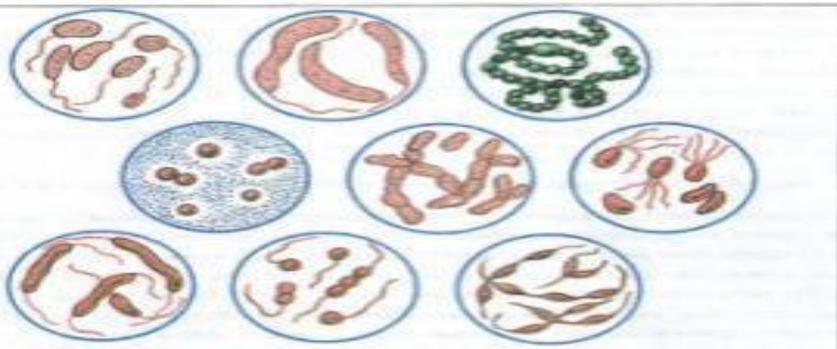
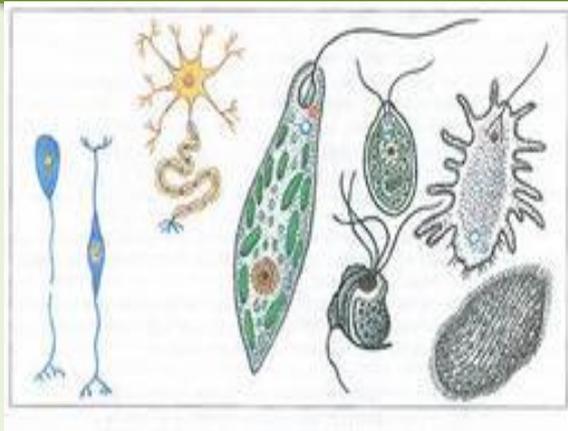
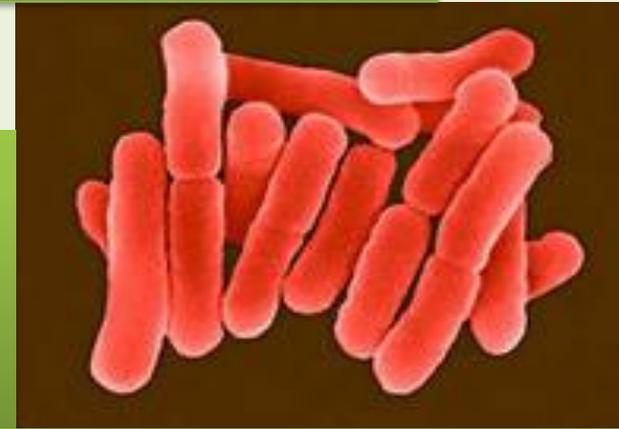


СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МИКРОБНОЙ КЛЕТКИ



по структурной организации
клетки
мир микробов дифференцируется
на:

прокариотические
микроорганизмы



эукариотические
микроорганизмы

Задание 1. заполните таблицу :

отличительные особенности микроорганизмов

Дифференцирующий признак:	Эукариоты	Прокариоты
Размеры:		
Субклеточные структуры цитоплазмы: - генетический материал локализован в - система мембран - эндоплазматическая сеть - рибосомы - митохондрии - лизосомы - клеточная стенка - клеточная оболочка		
Химический состав		
Размножение: - бесполое а) бинарное в) спорообразование г) множественное деление д) почкование е) фрагментация - половое		
Типы деления клетки:		
Внехромосомные факторы наследственности:		

Отличия прокариотических клеток от эукариотических:

Представители:

прокариот: бактерии

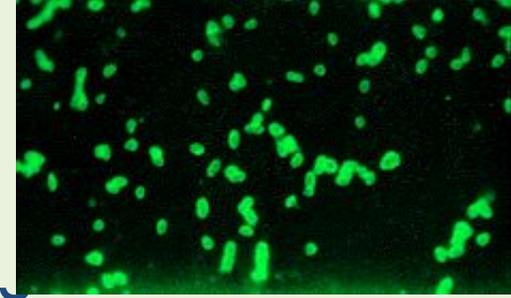
эукариот: грибы, водоросли,

простейшие, растения, животные

- **Меньшие размеры (измеряют в микрометрах – мкм). $1 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}$.**
- **Отсутствие дифференцированного ядра (ядерной мембраны)**
- **Отсутствие развитой ЭПС, аппарата Гольджи.**

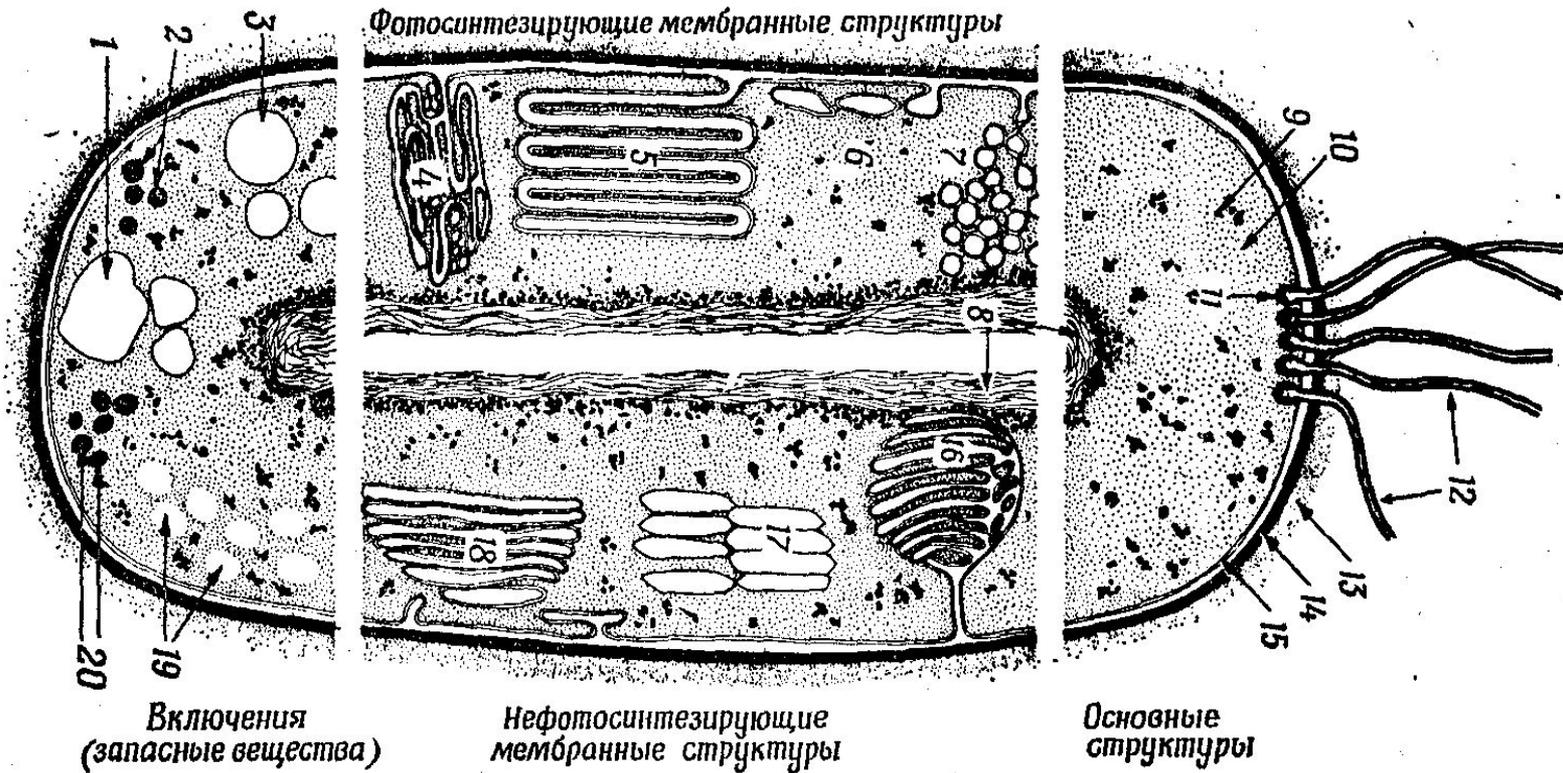
- **Отсутствие митохондрий, хлоропластов, лизосом.**
- **Меньшее значение константы седиментации рибосом (70S)**
- **Неспособность к эндоцитозу (захвату твердых частиц пищи)**
- **Питание путём диффузии или транспорта через мембрану**
- **Размножение путём бинарного деления**
- **Присутствие пептидогликана клеточной стенки**

применение
люминесцентной,
фазово-контрастной
и электронной микроскопии
позволило выявить сложно
организованную структуру
микробной клетки



исследования **XX** в.

Какие структуры можно выделить у бактериальной клетки?

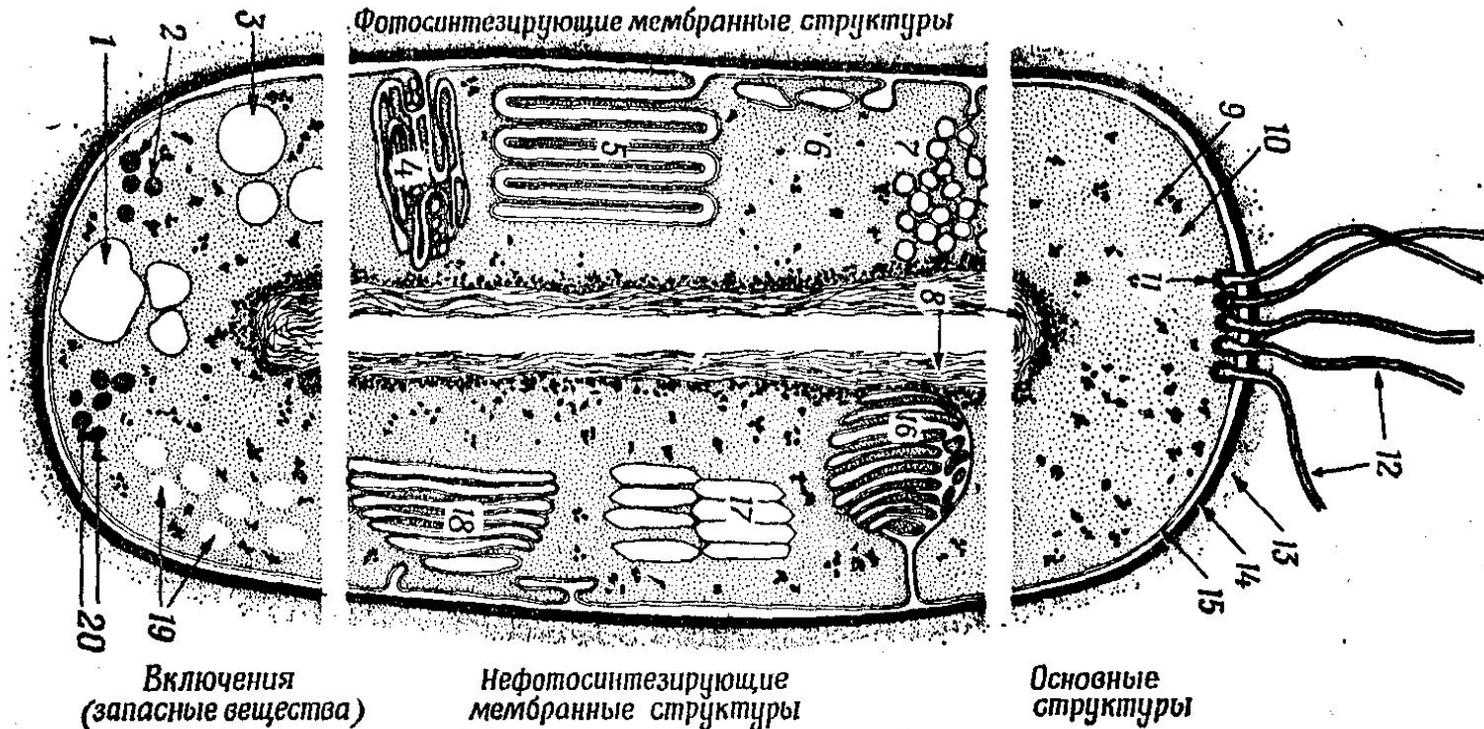


Строение бактериальной клетки

Обязательные элементы: ядерный аппарат, цитоплазма, цитоплазматическая мембрана, *клеточная стенка, рибосомы*

Необязательные элементы: капсула, споры, поверхностные волосовидные придатки - жгутики, F-пили, фимбрии

Схематическое изображение прокариотической (бактериальной) клетки : 8 – ядро (нуклеоид); 9 – рибосомы; 10 – цитоплазма; 12 – жгутики; 13 – капсула; 14 - клеточная стенка; 15 - цитоплазматическая мембрана; 16 – мезосома; (Шлегель Г., 1927)



Компоненты цитоплазмы

- В центре цитоплазмы – **нуклеоид** (ядерное двухцепочечное ДНК - образование, представленное хромосомой кольцевидной формы), не отделен от цитоплазмы ядерной мембраной.
- **Рибосомы** и др.эл-ты белоксинтезирующей системы.
- **Мезосомы** (инвагинаты цитоплазматической мембраны).
- Метаболические **включения** (волютин, гликоген, гранулеза).
- **Плазмиды** (внехромосомные ДНК-структуры).
- **Споры** (при спорообразовании).

Какие компоненты
микробной клетки
относятся к
поверхностным
структурам?

