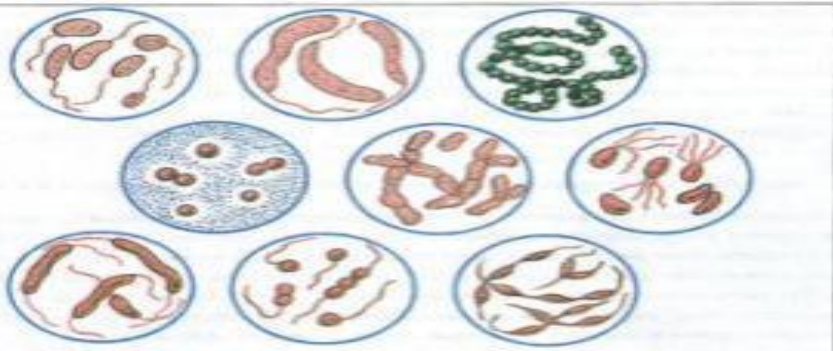
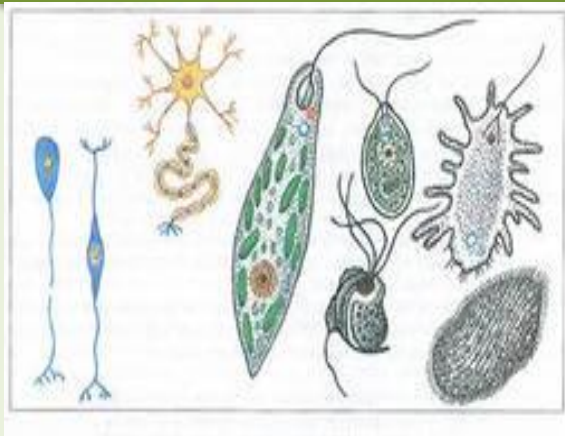
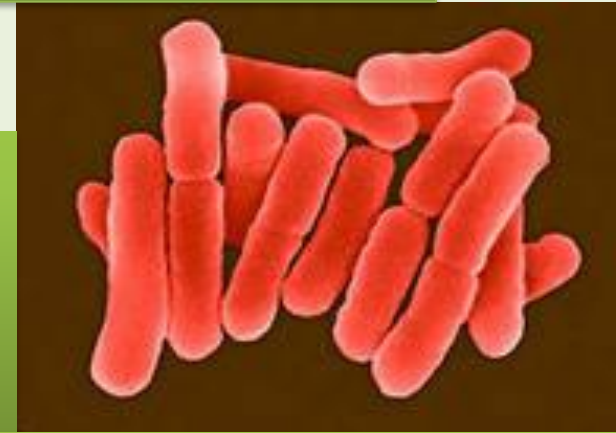


СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МИКРОБНОЙ КЛЕТКИ



по структурной организации
клетки
мир микробов дифференцируется
на:

прокариотические
микроорганизмы



эукариотические
микроорганизмы

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 эндоплазматической сети, аппарата Гольджи.**

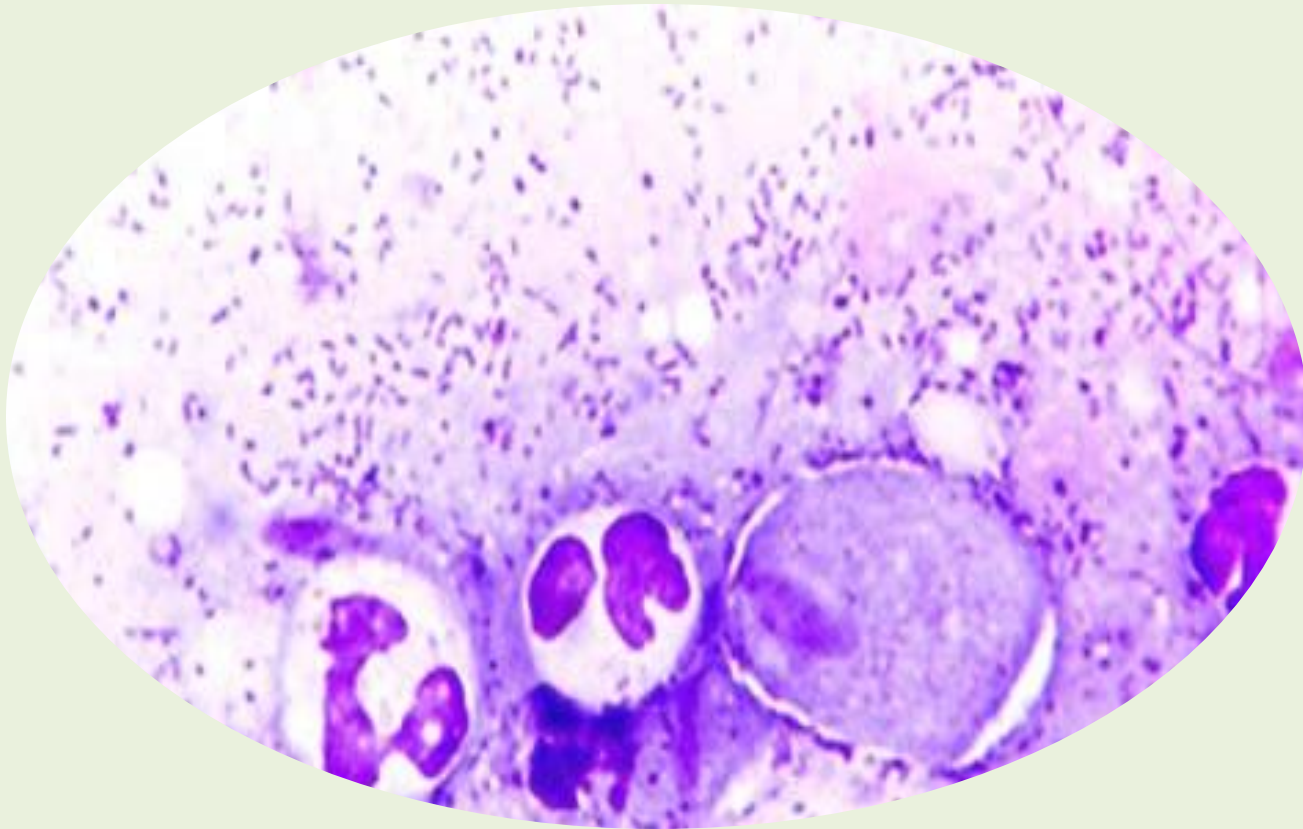
- **Отсутствие митохондрий, хлоропластов, лизосом.**
- **Меньшее значение константы седиментации рибосом (70S)**
- **Неспособность к эндоцитозу (захвату твердых частиц пищи)**
- **Питание путём диффузии или транспорта через мембрану**
- **Размножение путём бинарного деления**
- **Присутствие пептидогликана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

Задание 1. Используя учебник заполните таблицу :

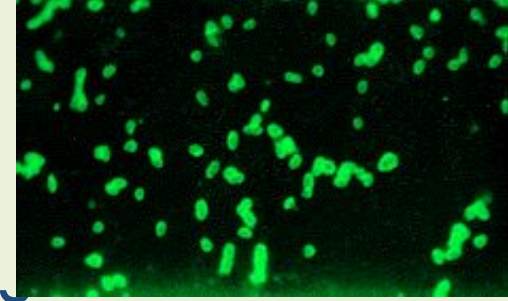
отличительные особенности микроорганизмов

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:		

Задание 2. Чем отличаются эукариотические
микроорганизмы
от прокариот ?



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



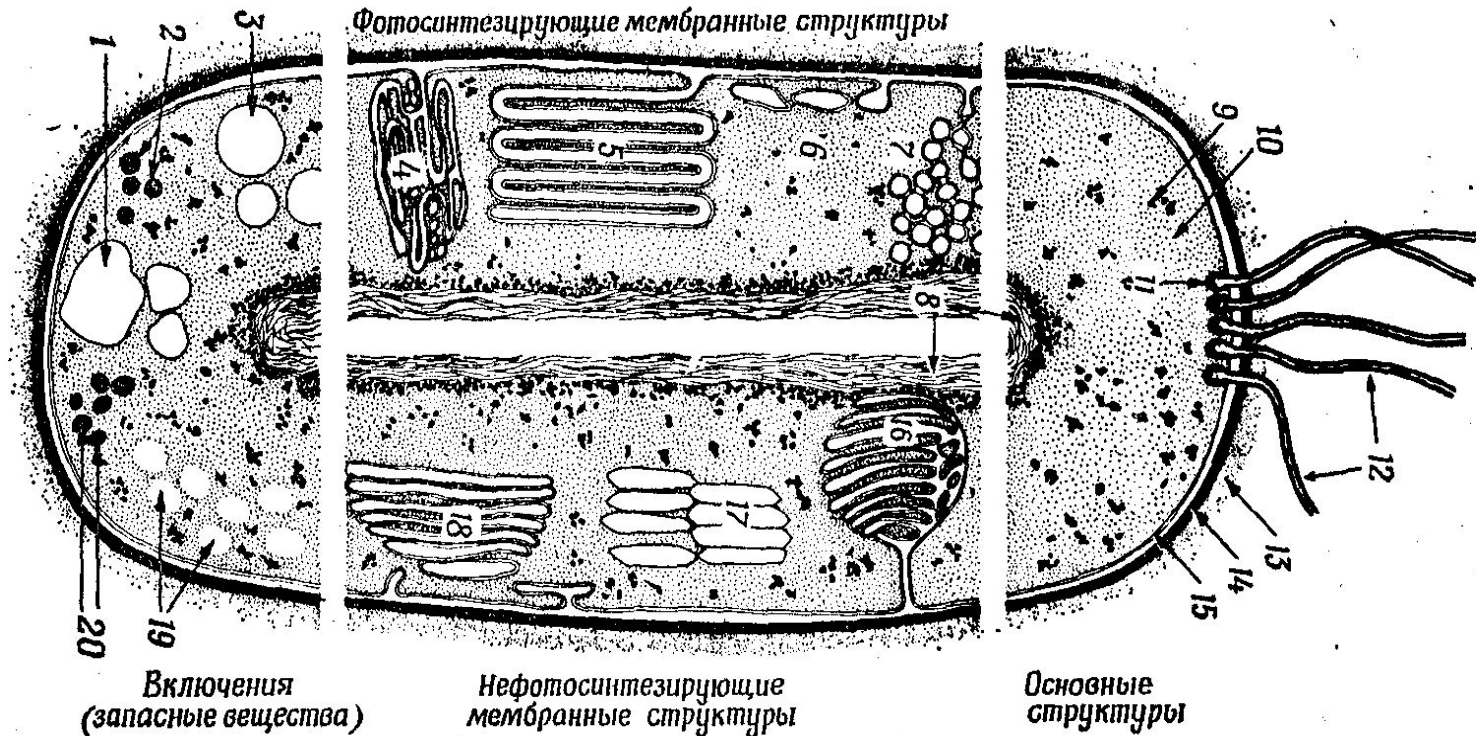
исследования **XX** в.

Строение бактериальной клетки

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

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).

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*

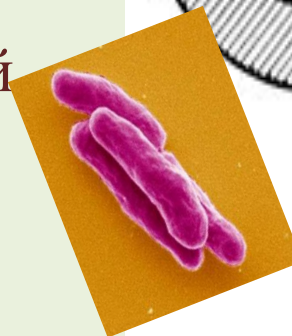
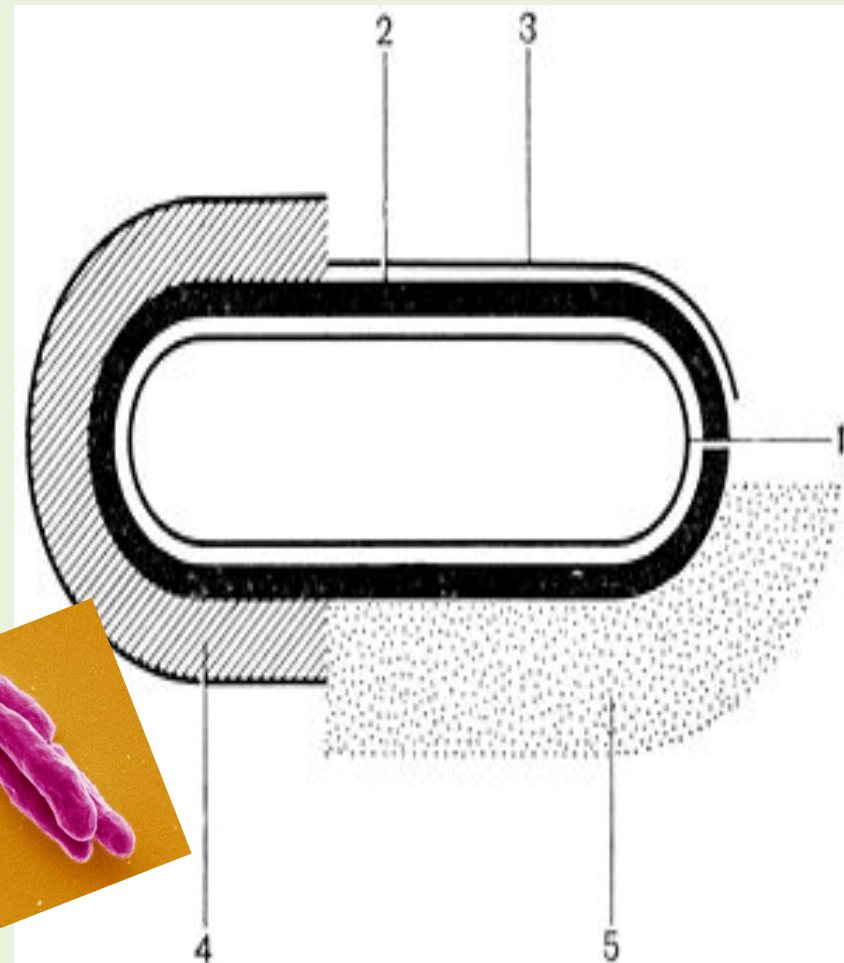
структура:

▶ клеточная стенка

▶ цитоплазматическая мембрана

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.



