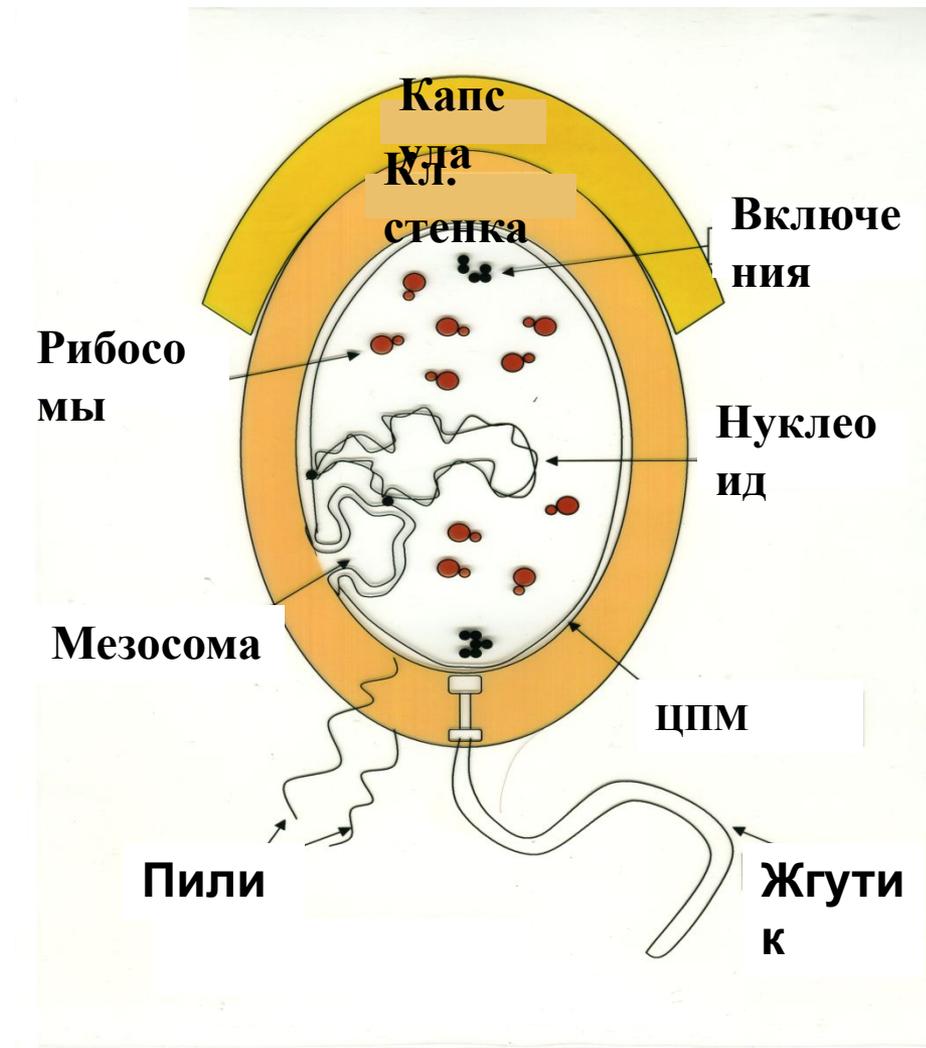
Варианты (морфо-, био-, хемо-, фаго-, серо-, эковары).