поверхностные структуры микробной клетки■

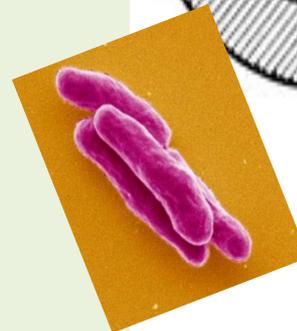
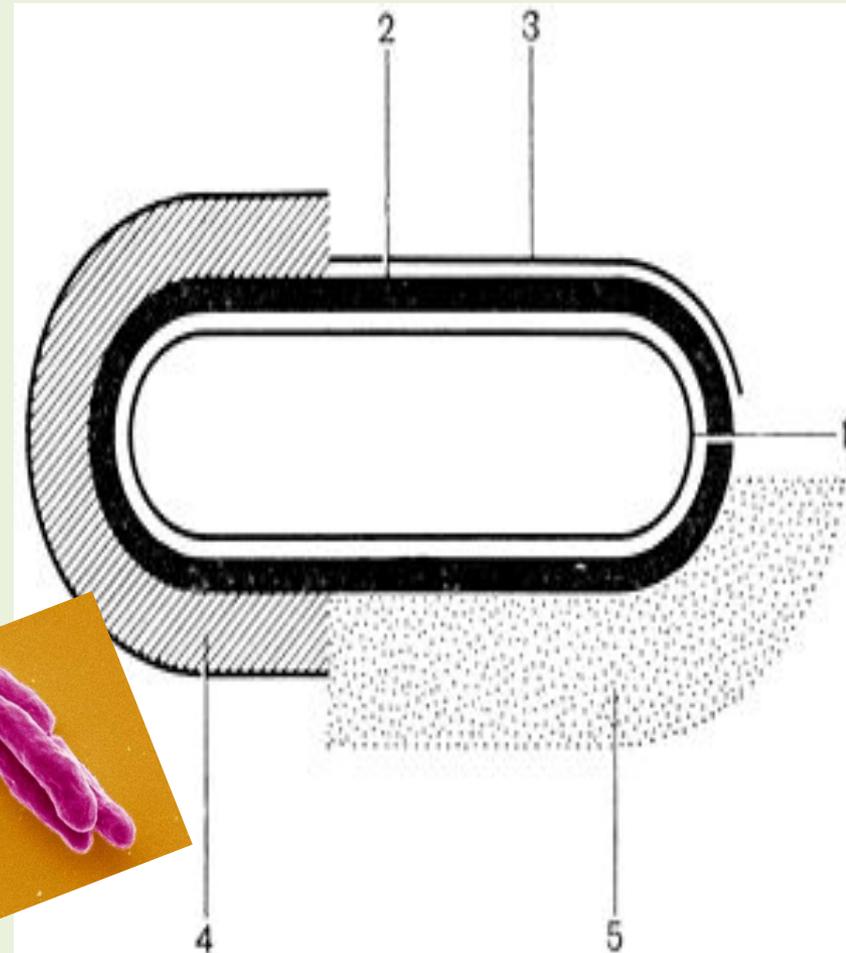
**коммуникационную связь с внешней средой
обеспечивает клеточная оболочка, в которую
заключены все структурные компоненты
микробной клетки**



у большинства бактерий **клеточная оболочка** состоит из *клеточной стенки* и находящейся под ней *цитоплазматической мембраны*

может быть:

▼ дополнительная наружная мембрана, состоящая из органических веществ, например, миколовых кислот, определяющих кислотоустойчивость бактерий



Для дифференциации кислотоустойчивых бактерий (возбудителей туберкулеза и лепры) от некислотоустойчивых используется метод окраски **Циля-Нильсена**. Кислотоустойчивые микроорганизмы окрашиваются в рубиново-красный цвет, некислотоустойчивые - в сине-голубой.



Micobacterium tuberculosis.
Мазок мокроты
больного
туберкулезом. Окраска
по Цилю-Нильсену.

- **Функции клеточной оболочки**

- **КОМПОНЕНТЫ**

функции клеточной оболочки:

▼ - защищает микробную клетку
от повреждений

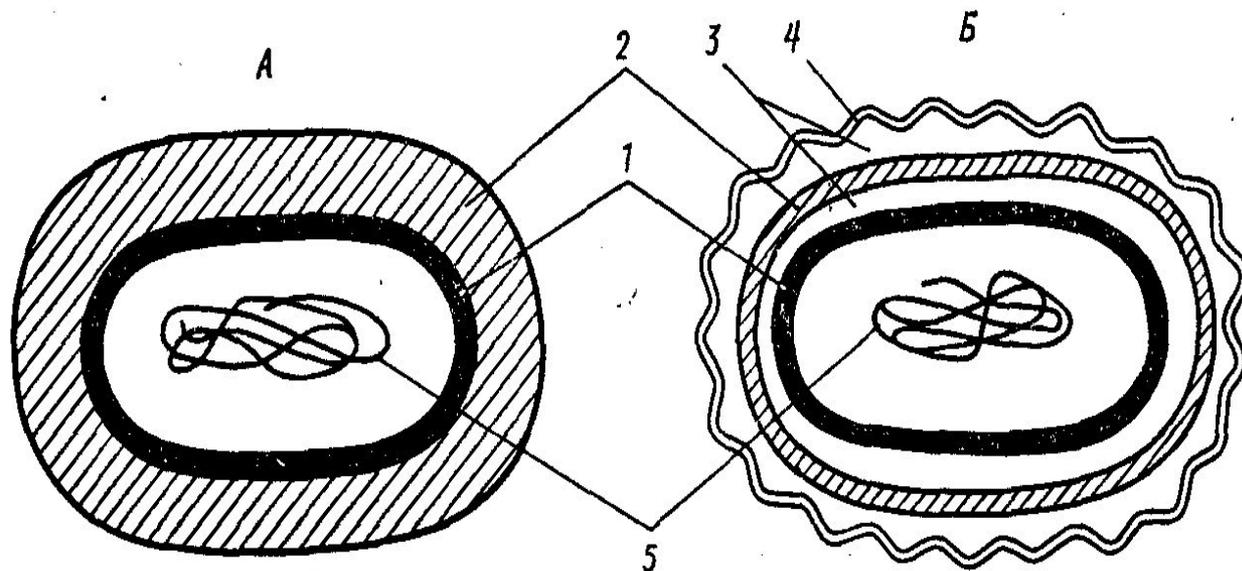
▼ связывает жгутики и аппарат регуляции
их движения

▼ на ее поверхности находятся
рецепторы, к которым могут прикрепляться
бактериофаги

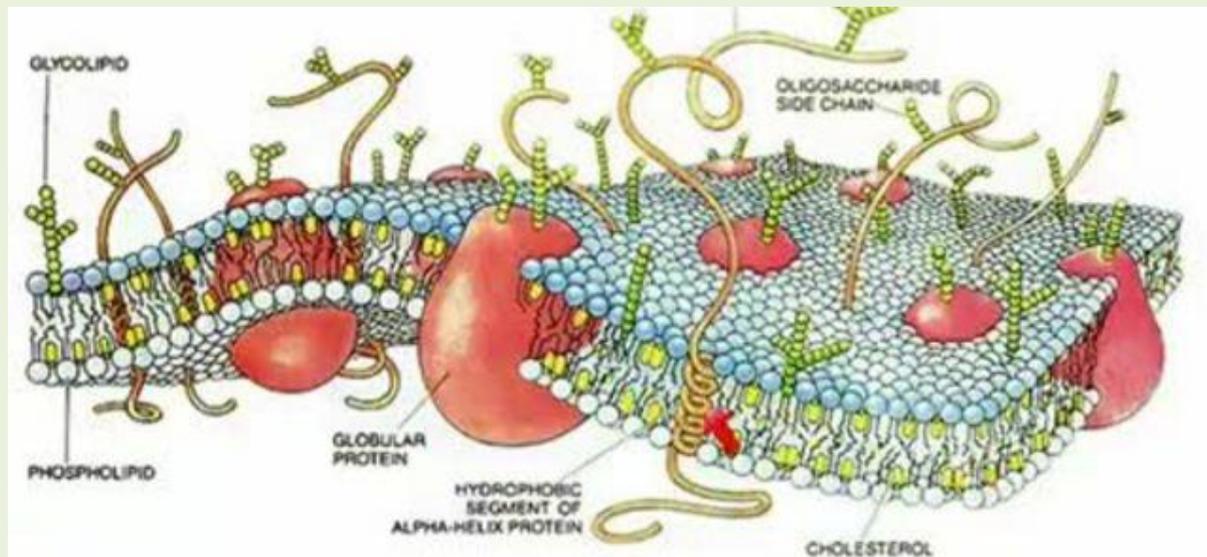
Клеточная стенка

- Находится снаружи от цитоплазматической мембраны, присуща большинству бактерий (кроме микоплазм и других молликутов), теряется при образовании L-форм.
- Обеспечивает механическую защиту и постоянство формы бактерий. Основное вещество – **пептидогликан**.
- У грам+ бактерий клеточная стенка толстая, несложно устроенная, в составе преобладают пептидогликан и тейхоевые кислоты.
- У грам- бактерий клеточная стенка тоньше, трехслойная за счет наличия наружной мембраны, содержит **липополисахариды (ЛПС)**, фосфолипиды, диаминопимелиновую кислоту.

Схематическое изображение клеточной стенки у грамположительных (А) и грамотрицательных (Б) прокариот: 1 – цитоплазматическая мембрана; 2 – пептидогликан; 3 – периплазматическое пространство; 4 – наружная мембрана; 5 – ДНК (Гусев В.М., 1985).

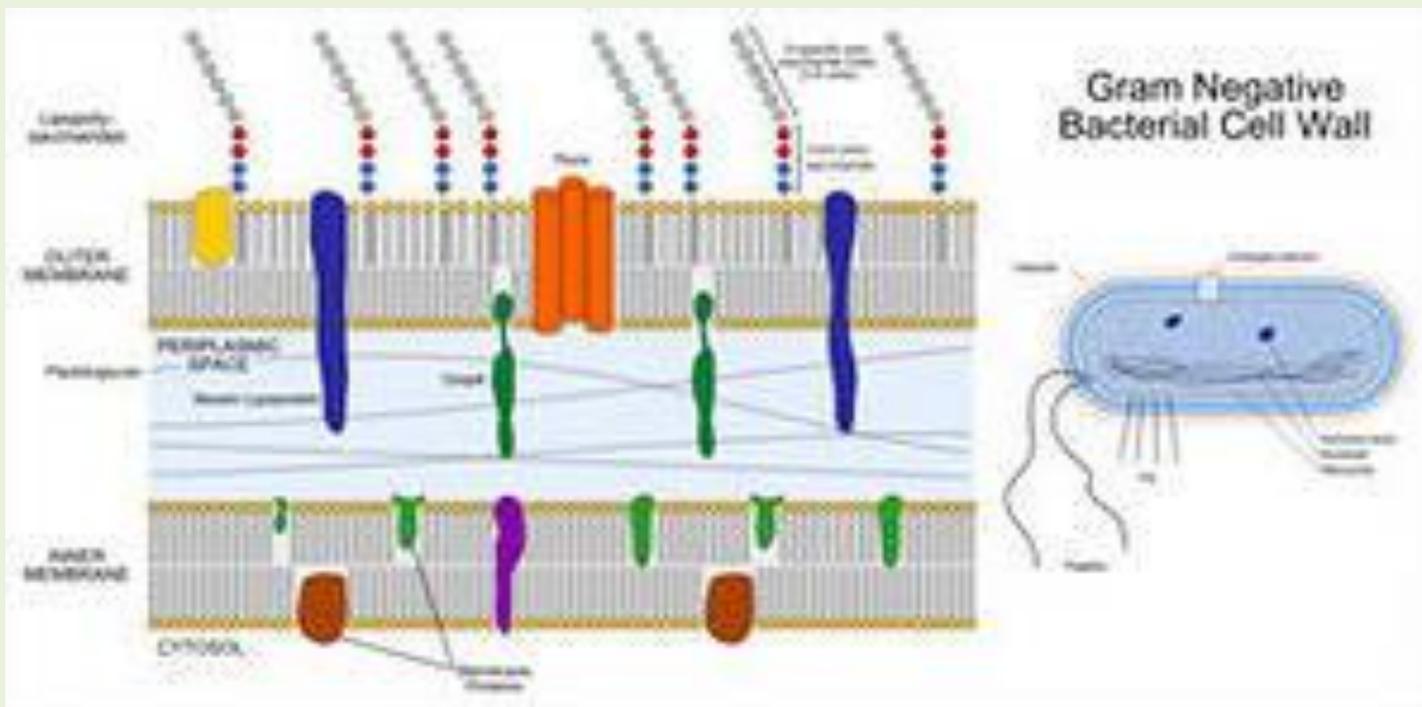


клеточная стенка - это биогетерополимер,
обволакивающий
всю поверхность клетки и
является специфическим органоидом прокариот



Изображение клеточной мембраны. Маленькие голубые и белые шарики
соответствуют гидрофильным «головкам» липидов, а присоединённые к ним линии —

клеточная стенка пропускает небольшие молекулы и ионы, задерживая на своей поверхности только макромолекулы



