

МОРФОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Olga.Punchenko@mail.ru

О.Е. Пунченко, Е.Р. Рауш

2016

Термины

Систематика - распределение микроорганизмов в соответствии с их происхождением и биологическим сходством.

Систематика занимается всесторонним описанием видов организмов, выяснением степени родственных отношений между ними и объединением их в различные по уровню родства классификационные единицы- таксоны.

Основные вопросы, решаемые при систематике :

- ✓ классификация,
- ✓ идентификация
- ✓ номенклатура микроорганизмов.

Классификация - распределение (объединение) организмов в соответствии с их общими свойствами (сходными генотипическими и фенотипическими признаками) по различным таксонам.

Номенклатура - название микроорганизмов в соответствии с международными правилами.

Для обозначения видов бактерий используют бинарную латинскую номенклатуру род/вид, состоящую из названия рода (пишется с заглавной буквы) и вида (со строчной буквы).

Примеры- *Shigella flexneri*, *Rickettsia sibirica*.

Термины

Таксономия - наука о методах и принципах распределения (классификации) организмов в соответствии с их иерархией. Наиболее часто используют следующие таксономические единицы (таксоны)- штамм, вид, род.

Нумерическая (численная) таксономия основывается на использовании максимального количества сопоставляемых признаков и математическом учете степени соответствия.

Иерархия: Царство - Отдел - Класс - Порядок - Семейство - Род - Вид

Таксономия микроорганизмов

- ✓ Вид - совокупность микроорганизмов, имеющих общее эволюционное происхождение, близкий генотип (высокую степень генетической гомологии, как правило 95%) и максимально близкие фенотипические характеристики
- ✓ Чистая культура - популяция клеток одного вида микроорганизмов, в которой родительские и дочерние клетки практически неразличимы и между ними нельзя установить родственные связи
- ✓ Штамм - выделенная культура данного вида бактерий со сходными характеристиками, выделенная из разных источников или из одного источника в разное время («конкретный образец данного вида»)
- ✓ Биовар - внутривидовая систематическая категория, вариант, отличающийся от др. вариантов этого вида какими-либо существенными биологическими свойствами.

Морфологические свойства бактерий - форма, размер и взаимное расположение клеток в мазке.

Для изучения морфологических свойств применяют простые методы окраски.

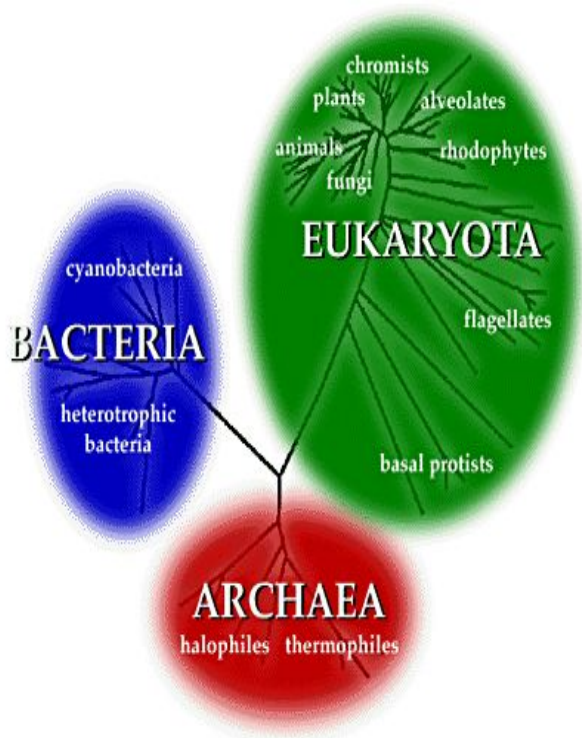
Морфологические свойства грибов - форма, размер клеток и колоний грибов.

ОСНОВА КЛАССИФИКАЦИИ

строение

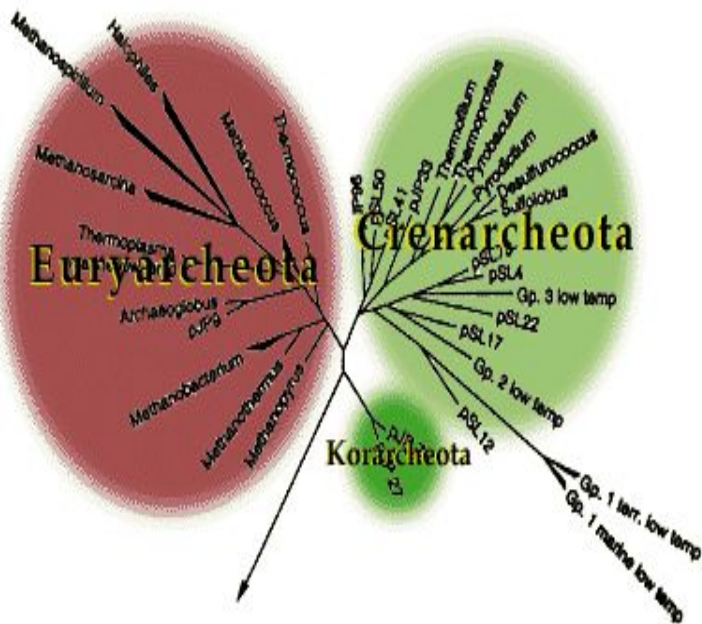
РНК

(Dr. Carl Woese,
70-е годы XX века)



ДНК

The Institute for Genomic Research)
2001 - 2009 гг.



Морфологическая характеристика

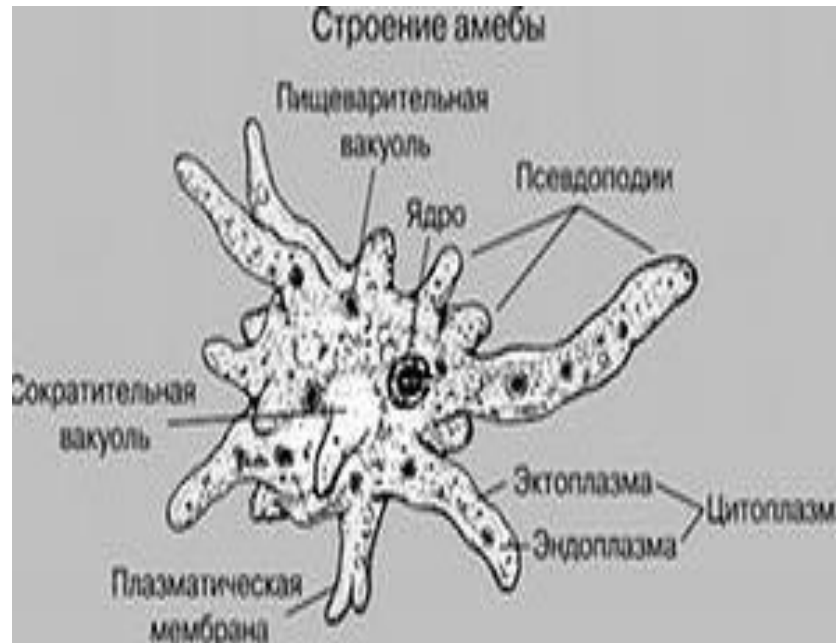
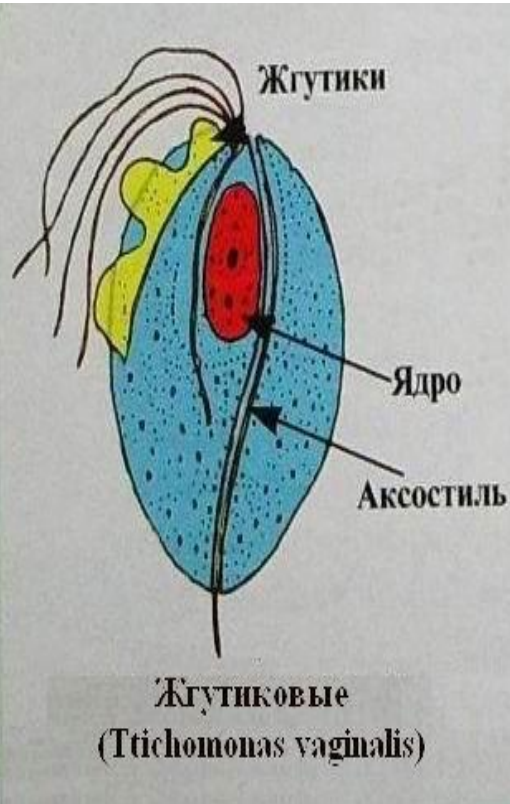
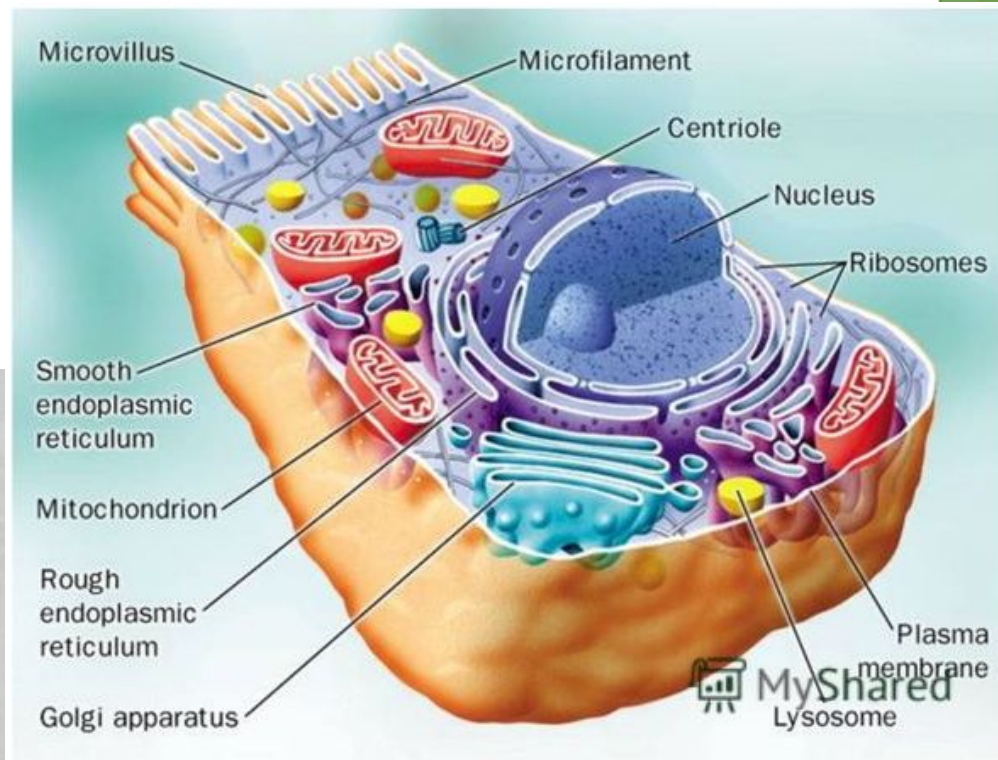
- ▶ Форма бактерии
- ▶ Размер, характер деления, взаимное расположение
- ▶ Тинкториальные свойства
- ▶ Наличие поверхностных структур (капсула, жгуты, пили)
- ▶ Спорообразование

Основные таксономические группы микроорганизмов

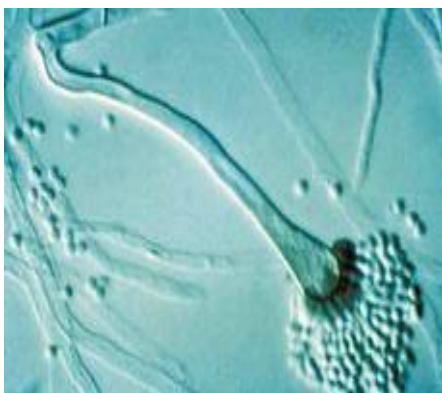
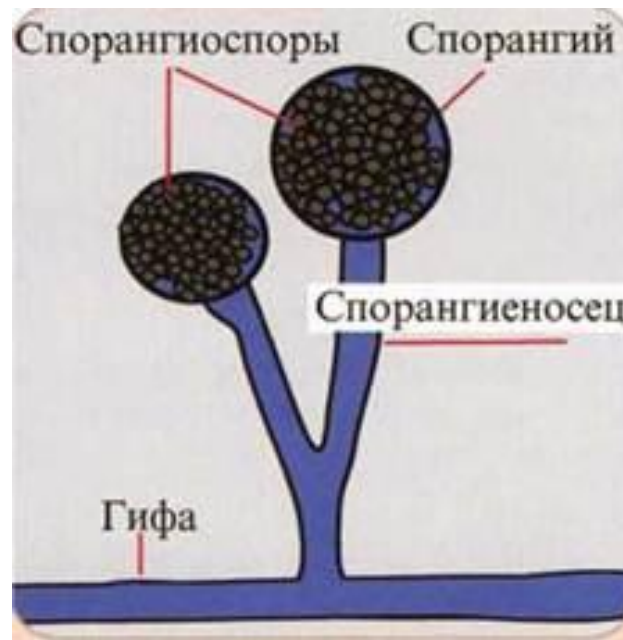
Надцарство *Eukaryota*

Группа микроорганизмов	Определение	Пример	Примеры заболеваний
Простейшие (Protista)	одноклеточные микроскопические животные	<ul style="list-style-type: none">• Амеба (<i>Entamoeba histolytica</i>)• Жгутоконосцы (<i>Leishmania</i> spp.)• Споровики (<i>Plasmodium vivax</i>)• Реснитчатые (<i>Balantidium coli</i>)	<ul style="list-style-type: none">• Амбеиаз• Лейшманиоз• Трехдневная малярия• Балантидиазная дизентерия
Грибы	Эукариотические микроорганизмы, в клеточной стенке содержат хитин и бета-глюканы, размножаются половым или бесполом путем	<ul style="list-style-type: none">• Нитчатые (<i>Aspergillus</i> spp.)• Дрожжевые (<i>Candida</i> spp.)• Диморфные (<i>Blastomyces dermatitidis</i>)	<ul style="list-style-type: none">• Аспергиллез• Кандидоз• Бластомикоз