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



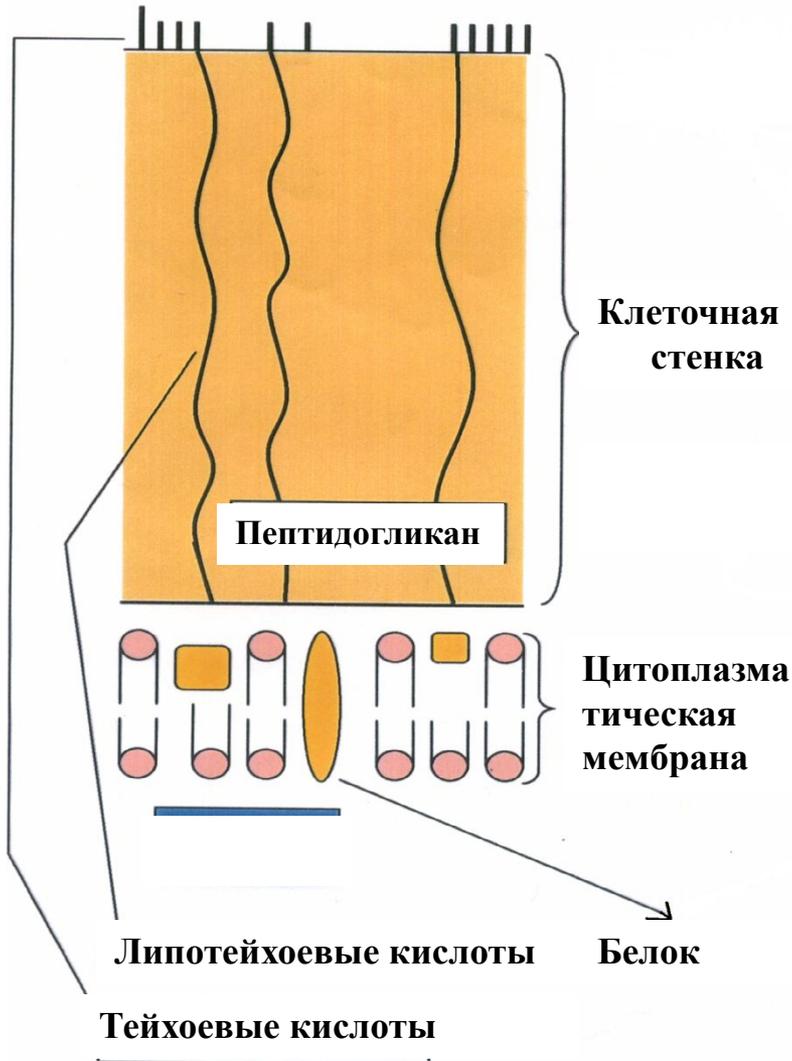
Органоиды про- и эукариотической клетки

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!**

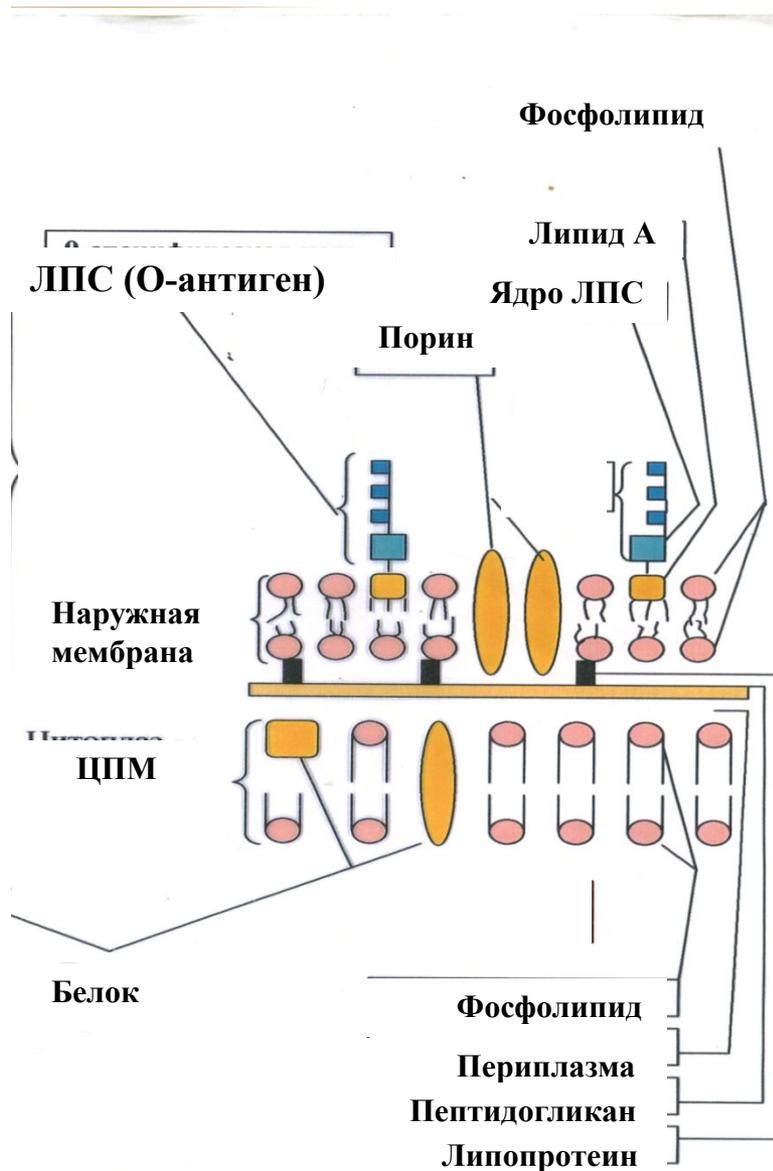
Строение клеточной стенки Грам + бактерий



□ **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

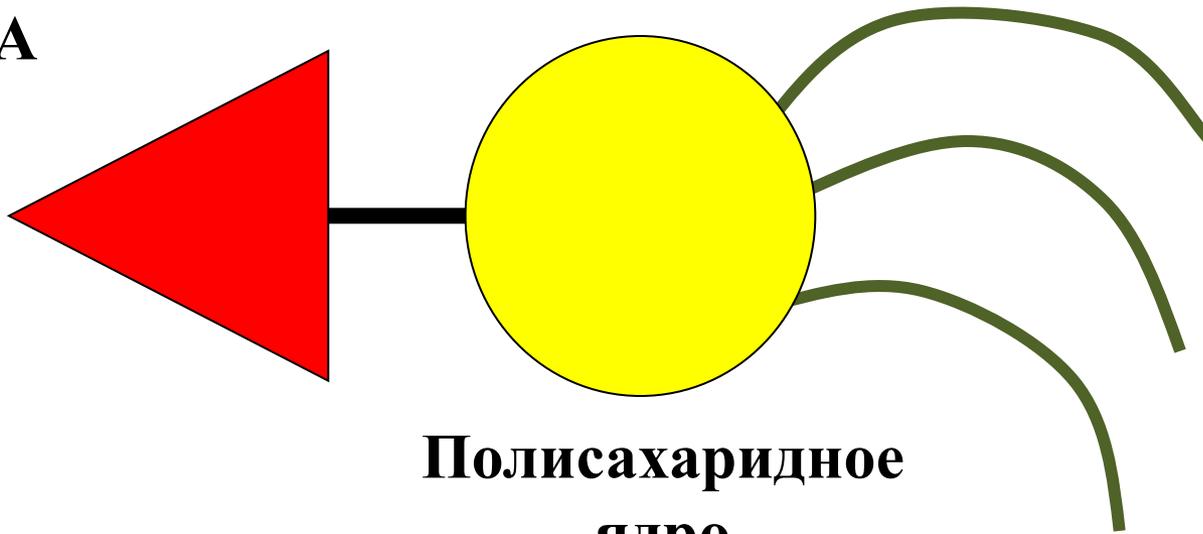
представлен 1-2
слоями

□ Периплазма

(содержит ферменты и
компоненты транспортных
систем)