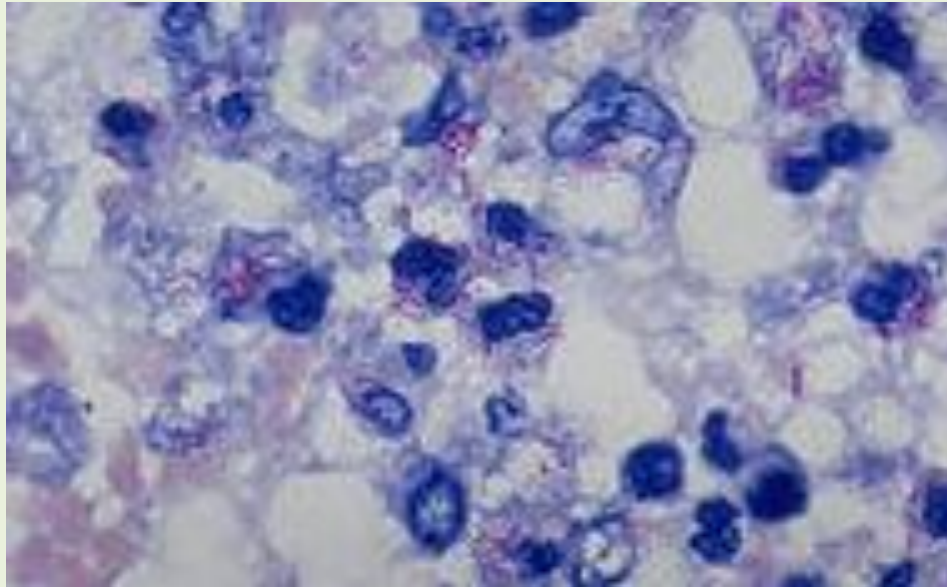
Micobacterium tuberculosis.
Мазок мокроты
больного
туберкулезом. Окраска
по Цилю-Нильсену.

Метод окраски по Цилю-Нильсену

- 1. Мазок окрашивают карболовым фуксином Циля (основной краситель) при нагревании 3-5 мин.
- 2. Обесцвечивают 5% раствором серной кислоты (дифференцирующее вещество) в течение 1-2 мин.
- 3. Промывают водой.
- 4. Докрашивают 3-5 мин метиленовым синим (дополнительный краситель).

Задание 3. микроскопируйте препарат,
приготовленный из мокроты больного
туберкулезом, окрашенный по методу
Циля-Нильсена





функции клеточной оболочки:

▼ - защищает микробную клетку
от повреждений

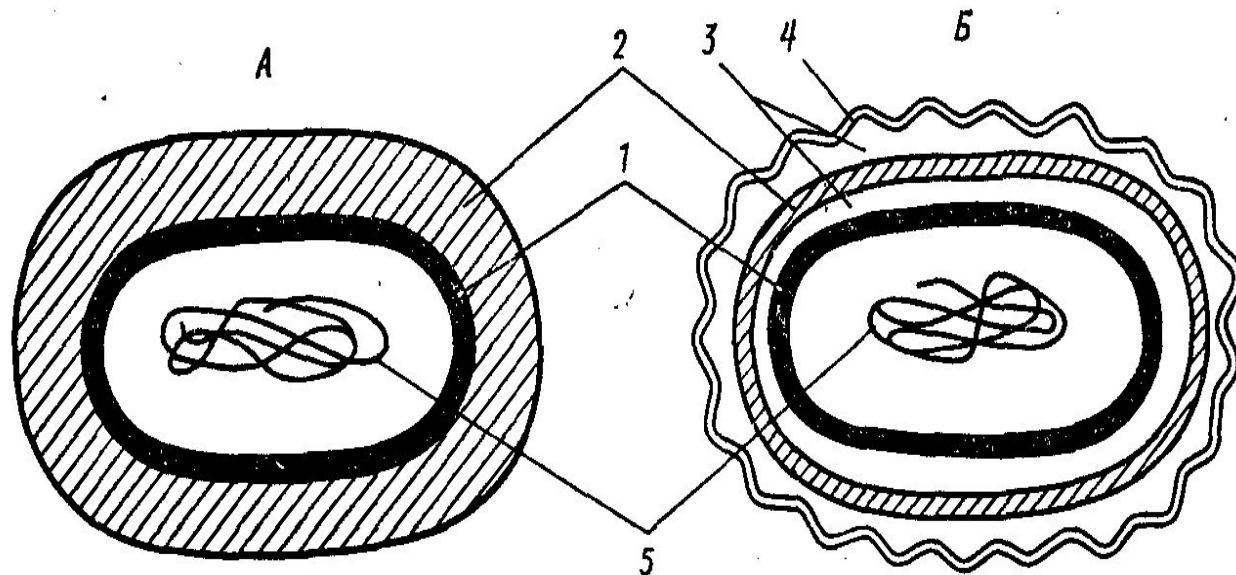
▼ связывает жгутики и аппарат регуляции
их движения

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

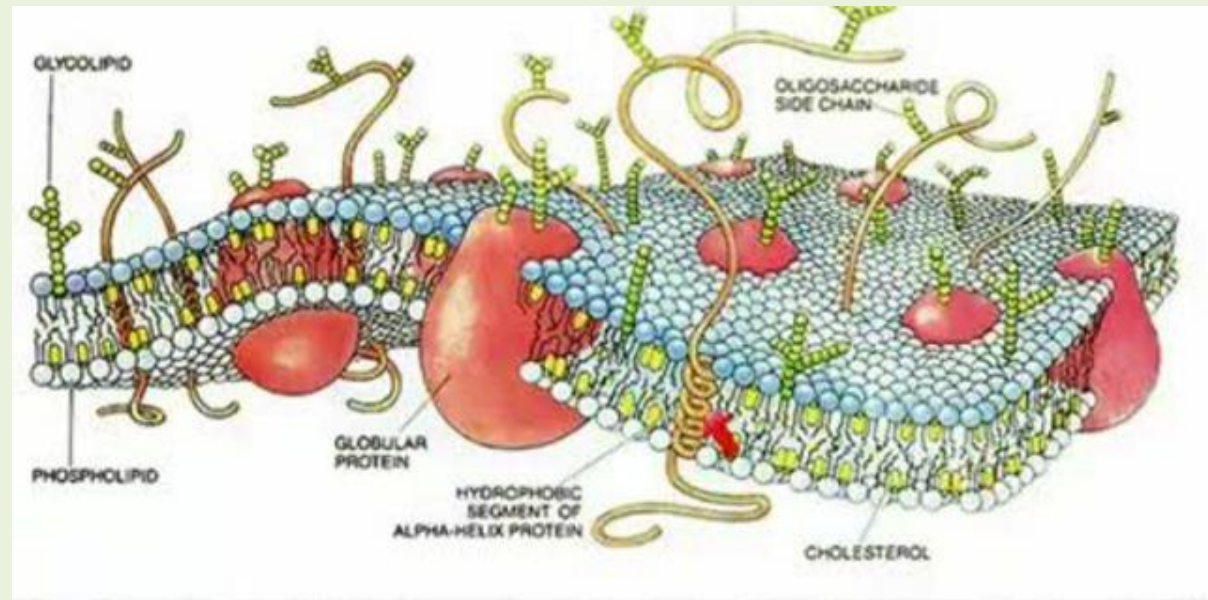
Клеточная стенка

- 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).

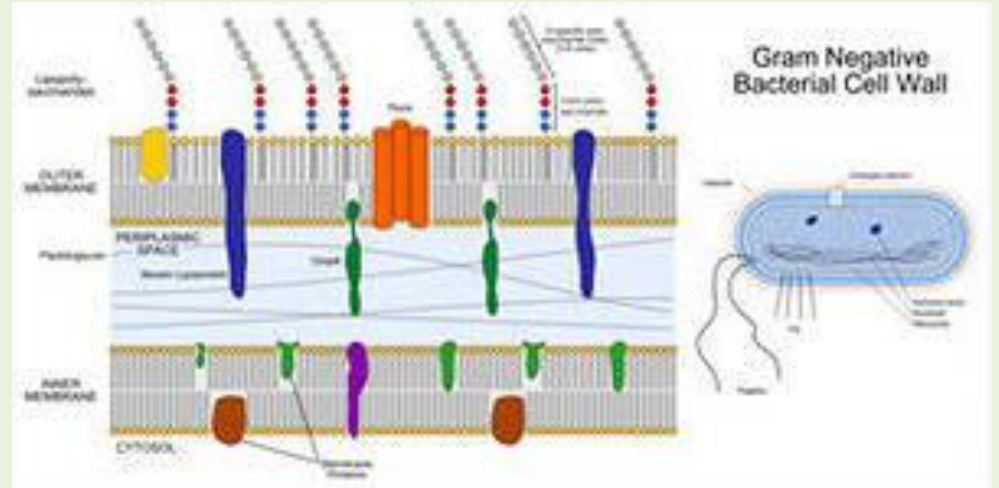


клеточная стенка - ЭТО
биогетерополимер,
обволакивающий
ВСЮ ПОВЕРХНОСТЬ КЛЕТКИ И
является специфическим
органомидом прокариот



клеточная стенка

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



клеточная стенка

обеспечивает

ригидность и

эластичность

клетке, а **поэтому**

является

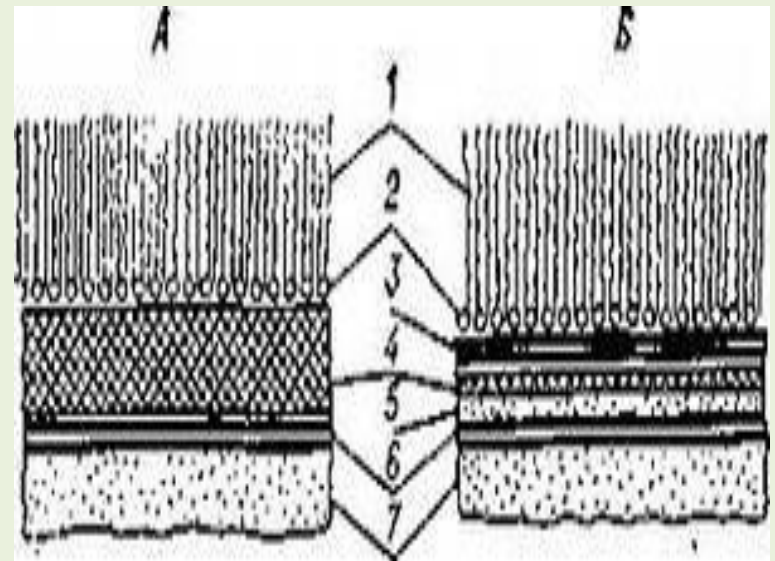
структурой,

ответственной за

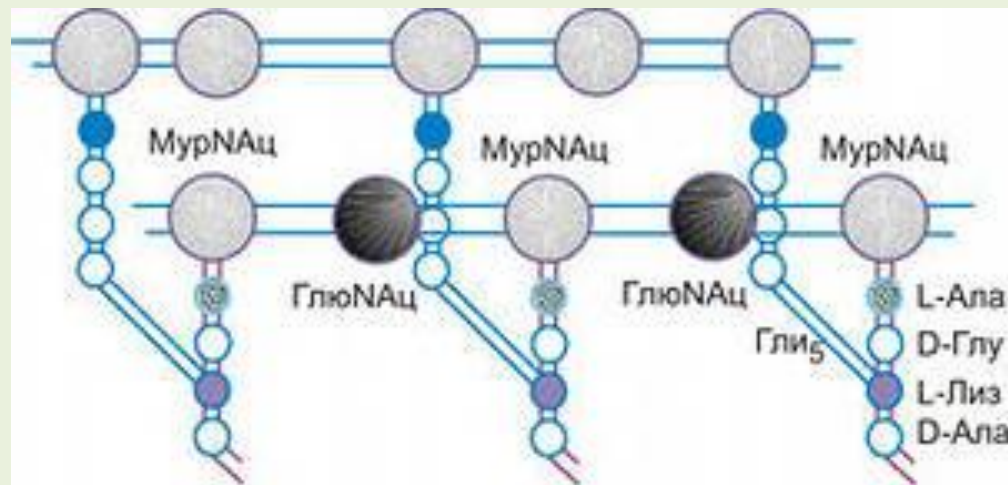
поддержания

специфической

формы бактерий



ОСНОВУ **клеточной стенки** составляет *пептидогликан* (син. муреин, мукопептид)