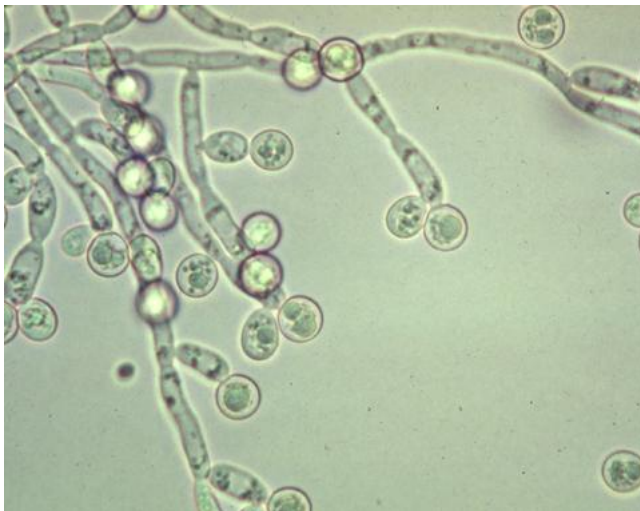
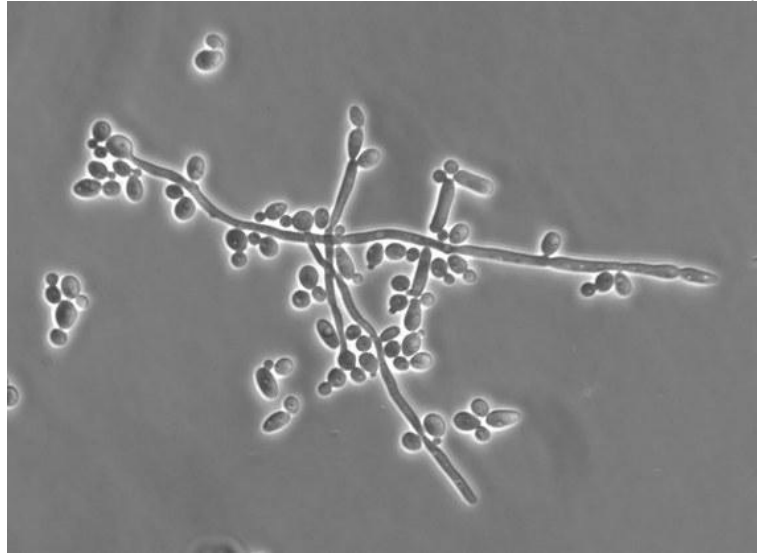
Эукариот



Грибы (мицелиальные, микромицеты, плесени)



Грибы дрожжеподобные, дрожжевые

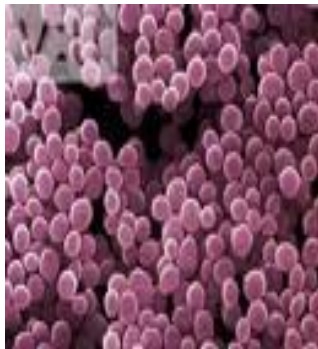


Надцарство *Prokaryota*

Группа микроорганизмов	Определение	Пример	Примеры заболеваний
Бактерии	Прокариотические микроорганизмы, не имеющие оформленного ядра	<ul style="list-style-type: none">• <i>Staphylococcus aureus</i>• <i>Escherichia coli</i>	<ul style="list-style-type: none">• ГСИ• ОКИ
Актиномицеты, нокардии	Ветвящиеся, нитевидные грамположительные бактерии. В тканях образуют друзы.	<i>Nocardia spp.</i>	Нокардиоз
Спирохеты	Тонкие, длинные, извитые, обладающие подвижностью и сгибательными движениями бактерии.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Treponema pallidum</i>• <i>Borrelia reccurentis</i>• <i>Leptospira interrogans</i>	Сифилис Возвратный тиф Лептоспироз
Микоплазма	Мелкие бактерии, окруженные цитоплазматической мембраной и не имеющие клеточной стенки.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Mycoplasma spp.</i>• <i>Ureaplasma urealyticum</i>	Уретрит, простатит
Риккетсии	Облигатные внутриклеточные паразиты, плеоморфные бактерии. Обитают в организме членистоногих.	<i>Rickettsia prowazekii</i>	Эпидемический сыпной тиф
Хламидии	Облигатные внутриклеточные паразиты, кокковидные бактерии. Размножаются в живых клетках.	<i>Chlamydia trachomatis</i>	Трахома, уретрит

ФОРМА БАКТЕРИАЛЬНЫХ КЛЕТОК

КОККИ



ПАЛОЧКИ



ИЗВИТЫЕ



НИТЕВИДНЫЕ



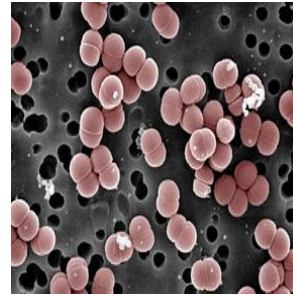
КОККИ.

ДЕЛЕНИЕ ПО ВЗАИМНОМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ

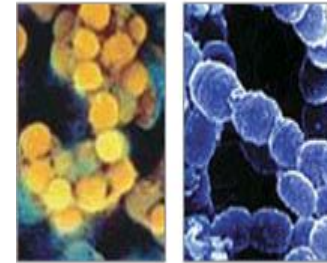
❖ МИКРОКОККИ;



❖ ДИПЛОКОККИ;



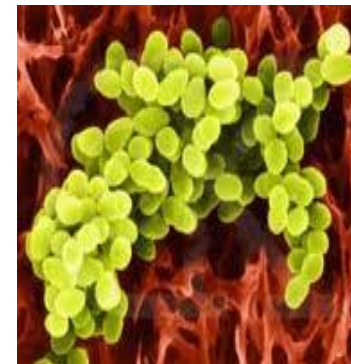
❖ СТРЕПТОКОККИ;



❖ САРЦИНЫ;



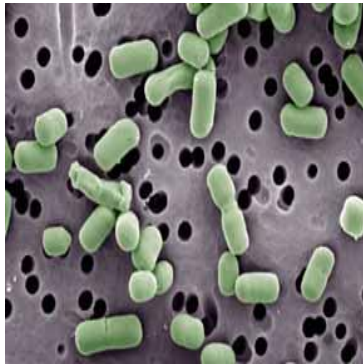
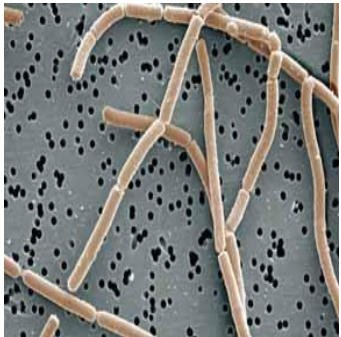
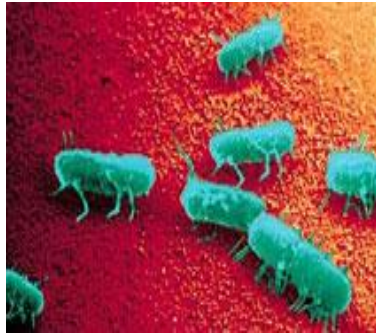
❖ СТАФИЛОКОККИ;



ПАЛОЧКИ

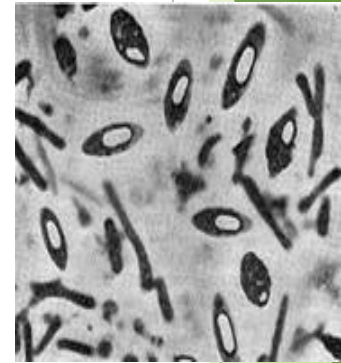
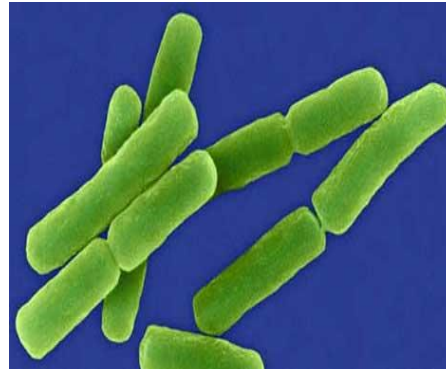
нет спор

БАКТЕРИИ



есть споры

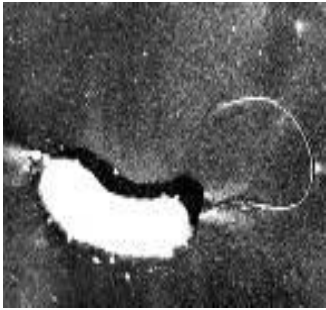
БАЦИЛЛЫ, КЛОСТРИДИИ



ИЗВИТЫЕ

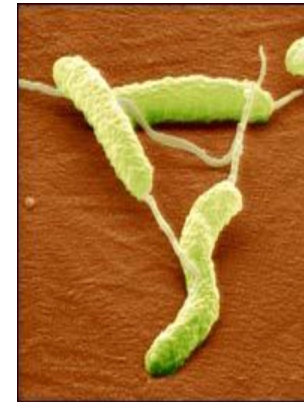
Вибрионы

(1 изгиб, не б. ¼ оборота спирали)



Спириллы

(большой диаметр, 2-3 завитка)

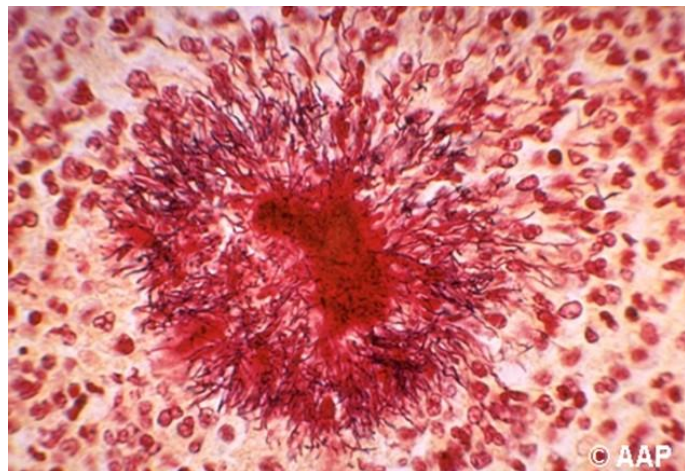


Спирохеты

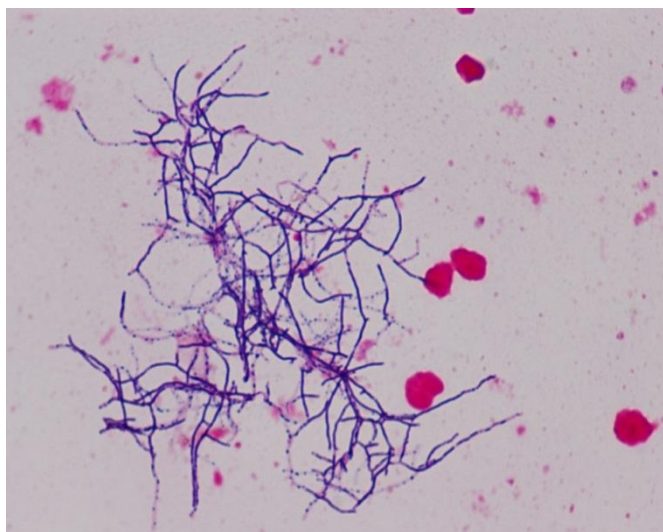
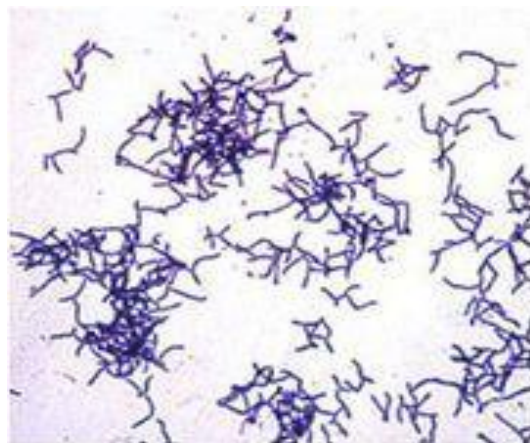