Липополисахарид – эндотоксин грамотрицательных бактерий

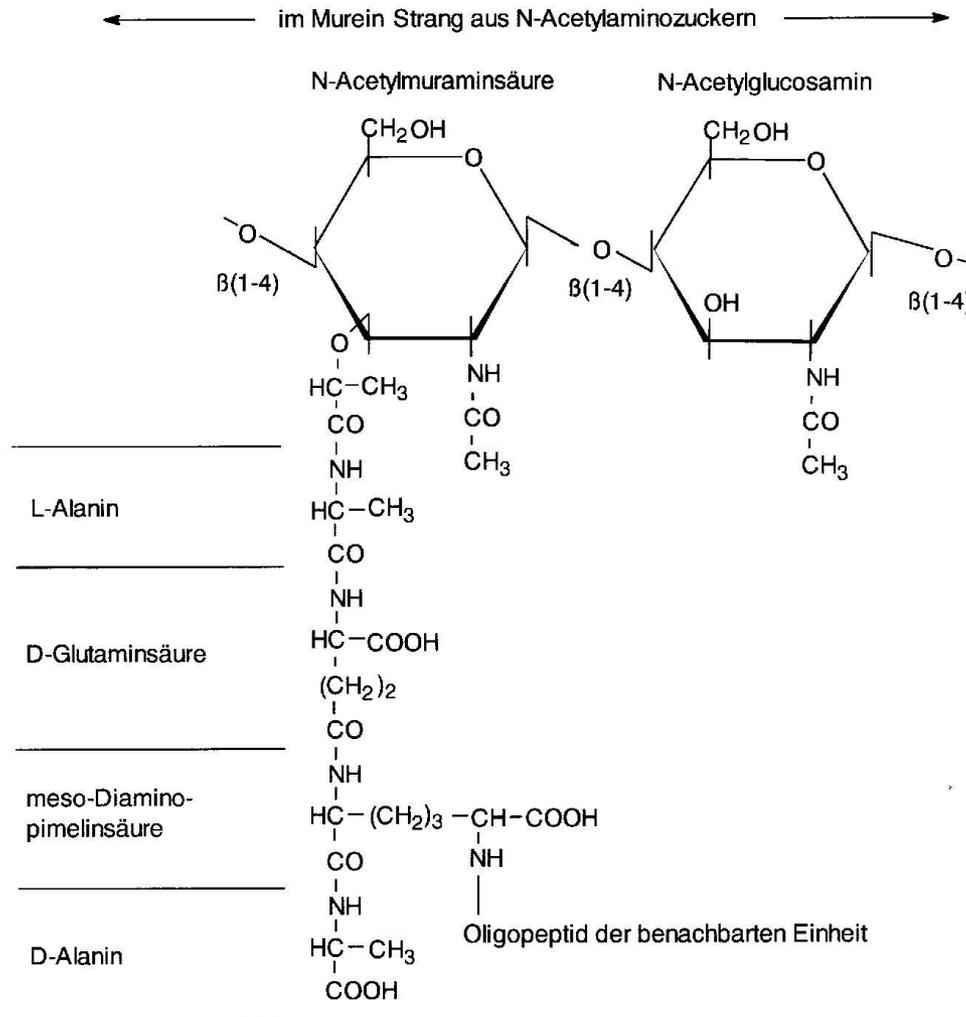
Липид А



Полисахаридное
ядро

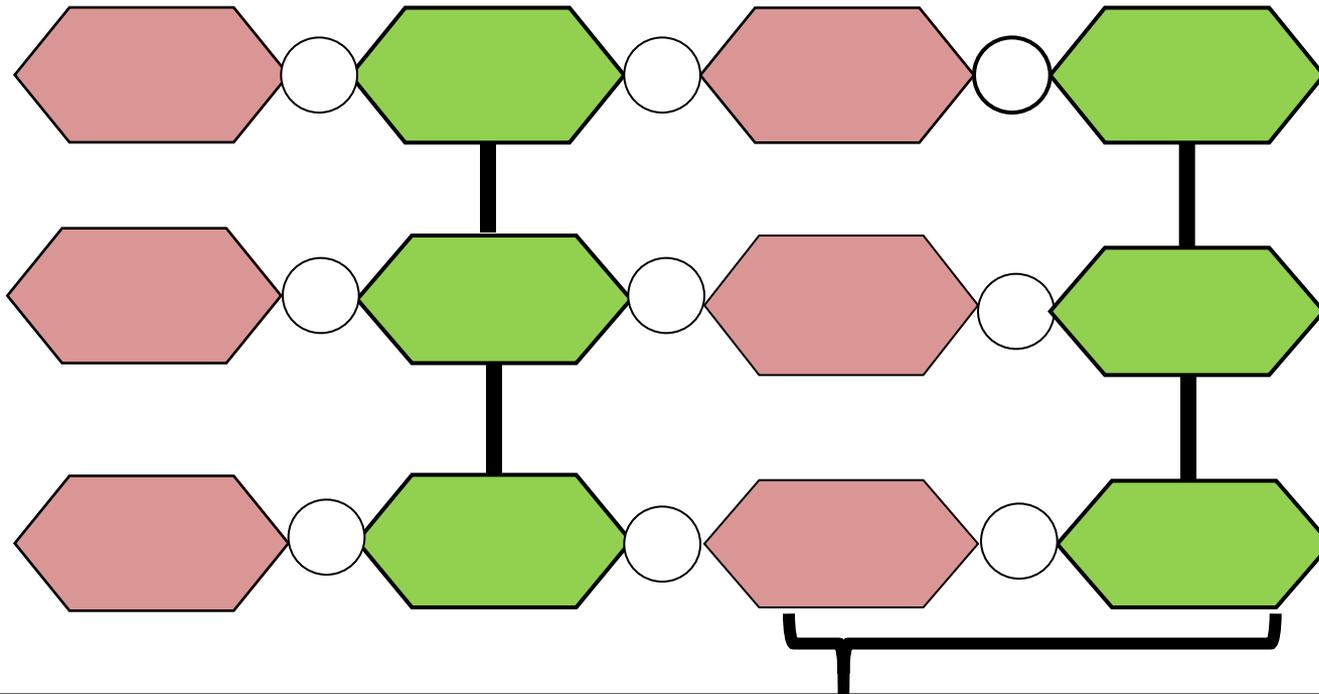
Концевые
олигосахариды

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.