клеточная стенка

обеспечивает

ригидность и

эластичность

клетке, а **поэтому**

является

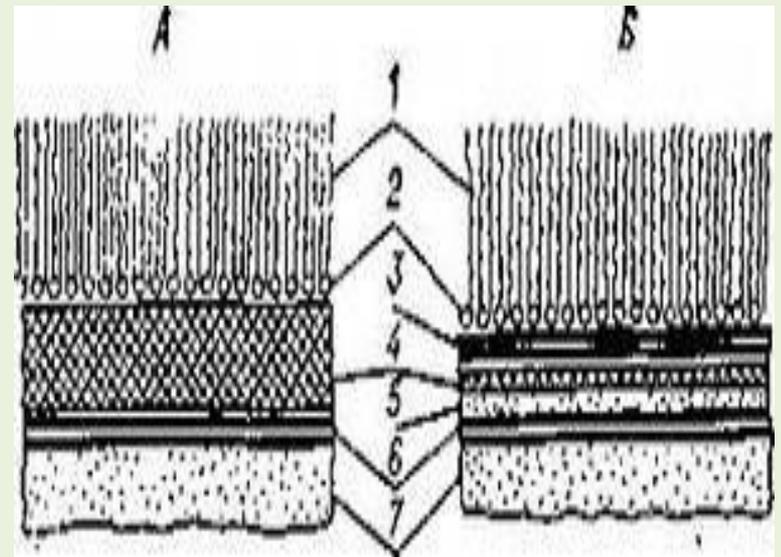
структурой,

ответственной за

поддержания

специфической

формы бактерий

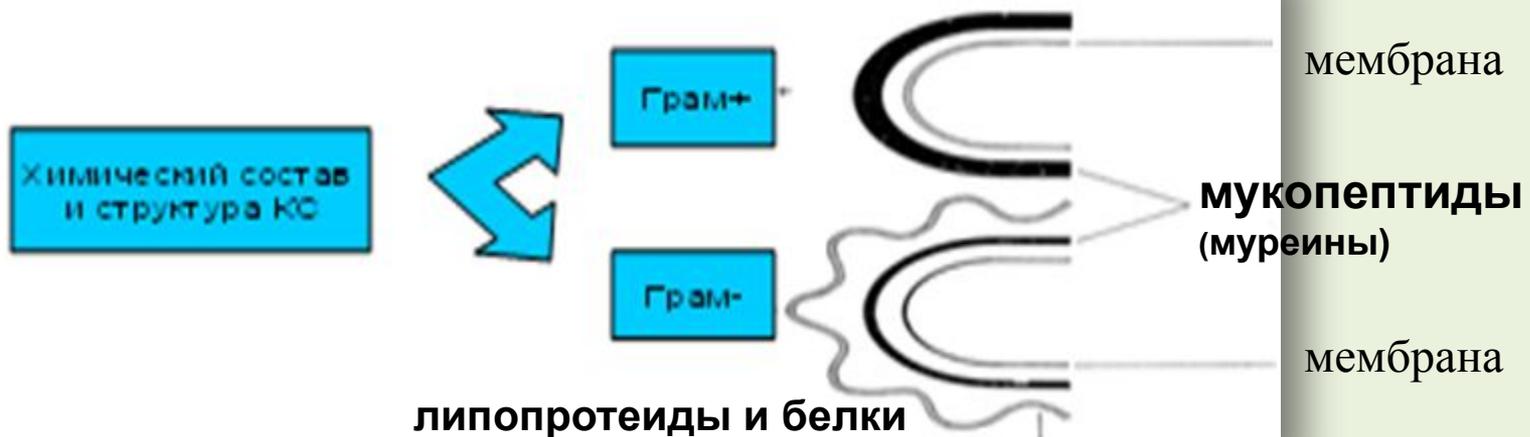


структура клеточной стенки
зависит от пептидогликана,
который определяет
типологические свойства бактерий

окраска по методу Грама

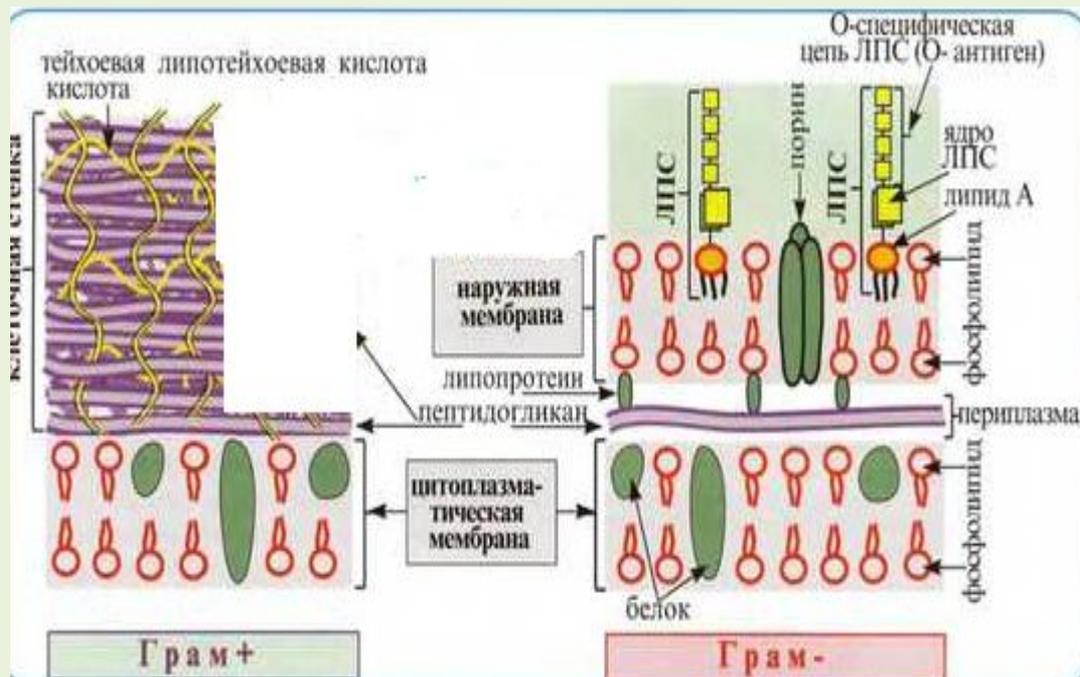
грамположительные
грам(+)

грамнегативные
грам(-)

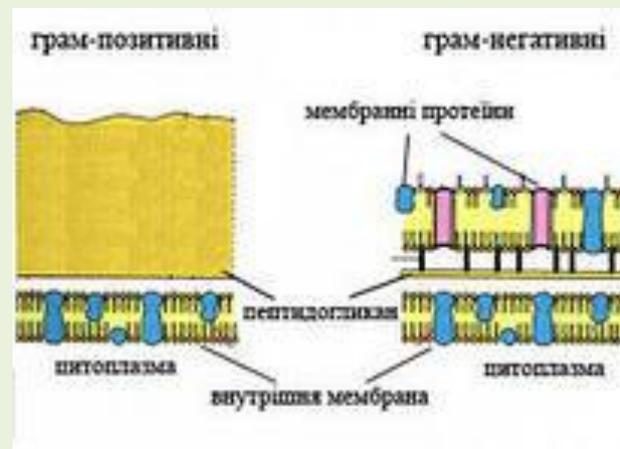


у грамположительных бактерий

пептидогликан многослойный,
снаружи его может покрывать
только аморфная капсула
полисахаридной природы



у грамотрицательных бактерий
пептидогликан - это тонкая
однослойная структура, снаружи
которой может находиться сложная
внешняя (наружная) мембрана
(фосфолипидный бислой и липополисахариды
ЛПС)