НИТЕВИДНЫЕ

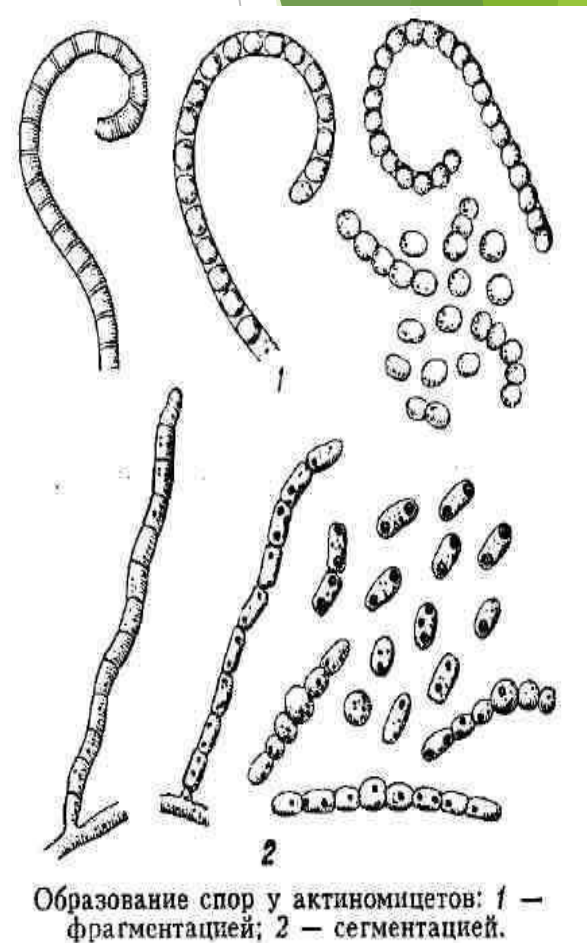
Актиномицеты



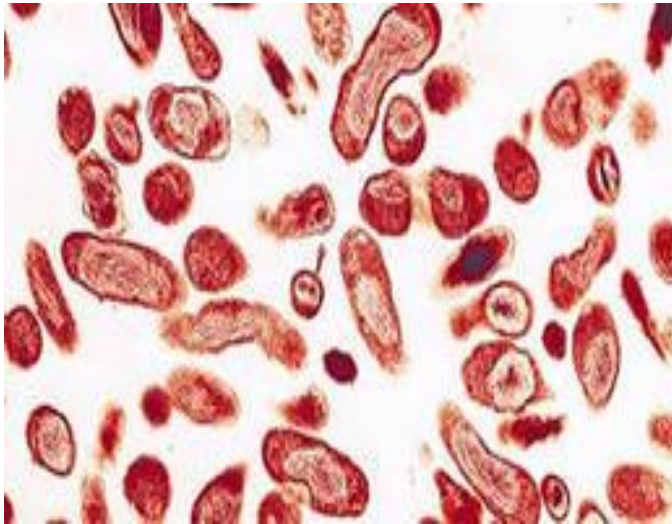
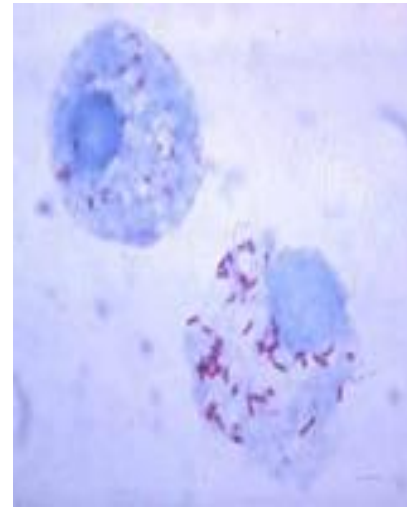
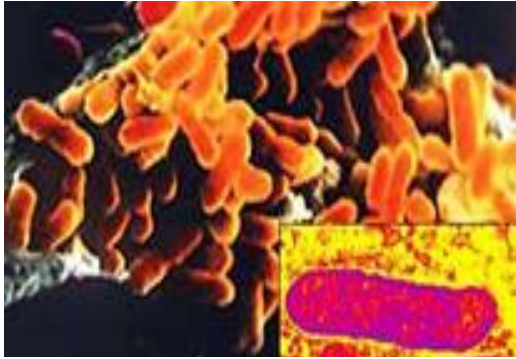
Actinomyces israelii



Nocardia spp.

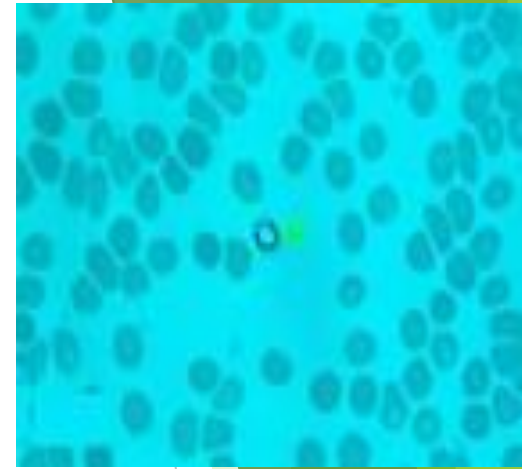


РИККЕТСИИ



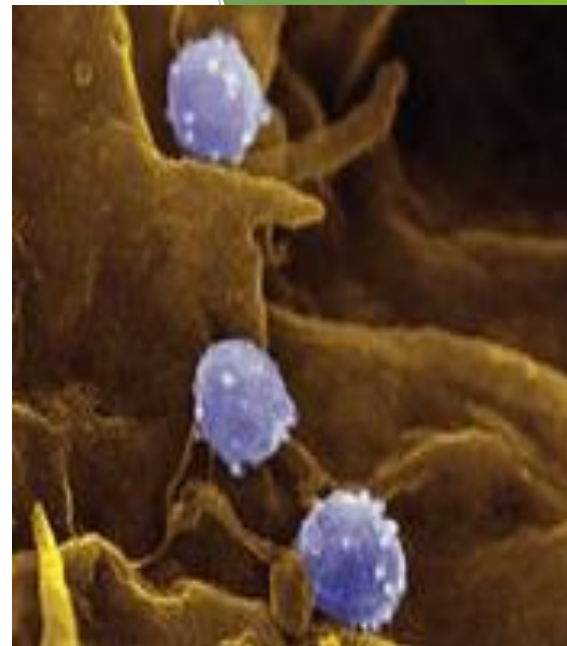
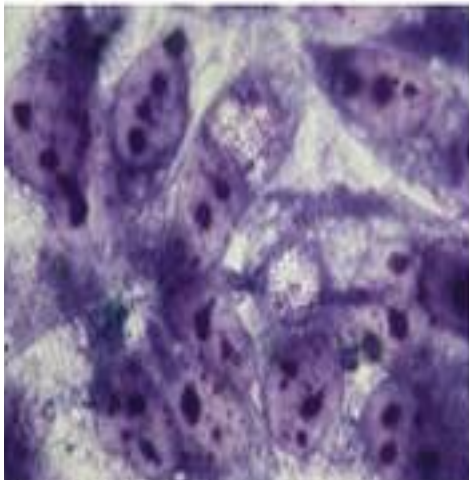
Облигатный внутриклеточный паразит, не растут на питательных средах, имеют особенности в строении, размножении, биохимических характеристиках

МИКОПЛАЗМА



Группа бесстеночных, самых мелких, с минимальным геномом микроорганизмов, способных к автономному существованию и размножению. Паразитирование на мембранах клеток эукариот отличает их от облигатных внутриклеточных паразитов. Требовательны к питательным средам

ХЛАМИДИИ



Облигатные внутриклеточные бактерии с характерным циклом развития, включающим две различные по морфологическим и биологическим свойствам формы

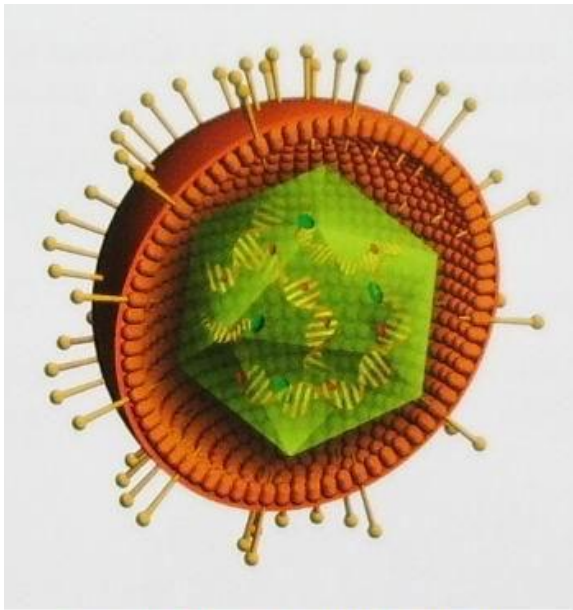
Царство *Vira*

Ультрамикроскопические микроорганизмы не имеющие клеточного строения, биосинтезирующей системы, содержащие или ДНК, или РНК. Облигатный внутриклеточный паразит. Являются автономными генетическими структурами.

Вирусы (virus с лат. - яд, ядовитое начало)

Rubivirus

Краснуха

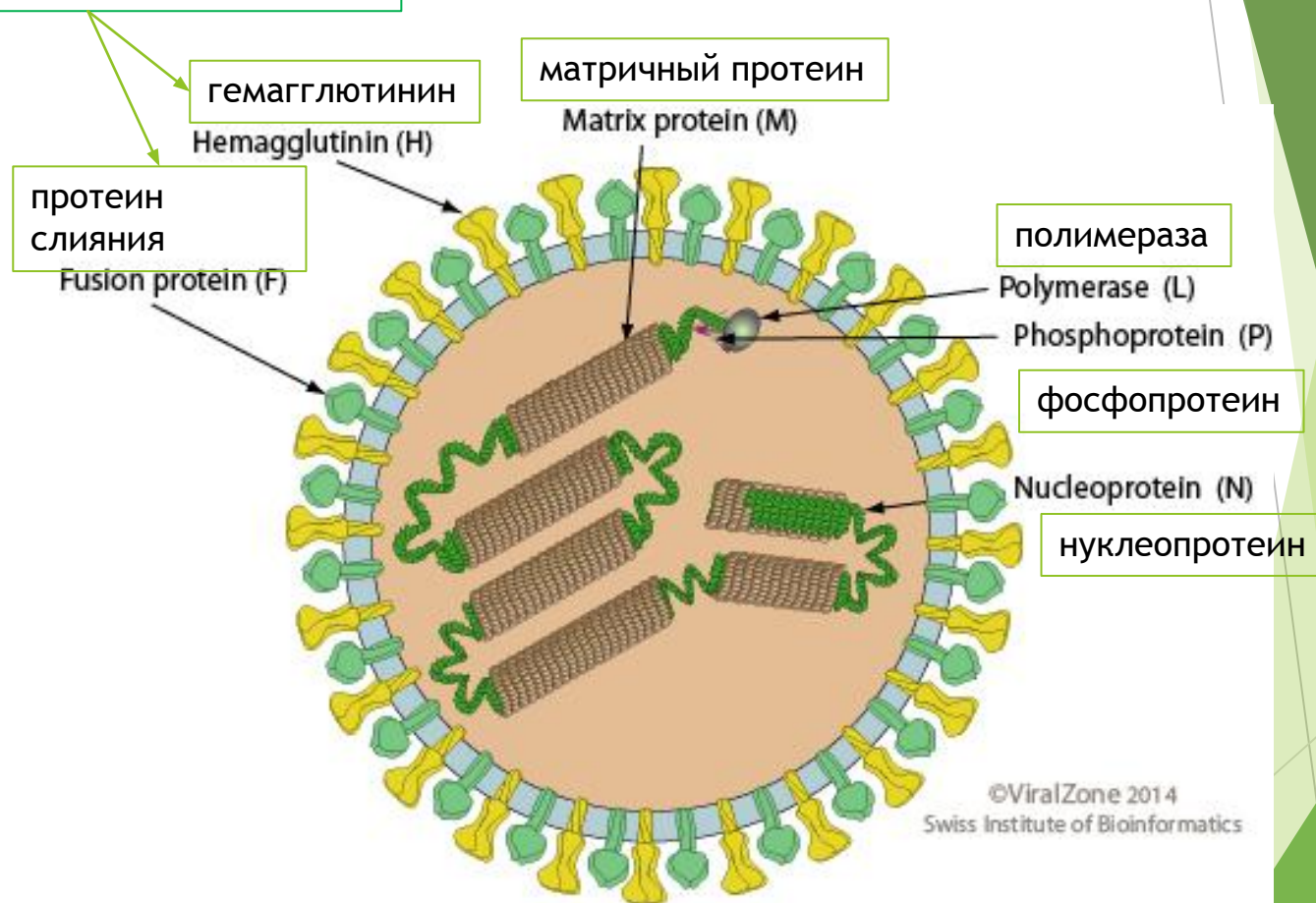


Строение вируса возбудителя краснухи



Строение вируса кори

Оболочка со встроенными белками



Отличия

Генетический материал

	прокариот	эукариот
Расположение	Нет мембраны, ограничивающей его от цитоплазмы	Ограничено от цитоплазмы ядерной мембраной
Форма	Кольцевая молекула ДНК	Хромосома
Внехромосомная ДНК	Расположена в плаزمидгах	Расположена в митохондриях
Гистоны	Есть гистоноподобные белки	Имеются гистоны
Тип деления	Бинарное	Митоз

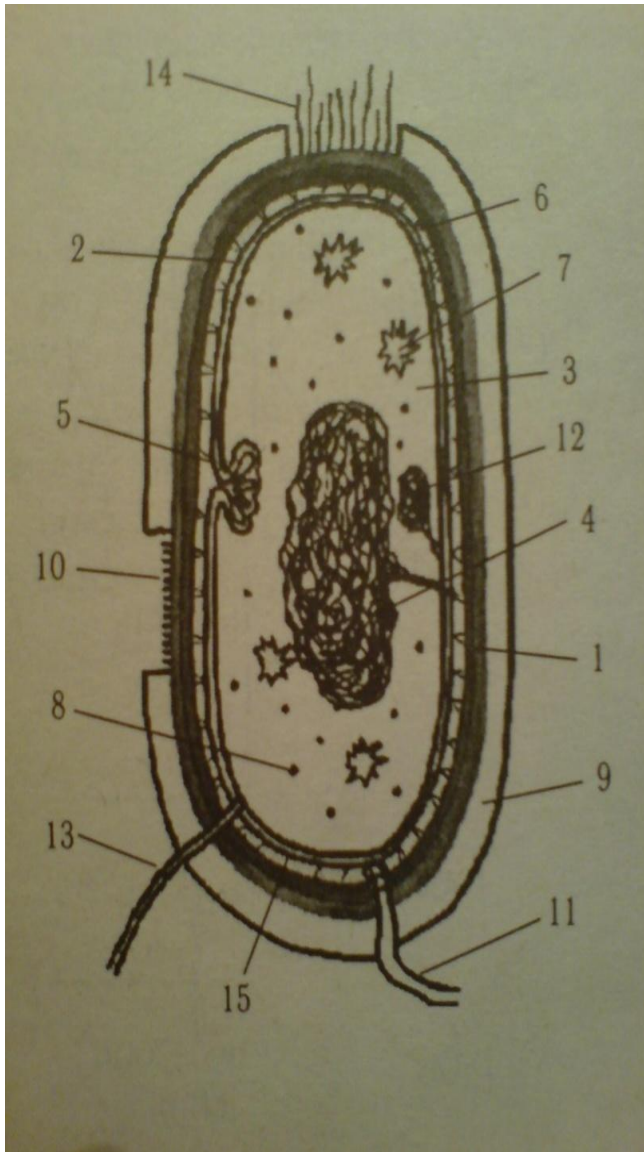
Синтез белка

Рибосомы	70S(50S и 30S)	80S (60S и 40S)
Место синтеза	Рибосомы свободно расположены в цитоплазме	Рибосомы в составе шероховатой ЭПС

