

# Строение бактериальной клетки

# Схема строения бактериальной клетки



# Органеллы бактериальной клетки: обязательные

- **Нуклеоид**

Циркулярно замкнутая суперспирализованная двухцепочечная молекула ДНК = «бактериальная хромосома»

- **Цитоплазма**

Аналогичная цитоплазме эукариотической клетки

# Органеллы бактериальной клетки: обязательные

- **Цитоплазматическая мембрана**

Аналогичная ЦПМ эукариотической клетки, но без стеринов (стерины содержатся в ЦПМ лишь у **МИКОПЛАЗМ**)

- **Клеточная стенка**

- играет формообразующую роль
- предохраняет клетку от осмотического лизиса
- состоит из **пептидогликана** (основа), а также: содержит: **уникальные кислоты:**

- мезодиаминопимелиновая (ДАП),
- D-глутаминовая,
- D- аланин.**

= встречаются только у бактерий

- имеет два типа строения (грамположительная и грамотрицательная КС),
- отсутствует у микоплазм

# Органеллы бактериальной клетки: обязательные

- **Рибосомы**

Аналогичны рибосомам эукариотической клетки, но меньшей молекулярной массы

- **Мезосомы** = впячивания ЦПМ:

- центр энергетического метаболизма
- участие в клеточном делении

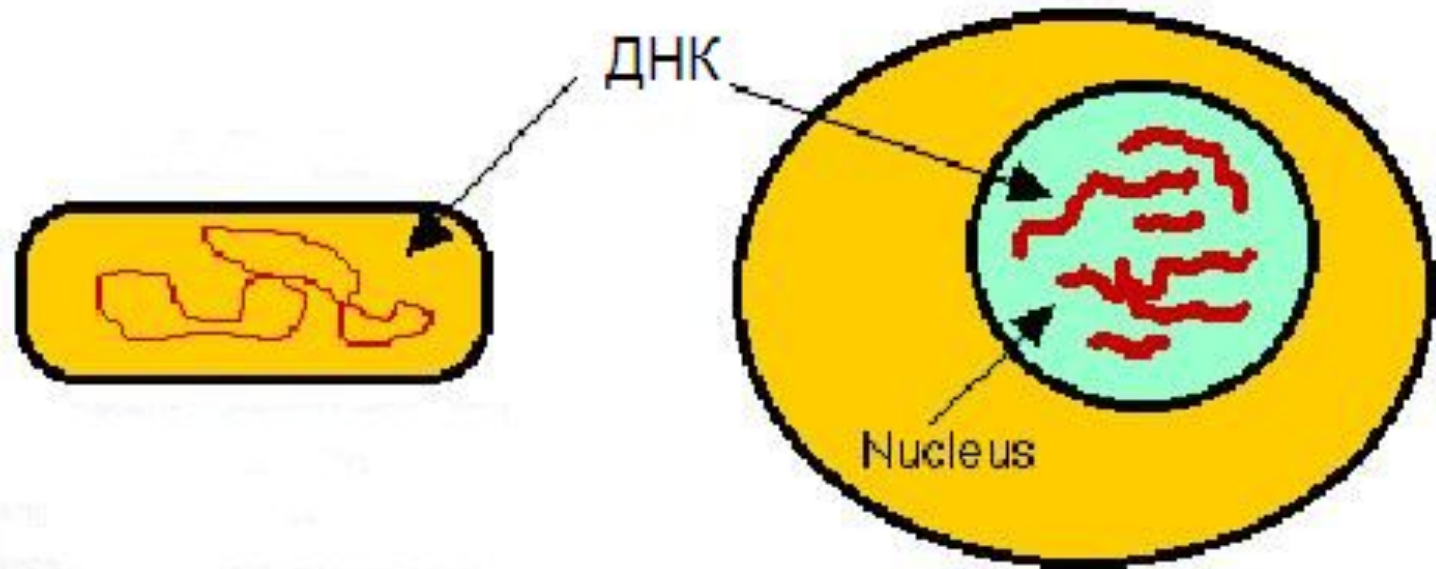
# Органеллы бактериальной клетки: необязательные (факультативные)