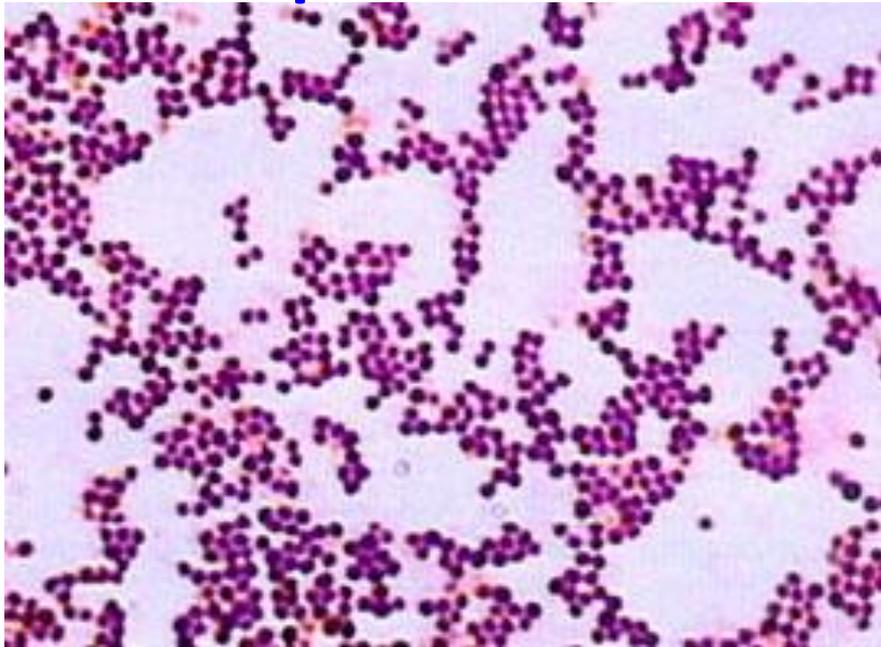


**Ганс Христиан Грам
(1853-1938)**

- **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

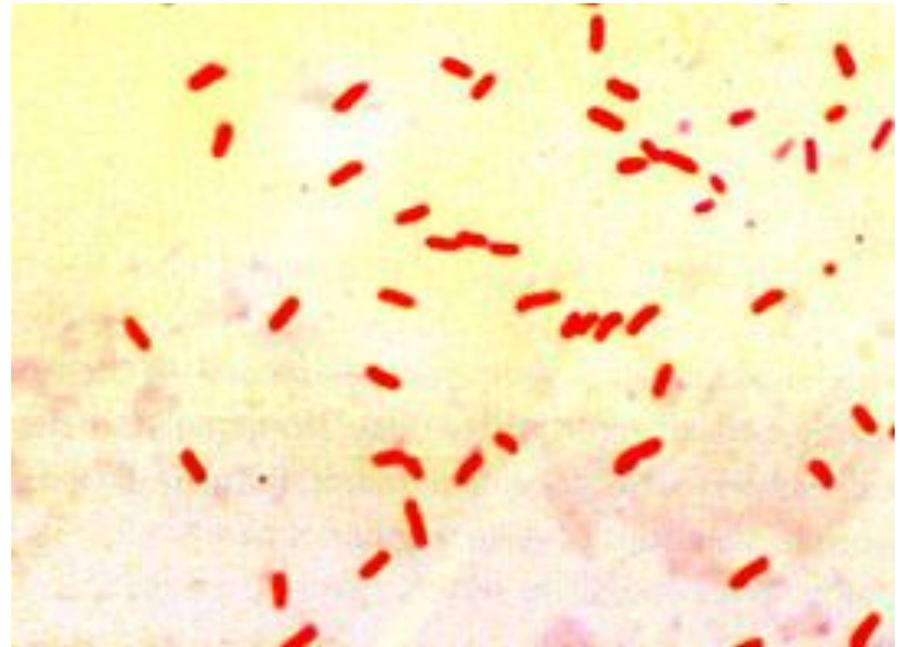
+



**Стафилоко
кк**

Грам

-



**Кишечная
палочка**

5. Морфология бактерий



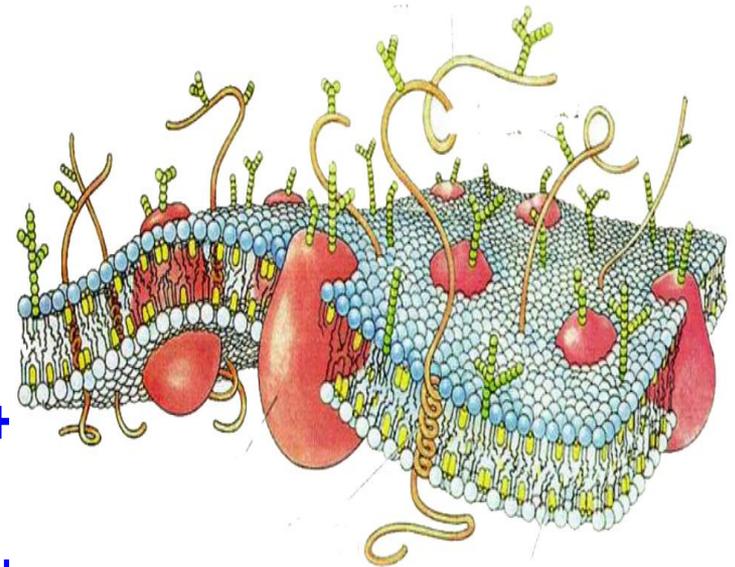
ТОНКОСТЕННЫЕ, ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ		ТОЛСТОСТЕННЫЕ, ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ	
Менингококки		Пневмококки	
Гонококки		Стрептококки	
Вейлонеллы		Стафилококки	
Палочки		Палочки	
Вибрионы		Бациллы*	
Кампилобактерии, Хеликобактерии		Клостридии*	
Спириллы		Коринебактерии	
Спирохеты		Микобактерии	
Риккетсии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