Клеточная стенка

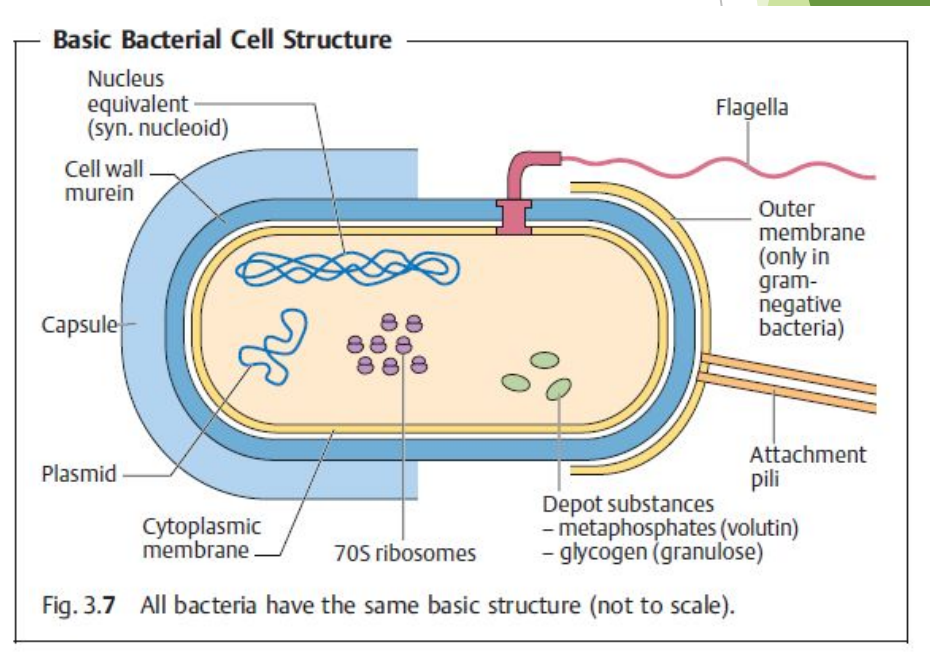
Структурные элементы	Пептидогликан	Хитин или целлюлоза
Стероиды	Отсутствуют	Имеются

Строение бактериальной клетки



- 1 - клеточная стенка;
- 2 - цитоплазматическая мембрана;
- 3 - цитоплазма;
- 4 - нуклеоид;
- 5 - мезосома;
- 6 - периплазматическое пространство;
- 7 - включения;
- 8 - рибосома;
- 9 - капсула;
- 10 - микрокапсула;
- 11 - жгутик;
- 12 - плаزمида;
- 13 - половая пилья;
- 14- пили общего типа;
- 15 - перемычки в плазматическом пространстве

Облигатные компоненты клеток прокариот

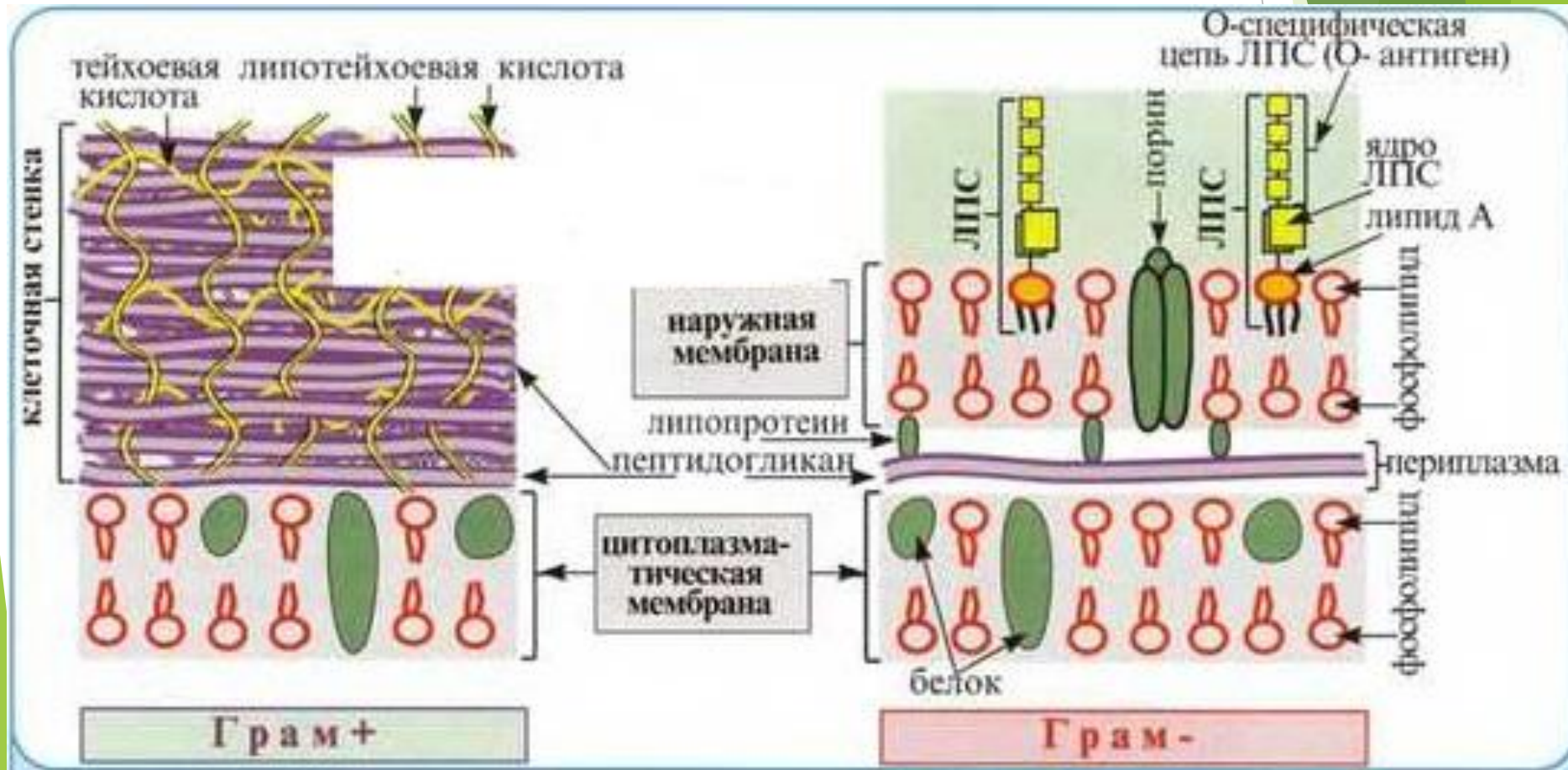


Клеточная стенка – структурный компонент, присущий только бактериям (кроме микоплазм). Клеточная стенка выполняет следующие функции:

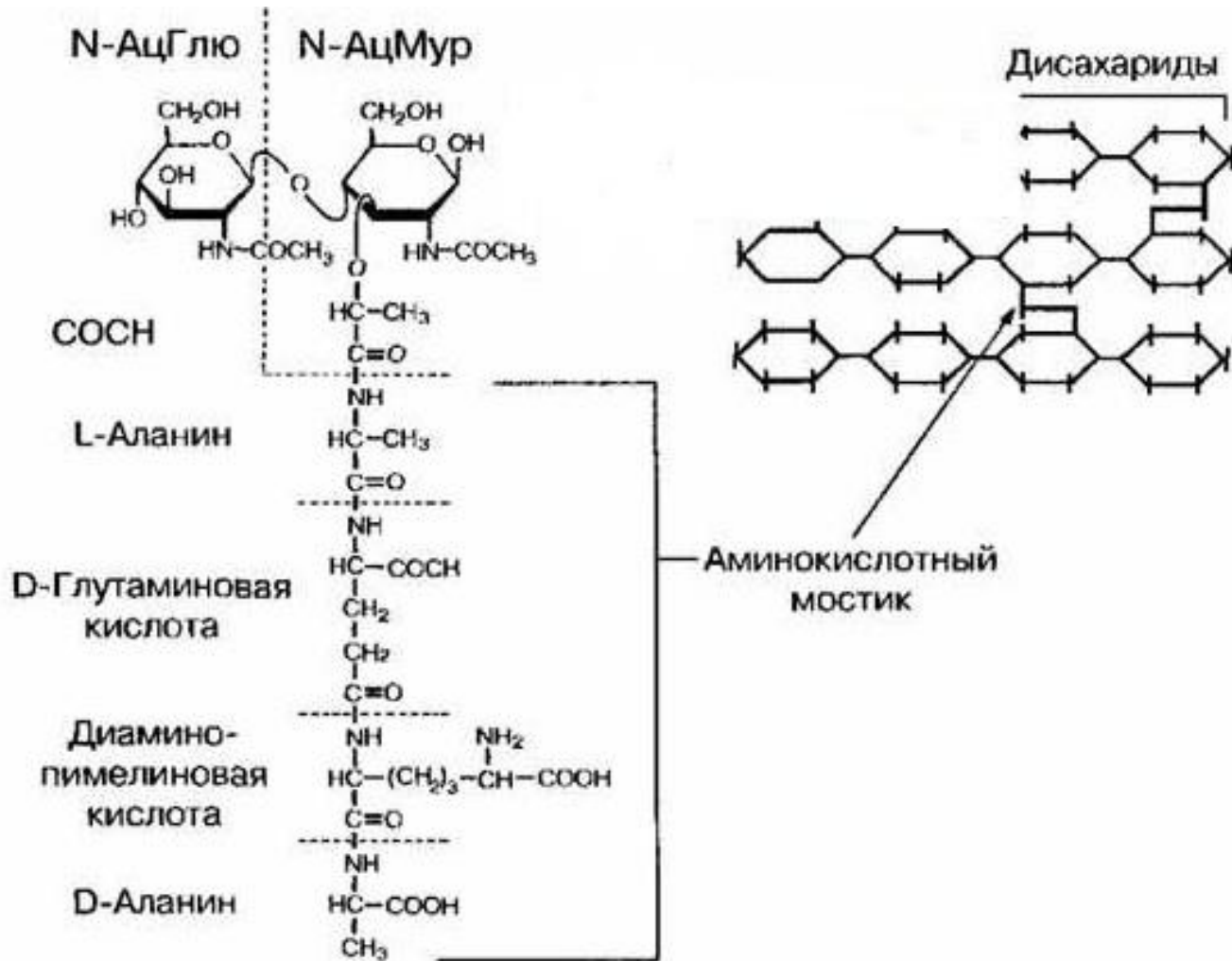
1. Определяет и сохраняет постоянную форму клетки.
2. Защищает внутреннюю часть клетки от действия механических и осмотических сил внешней среды.
3. Участвует в регуляции роста и деления клеток.
4. Обеспечивает коммуникацию с внешней средой через каналы и поры.
5. Несет на себе специфические рецепторы для бактериофагов.
6. Определяет во многом антигенную характеристику бактерий (природу и специфичность O- и K-антигенов).
7. Содержащийся в ее составе пептидогликан наделяет клетку важными иммунобиологическими свойствами.
8. Нарушение синтеза клеточной стенки бактерий является главной причиной L-трансформации бактерий.