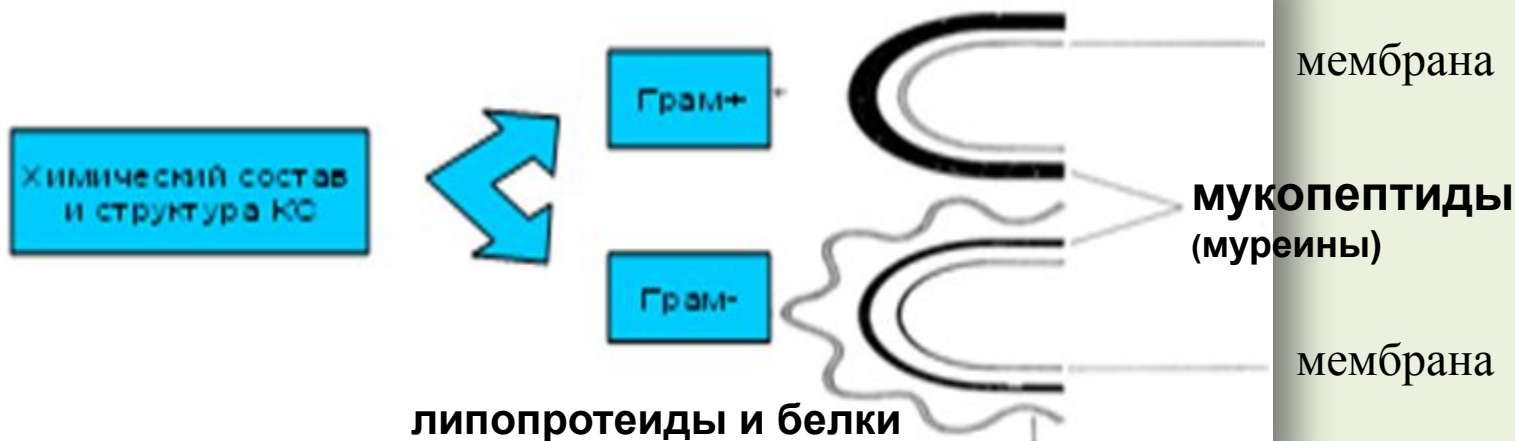


структура клеточной стенки
зависит от пептидогликана,
который определяет
типологические свойства бактерий

окраска по методу Грама

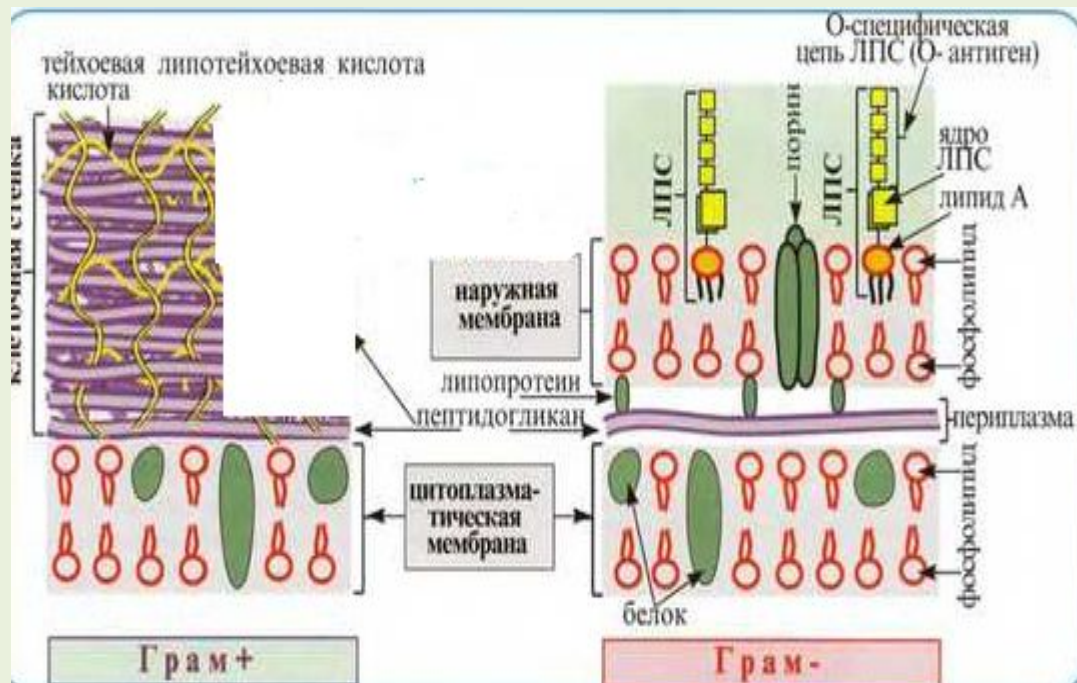
грамположительные
грам(+)

грамнегативные
грам(-)

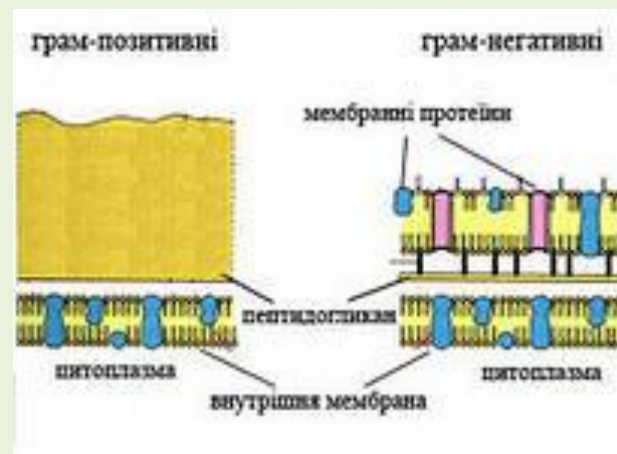


у грамположительных бактерий

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

клеточная стенка при краске по Граму

удерживает

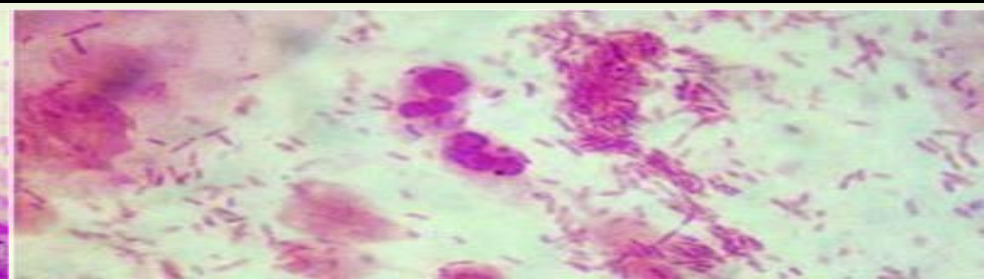
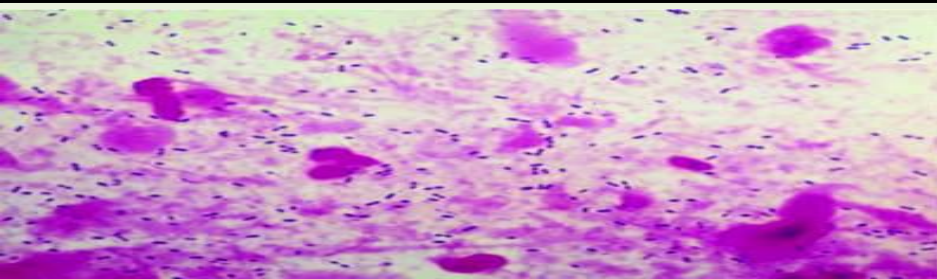
Не удерживает

генциановый фиолетовый в комплексе с йодом

липополисахарид

отсутствует

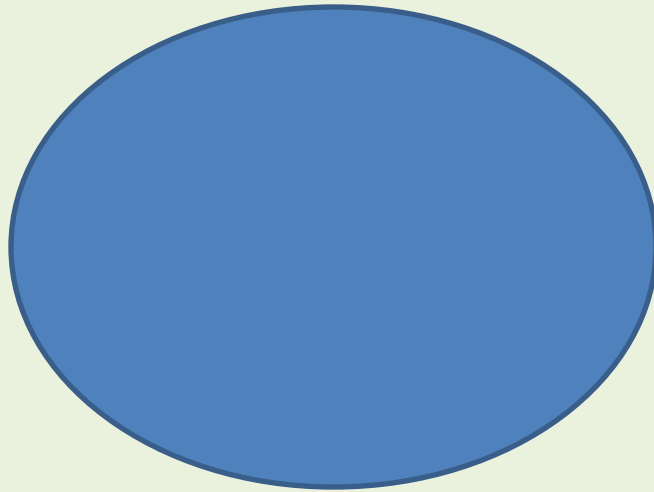
определяет АГ-специфичность



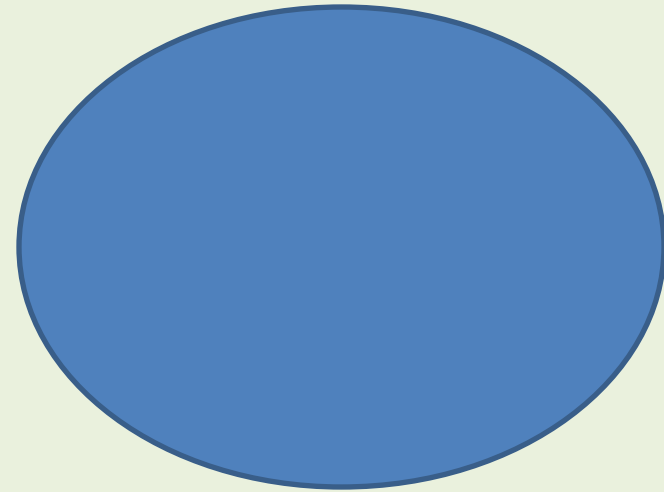
Механизм окраски по Граму

- 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**.

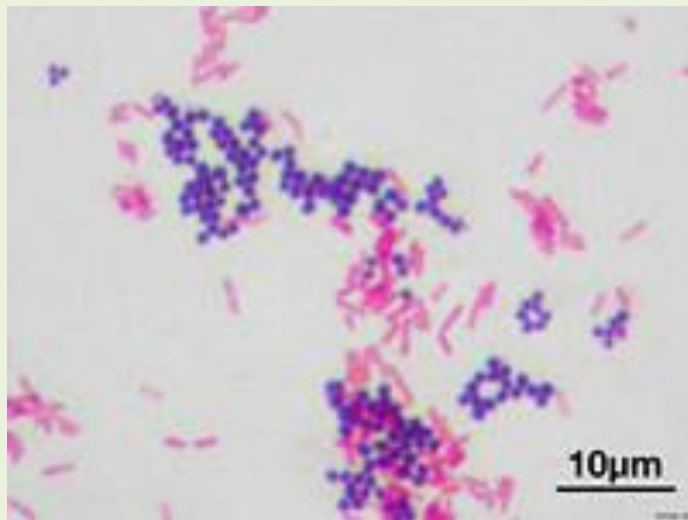
Задание 4. Готовый мазок окрасить по методу
Грама и микроскопировать, определяя
морфологию микробной клетки грам (+) и грам
(-) бактерий:



грам (+) бактерии имеют
.....форму



грам (-) бактерии имеют
.....форму



пептидогликан

различные этапы синтеза этого
биополимера являются

мишенью для многих групп
антибактериальных препаратов:

❖ ранняя стадия

синтеза пептидогликана

(образование предшественников)

угнетается такими препаратами

как **фосфомицин, циклосерин,
бацитрацин**

❖ две последние стадии

синтеза пептидогликана:

▼ присоединение молекулы
мономера-предшественника к
растущей цепи

▼ замыкание поперечных сшивок
подавляются

гликопептидными антибиотиками

ванкомицин и тейкопланин

Гр + (VRE, MRSA)

❖ избирательная блокада
последней стадии биосинтеза
пептидогликана

осуществляют:

бета-лактамы антибиотики:

пенициллины, цефалоспорины, карбапенемы,
монобактамы

мишенью их действия являются

ферменты, замыкающие

поперечное сшивание между

параллельными цепями

безоболочечные формы

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

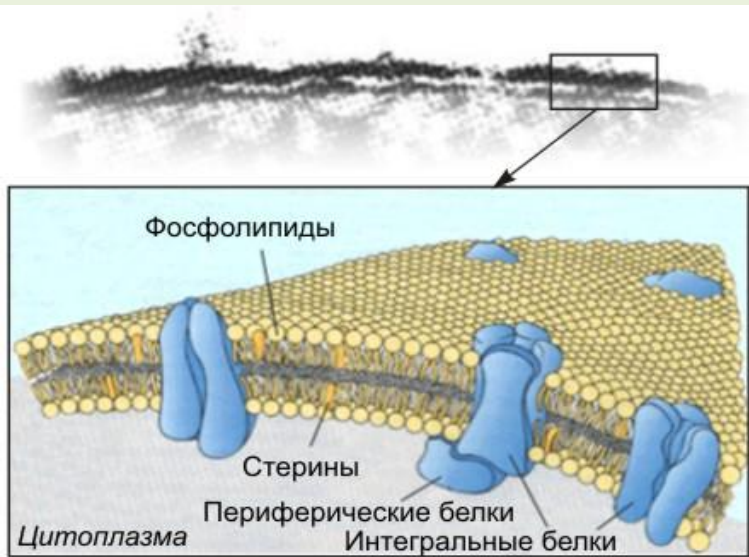
цитоплазматическая мембрана

▼ отделяет содержимое клетки от внешней среды

▼ представляет собой двойной слой из фосфолипидов (фосфолипидный биослой)

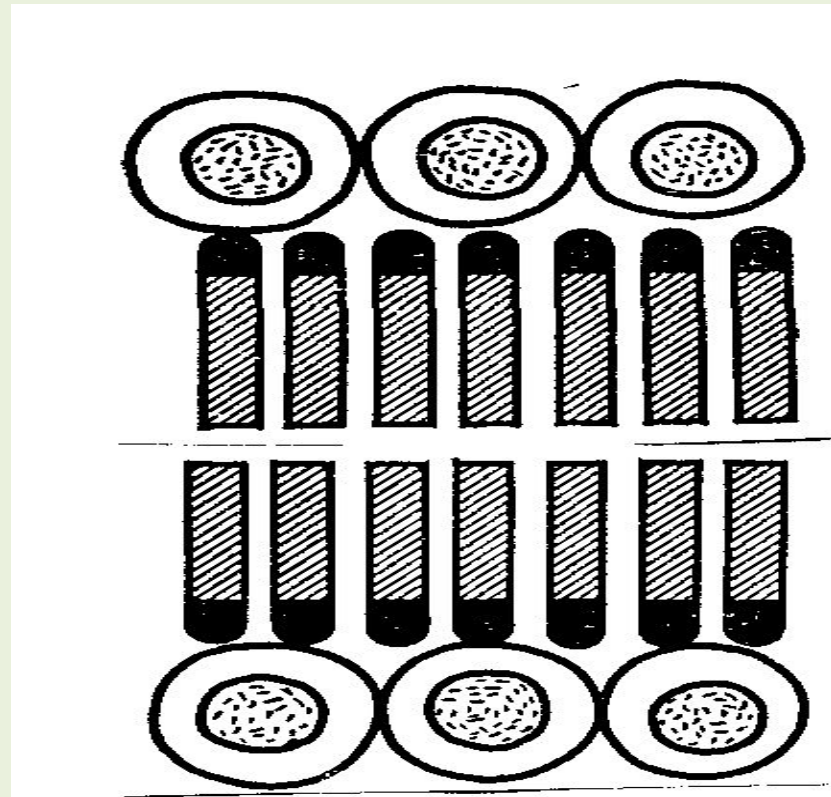
▼ в ее состав входят белки, выполняющие различные функции

(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).