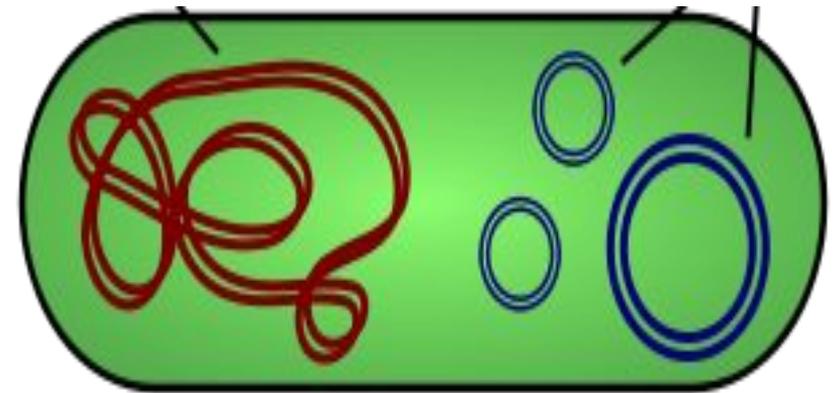
Генетический аппарат

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



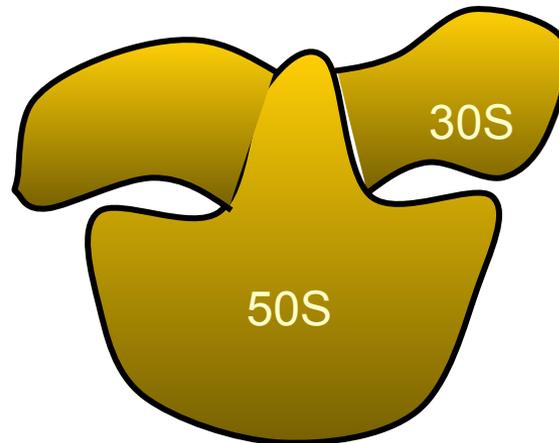
ХРОМОСОМА

ПЛАЗМИДЫ



Рибосомы

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



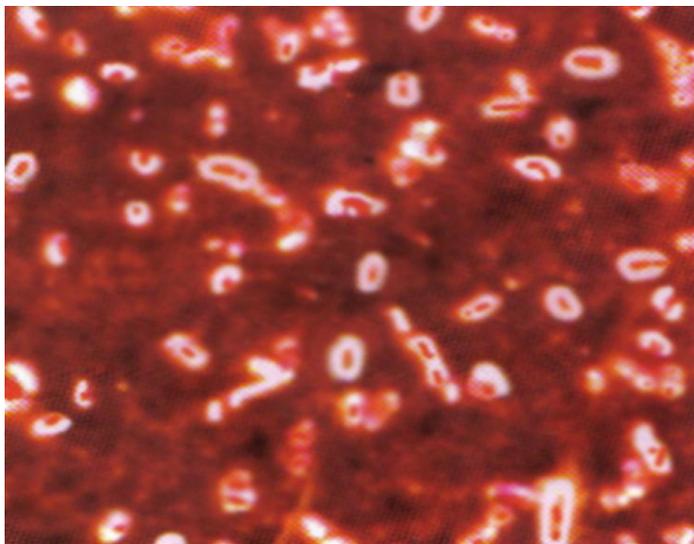
Рибосома прокариот

Капсула

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

Микрокапсула – толщина < 0,2 мкм

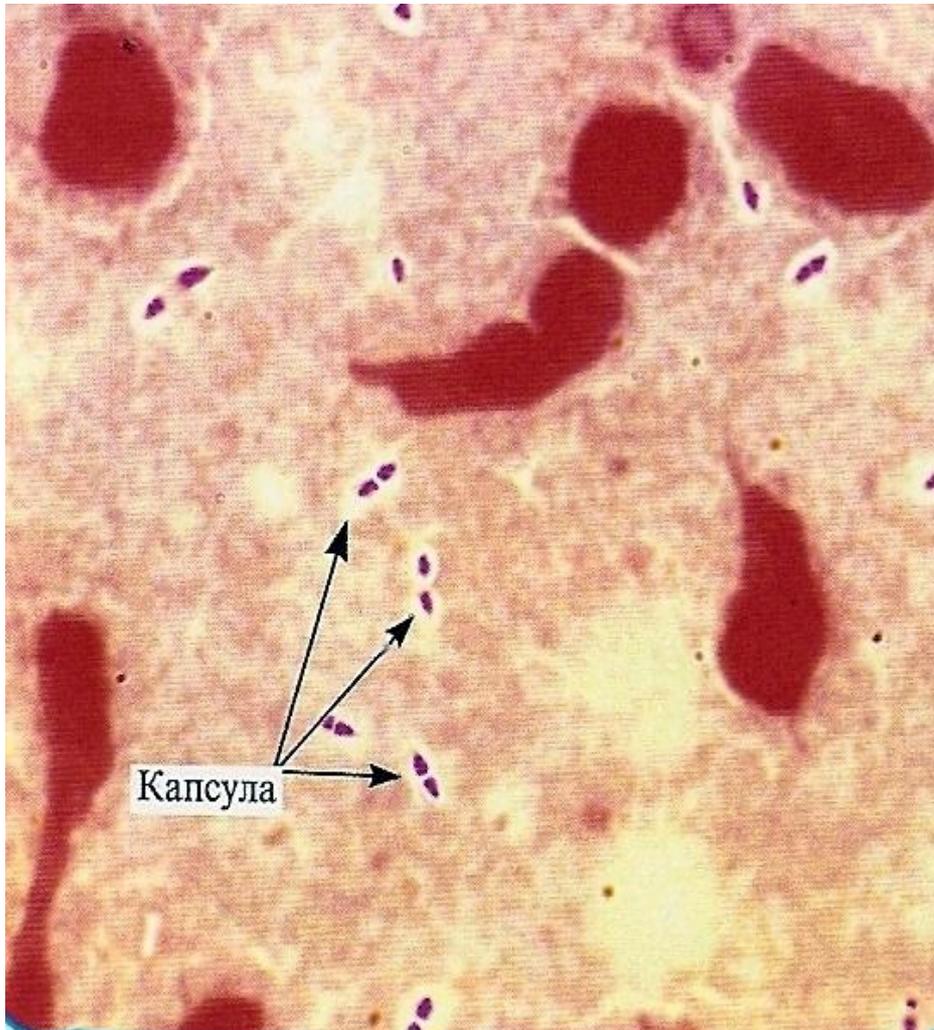
Макрокапсула – толщина > 0,2 мкм



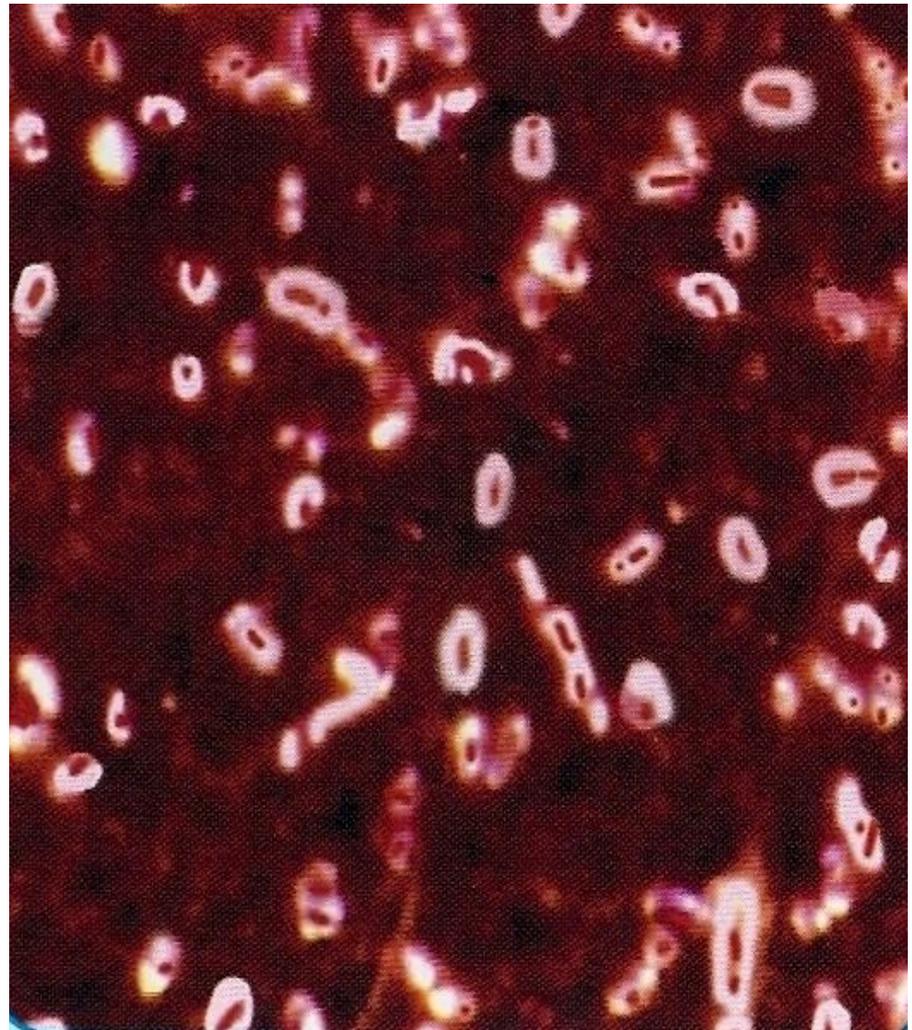
В большинстве случаев капсула - полисахарид (искл. *Bacillus anthracis* - пептидная капсула)

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.

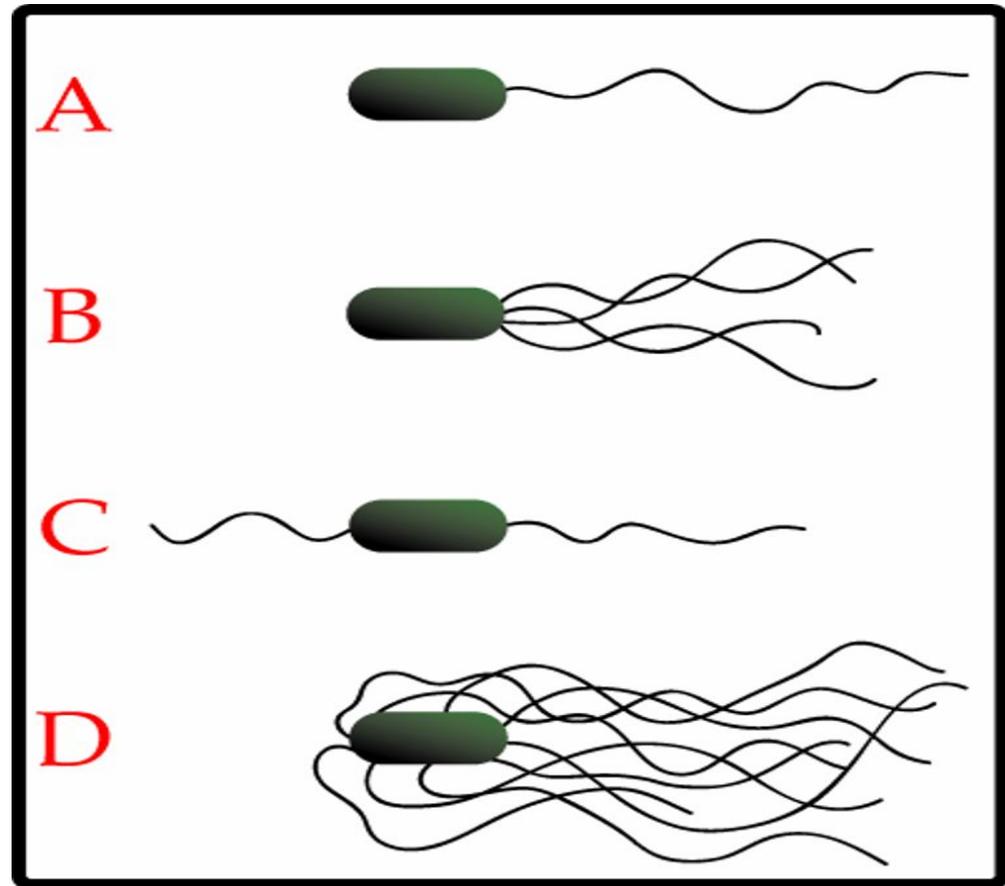
Жгутики. Расположение:

A — монотрихальное

B — лофотрихальное

C — амфитрихальное

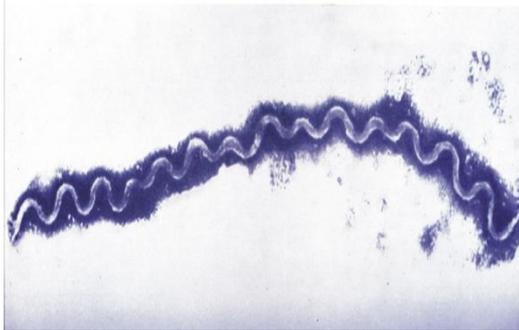
D — перитрихальное



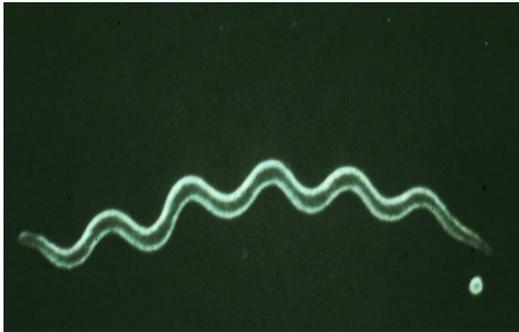
Характер движения прокариот: плавающее, скользящее