Строение клеточной стенки Грам + и Грам - бактерий

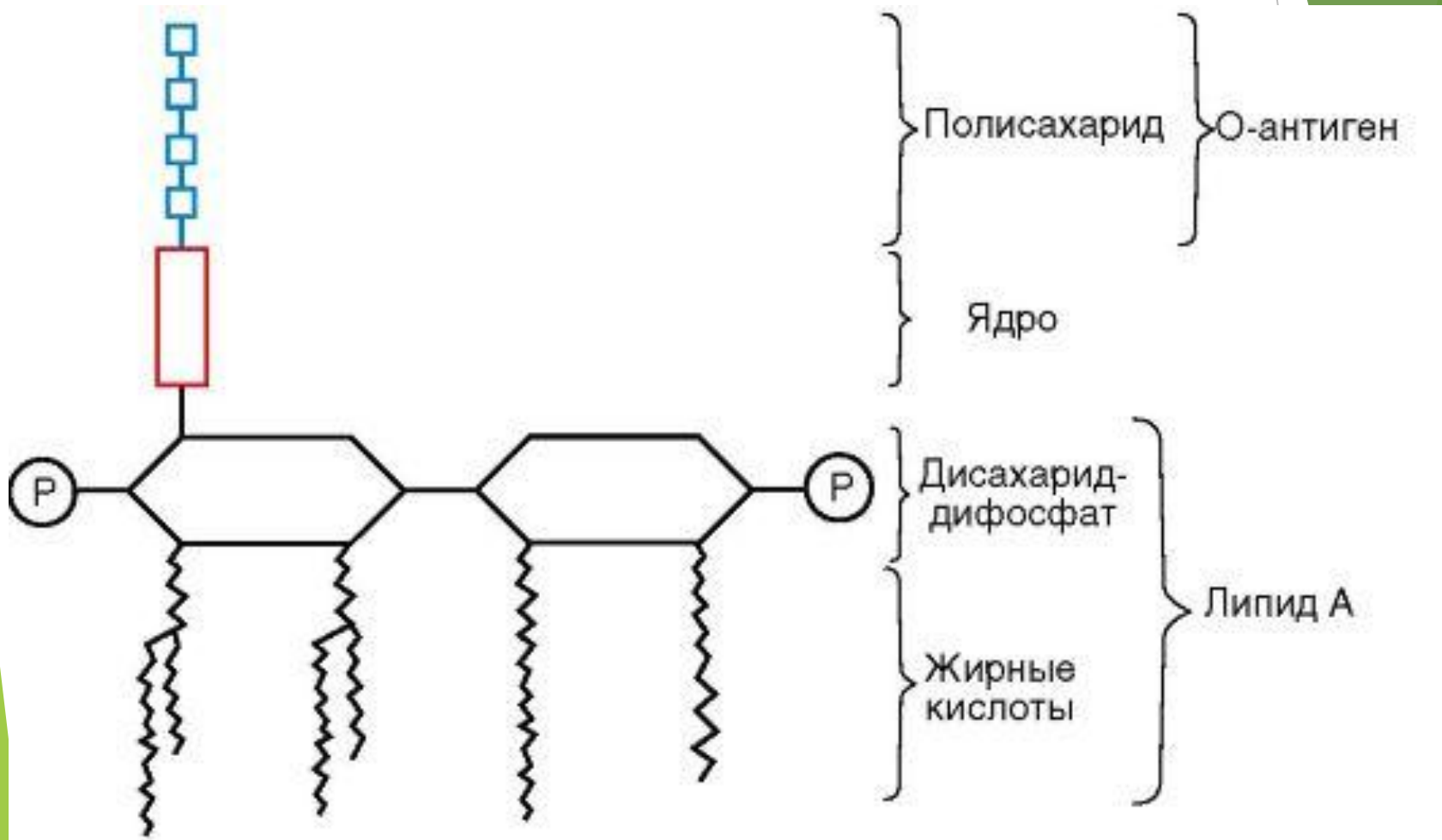
ЦПМ не является компонентом КС!



Строение пептидогликана



Строение липополисахаридного комплекса



Белковые рецепторы клетки



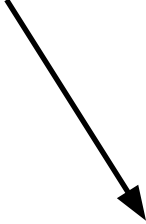
Каналообразующие:

регулируемые медиаторами ионные каналы, участвующие главным образом в быстрой синаптической передаче сигналов между электрически возбудимыми клетками



Каталитические:

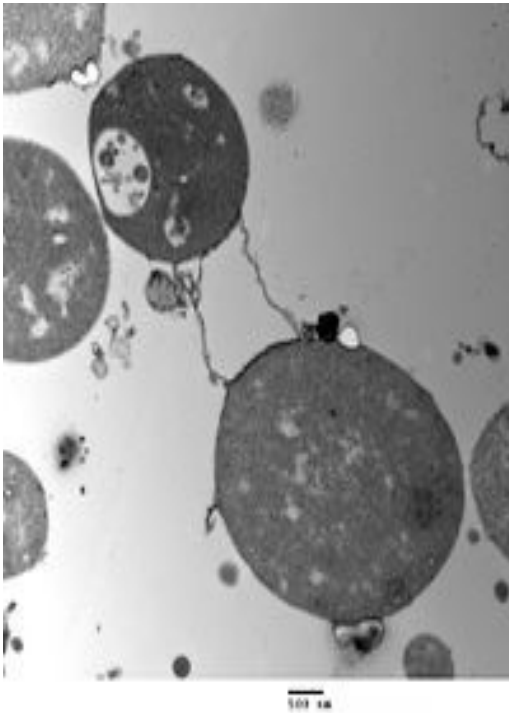
трансмембранные белки; при активации лигандом начинают работать как ферменты; обладают тирозин - специфической протеинкиназной активностью



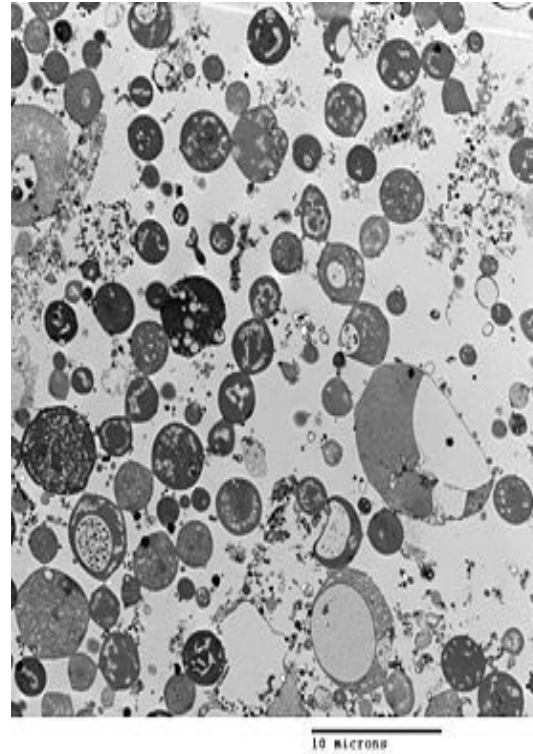
Сопряженные с G-белками:

опосредованно активируют или ингибируют определенные ферменты или ионные каналы, связанные с плазматической мембраной

L-формы бактерий



L-форма *Bacillus subtilis*,
масштаб — 500 нанометров



Многообразие L-форм *Bacillus subtilis*,
при масштабе в 10 микрометров.

L-формы бактерий

частично или полностью лишённые клеточной стенки, но сохранившие способность к развитию.

Впервые обнаружены в 1894 году Н.Ф. Гамалеем.

Буква L — первая буква названия Листеровского института в Лондоне, где впервые были выделены L формы в культуре бактерий *Streptobacillus moniliformis*.

Позже были описаны L-формы у самых разных видов бактерий. Было показано, что L-формы возникают спонтанно или индуцировано - под воздействием агентов, блокирующих синтез клеточной стенки: антибиотиков (пенициллины циклосерин, цефалоспорины, ванкомицин), ферментов (лизоцим, амидаза, эндопептидаза) ультрафиолетовых и рентгеновских лучей, аминокислоты глицина.

Никола́й Фёдорович Гамалея (1859—1949) — врач, микробиолог и эпидемиолог, почётный член АН СССР (с 1940), академик АМН СССР (1945). Лауреат Сталинской премии (1943).



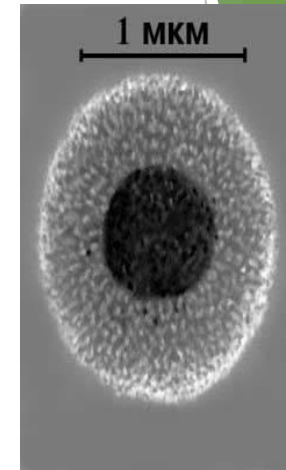
L-формы бактерий

Различают стабильные и нестабильные L-формы бактерий.

- ▶ Стабильные - полностью лишены ригидной клеточной стенки, что сближает их с протопластами; они крайне редко реверсируют в исходные бактериальные формы.
- ▶ нестабильные - могут обладать элементами клеточной стенки, в чем они проявляют сходство со сферопластами; в отсутствие фактора, вызвавшего их образование, реверсируют в исходные клетки.

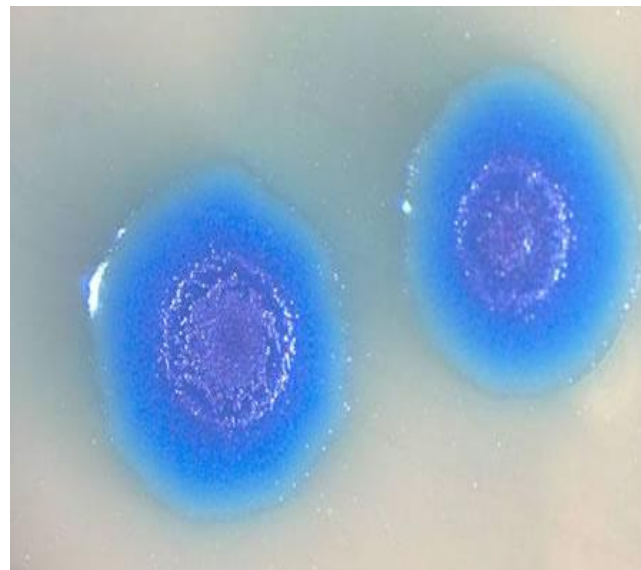
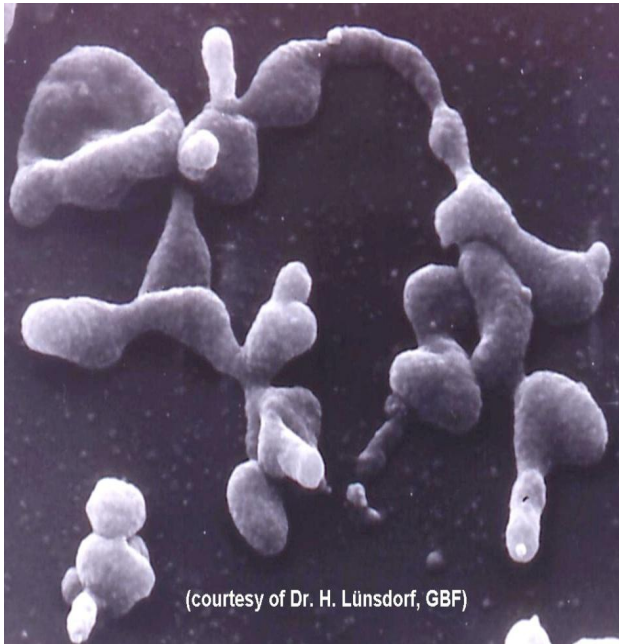
L-трансформация

- ▶ Процесс образования L-форм получил название L-трансформации, или L-индукции.
- ▶ Способностью к L-трансформации обладают практически все виды бактерий, в том числе и патогенные (возбудители бруцеллеза, туберкулеза, листерии и др.).
- ▶ L-формам придается большое значение в развитии хронических рецидивирующих инфекций, носительстве возбудителей, длительной персистенции их в организме. Доказана трансплацентарная инвазивность L-форм бактерий.
- ▶ Инфекционный процесс, вызванный L-формами бактерий, характеризуется атипичностью, длительностью течения, тяжестью заболевания, трудно поддается химиотерапии.



Типичная форма колонии бактерий в L-форме

Полиморфизм клеток *Mycoplasma sp.*

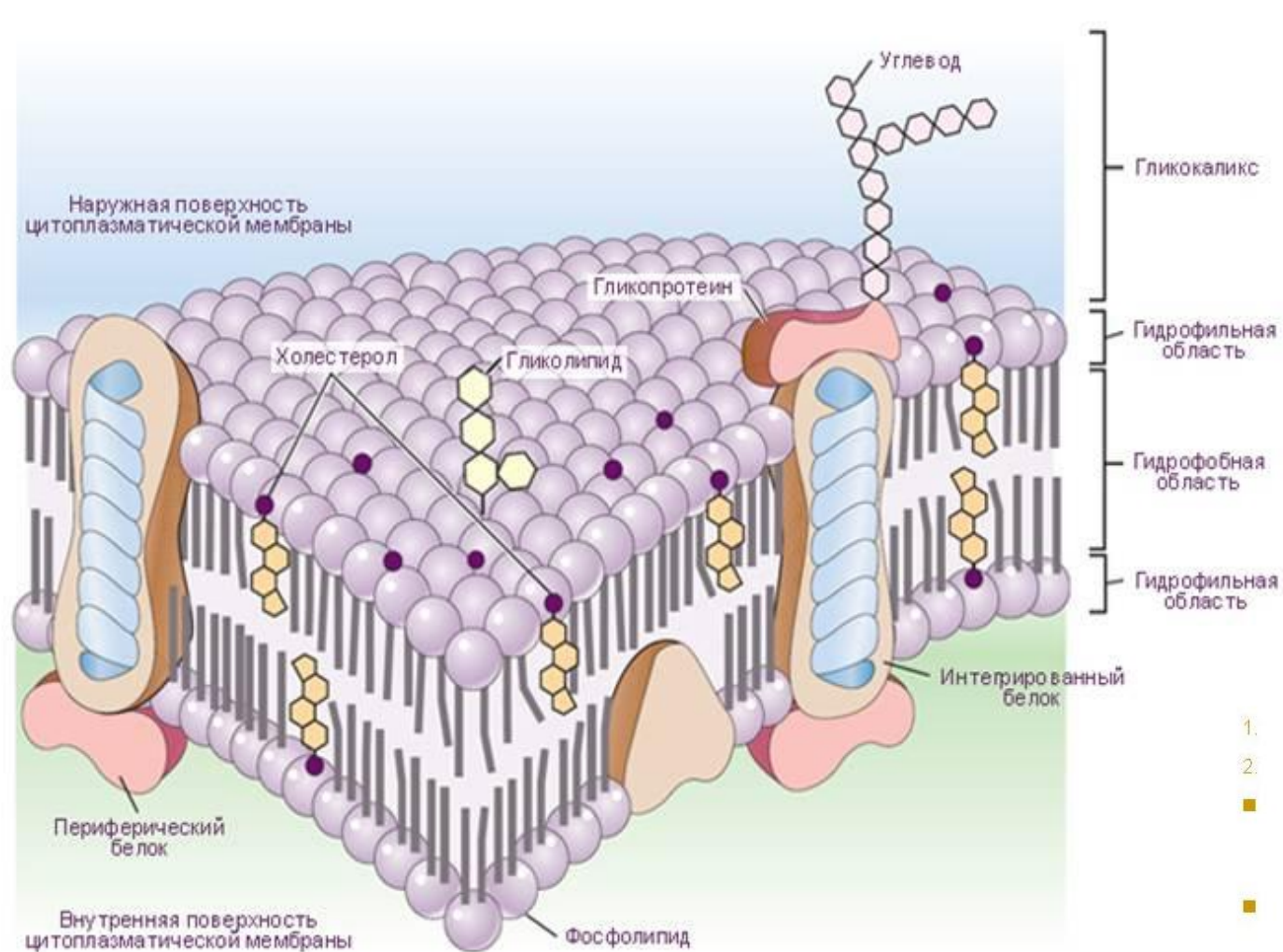


Колонии микоплазм

Облигатные компоненты клеток микромицетов (эукариоты!)