Грамположительные бактерии

Грамотрицательные бактерии

клеточная стенка

толстая

тонкая

содержание полисахаридов, липидов, белков

небольшое

высокое

от массы клеточной стенки пептидогликан составляет

40-90%

5-10%

в состав клеточной стенки входят

**LL-диаминопимелиновая и
тейхоевая кислоты**

**Мезодиаминопимелиновая
кислота**

Липополисахарид

отсутствует

определяет АГ-специфичность

Клеточная стенка при окраске по Граму

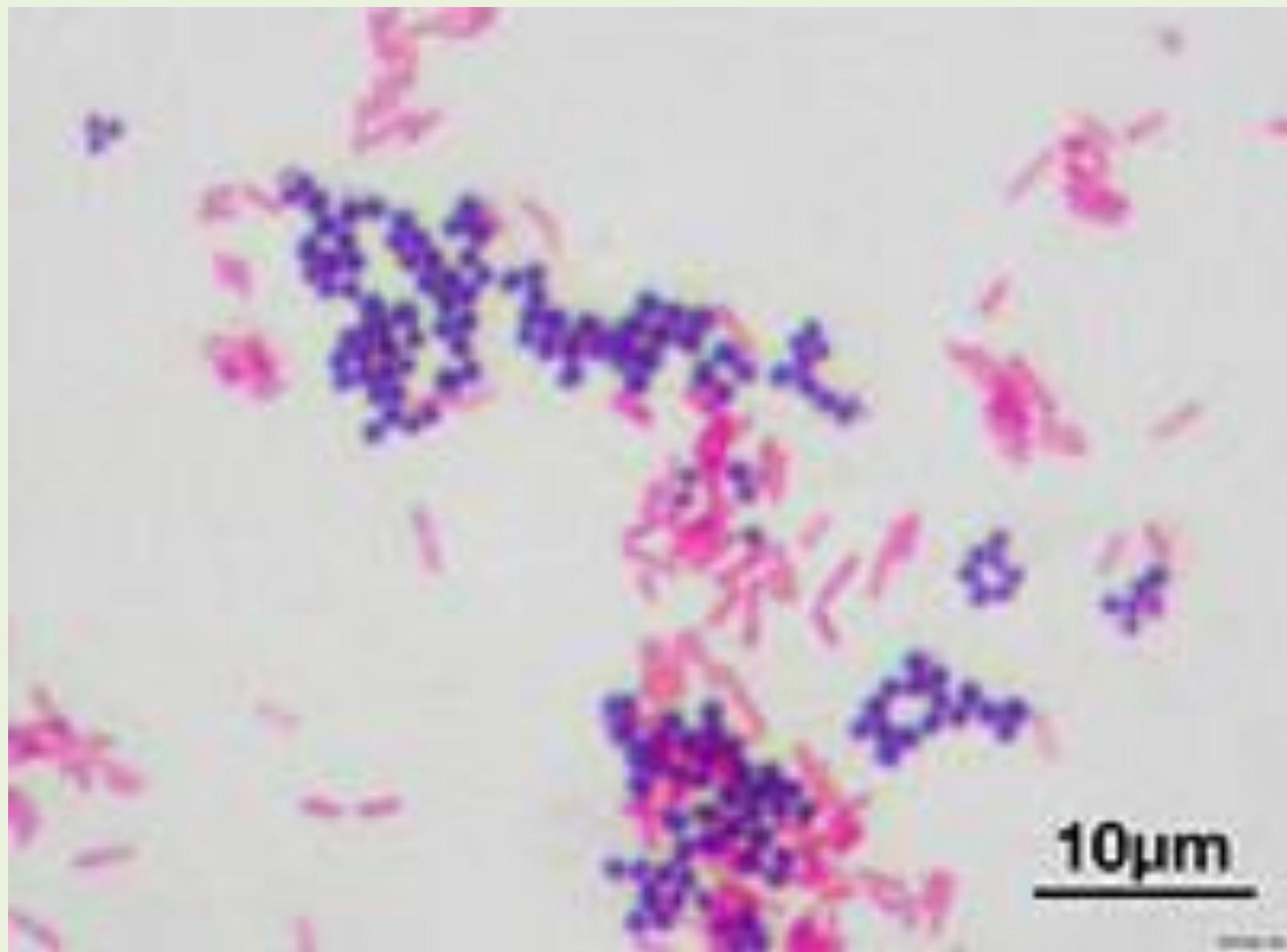
удерживает

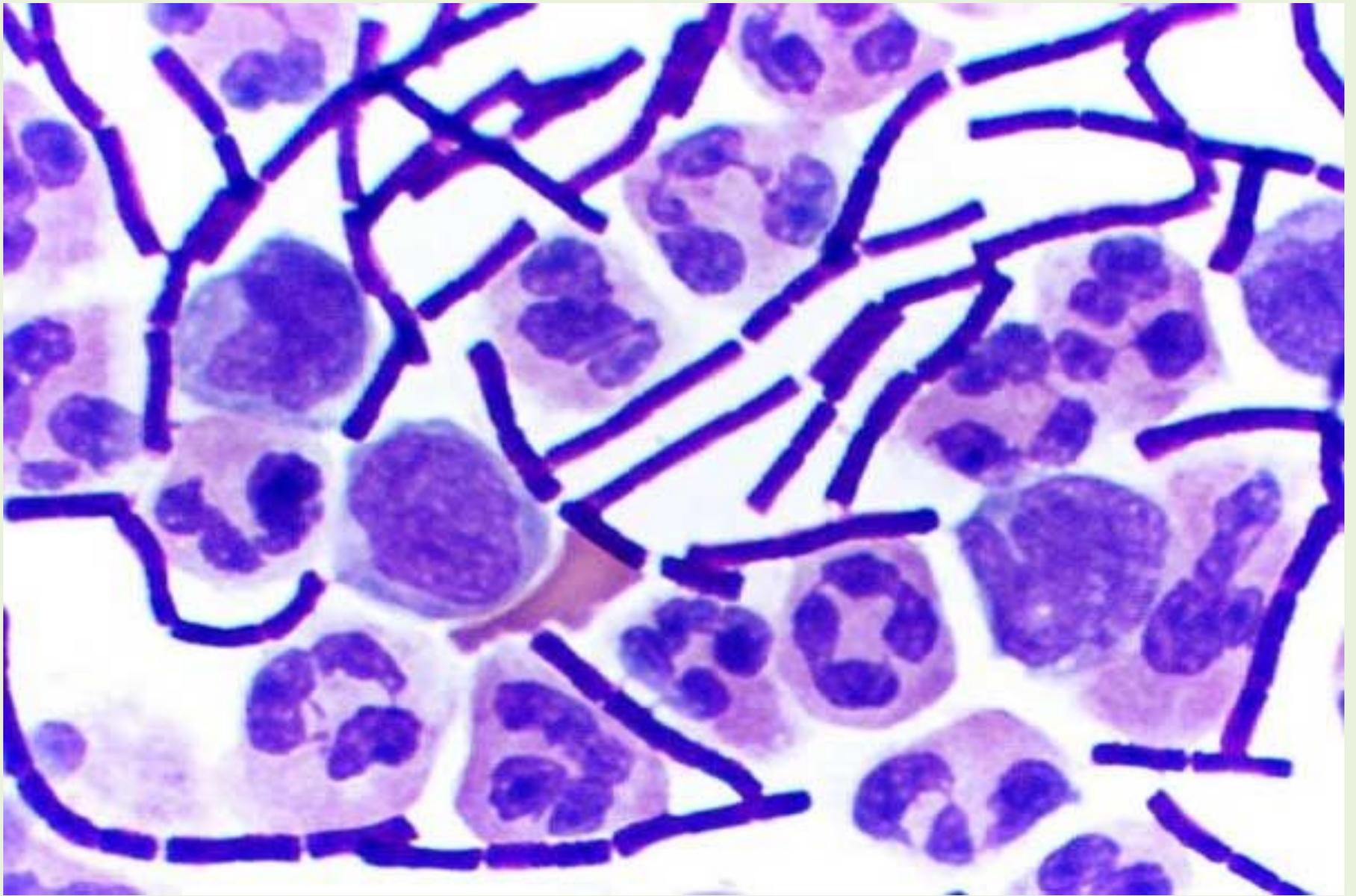
Не удерживает

генциан фиолетовый в комплексе с иодом

Механизм окраски по Граму

- От структуры и химического состава клеточной стенки зависит важный для систематики признак – окраска по Граму.
- Стенка грамположительных бактерий после окраски по Граму **сохраняет комплекс йода с генциановым фиолетовым** за счет толстых слоев пептидогликана (окрашены в сине-фиолетовый цвет), грамотрицательные бактерии теряют этот комплекс и соответствующий цвет после обработки спиртом и **окрашены в розовый цвет за счет докраски фуксином**.





безоболочечные формы

```
graph TD; A[безоболочечные формы] --> B[протопласты (полностью лишённые КС)]; A --> C[сферопласты (частично лишённые КС)]; A --> D[L-формы сферическая форма возникают в естественных условиях и в результате длительного применения лекарственных препаратов (пенициллина)]; D --> E[нестабильные]; D --> F[стабильные];
```

протопласты
(полностью лишённые
КС)

сферопласты
(частично лишённые КС)

L-формы
сферическая форма
возникают в естественных условиях
и в результате длительного
применения
лекарственных препаратов
(пенициллина)

нестабильные

стабильные

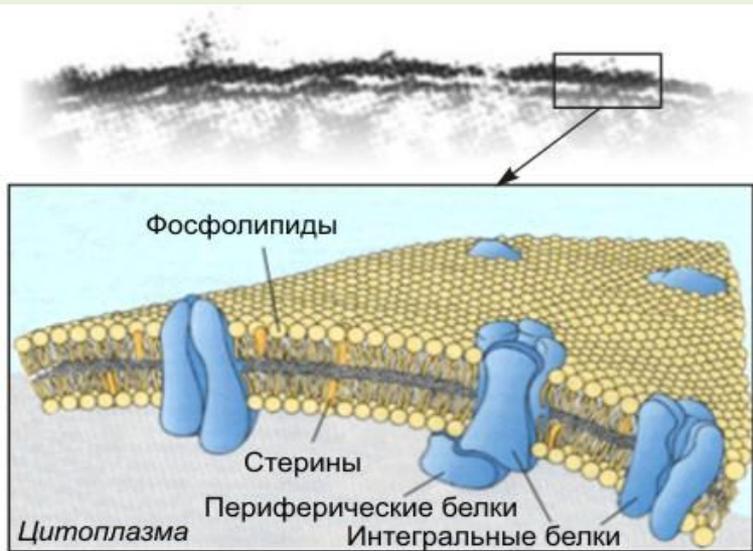
цитоплазматическая мембрана

▼ отделяет содержимое клетки от внешней среды

▼ представляет собой двойной фосфолипидный бислой

▼ в ее состав входят белки, выполняющие различные функции

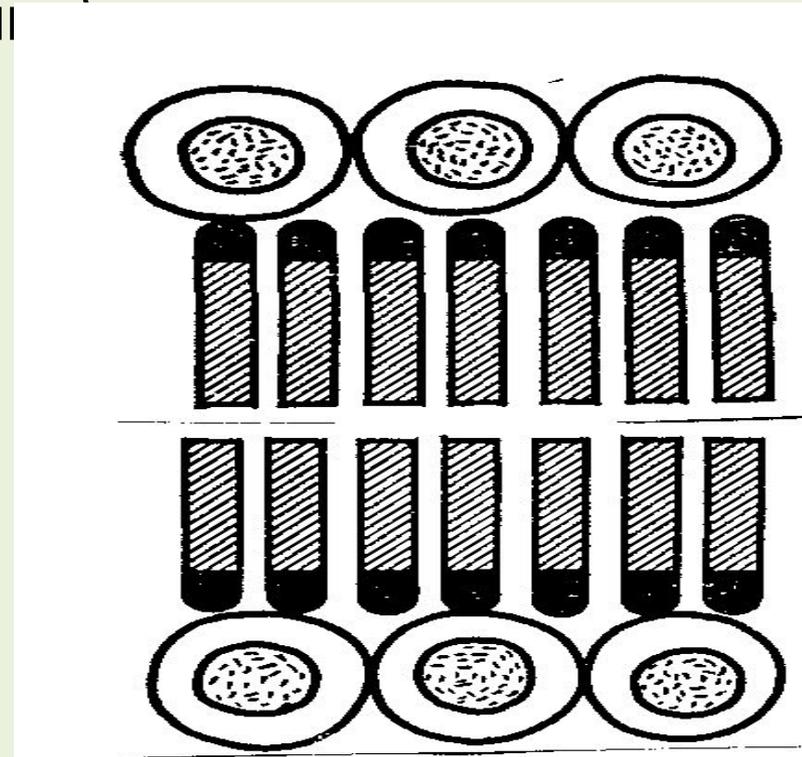
(транспорт микроэлементов и ионов внутрь и наружу клетки, генерацию энергии-синтез АТФ)



Строение плазматической мембраны

Два слоя фосфолипидных молекул, обращенных гидрофобными полюсами друг к другу и покрытых двумя слоями молекул глобулярного белка (А.Поликар, 1975).

- Цитоплазматическая мембрана ограничивает снаружи цитоплазму, имеет 3х-слойное строение и выполняет ряд функций:
- барьерную (осмотическое давление)
- энергетическую (ферментные системы, перенос электронов)
- транспортную (перенос веществ в клетку и из клетки).



- Жгутики
- Пили
- Капсула

Поверхностные структуры бактерий:, волосовидные
придатки - жгутики, пили, капсула

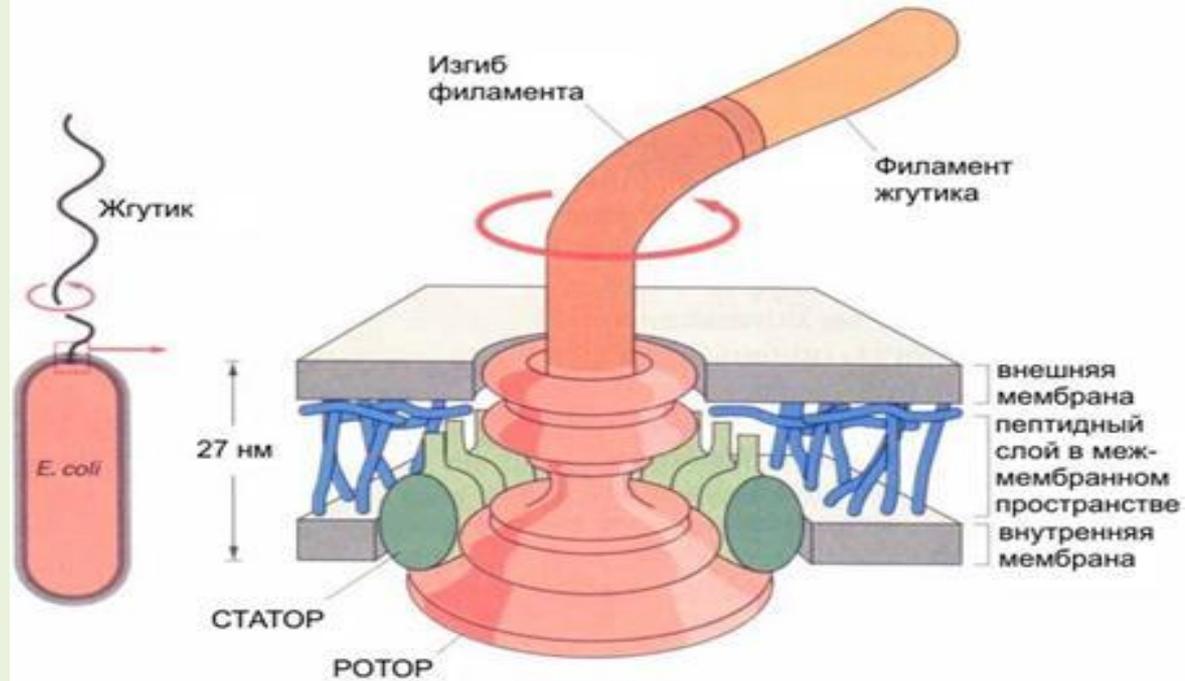
- **F-пили** – фактор фертильности – аппарат конъюгации.
- **Капсула** (слизистый слой, чаще состоит из полисахаридов и выявляют по Бурри-Гинсу) защищает от высыхания, фагоцитоза, у сапрофитов – во внешней среде, у патогенов – в организме хозяина.

ЖГУТИКИ

аппарат движения

(хемотаксис,
аэротаксис,
фототаксис) –

нитевидные,
спирально изогнутые
структуры.



состоят из белка флагеллина

(сократимый белок типа миозина)

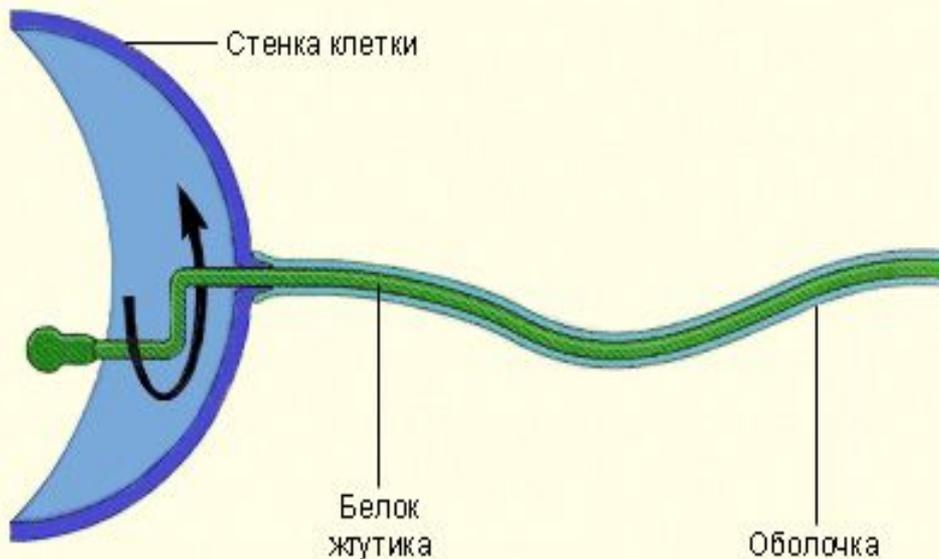
прикрепляются к базальному телу, состоящему из системы нескольких дисков, вмонтированных в цитоплазматическую мембрану и клеточную стенку

функции:

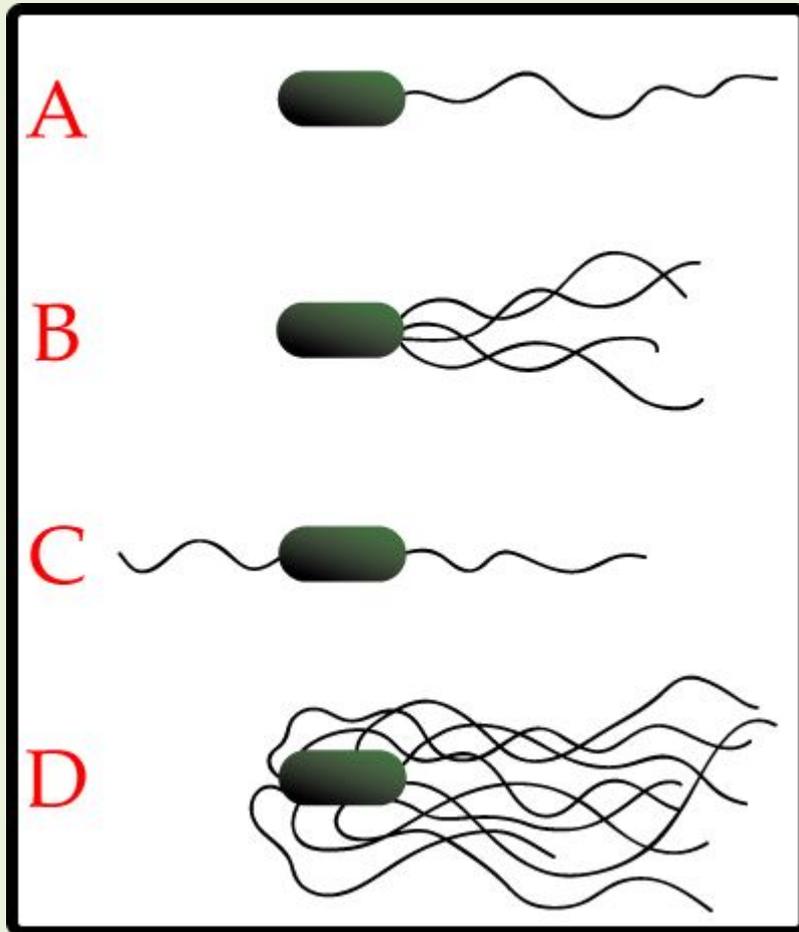
▼ определение целенаправленных движений бактерий