Жгутики и подвижность

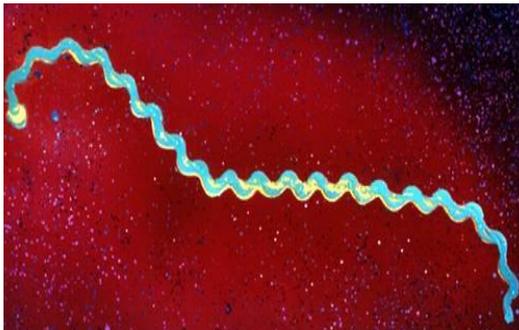
Спирохеты (скользящий тип движения)



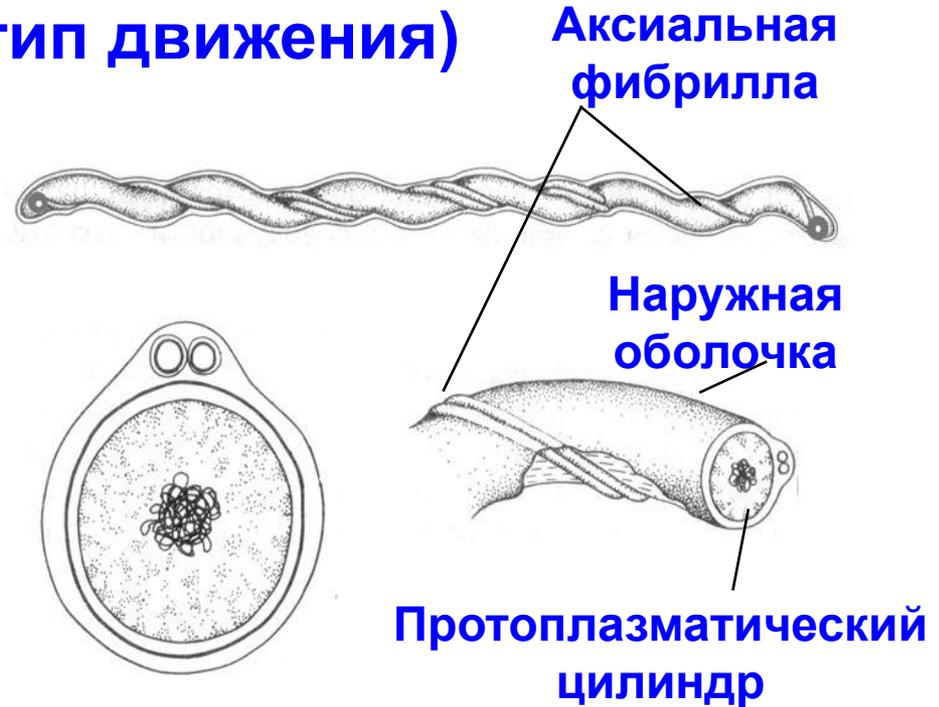
Трепонема



Боррелия



Лептоспира



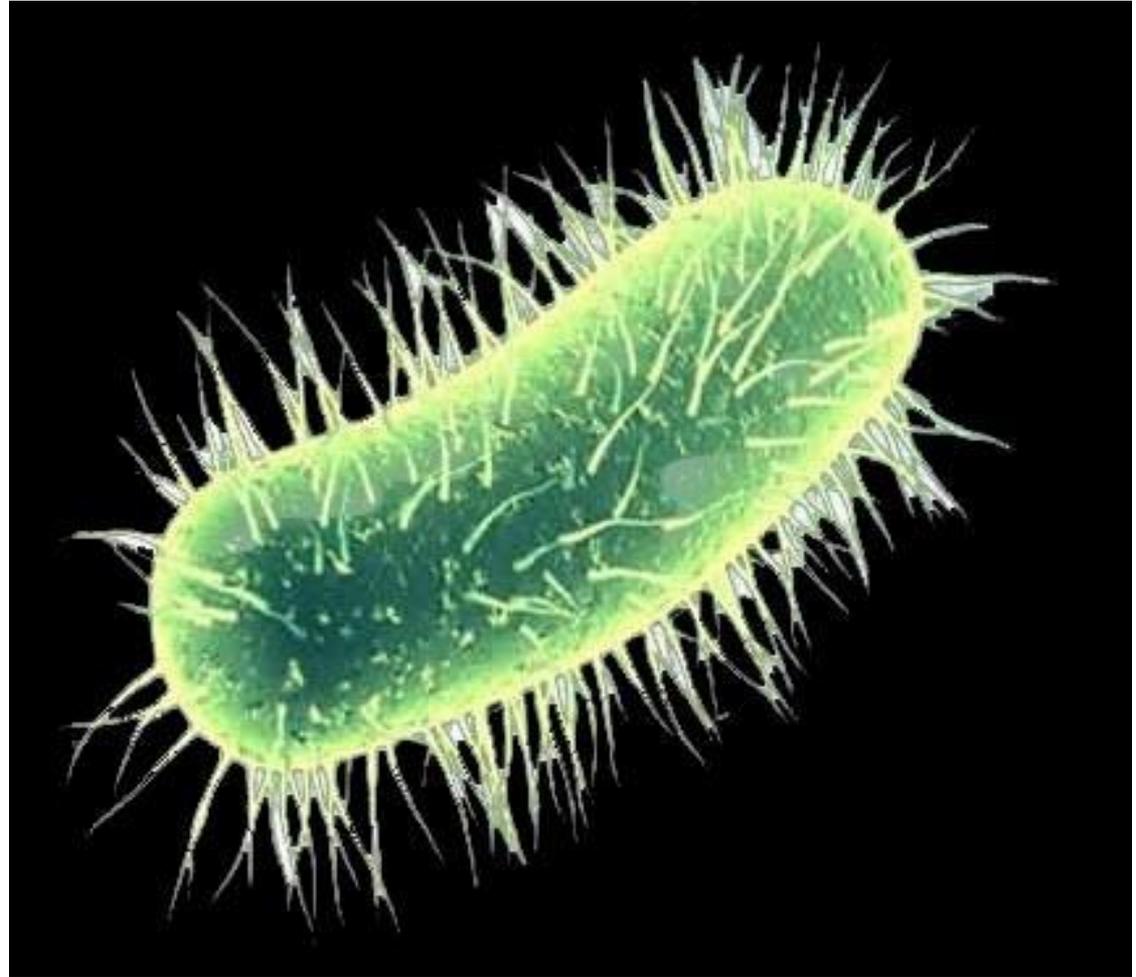
Строение спирохет

Типы движения спирохет:

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

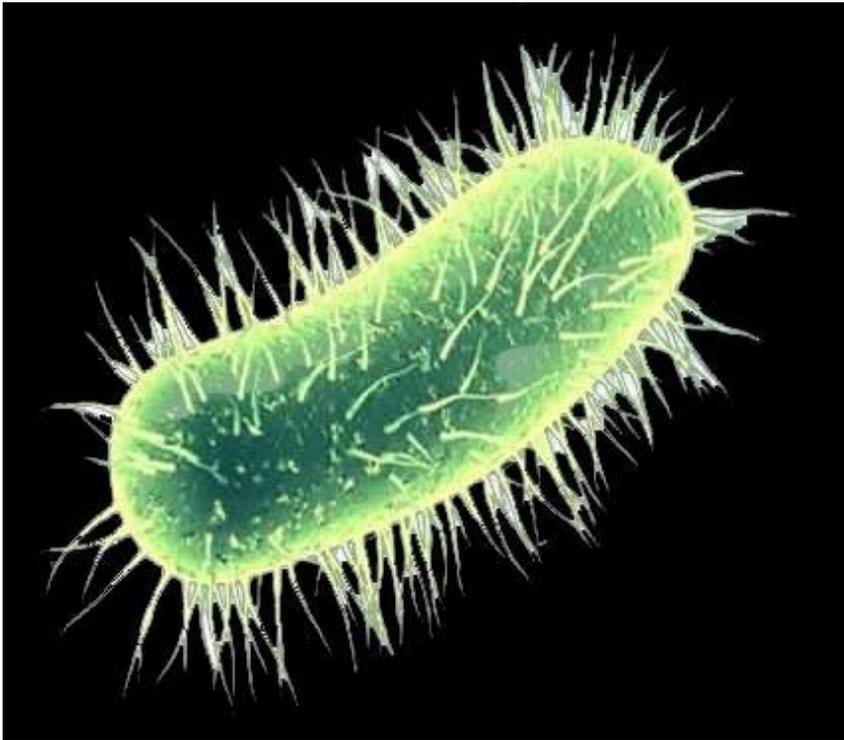
Органы прикрепления к субстрату – пили (фимбрии, ворсинки)

Белок пилин

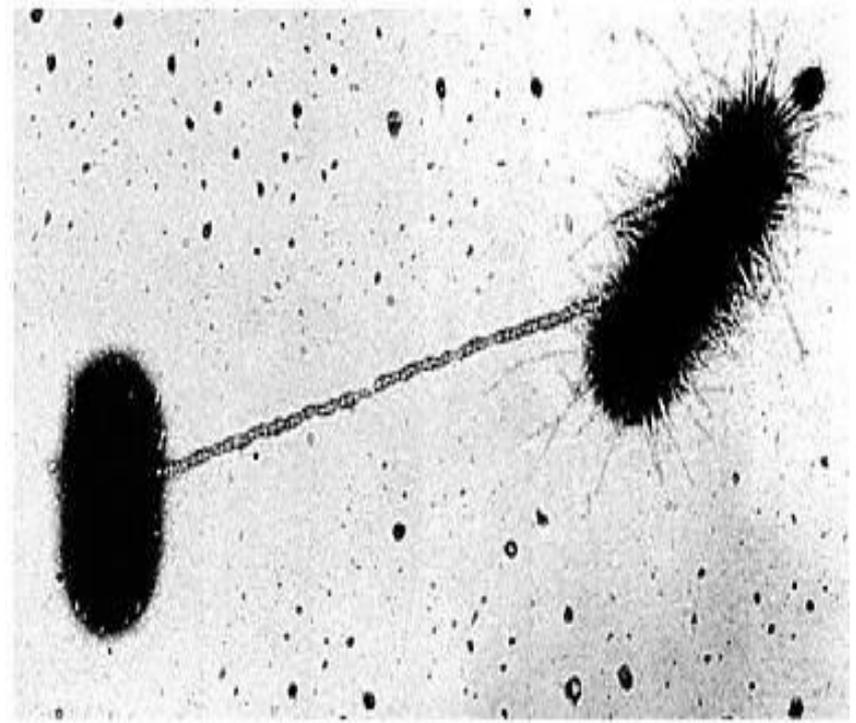


Микроворсинки

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



Фимбрии



F-пили

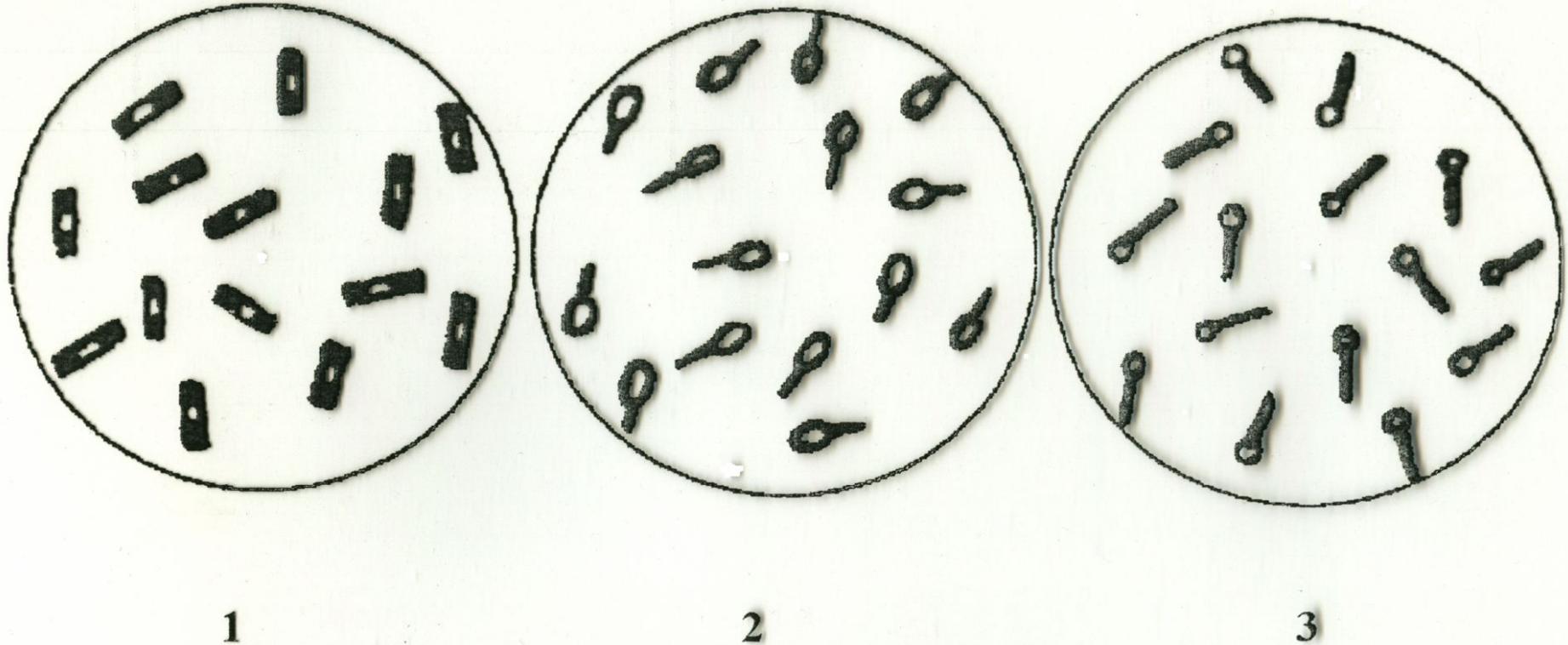
Эндоспоры

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!