Цитоплазматическая мембрана

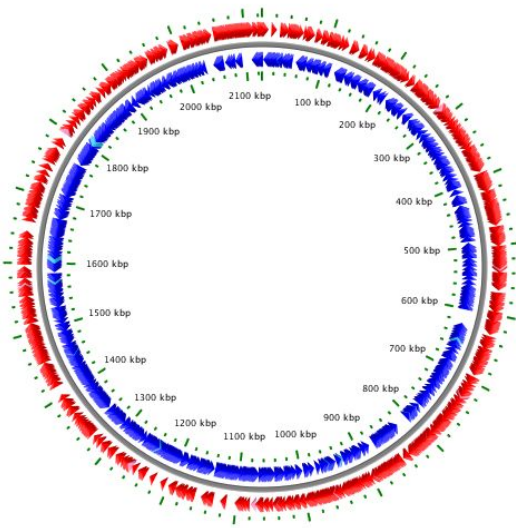


Функции

1. Защитная
 2. Транспортная
 - диффузия: движение ионов через мембрану в сторону меньшей концентрации;
 - осмос: диффузия воды через полупроницаемую мембрану;
 - активный транспорт: перемещение веществ через мембрану с затратами энергии;
 - пиноцитоз и фагоцитоз.
- Структурная

Генетический материал: хромосома (обязательный элемент) и плазмиды (дополнительная генетическая информация)

Brucella melitensis ATCC 23457 chromosome I, complete genome



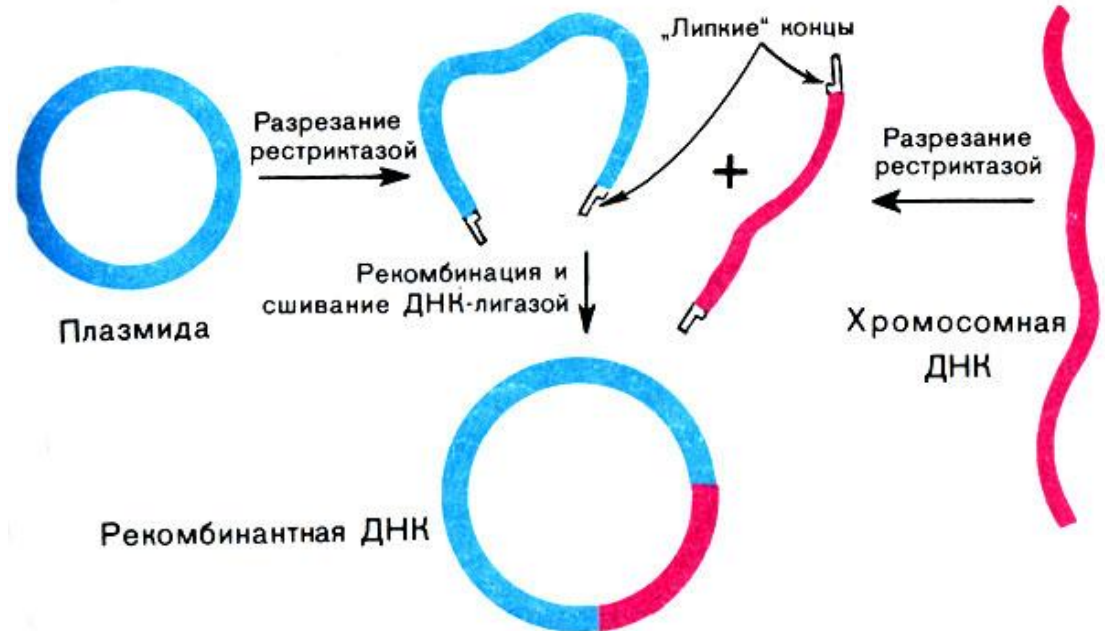
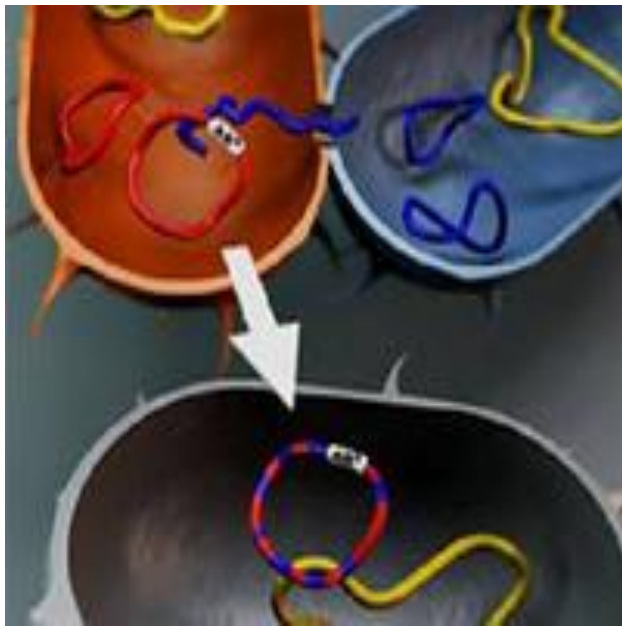
Нуклеоид - эквивалент ядра. Находится в центральной зоне бактерии в виде двунитевой ДНК, замкнутой в кольцо (иногда в линейной форме ДНК). Ядро не имеет ядерной оболочки.

Accession: NC_012441

Topology: circular; Length: 2,125,701 bp; Genes: 2,111



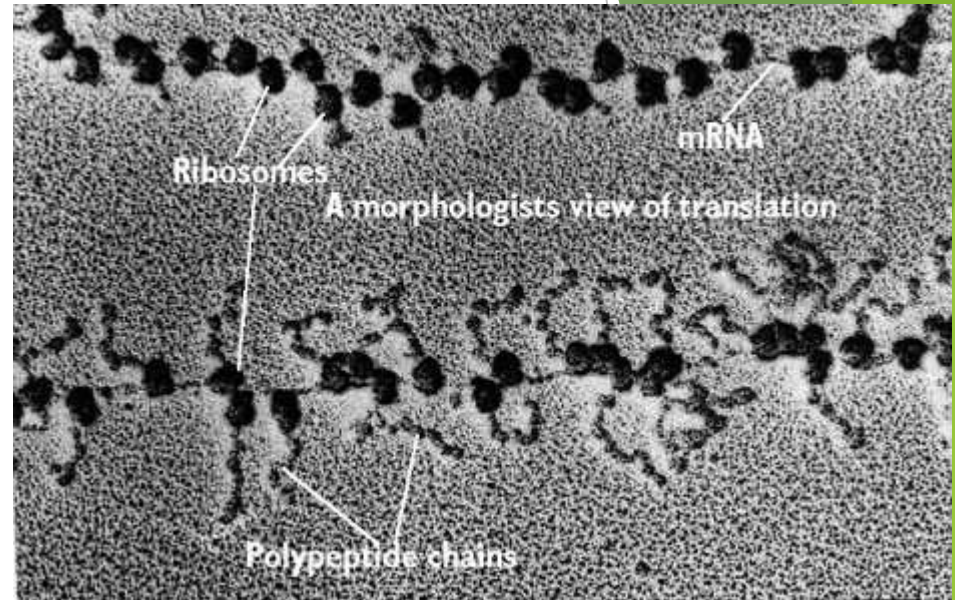
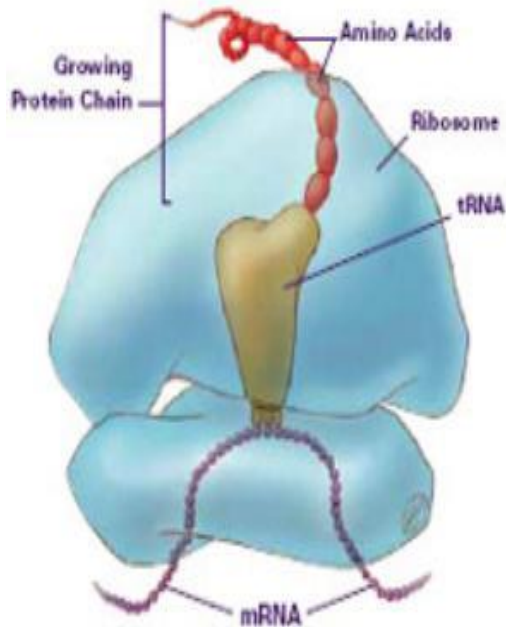
Плазмиды



Плазмиды — внехромосомные факторы наследственности бактерий фрагменты ДНК с молекулярной массой порядка $10^6 \sim 10^8$ D, несущие от 40 до 50 генов. Выделяют автономные (не связанные с хромосомой бактерии) и интегрированные (встроенные в хромосому) плазмиды. **Автономные плазмиды** существуют в цитоплазме бактерий и способны самостоятельно репродуцироваться; в клетке может присутствовать несколько их копий. **Интегрированные плазмиды** репродуцируются одновременно с бактериальной хромосомой. **Интеграция плазмид** происходит при наличии гомологичных последовательностей ДНК, при которых возможна рекомбинация хромосомной и плазмидной ДНК (что сближает их с профагами). **Плазмиды** также подразделяют на трансмиссивные (например, F- или R-плазмиды), способные передаваться посредством конъюгации, и нетрансмиссивные.

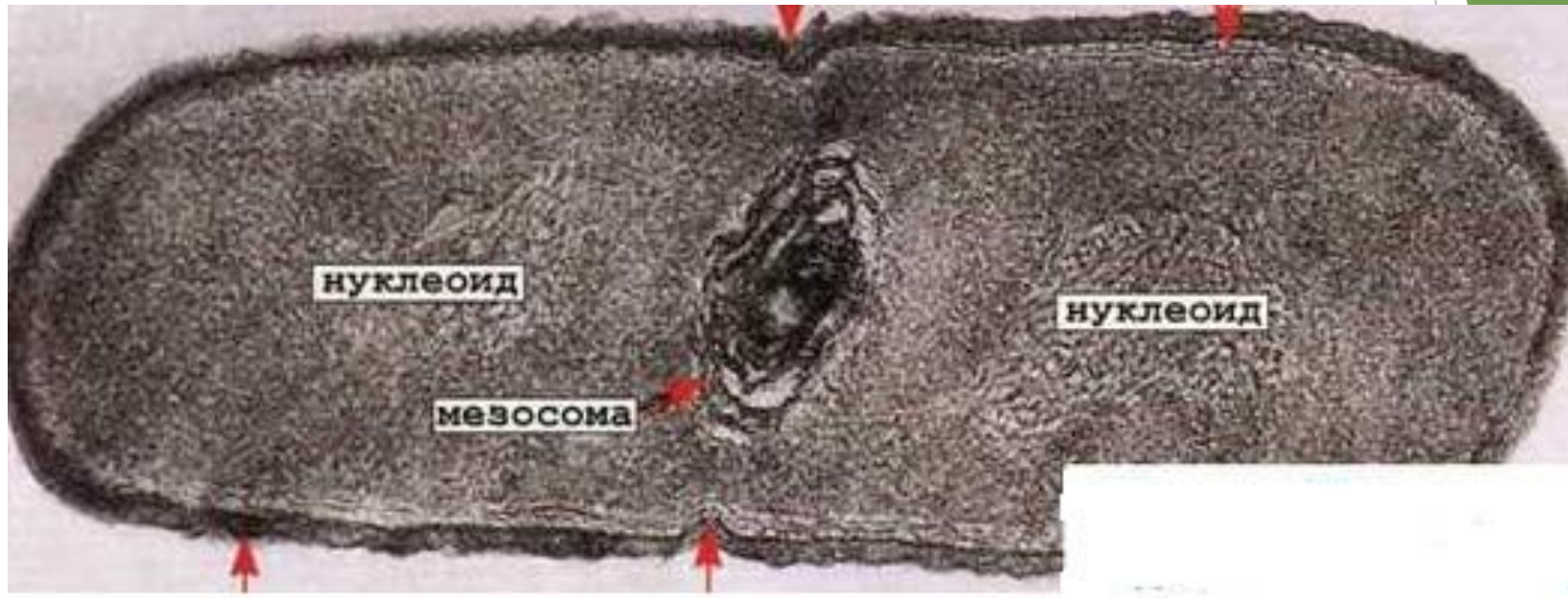
Функции. Регуляторные плазмиды участвуют в компенсировании тех или иных дефектов метаболизма бактериальной клетки посредством встраивания в повреждённый геном и восстановления его функций. Кодированные плазмиды приносят в бактериальную клетку новую генетическую информацию, кодирующую новые, необычные свойства (например, устойчивость к антибиотикам).

Рибосомы



Бактериальные рибосомы — сложные глобулярные образования, состоящие из различных молекул РНК и связанных с ними белков. Всё образование функционирует как локус синтеза полипептидов. В зависимости от интенсивности роста бактериальная клетка может содержать от 5000 до 50 000 рибосом. Диаметр бактериальных рибосом около 16-20 нм. Скорость их осаждения при ультрацентрифугировании составляет 70 S (единиц Свёдберга), тогда как у эукариотических клеток — 80 S. Рибосомы бактерий состоят из двух субъединиц с коэффициентом седиментации 50 S и 30 S (у эукариотов 40 S и 60 S). Объединение субъединиц происходит перед началом трансляции. Рибосомы прокариот и эукариотов имеют сходную молекулярную структуру и механизмы функционирования, но различаются, помимо размеров, по составу белков и белковых факторов. Эти различия делают рибосомы эукариотов практически резистентными к действию антибиотиков, блокирующих синтез белка у бактерий.