▼ участие в прикреплении к субстрату

▼ антигенная (H-АГ)



Задание 5. Зарисовать расположение жгутиков на микробной клетке, встречающихся у бактерий



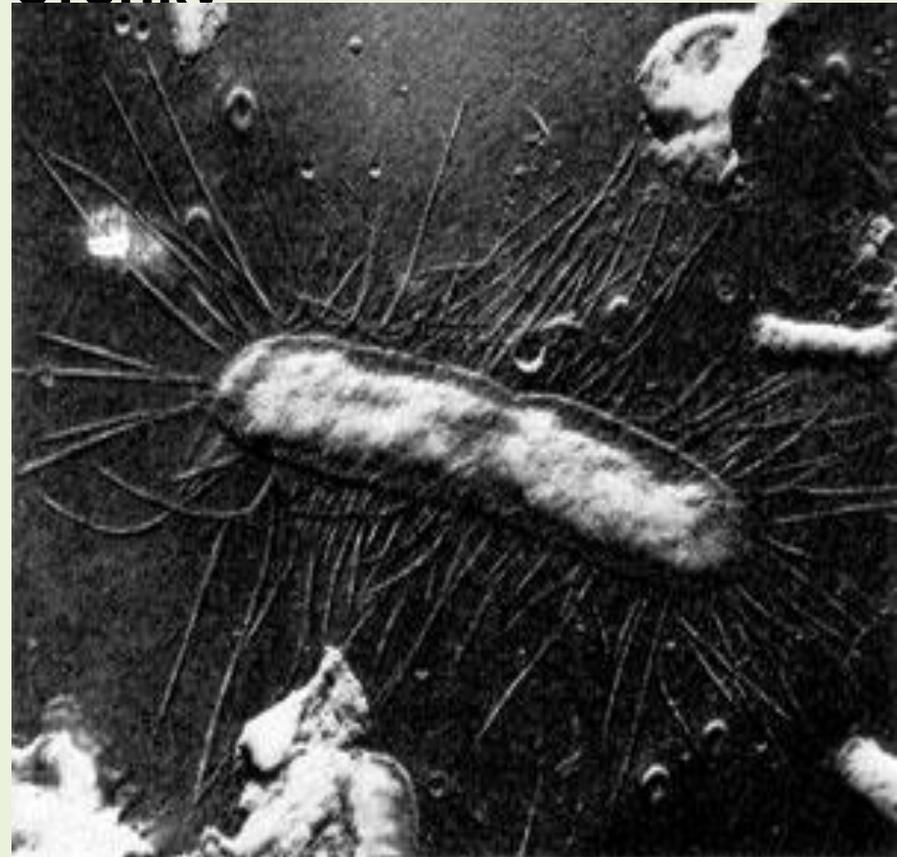
- А – монотрихи (один жгутик на одном из полюсов)
- В – лофотрихи (пучок жгутиков на одном конце)
- С – амфитрихи (пучки жгутиков на дистальных концах клетки)
- D - перитрихи (жгутики по всей поверхности)

пили общего типа (микроворсинки)

микроскопические нитевидные образования из белка пилина, начинающиеся от цитоплазматической мембраны и пронизывающие клеточную стенку

функции:

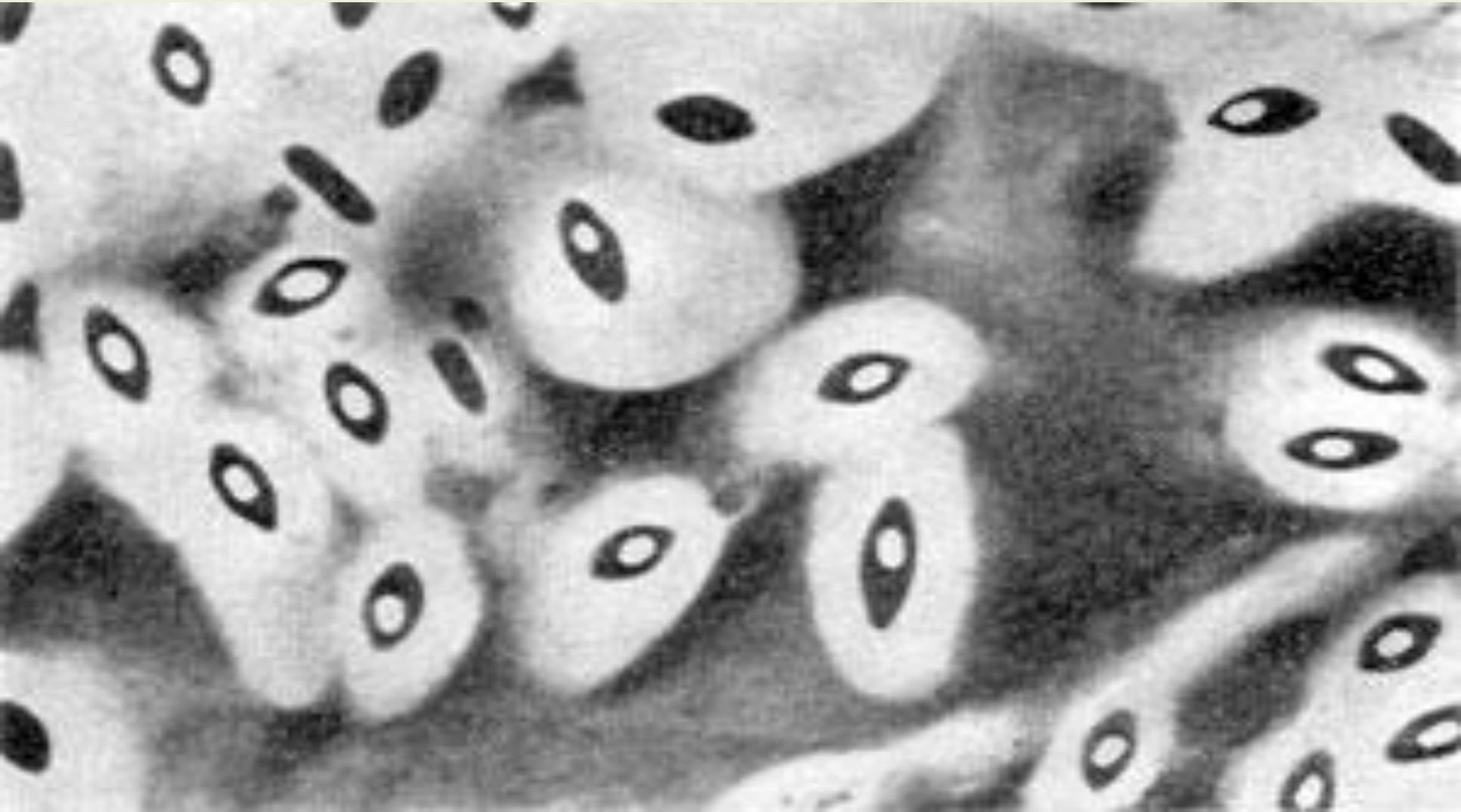
- прикрепление бактерий к субстрату и клеткам-рецепторам хозяина (фактор колонизации и инфицирования)
- утилизация питательных веществ во внешней среде
- рецепторы для бактериофагов



- **F-пили** – фактор фертильности – аппарат конъюгации.



капсула — слизистое образование, прочно связанное с клеточной стенкой за счет ионных связей

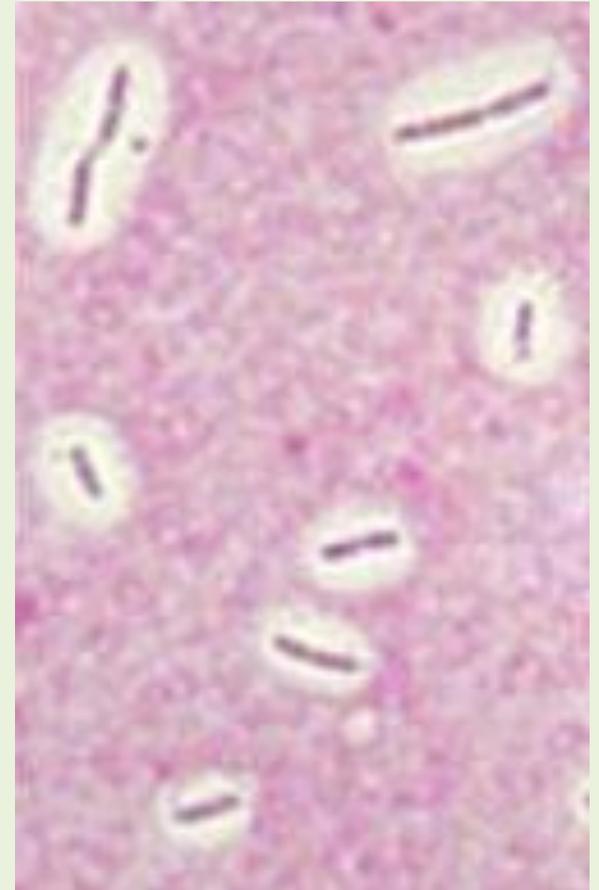


ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

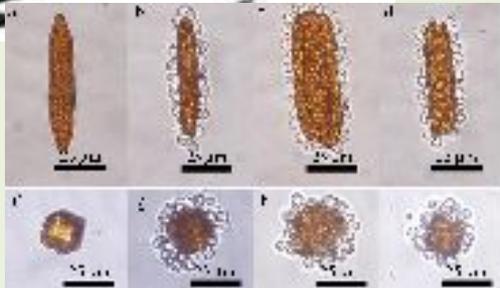
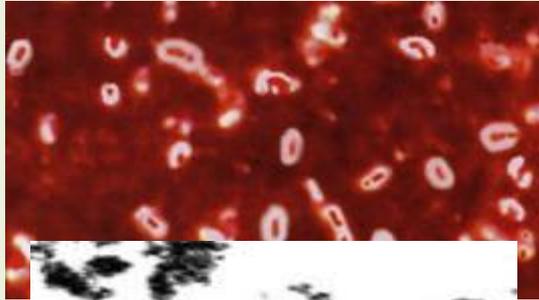
капсулы полисахаридной
природы (клебсиелла)

капсулы полипептидные
(бацилла)

капсулы ИЗ ЛИПИДОВ
(грам (-) бактерии)



среди капсульных выделяют бактерии,
имеющие:

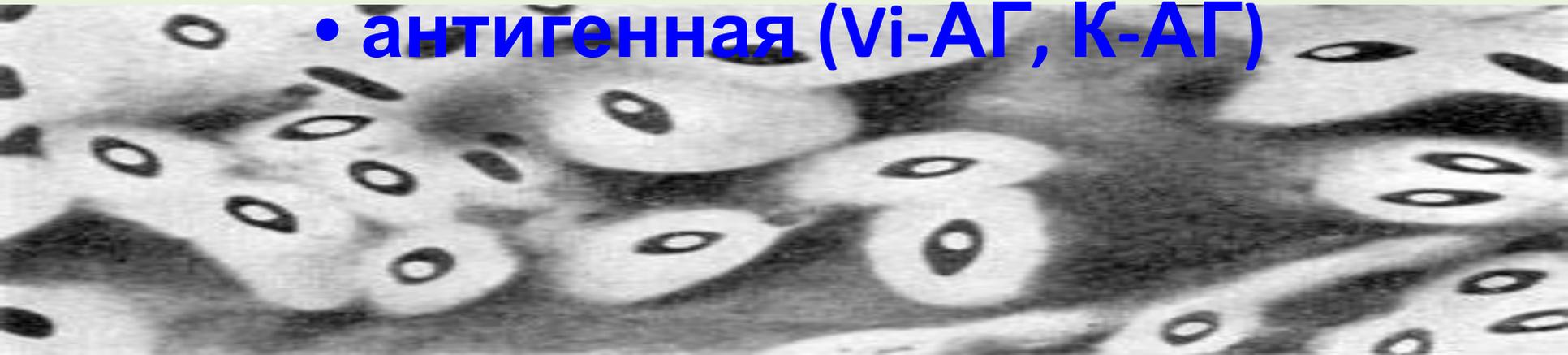


- макрокапсулу
- микрокапсулу
- слизистый слой



Функции капсулы:

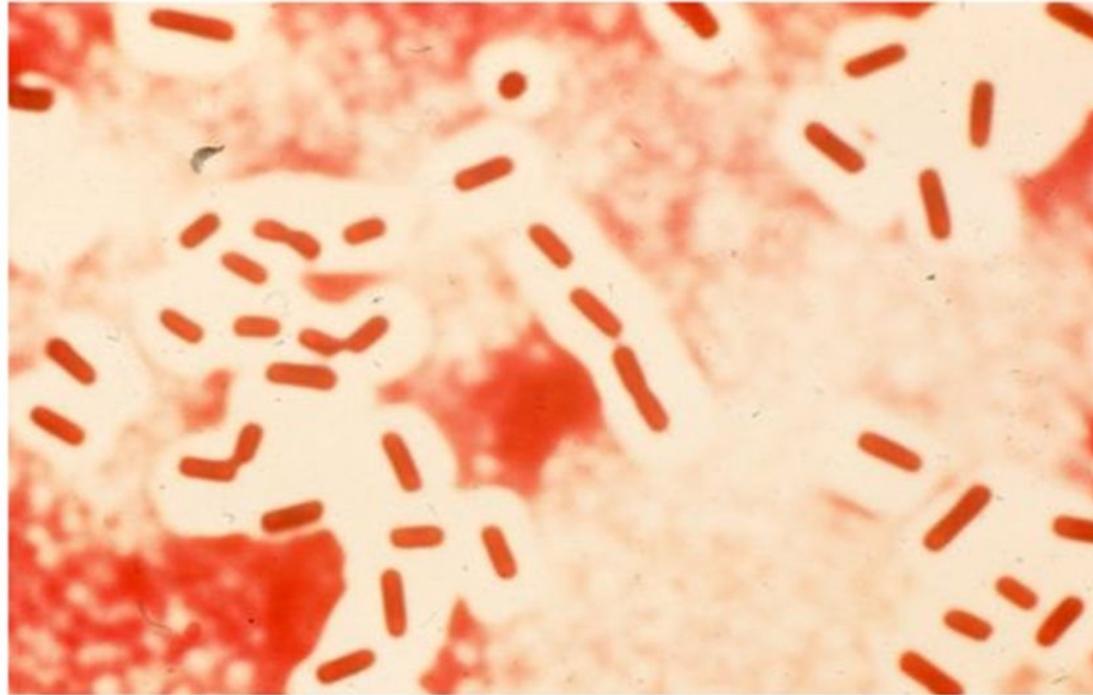
- **защитная**
(повреждения, высыхание, т.к. гидрофильна)
- **защита от токсических веществ**
- **противостояние защитным факторам макроорганизма**
(фактор патогенности)
- **антигенная (Vi-АГ, К-АГ)**



Задание Зарисовать мазок, окрашенный по методу Бурри-Гинса, с капсульными бактериями



C. perfringens (чистая культура) окраска по Граму

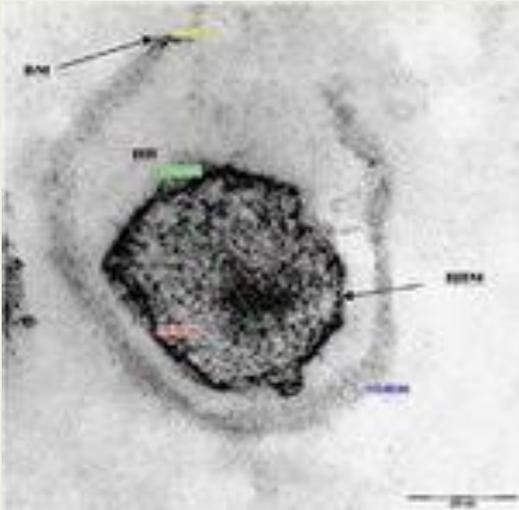


C. perfringens – окраска по Бурри-Гинсу (вокруг красных палочек видна бесцветная капсула на фоне туши)

**ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА
БАКТЕРИАЛЬНОЙ
КЛЕТКИ**

периплазматическое пространство

▼ располагается между
клеточной стенкой и
цитоплазматической
мембраной у
грамотрицательных бактерий



▼ заполнено
гидролитическими
ферментами, рибонуклеазой,
фосфатазой и др.

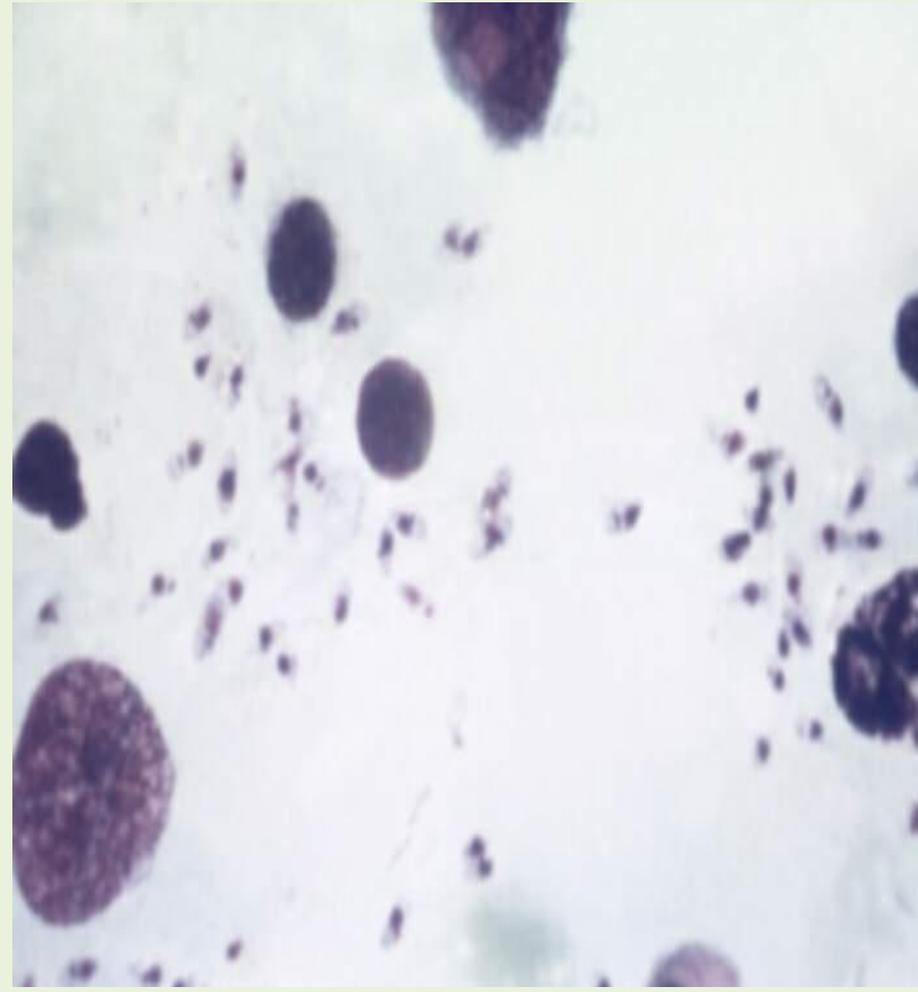
▼ в периплазматическом
пространстве происходит
расщепление большинства
питательных веществ,

ПОСТУПАЮЩИХ

Цитоплазма – коллоидная система,
состоящая из воды 80%, минеральных
солей, белков, нуклеиновых кислот, которые
входят в состав органоидов

функции:

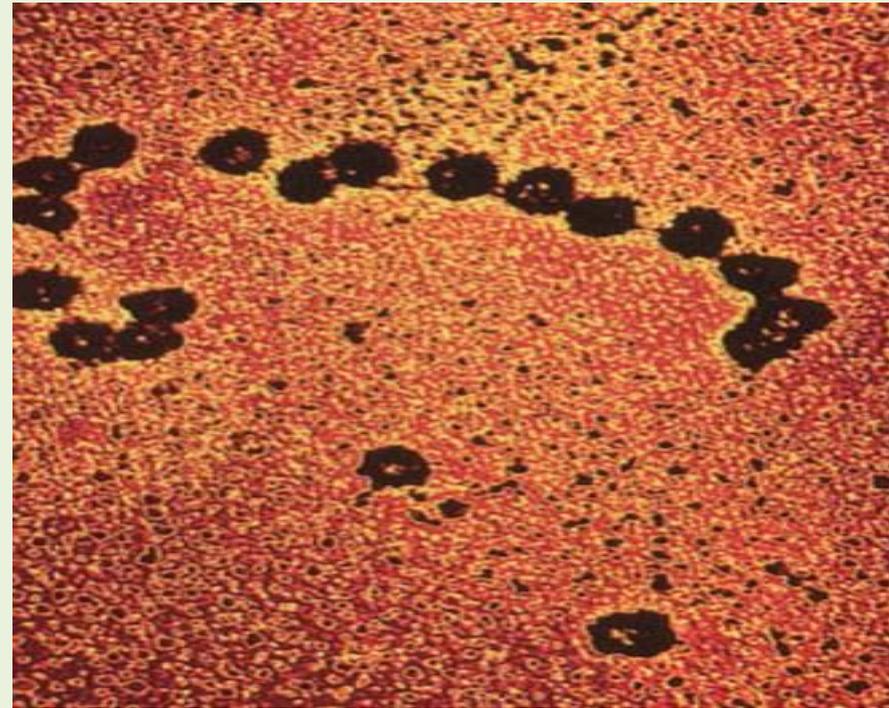
- **внутренняя среда
клетки**



Значение рибосом

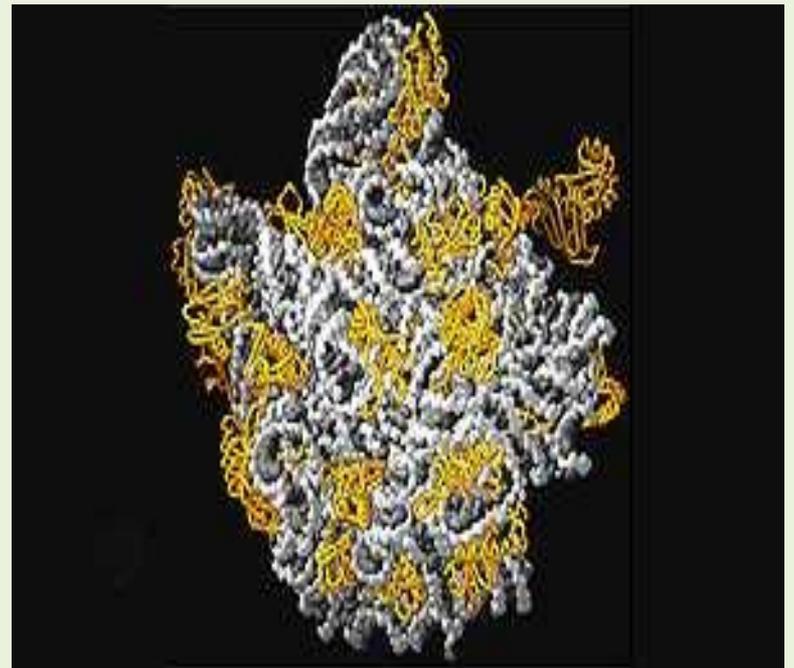
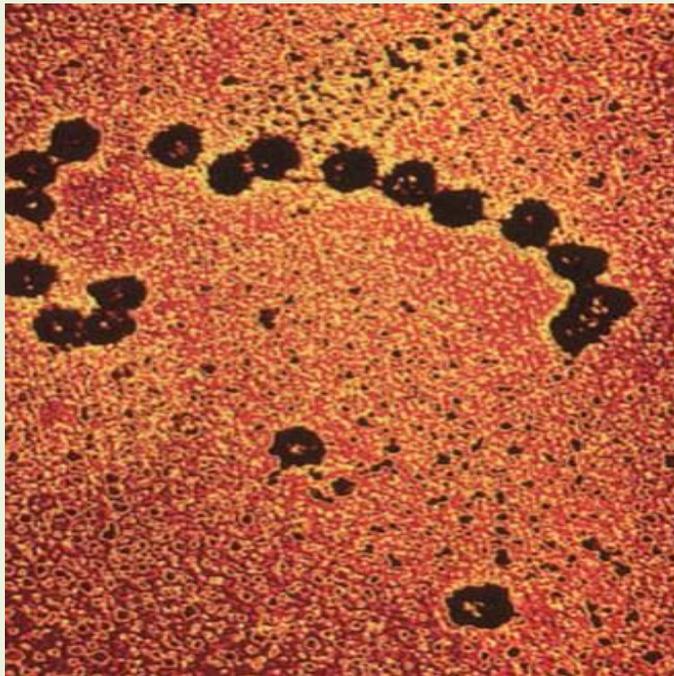
структурные компоненты бактериальной
клетки, находящиеся в цитоплазме:

рибосомы –
рибонуклеинопротеи
новые частицы,
состоящие из двух
субъединиц и
объединяющиеся
в полисомы для
синтеза белка



рибосомы

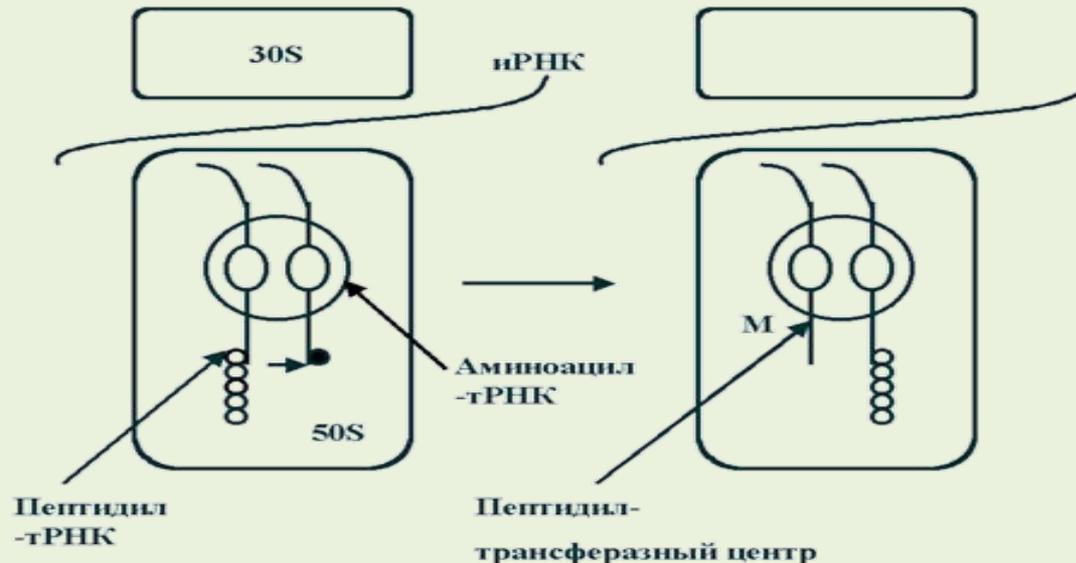
Субъединицы состоят из
рибосомальных РНК (рРНК) и
белков



БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

РНК и синтез белка

синтез белка происходит на рибосомах в процессе трансляции и транскрипции с помощью различных РНК (информационной, транспортной...)