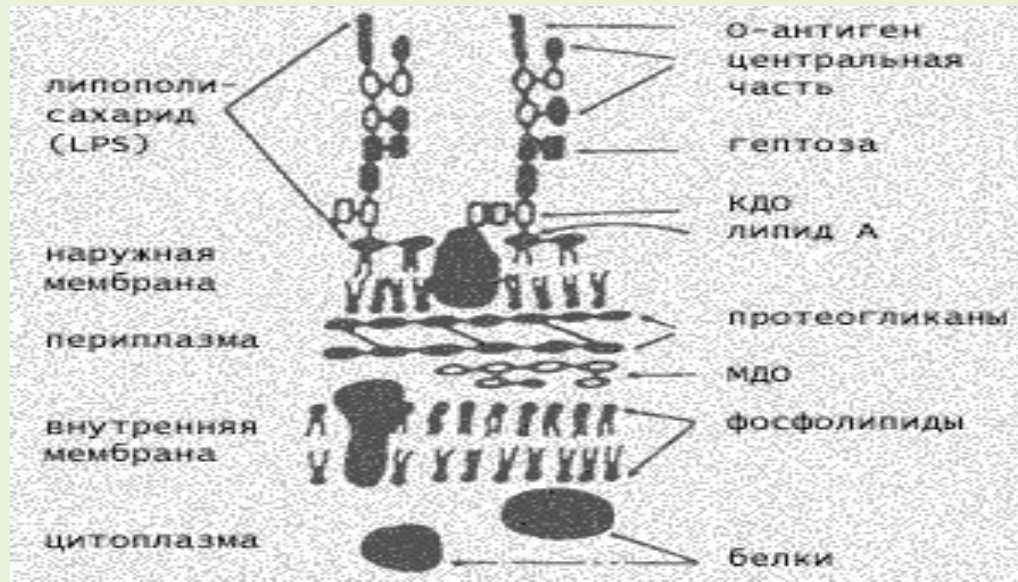
- Цитоплазматическая мембрана ограничивает снаружи цитоплазму, имеет 3х-слойное строение и выполняет ряд функций: барьерную (осмотическое давление), энергетическую (ферментные системы, перенос электронов), транспортную (перенос веществ в клетку и из клетки).



цитоплазматическая мембрана

- ▶ является мишенью для полипептидных антибиотиков (полимиксина)

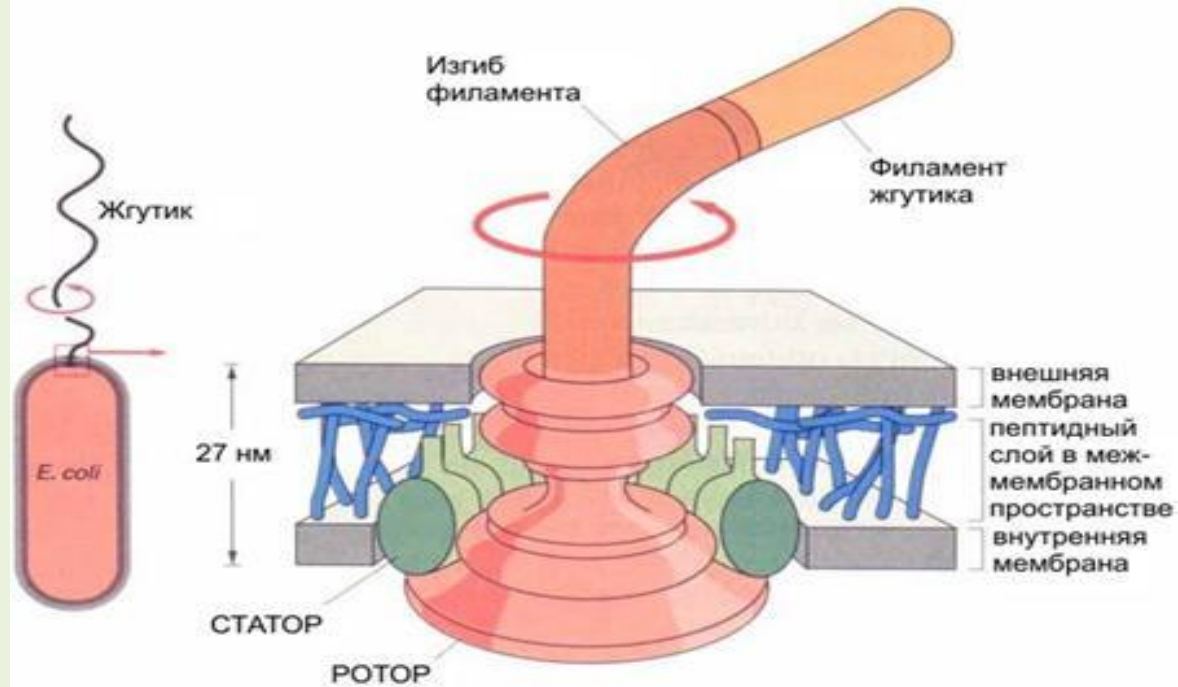
полипептидные антибиотики встраиваются в фосфолипидный биослой, вытесняя ионы кальция и магния, что приводит к дезинтеграции цитоплазматической мембраны



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

- **Жгутики** – аппарат движения (хемотаксис, аэротаксис, фототаксис) – нитевидные, спирально изогнутые структуры. Состоят из сократительного белка флагеллина. По количеству и расположению жгутиков выделяют бактерии – монотрихи, лофотрихи (пучок), амфитрихи (по полюсам), перитрихи (по всему периметру).
- **Common пили** (реснички) – короткие нити, аппарат адгезии к субстратам (слизистым).
- **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



состоят из белка флагеллина

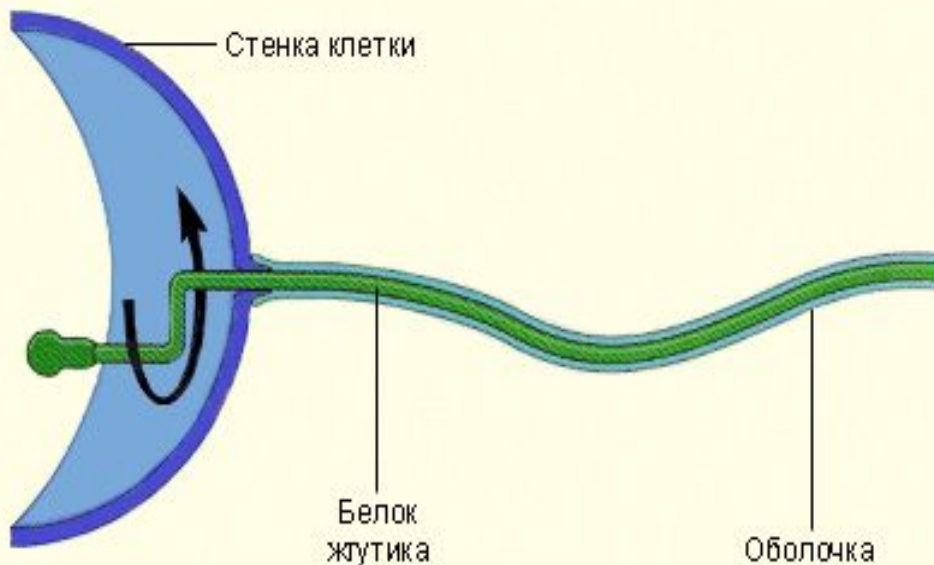
(сократимый белок типа миозина)

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

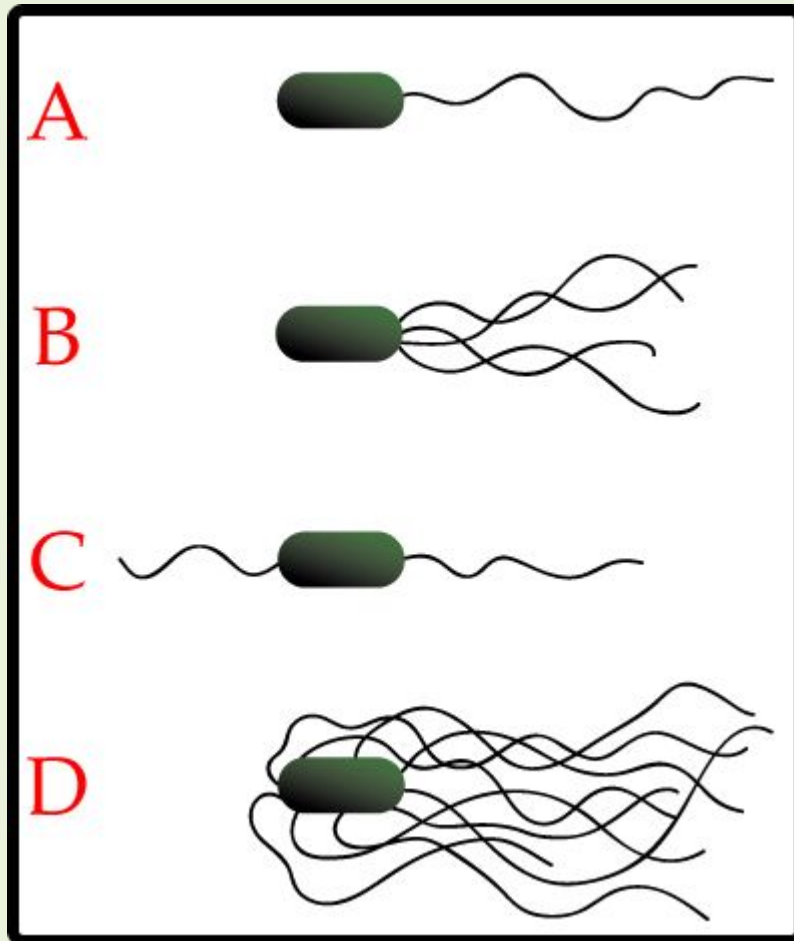
ЖГУТИКИ

функции:

- ▼ определение целенаправленных движений бактерий
- ▼ участие в прикреплении к субстрату
- ▼ антигенная (H-АГ)