Мезосомы



Мезосома - специфические инвагинаты цитоплазматической мембраны, имеющие вид закрученных в спираль или клубок трубчатых образований. Мезосомы образуют поперечные перегородки между делящимися клетками; к ним обычно прикрепляется бактериальная хромосома.

Факультативные компоненты клеток прокариот

Капсула

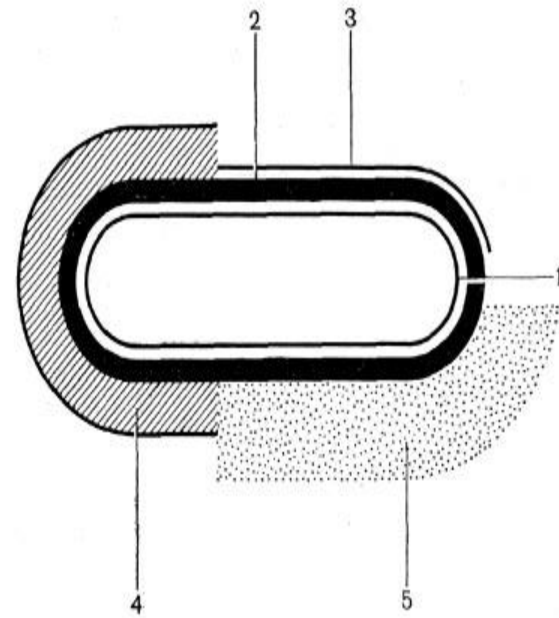
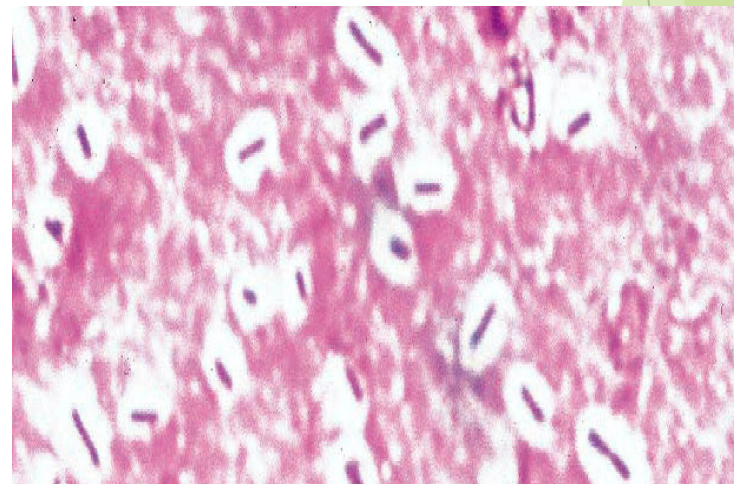
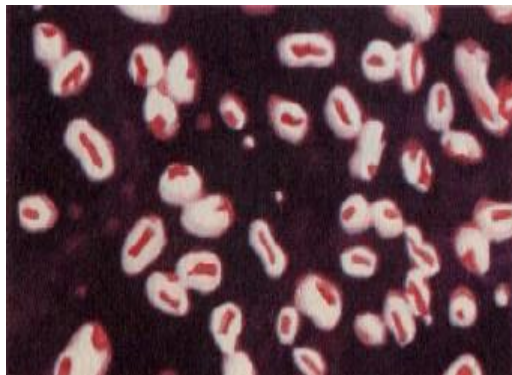
Слизистый слой сложного строения

Функции - защита , сильный АГ

По расположению относительно клеток различают:

- ❖ Капсула окружает одну клетку (*Y.pestis*);
- ❖ Капсула окружает две (*S.pneumoniae*) и более клеток (*B.anthraxis*).

Окраска по Бурри - Гинса



Motus viva est !

*Если микроорганизмы двигаются -
значит они живые !*

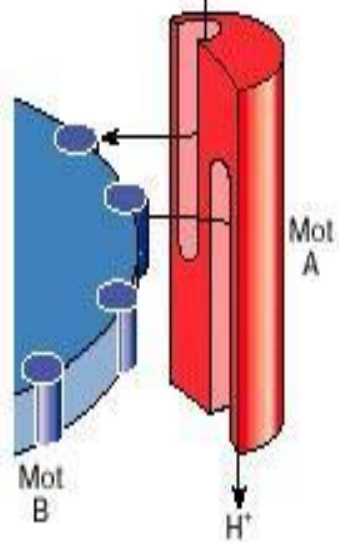
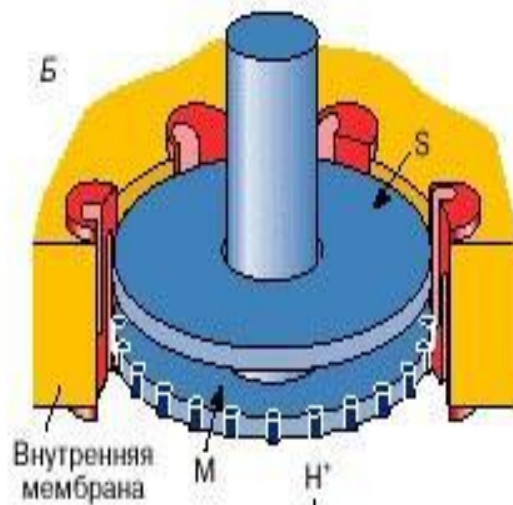
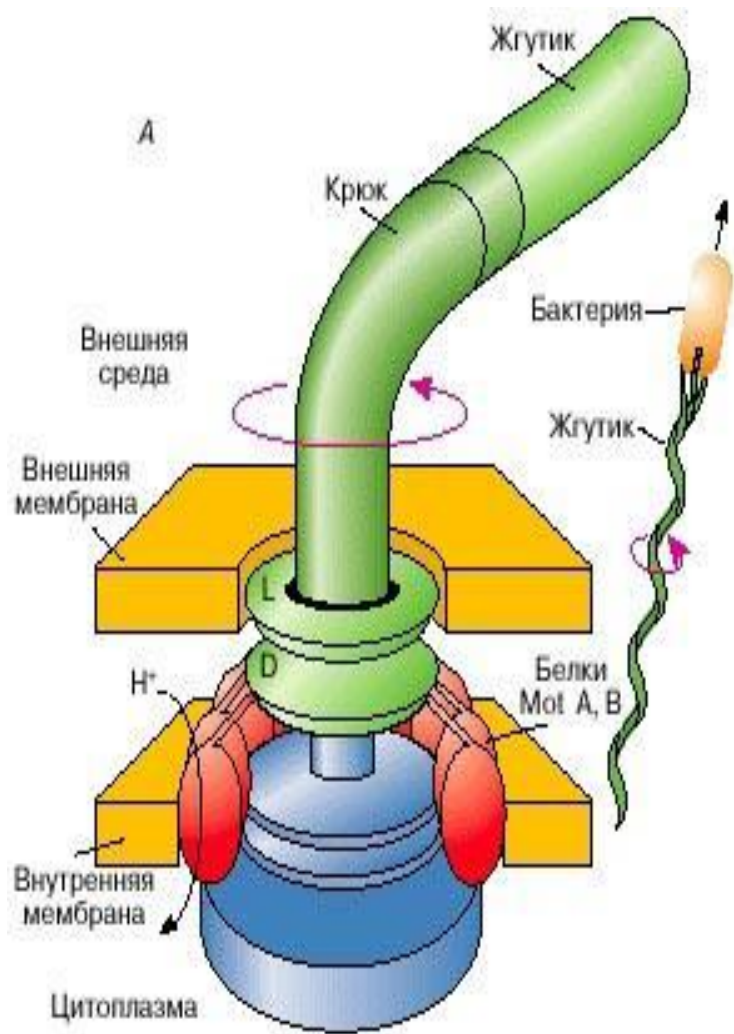
АНТОНИ ван Левенгук, XVII в.

Типы движения

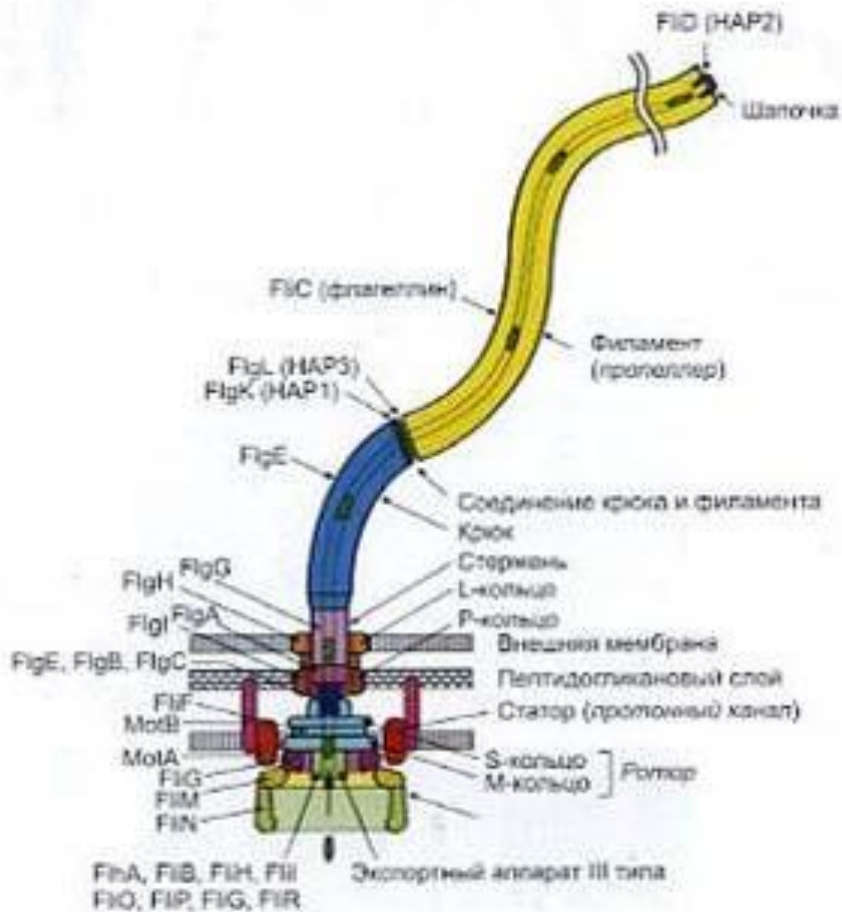
на настоящее время выделяют:

- ▶ плавание - от англ., swimming (*E. coli*, р. *Salmonella*)
- ▶ «роение» - от англ., swarming (*Proteus mirabilis*)
- ▶ скольжение - от англ., gliding (некоторые циано-, миксобактерии)
- ▶ подтягивающее движение - от англ., twitching (*Pseudomonas aeruginosa*)
- ▶ движение, основанное на актине - от англ., actin-based motility (р. *Synechococcus*)

Жгутики



Строение жгутика



- ▶ Базальное тело
 - MS-кольцо
 - C-кольцо
 - экспортный аппарат III типа
 - стержень
 - P- и L- кольца
- ▶ Крюк
- ▶ Филамент
 - «шапочка»