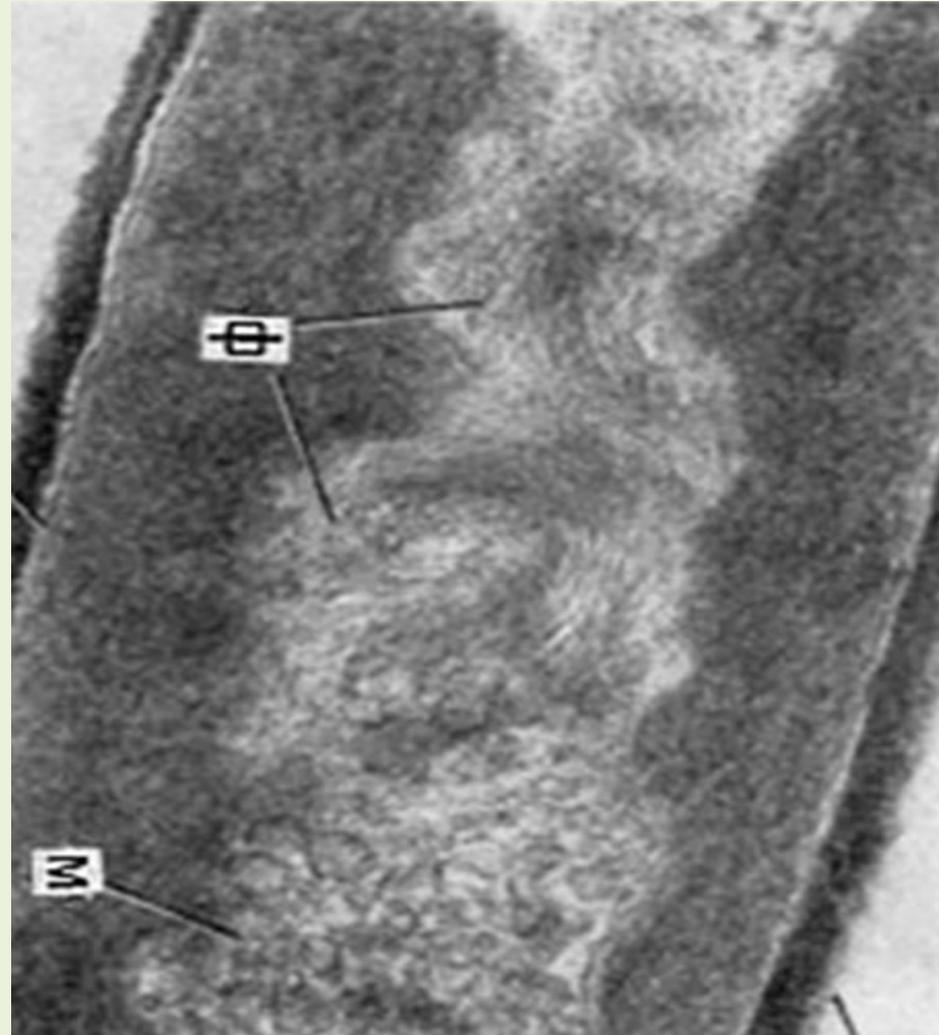


**В какой структуре
сосредоточен
генетический
материал бактерий?**

генетический материал прокариот:

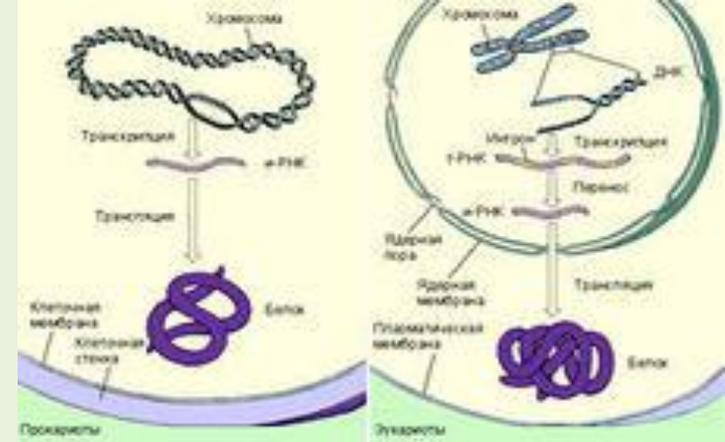
НУКЛЕОТИД

состоит из одной
хромосомы,
расположенной
в центральной зоне
бактерии
в виде двунитчатой
ДНК,
замкнутой в кольцо и
плотно уложенной
в клубок



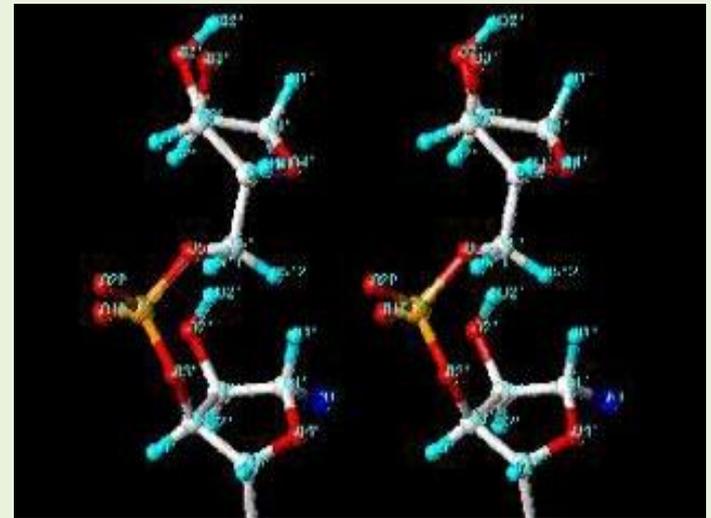
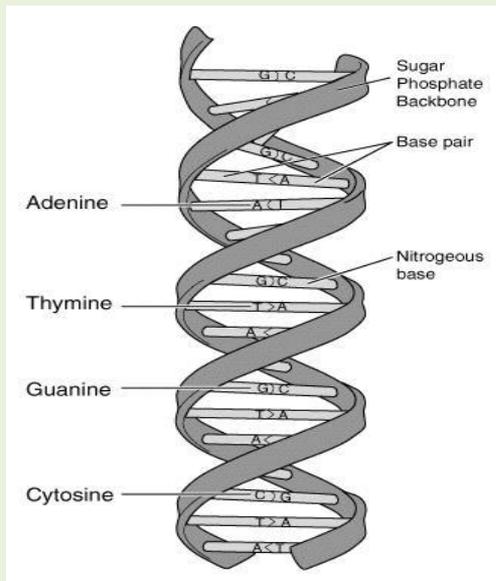
Функции:

- хранение и реализация генетической информации
- передача генетической информации следующим поколениям



общие черты и закономерности в структуре микроорганизмов

- ДНК и генетическая информация
- РНК и синтез белка



ДНК и генетическая информация

ДНК-спираль из двух параллельных нитей полимера, структурными единицами которого являются 4 нуклеотида (аденин, тимин, гуанин, цитозин)

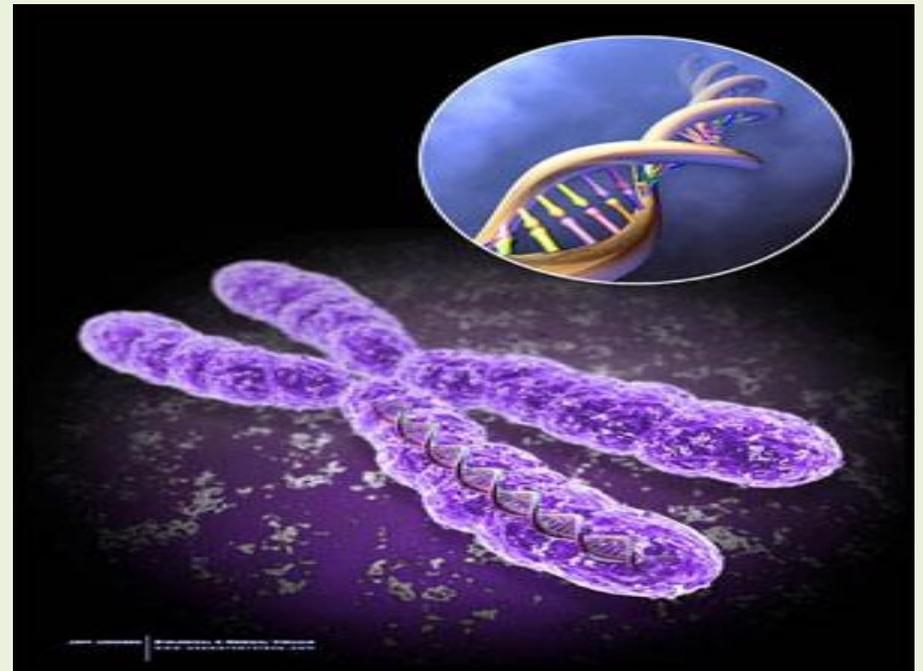


последовательность их подчиняется правилу комплементарности.

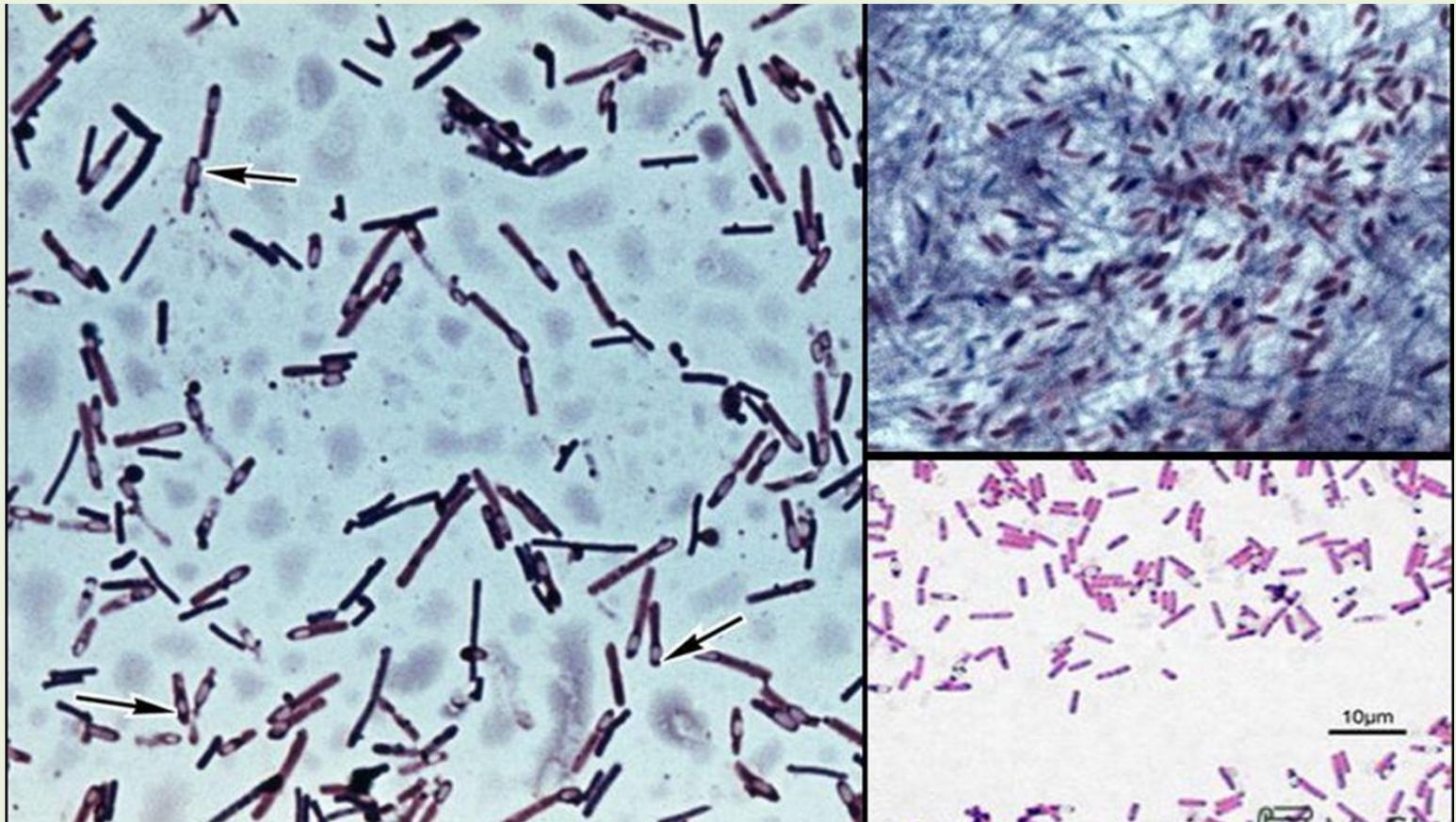
Факторы внехромосомной наследственности

(не являются жизненно важными для бактерий, но придают им новые свойства)

- инсерционные элементы
- транспозоны
- плазмиды



Что представляет собой спора?
Ее функции?