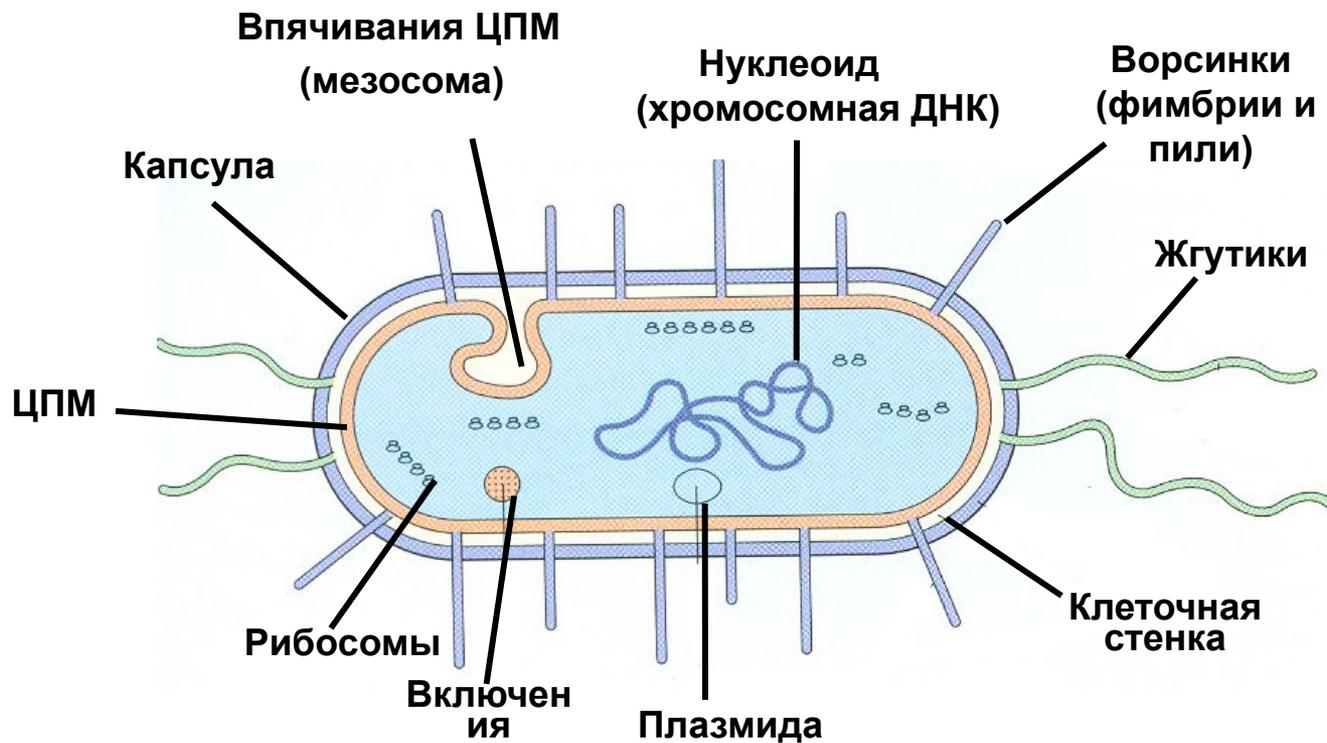
**Классификация основных групп бактерий, имеющих медицинское значение, на основе критериев, применяемых в определителе бактерий Берджи (Berge)
 БЕРДЖИ ДЭВИД ХЕНРИКС (1860–1937) – амер. бактериолог, предложил классифицировать бактерии по небольшому количеству наиболее характерных признаков. Первый «Определитель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

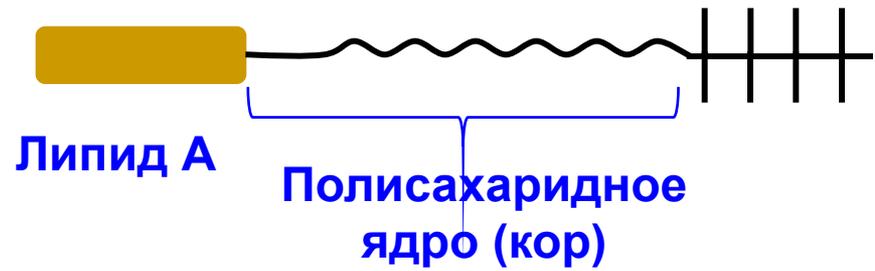
- Липополисахариды (ЛПС)
- Липопротейны
- Фосфолипиды
- Белки-порины

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	-	±	+

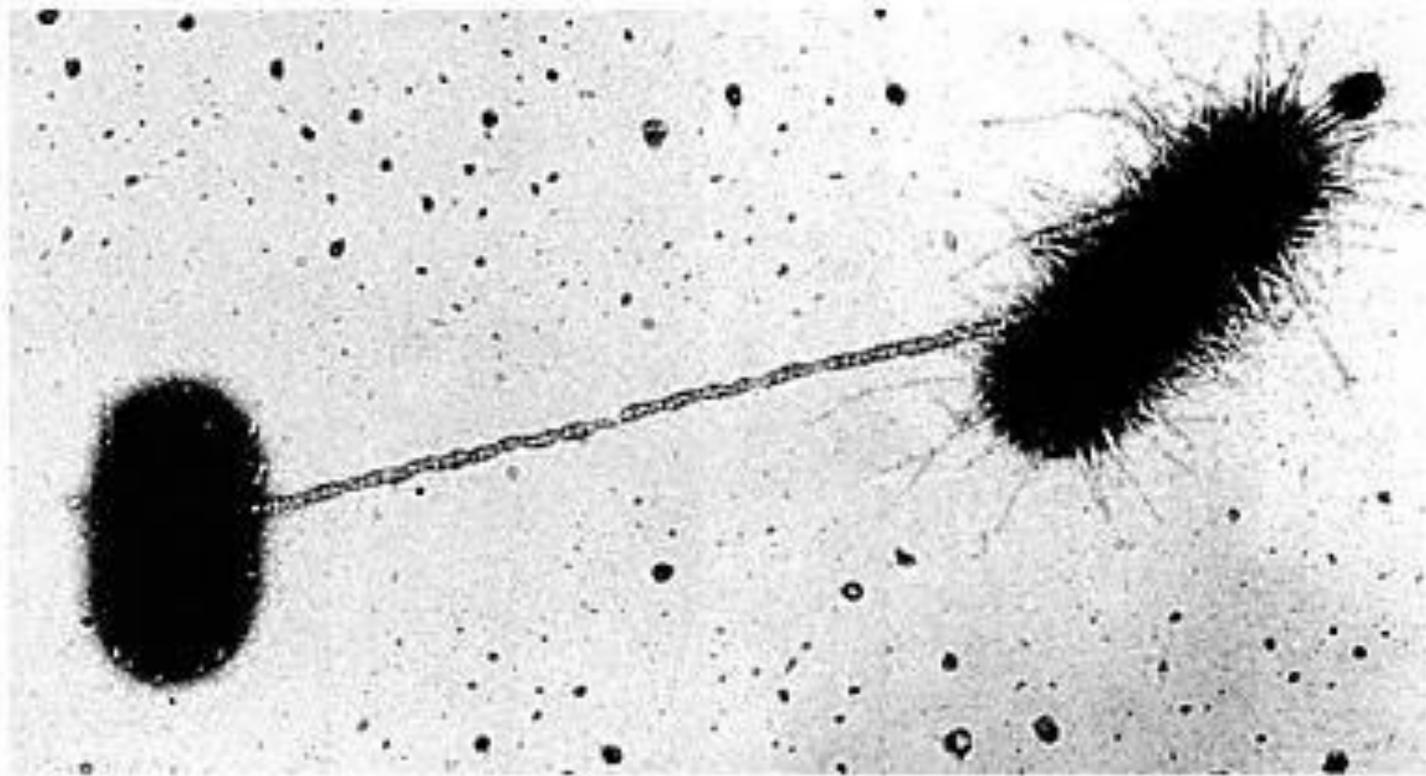
Пили

- 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