Сборка жгутика

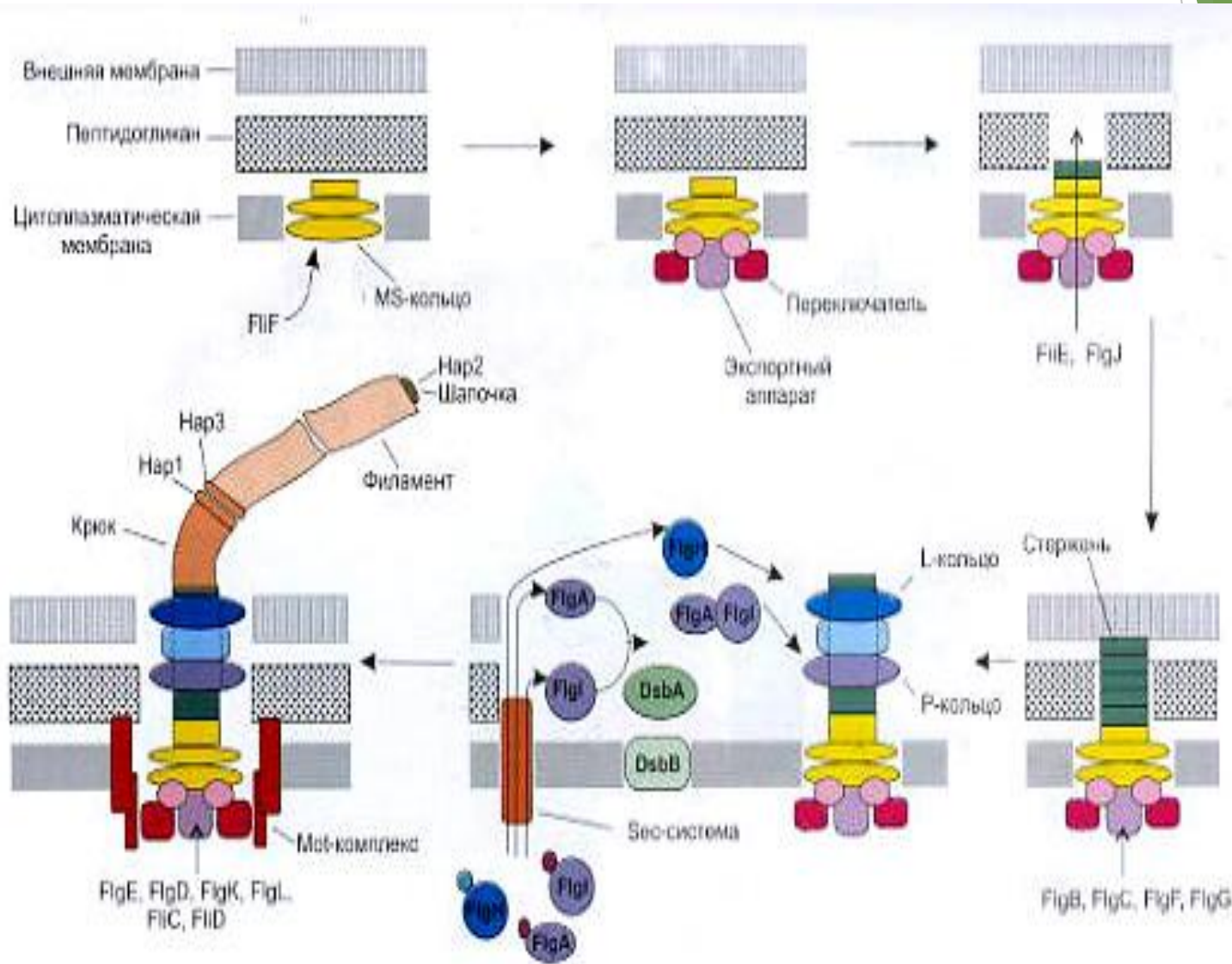
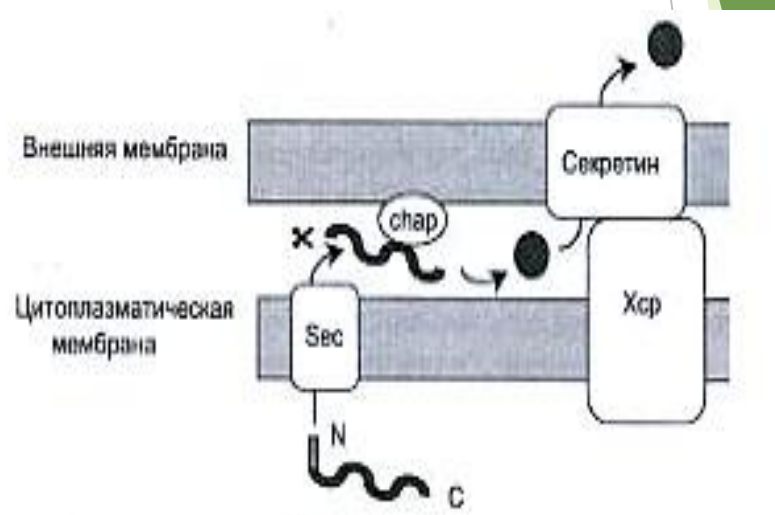
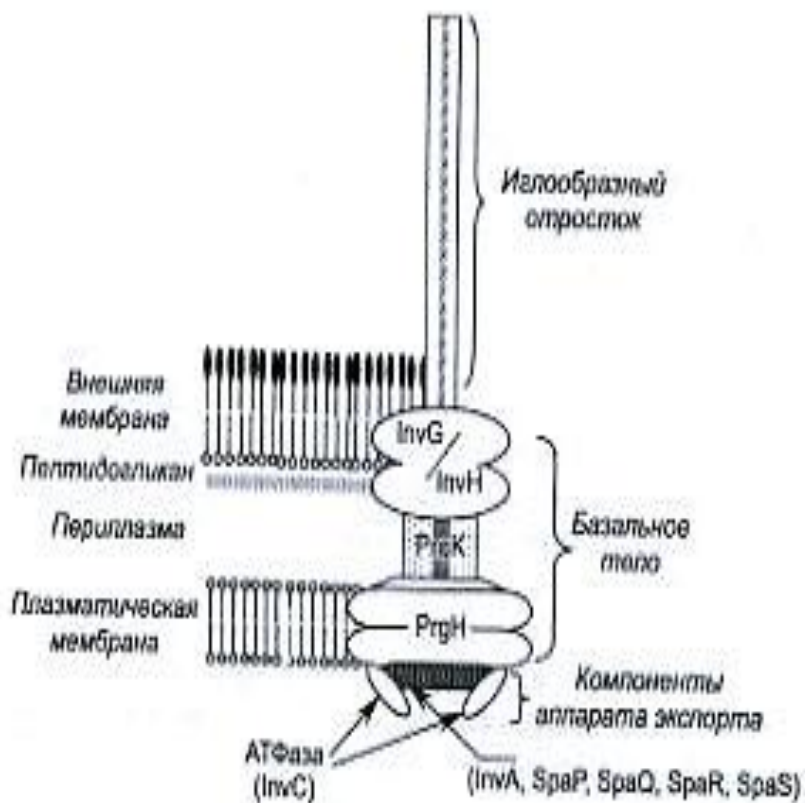


Рис. 4. Сборка бактериального жгутика

Основные секреторные системы, участвующие в сборке жгутика



Флагеллин (лат. flagella - жгутик)

- ▶ основной белок в структуре жгутиков
- ▶ является низкомолекулярным белком, молекулярная масса - 20000-40000 дальтон
- ▶ относится к группе сократительных белков (подобен белкам мышечного волокна)
- ▶ аминокислотный состав видоспецифичен

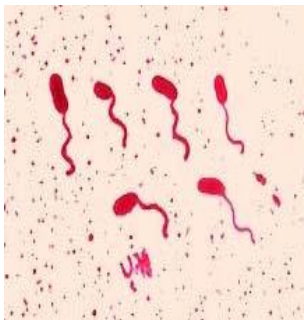
Работа жгутика

- ▶ за счет преобразования химической энергии (через создание градиента протонов, возможно и ионов натрия)
- ▶ ротор (С-кольцо, MS-кольцо и стержень) и статор (MotA и MotB)
- ▶ возможно вращение со скоростью до 100 оборотов в секунду, смена направления движения менее чем за 0,1 секунду

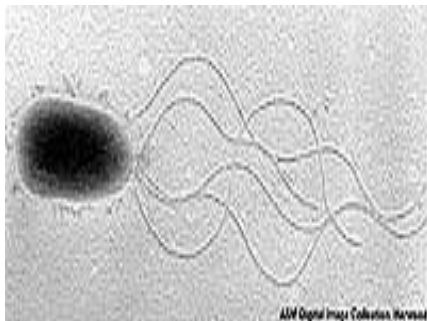
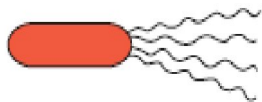
Жгутики

по расположению на поверхности клетки разделяют

монотрих



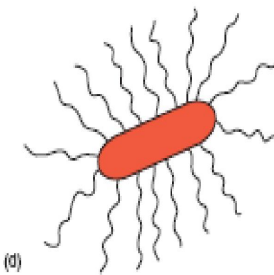
перетрих



лофотрих



амфитрих



Пили



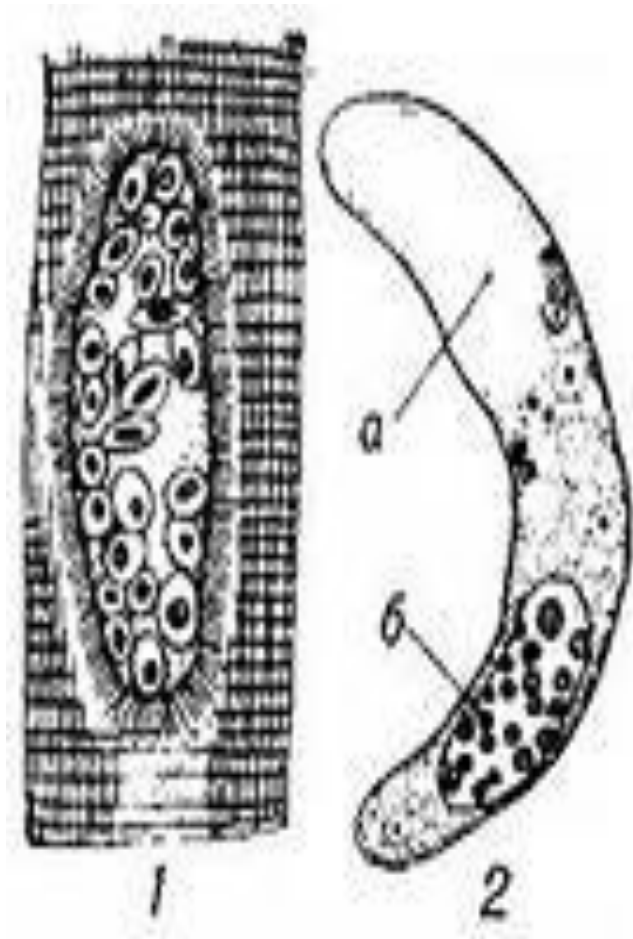
Пили - нитевидные образования, более тонкие и короткие, чем жгутики.

Функции:

1. Адгезия
2. Питание
3. Водносолевой обмен
4. Конъюгация

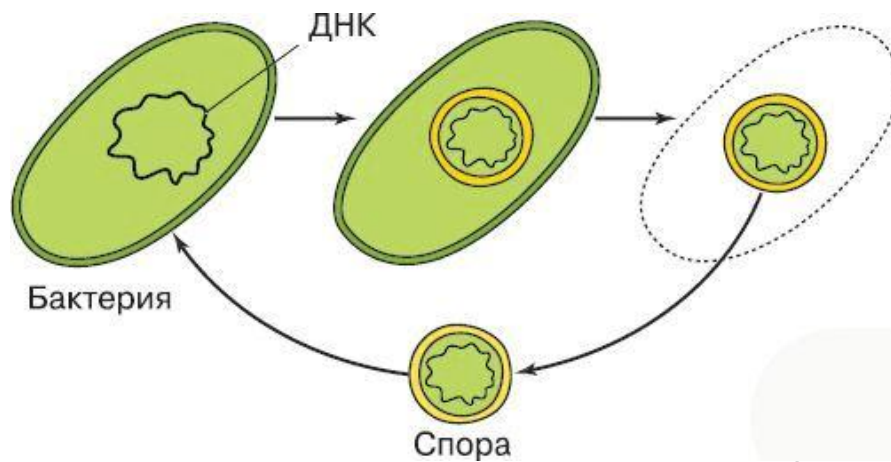
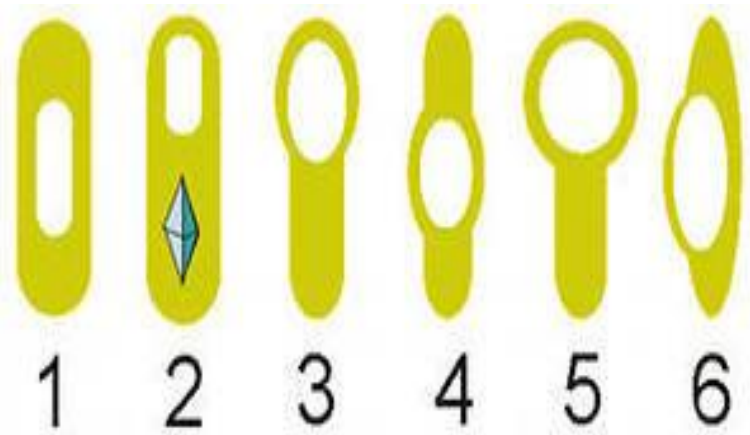
Включения

(гликоген, волютин, полисахариды)



Споры

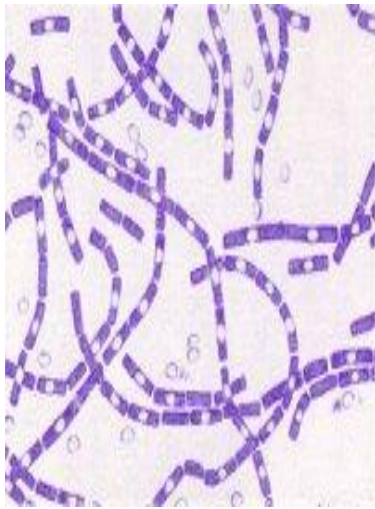
Форма покоящихся бактерий с грамположительным типом строения клеточной стенки, образуются при неблагоприятных условиях существования бактерий.



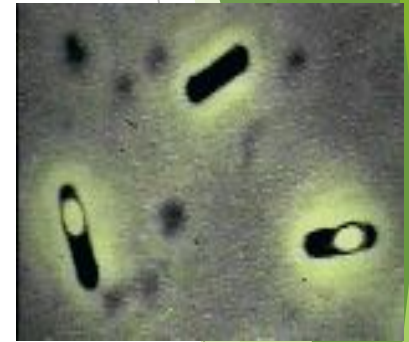
Споры

по расположению в клетке

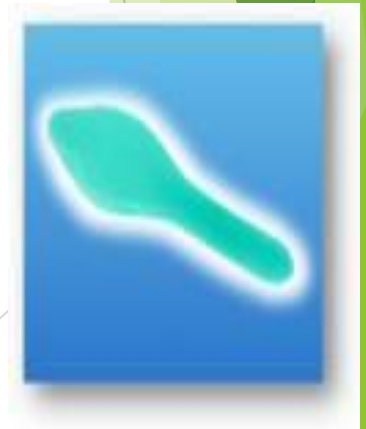
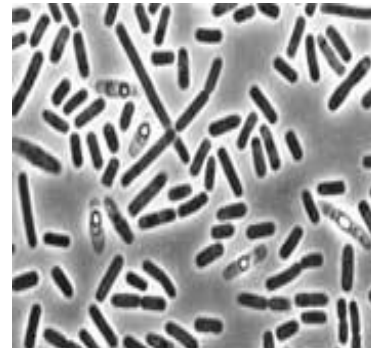
центрально



субтерминально



терминально



Споры грибов - *не* способ пережить неблагоприятные условия, а способ размножения!