- **Плазмиды** = ДНК аналогичного нуклеоиду строения, но:
  - меньшего молекулярного веса
  - *в одной клетке может быть несколько копий одной плазмиды*
- **Цитоплазматические включения**  
Как правило, запасы питательных веществ.  
Н-р, зерна волютина – полифосфаты,  
кристаллы серы

# Органеллы бактериальной клетки: необязательные (факультативные)

- **Защитные приспособления**
  - спора (эндоспора)
  - капсула
- **Жгутики**
  - органоиды движения
- **Реснички (пили, фимбрии)** = полые белковые (белок пилин) трубочки на поверхности клетки:
  - общего типа – для адгезии на питательном субстрате
  - половые (конъюгативные) – для передачи ДНК от одной клетки к другой

# Расположение ДНК в эу- и прокариотической клетке

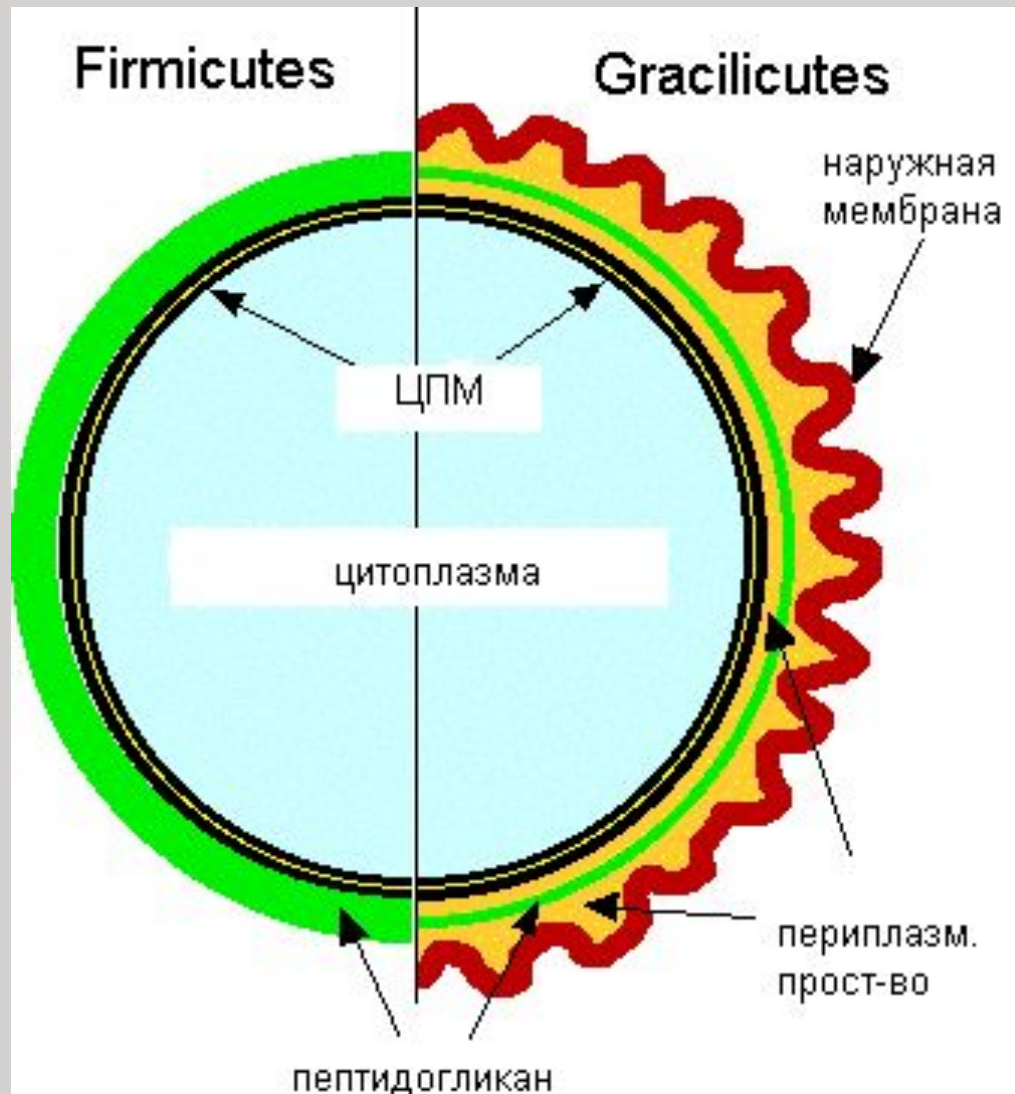




# Строение клеточной стенки бактерий

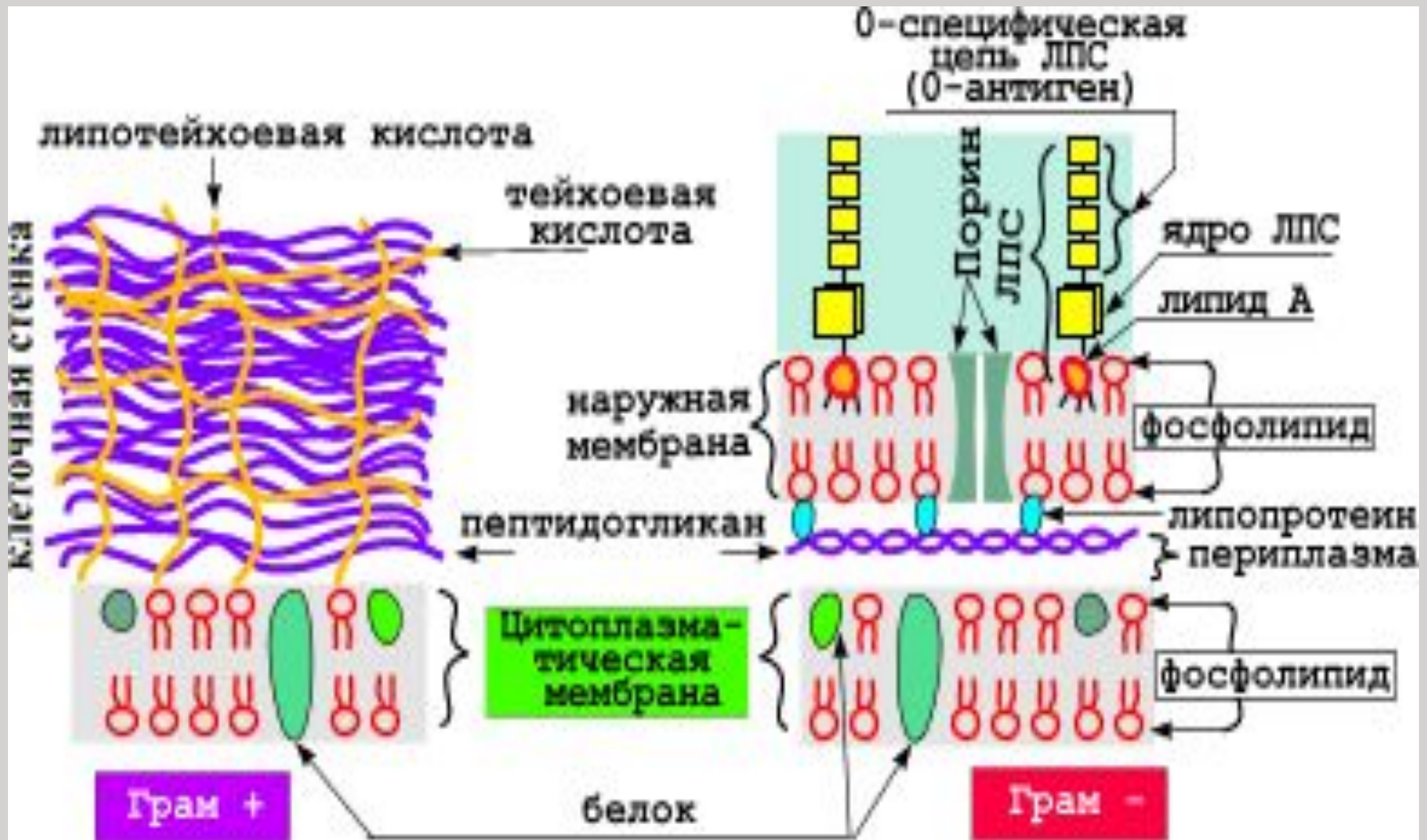
| <b>Firmicutes</b><br>(грамположительные)    | <b>Gracillicutes</b><br>(грамотрицательные)  |
|---|--|
| Пептидогликан многослойный                  | Пептидогликан однослойный  |
| Есть полимеры тейхоевых кислот              | Нет тейхоевых кислот   |
| Нет внешней мембраны                        | Есть внешняя мембрана (состоит из фосфолипидов, белков, полисахаридов и липополисахаридов) |
| По Граму – фиолетовый цвет                  | По Граму – розовый цвет  |
| Под действием лизоцима образуют протопласты | Под действием пенициллина образуют сферопласты   |