СПОРА – своеобразная форма покоящихся **фирмикутных** бактерий, т.е. бактерий с **грамположительным** типом строения

споры образуют бактерии
рода *Bacillus* и *Clostridium* и
некоторые кокки –
сарцина



споры бывают
овальными и **шаровидными**
споры располагаются в
микробной клетке:
терминально
субтерминально



спорообразование:

1. формирование спорогенной зоны внутри бактериальной клетки
2. образование проспоры
3. образование кортекса
4. образование плотной оболочки, покрывающей внешнюю мембрану, в которую входят белки, липиды и др. хим. вещества (дипиколивая кислота - термоустойчивость)
5. отмирание вегетативной части бактерии и выход споры во внешнюю среду, где она сохраняется длительное время за счет низкого содержания воды, повышенной концентрации кальция, структурными особенностями и химическим составом её оболочки.



Образование спор.



Споры бактерий – это приспособление к выживанию в неблагоприятных условиях.

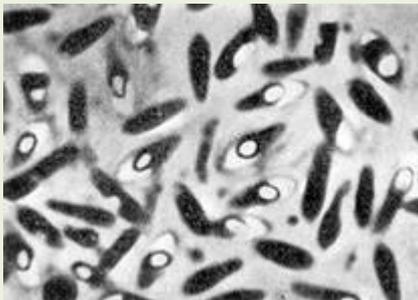
Стадии прорастания споры 4-5 ч:

- Активация (готовность к прорастанию)
- Инициация (прорастание)
- Вырастания (рост, сопровождающийся разрушением оболочки споры и выходом проростка)

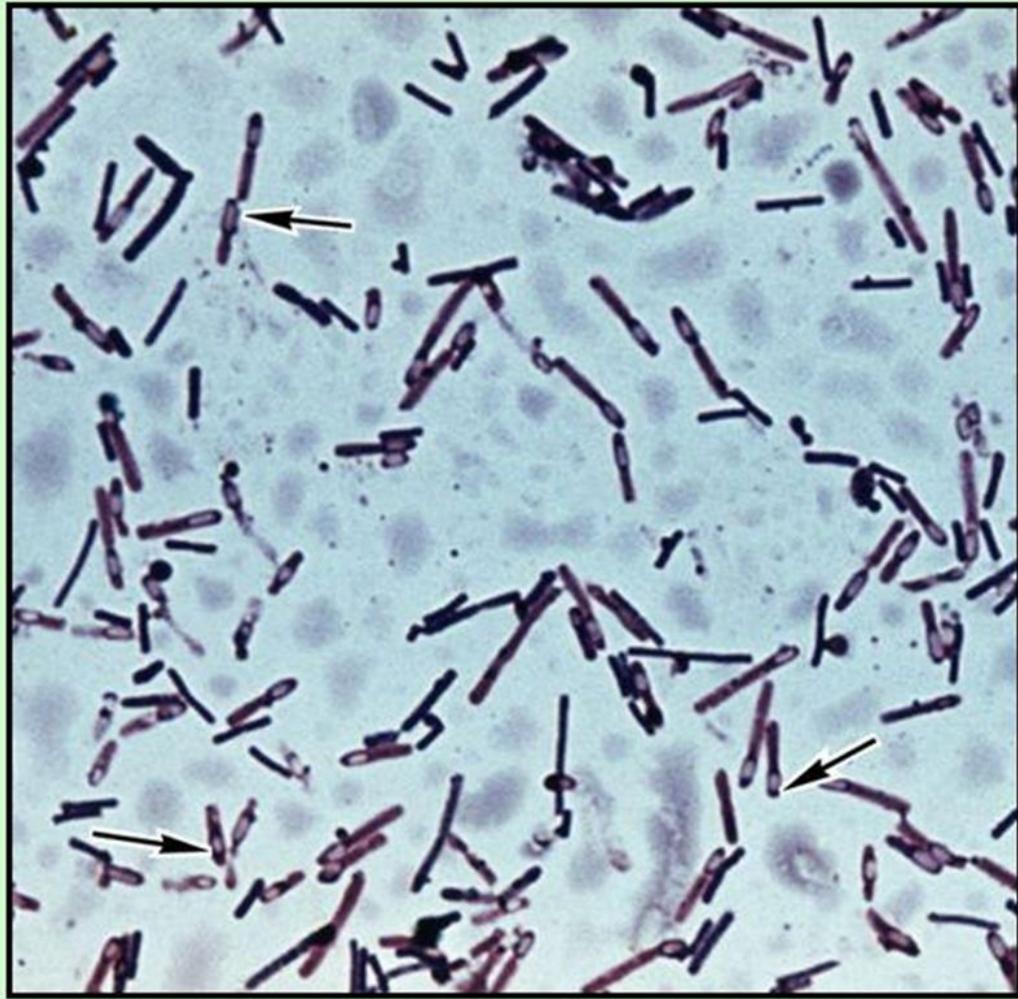
Функции:

- Сохранение вида, не способ размножения
- Эпидемическое значение
- Дифференцирование бактерий

Метод определения: **окраска по методу Ожешко.**



Задание 7. готовый мазок, окрашенный методом Ожешко со споровой культурой.
Зарисовать.



Значение включений

Включения – необязательные компоненты бактериальной клетки, являющиеся продуктами её метаболизма.

Состав:

Полисахариды:

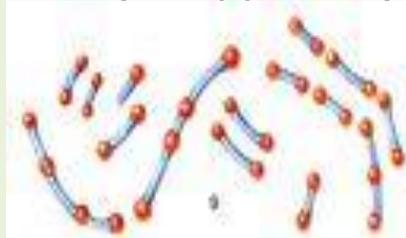
- *Гранулёза* – специфический запасный углевод бактерий рода *Clostridium*, при голодании она исчезает.
- *Гликоген* – гранулы полисахарида сферической формы (сальмонеллы, сарцины, кишечная палочка).
- *Жиры*- Поли- β -масляная кислота, нейтральные жиры.
- *Жиро-восковые* (микобактерии и актиномицеты)

Полифосфаты:

- *Волютин* – полифосфат, обладающий свойствами метакромазии (изменение цвета некоторых красителей). Зерна валютина встречаются у бактерий рода *Corinebacterium*, актиномицет, спирилл и др.

Функции:

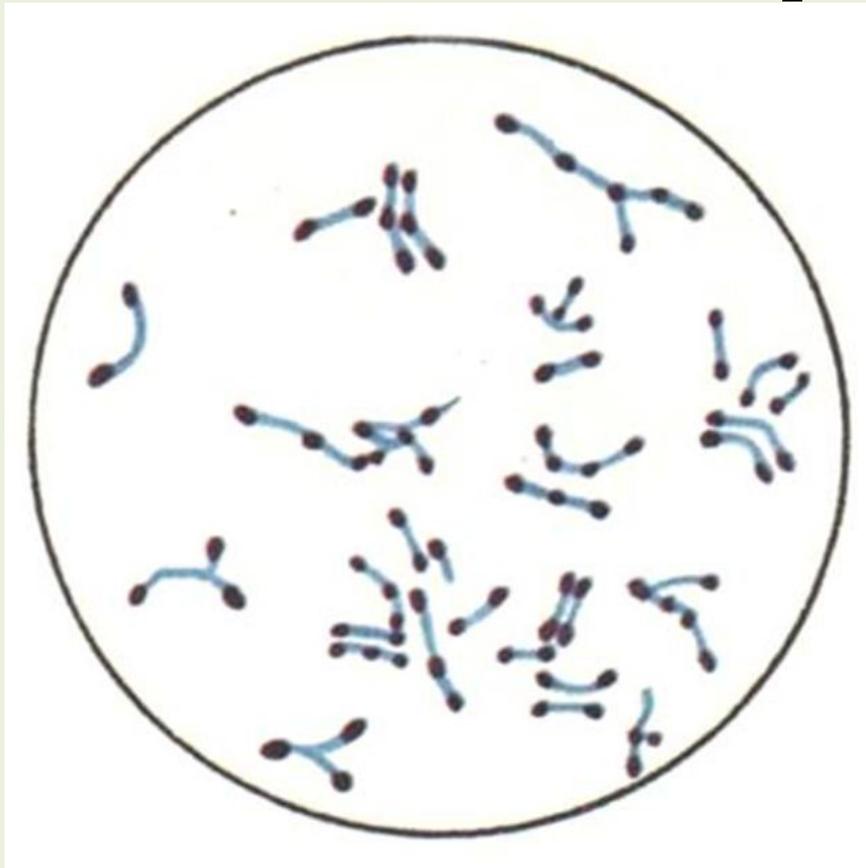
- запас веществ для пластического и энергетического метаболизма;
- дифференцирующий признак при идентификации бактерий



Задание 8. Микроскопия: готовый мазок с культурой коринебактерий, окрашенный методом Лёффлера

Найти клеточные включения.

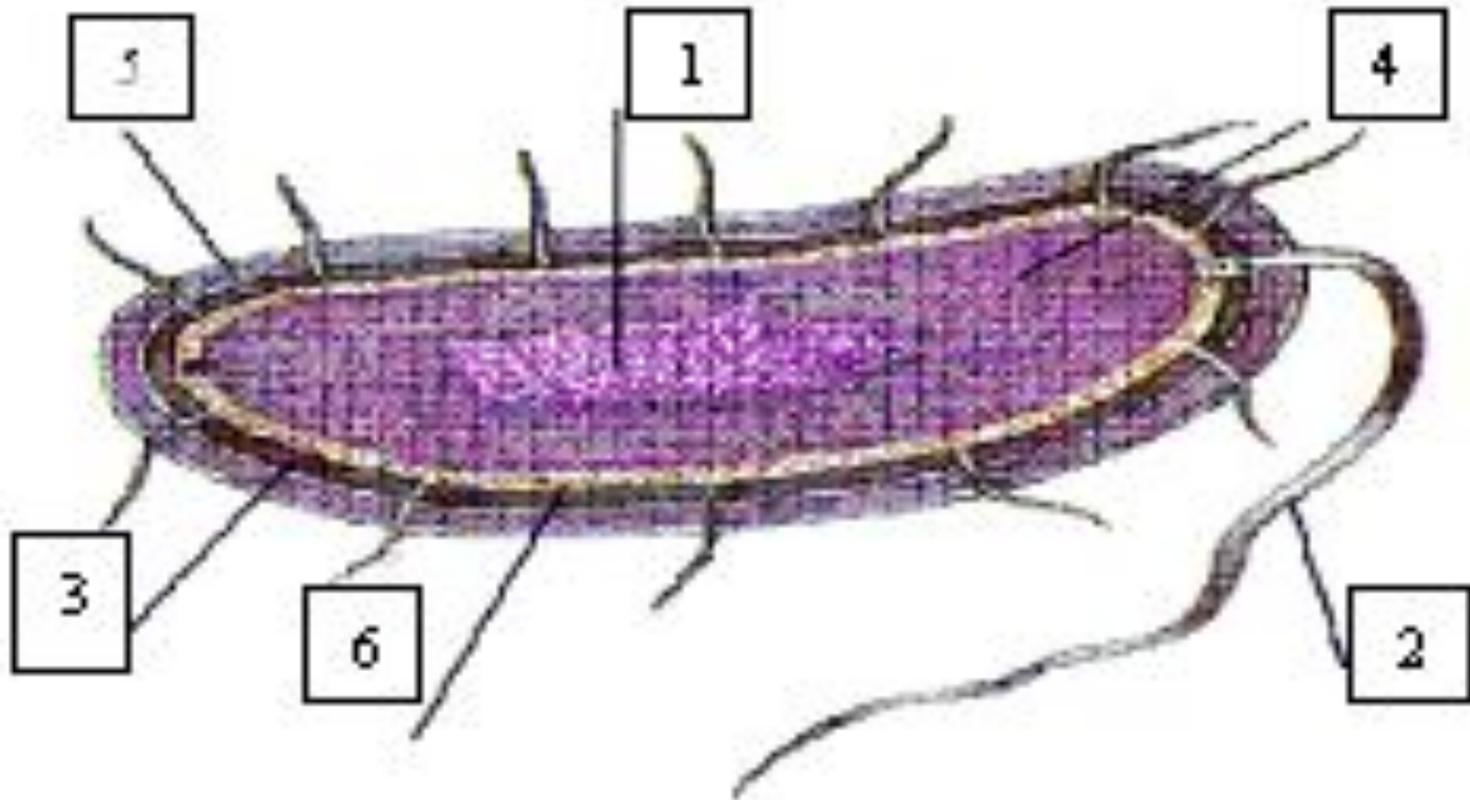
Зарисовать.



окраска метиловой синью по Леффлеру. Зерна волютина при этом окрашиваются в сине – фиолетовый цвет, а протоплазма – в голубой.

самостоятельная работа студента■

ЗАДАНИЕ 9. На рисунке представлена схема структурной организации клетки прокариот. Укажите их органоиды и определите их значение



ЗАДАНИЕ 10. Как можно провести дифференцировку микроорганизмов, относящихся к эукариотам и прокариотам?

Мотивированный ответ:

ЗАДАНИЕ 12. Назовите обязательные органоиды микробной клетки. Почему они являются обязательными?