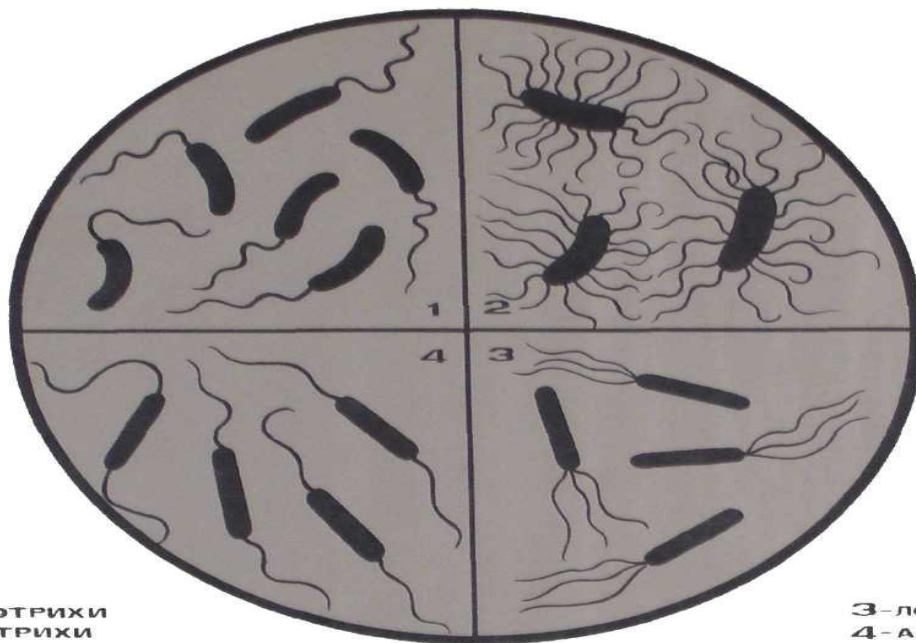
Расположение жгутиков у бактерий



- А – монотрихи
- В – лофотрихи
- С – амфитрихи
- D - перитрихи

ЖГУТИКИ

РАСПОЛОЖЕНИЕ

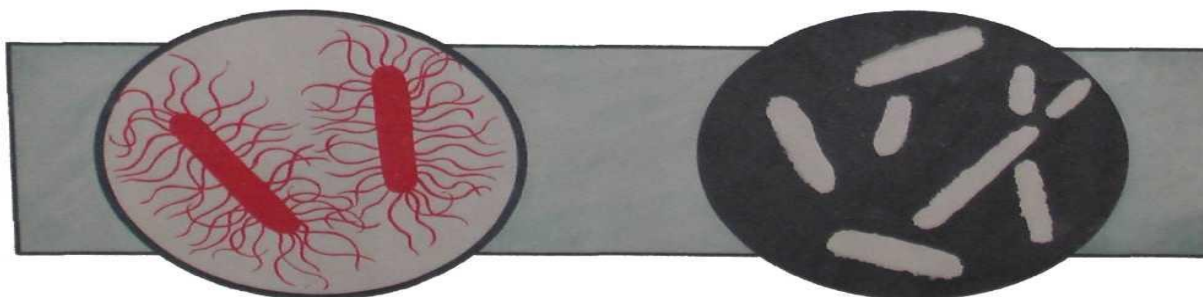


1 - МОНОТРИХИ
2 - ПЕРИТРИХИ

3 - ЛОФОТРИХИ
4 - АМФИТРИХИ

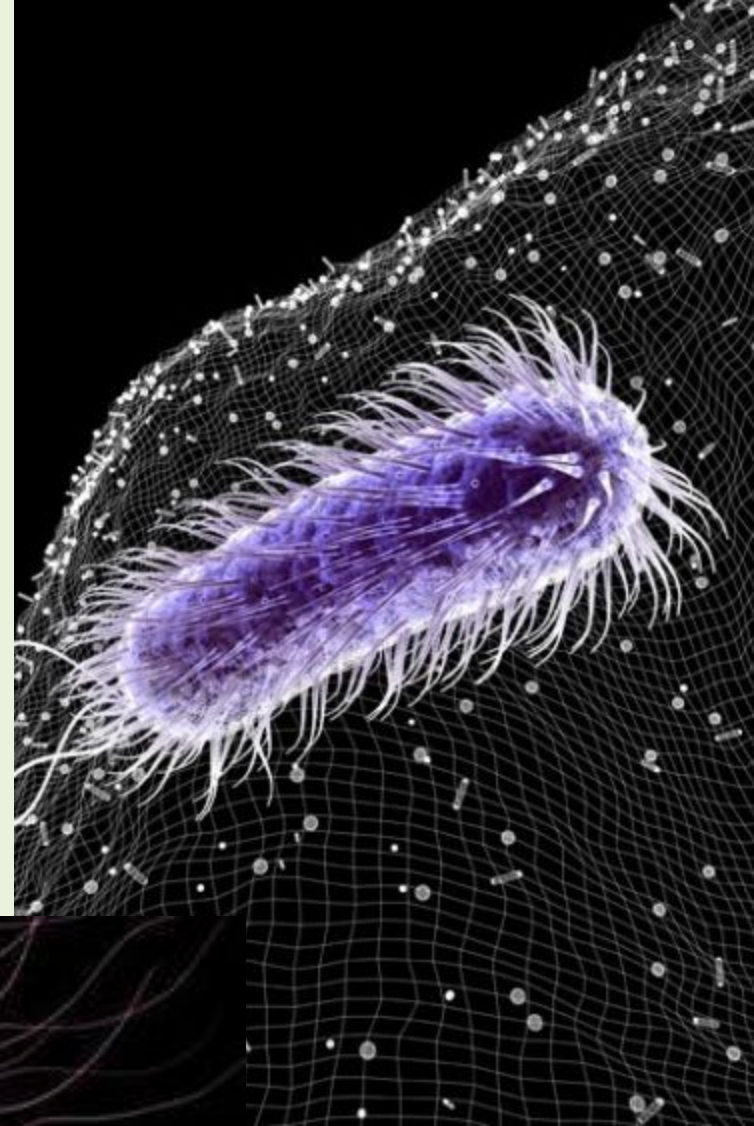
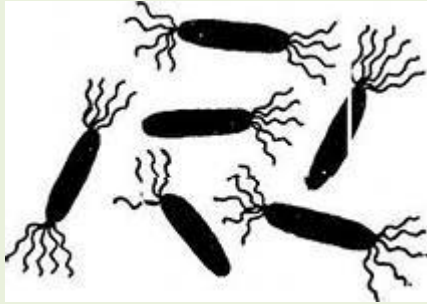
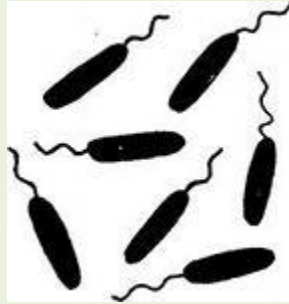
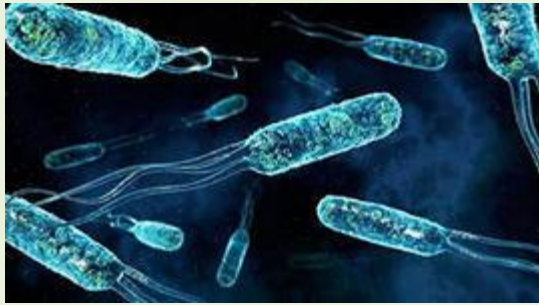
ВЫЯВЛЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ БАКТЕРИЙ

ПРЕПАРАТ ВИСЯЧЕЙ КАПЛИ

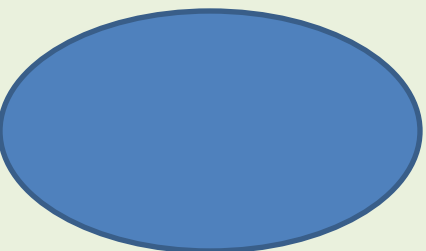
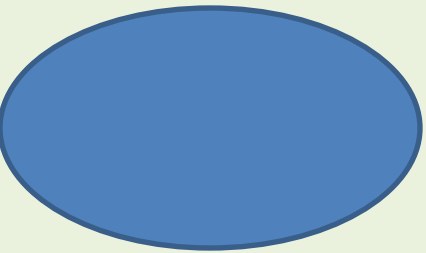
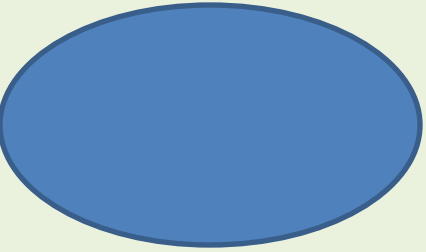
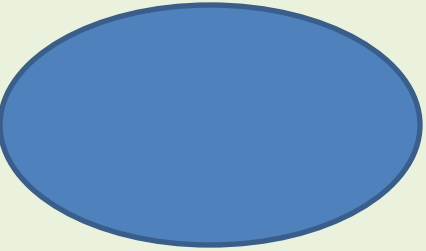


ОКРАСКА ЖГУТИКОВ
ПО ЛЕФФЛЕРУ

ТЕМНОПОЛЬНАЯ
МИКРОСКОПИЯ



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



классификация:

ЖГУТИКИ

- МОНОТРИХИ
(один жгутик на одном из полюсов)

- АМФИТРИХИ
(пучки жгутиков на дистальных концах клетки)

- ЛОФОТРИХИ
(пучок жгутиков на одном конце)

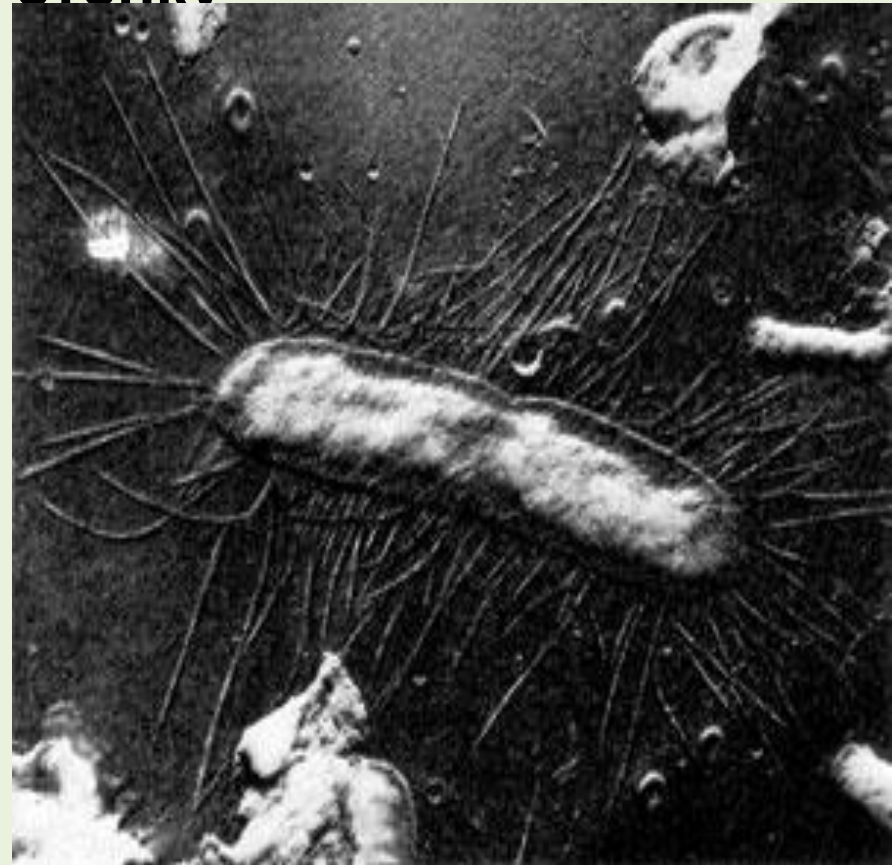
- ПЕРИТРИХИ
(жгутики по всей поверхности)

пили общего типа (микроворсинки) –

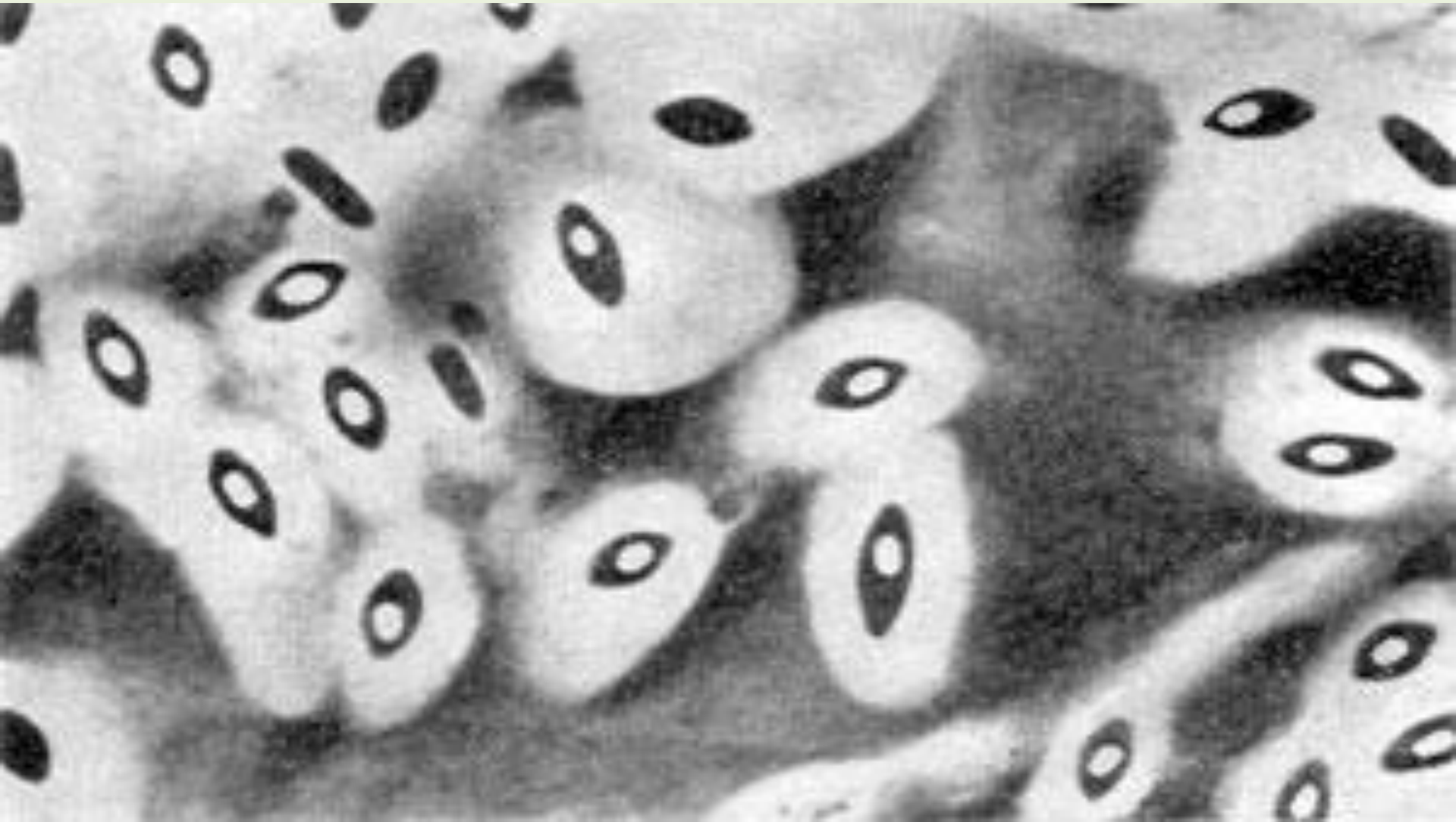
микроскопические нитевидные образования из белка пилина, начинающиеся от цитоплазматической мембраны и пронизывающие клеточную стенку

функции:

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



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

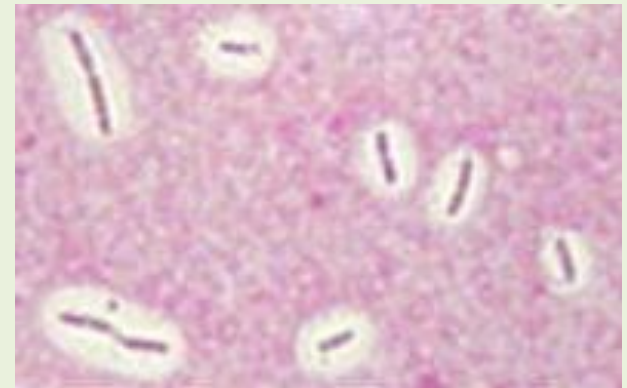


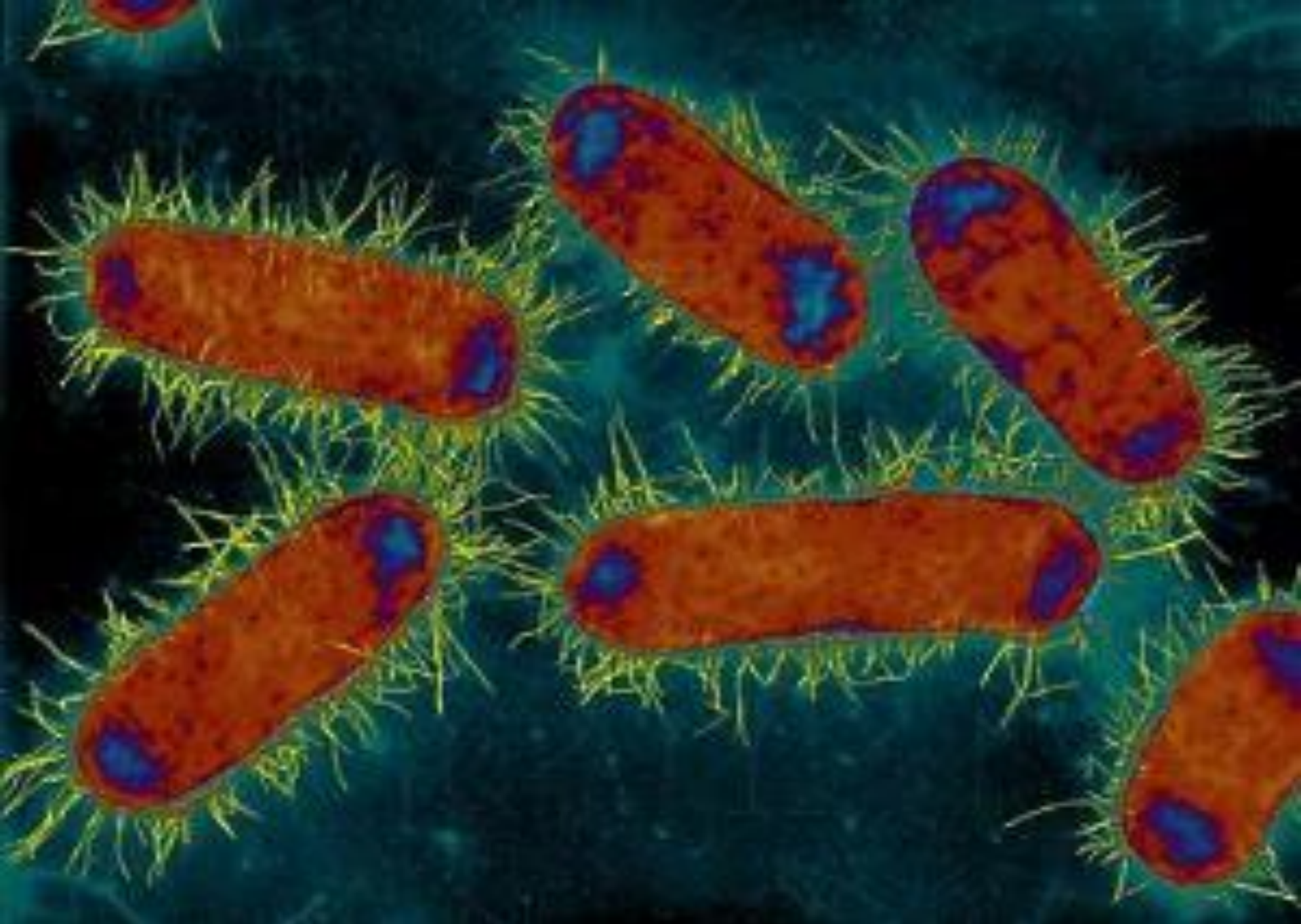
ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА :

капсулы полисахаридной
природы (клебсиелла)

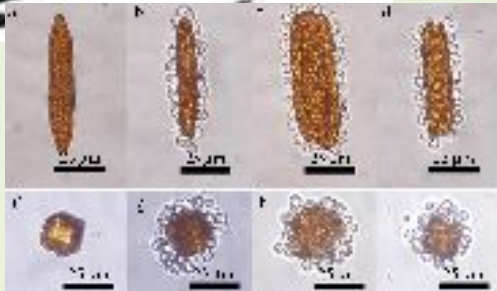
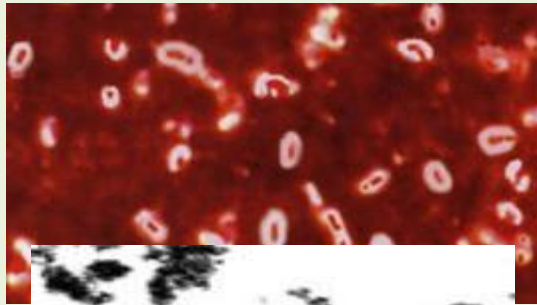
капсулы полипептидные
(бацилла)

капсулы ИЗ ЛИПИДОВ
(грам (-) бактерии)





среди капсульных выделяют бактерии,
имеющие:

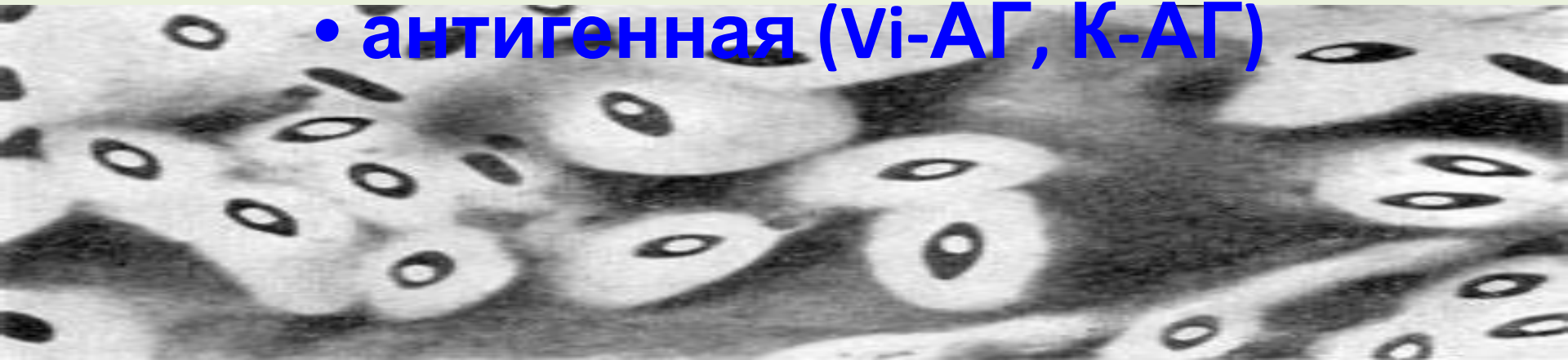


- макрокапсулу
- микрокапсулу
- слизистый слой

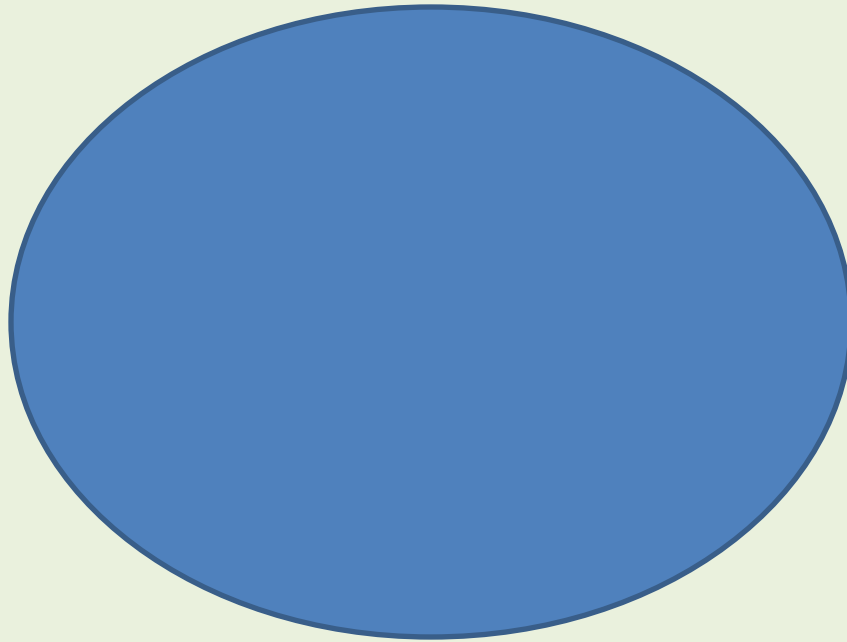


Функции капсулы:

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



Задание 6. Микроскопировать готовый мазок,
окрашенный по методу Бурри-Гинса, с
капсульными бактериями



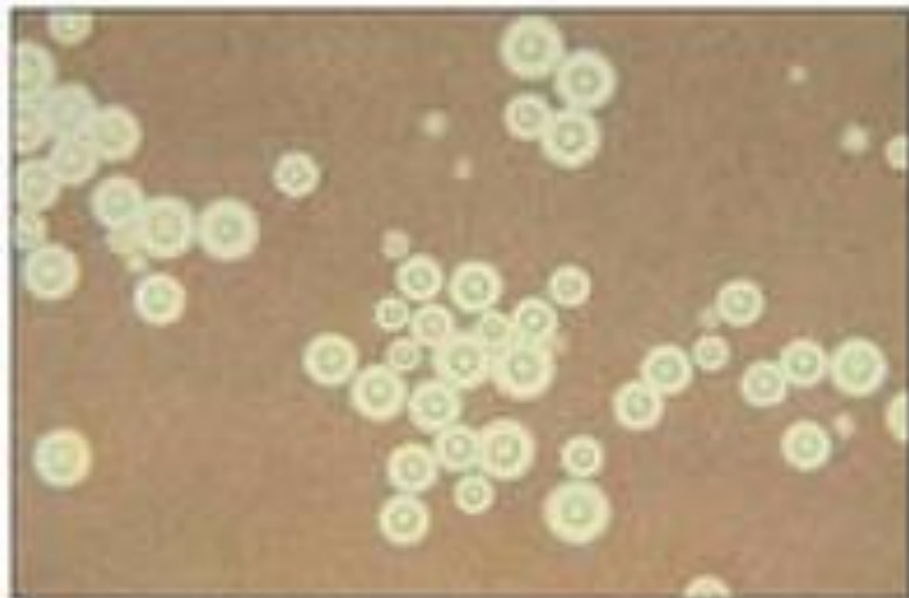
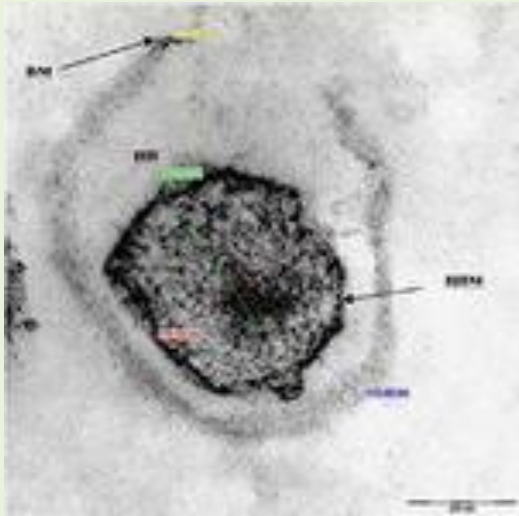


Figure 1: *Cryptococcus neoformans* on an India ink stain.
Source: CDC/Dr. Lleanor Haley, public domain

ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА БАКТЕРИАЛЬНОЙ КЛЕТКИ

периплазматическое пространство

▼ располагается между
клеточной стенкой и
цитоплазматической
мембраной у
грамотрицательных бактерий



▼ заполнено
гидролитическими
ферментами, рибонуклеазой,
фосфатазой и др.