# Строение клеточной стенки бактерий



# Схема строения оболочек

грамположительных и грамотрицательных бактерий



# Строение пептидогликана грамположительных бактерий

- **Пептидогликан** имеет волокнистую структуру и состоит из параллельно расположенных молекул **гликана**, образованного повторяющимися остатками

**N-ацетилглюкозамина (Г)**  
**и N-ацетилмурамовой кислоты (М),**  
соединенных **гликозидной** связью



- Соседние молекулы **гликана** соединяются через N-ацетилмурамовые кислоты (М) **тетрапептидной связью** (состоит из 4 аминокислот, например, L-ала—D-глу—**L-лиз**—D-ала).



L-ала

L-ала

D-глу

D-глу

**L-лиз-гли-гли-гли-гли-гли -L-лиз**

D-ала

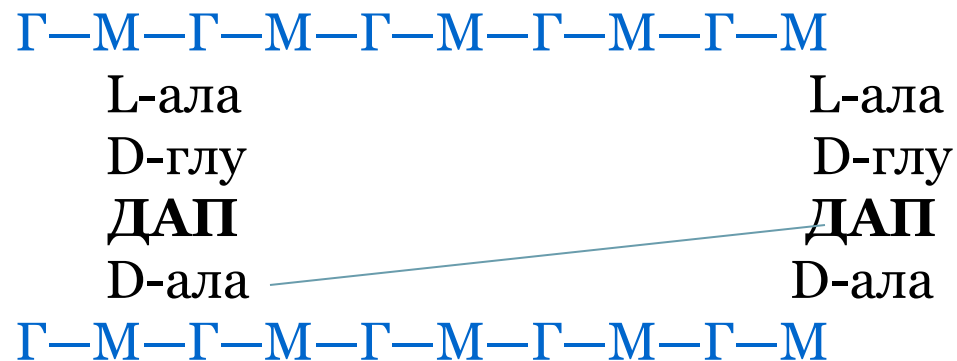
D-ала



- Тетрапептиды соединены друг с другом полипептидными цепочками из 5 остатков глицина = **пентаглицин**

# Строение пептидогликана грамотрицательных бактерий

- **Пептидогликан** - состоит из параллельных молекул **гликана**,  
 $\Gamma-M-\Gamma-M-\Gamma-M$
- соседние молекулы **гликана** соединены **тетрапептидами**: L-ала—D-глу—**мезо-диаминопимелиновая к-та**—D-ала)
- тетрапептиды соединяются друг с другом через **D-ала** одной цепи и **мезоДАП** другой.



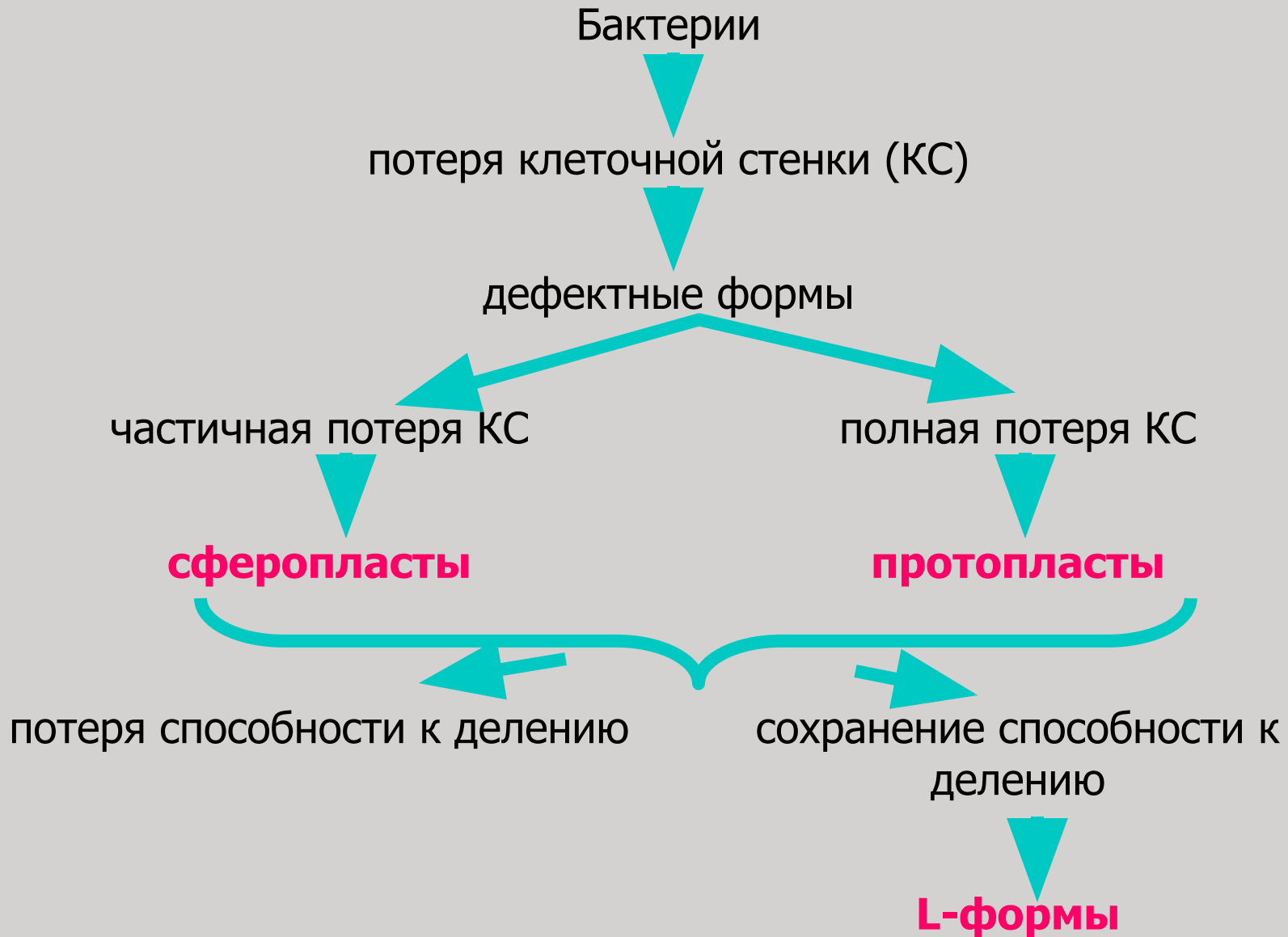
# Строение наружной мембраны грамотрицательных бактерий

- **Наружная мембрана** – через **липопротеин** связана с пептидогликаном,
  - имеет вид волнообразной трехслойной структуры,
  - основным компонентом является **бимолекулярный слой липидов**,
  - мозаичная структура, состоит из **липополисахарида, фосфолипидов и белков**,
  - ассиметрична:
    - внутренний слой состоит из фосфолипидов,
    - в наружном расположен липополисахарид (ЛПС)