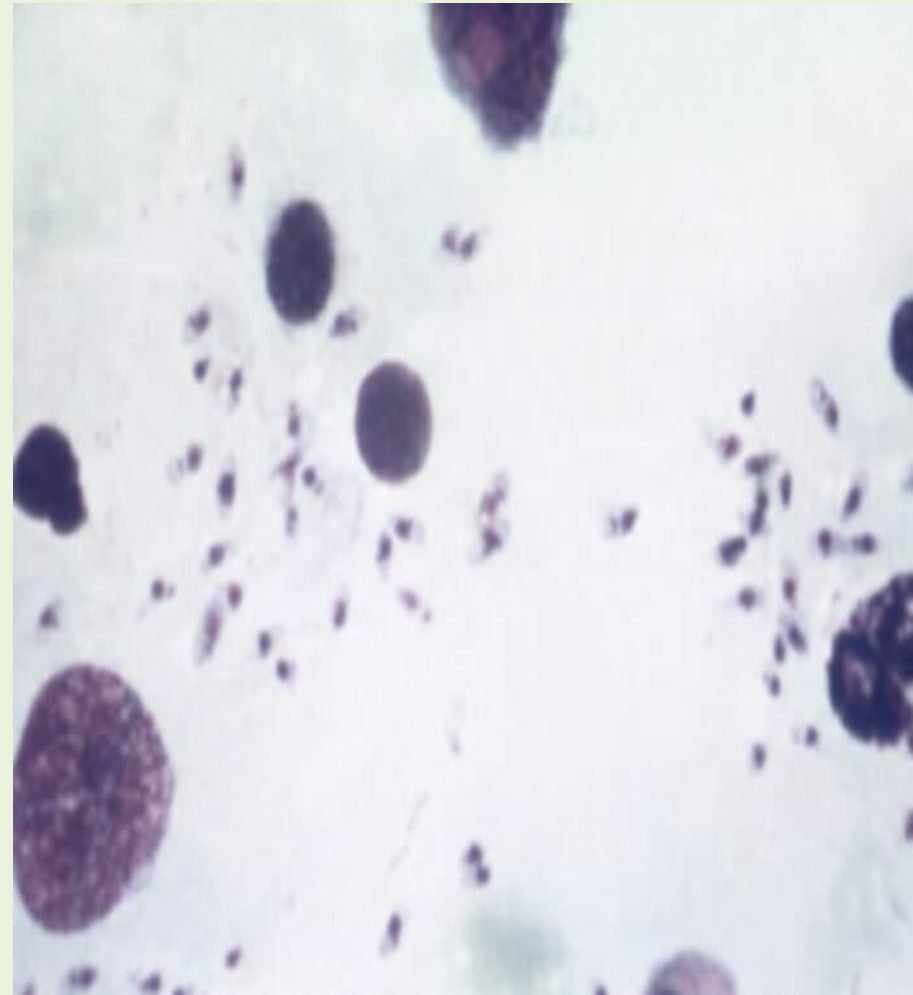
▼ в периплазматическом
пространстве происходит
расщепление большинства
питательных веществ,

Поступающих

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

функции:

- **внутренняя среда
клетки**

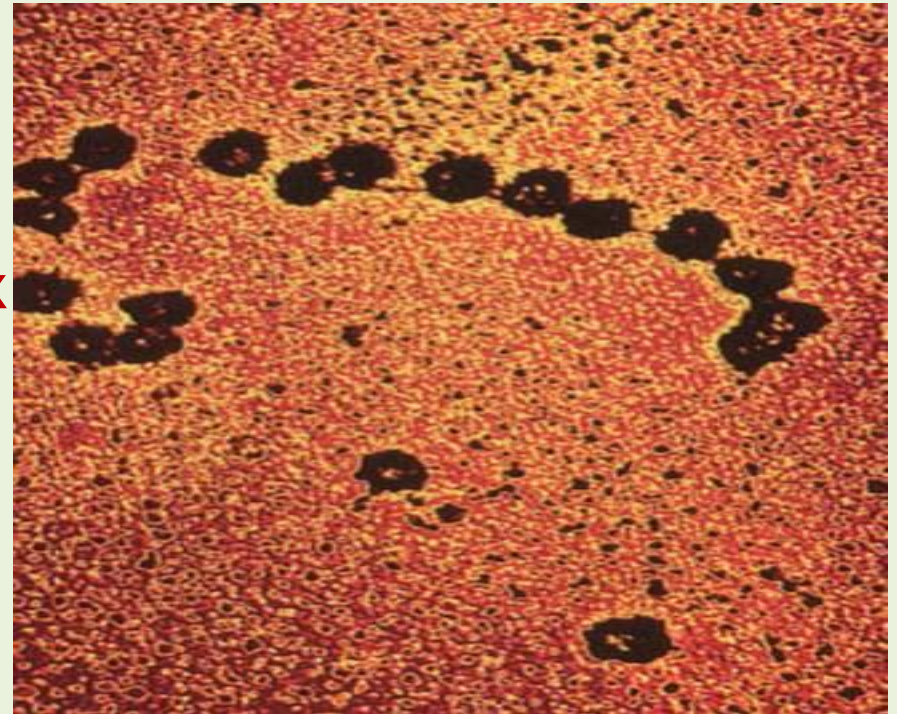


структурные компоненты бактериальной клетки, находящиеся в цитоплазме:

рибосомы –

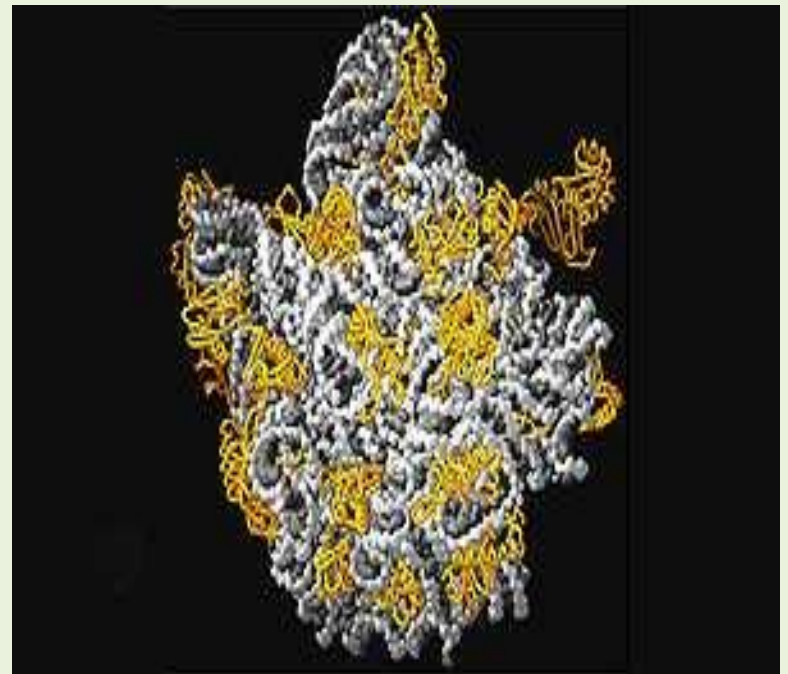
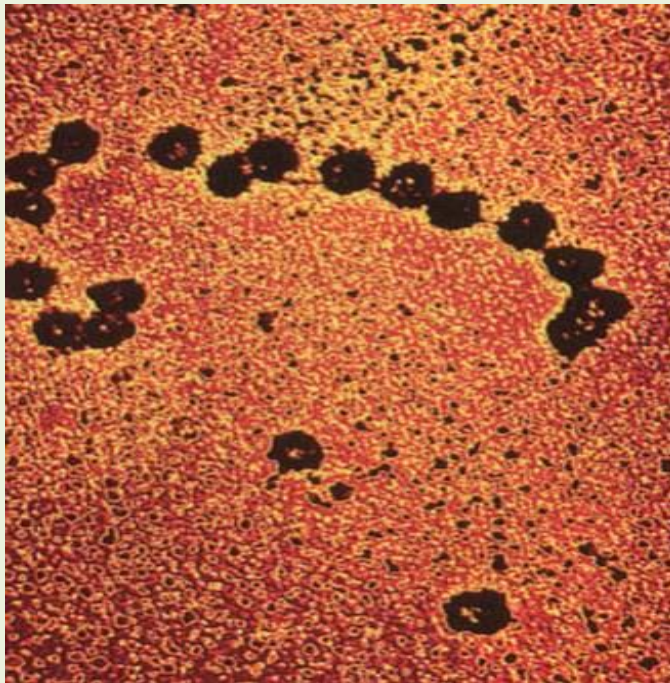
рибонуклеопротеиновые частицы, состоящие из двух субъединиц и объединяющиеся в полисомы для синтеза

белка



рибосомы

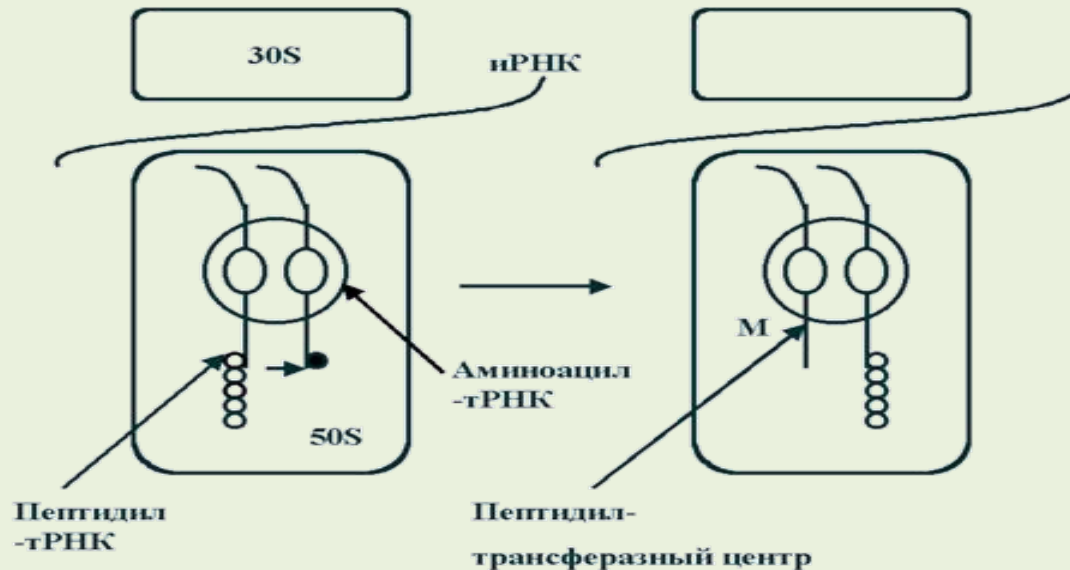
состоят из большой и малой субъединиц, в свою очередь состоящих из рибосомальных РНК (рРНК) и белков



БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

РНК и синтез белка

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



рибосомы являются мишенью для многих антибактериальных препаратов угнетающих синтез белка

□ с большой субъединицей связываются макролидные и линкозамидные антибиотики, хлорамфеникол, а также оксазолидоны

□ с малой субъединицей связываются аминогликозидные и тетрациклиновые антибиотики



РНК-полимераза

(ключевой фермент синтеза РНК)

является мишенью для рифампицина

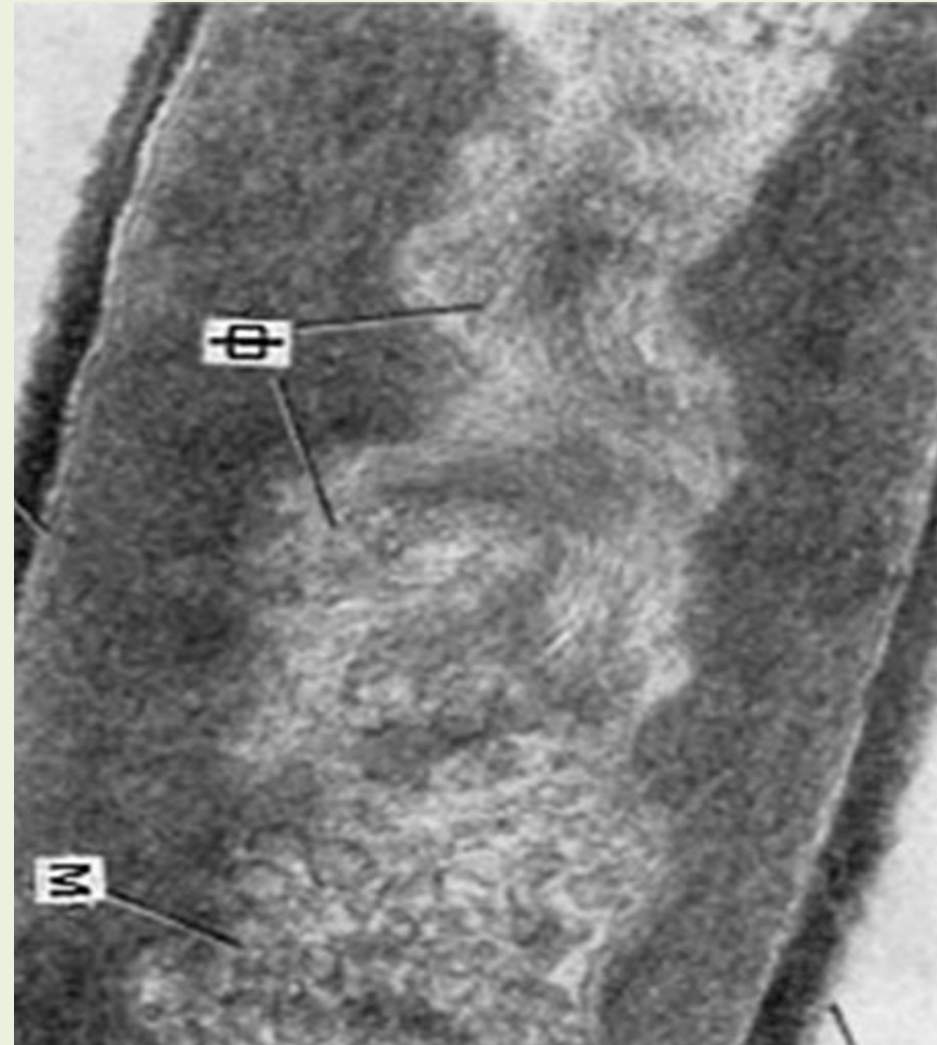
в результате связывания антибиотика с ферментом происходит блокада синтеза РНК



генетический материал прокариот:

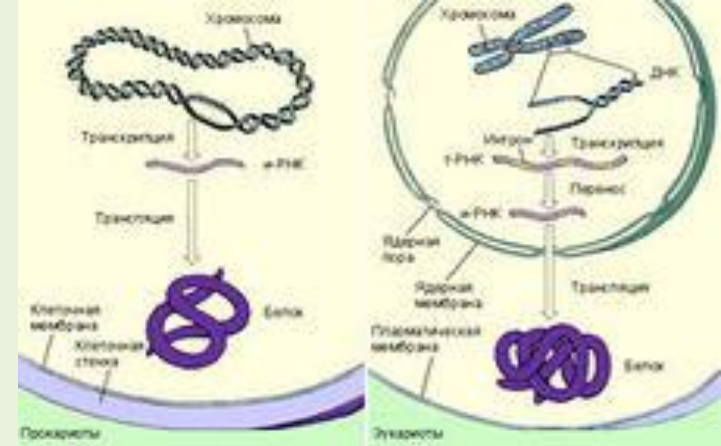
нуклеотид

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



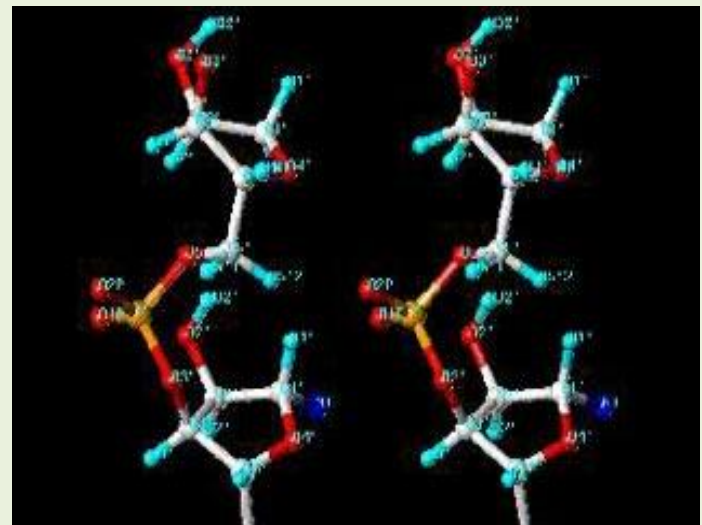
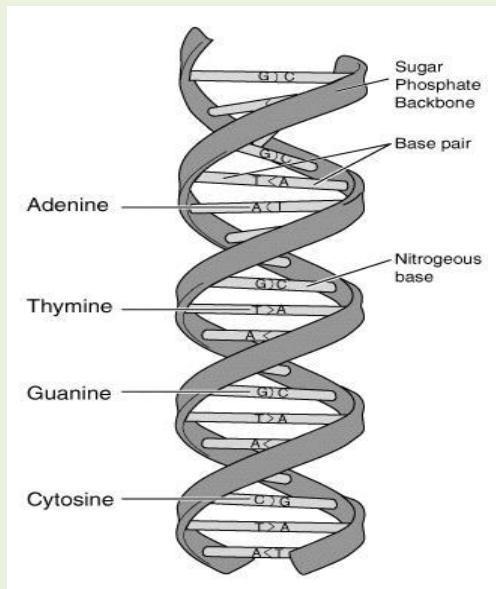
Функции:

- 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)

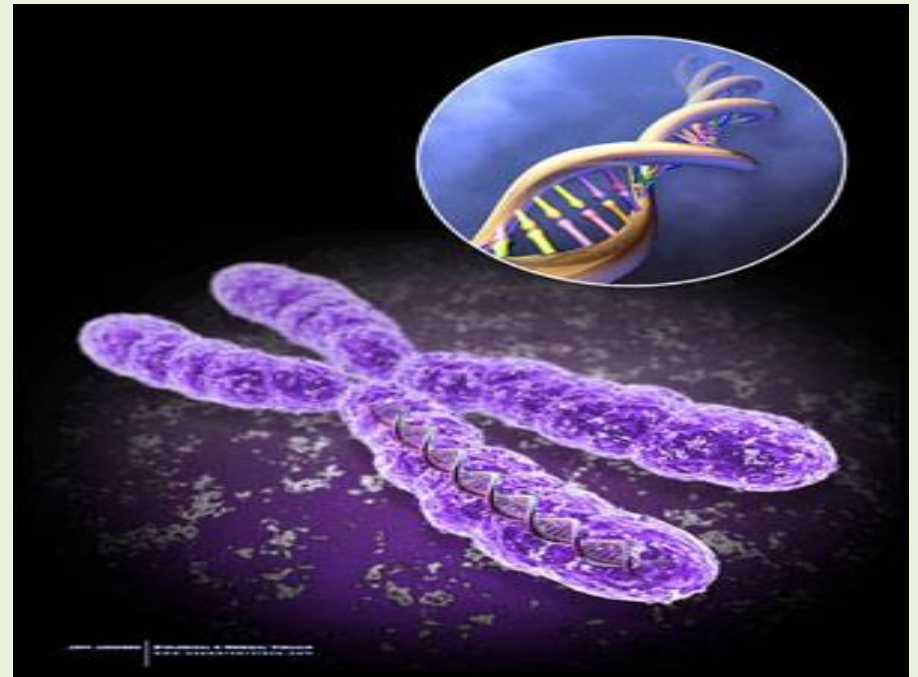


последовательность их подчиняется правилу комплементарности.

Факторы внехромосомной наследственности

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

- инсерционные элементы
- транспозоны
- плазмиды



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.

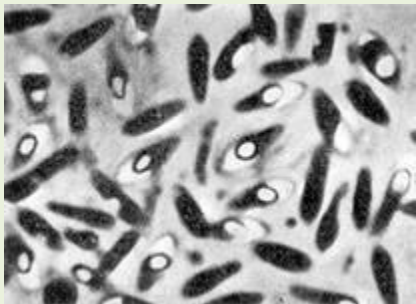
Стадии прорастания споры 4-5 ч:

- 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

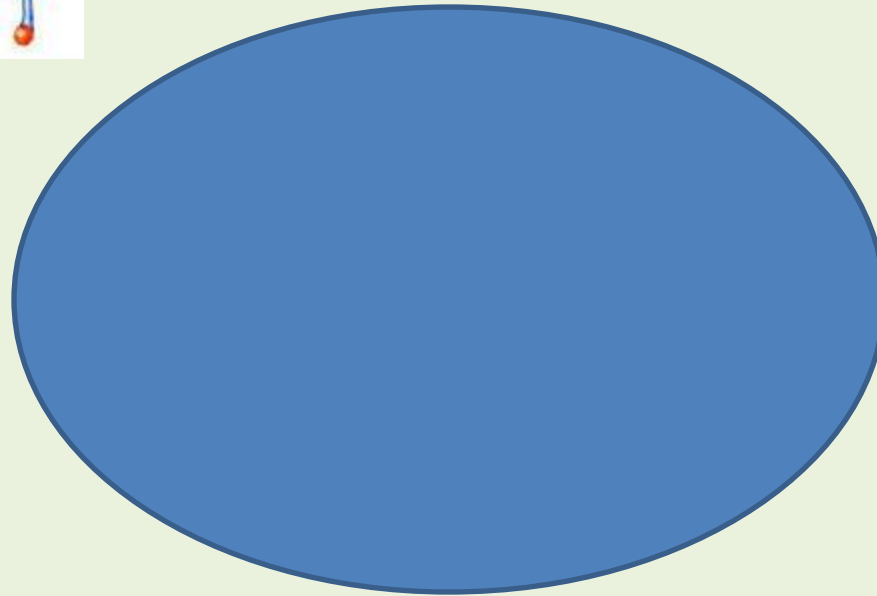
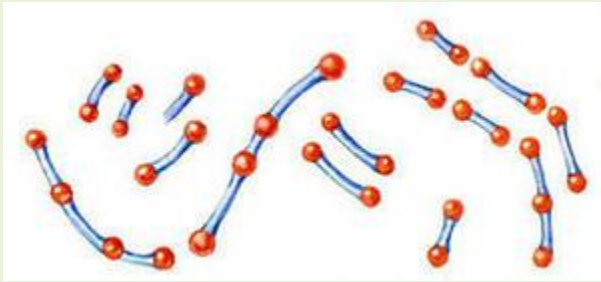
Метод определения: окраска по методу Ожешко.



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

Найти споровую клетку.

Зарисовать.



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

Состав:

Полисахариды:

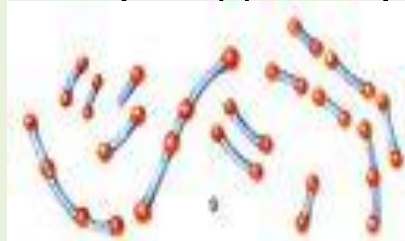
- *Гранулёза* – специфический запасный углевод бактерий рода *Clostridium*, при голодании она исчезает.
- *Гликоген* – гранулы полисахарида сферической формы (сальмонеллы, сарцины, кишечная палочка).
- *Жиры*- Поли- β -масляная кислота, нейтральные жиры.
- *Жиро-восковые* (микобактерии и актиномицеты)

Полифосфаты:

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

Функции:

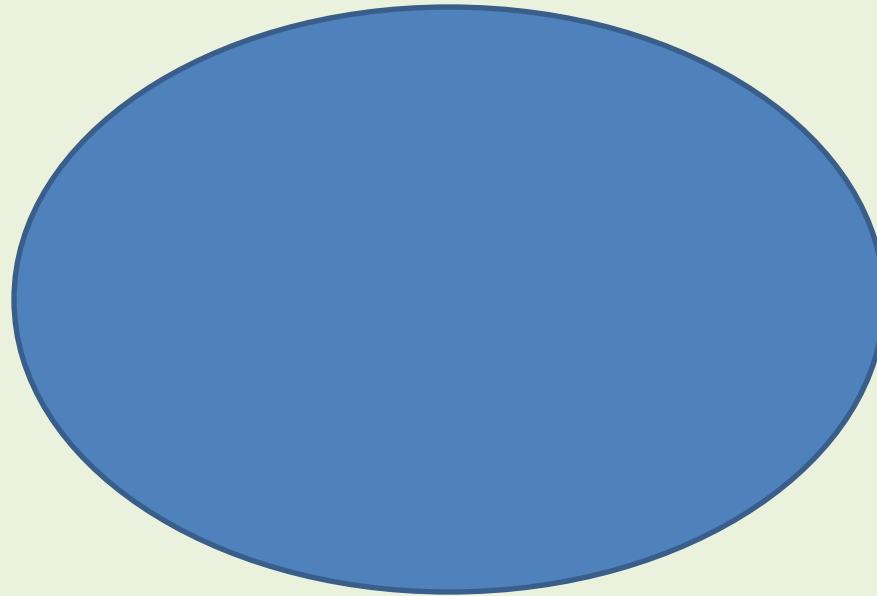
- запас веществ для пластического и энергетического метаболизма;
- дифференцирующий признак при идентификации бактерий



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

Найти клеточные включения.

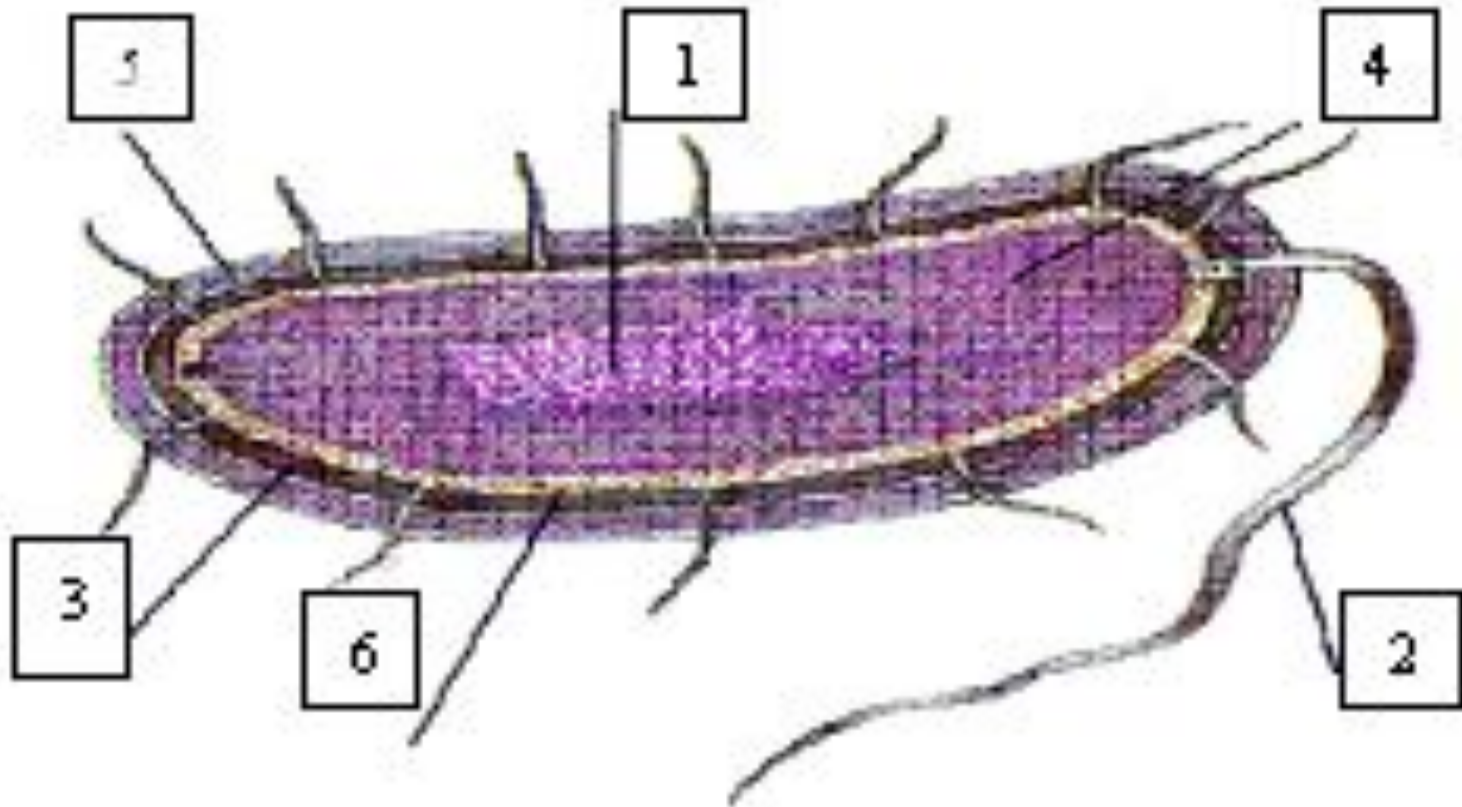
Зарисовать.





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

Мотивированный ответ:

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