# Строение липополисахарида грамотрицательных бактерий

- **Липополисахарид** состоит из 3-х фрагментов:
  - **липид А** – одинаков у всех гр- бактерий,
    - обуславливает токсичность,
    - отождествляется с эндотоксином,
    - с его помощью ЛПС крепится в наружной мембране;
  - **ядро** = основной фрагмент (базисный) – состоит из олигосахаридов, одинаков,
    - наиболее постоянной частью ядра является кетодезоксиоктоновая К-та;
  - **высоковариабельная цепь полисахаридов** –
- О- специфическая часть - обуславливает серогруппу, серовар (О-АГ).

# Дефектные формы бактерий





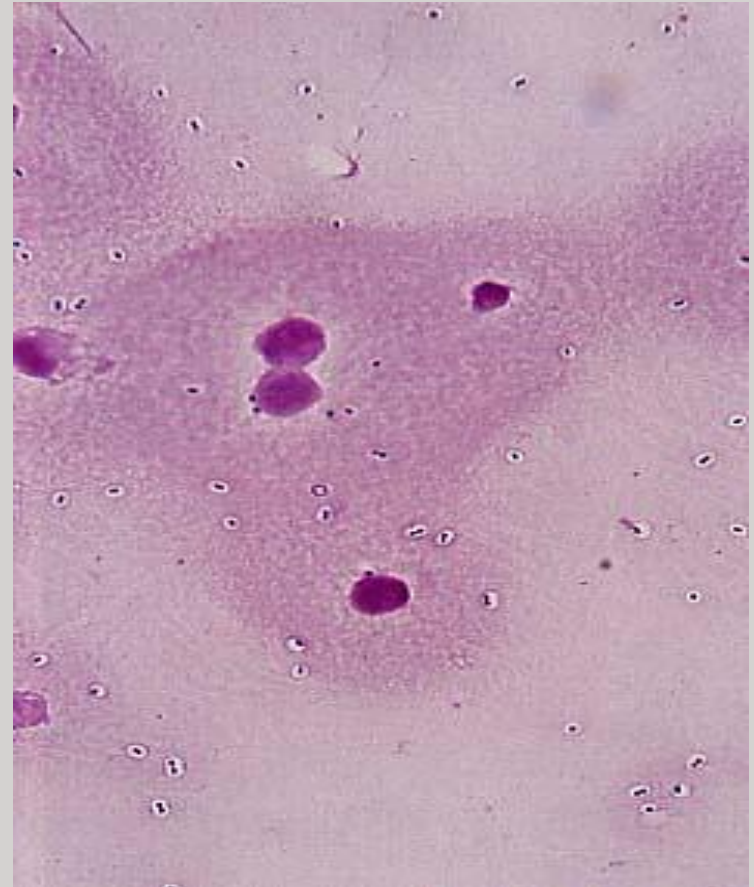
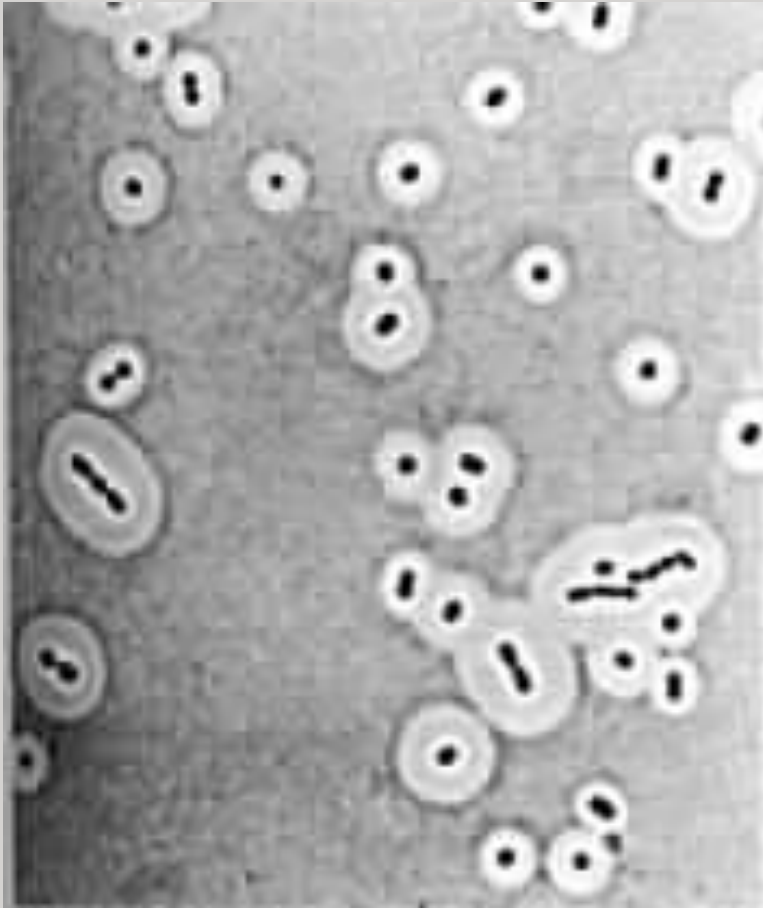
# Микро- и макрокапсула бактерий

|                   | Макрокапсула<br>(капсула)   | Микрокапсула                                       |
|-------------------|---|--|
| Определение       | Выраженный слизистый слой, покрывающий КС и имеющий фибриллярное строение   | Тесно прилегающие к КС мукополисахаридные фибриллы |
| Место образования | <ul style="list-style-type: none"><li>• человеческий организм</li><li>• питательные среды, содержащие сыворотку крови</li></ul> |  |
| Состав            | <ul style="list-style-type: none"><li>• чаще – полисахариды</li><li>• реже - полипептиды</li></ul>                              | мукополисахарид                                    |
| Функция           | Защита бактериальной клетки от: <ul style="list-style-type: none"><li>• фагоцитов</li><li>• антител</li></ul>                   |  |

# Микро- и макрокапсула бактерий

|                               | Макрокапсула (капсула)  | Микрокапсула                             |
|-------------------------------|---|--|
| Бактерии, обладающие капсулой | <p>Особенно выражена у:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <u>клебсиелл</u> (образуется ими постоянно, даже на простых питательных средах)</li><li>• <u>пневмококка</u></li><li>• <u>бацилл сибирской язвы</u></li><li>• <u>Clostridium perfringens</u></li><li>• <u>коккобактерий</u> (кроме бруцелл)</li></ul> | Многие бактерии                          |
| Выявление                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• В мазке из патологического материала – любым методом окраски (неокрашенный ореол вокруг бактериальной клетки)</li><li>• Специальные методы окраски</li></ul>  | Электронно-микроскопическое исследование |

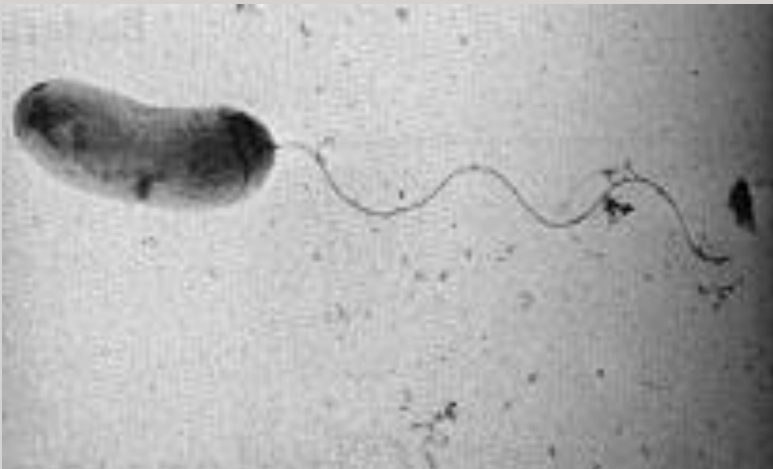
# Капсула бактерий



# Жгутики бактерий



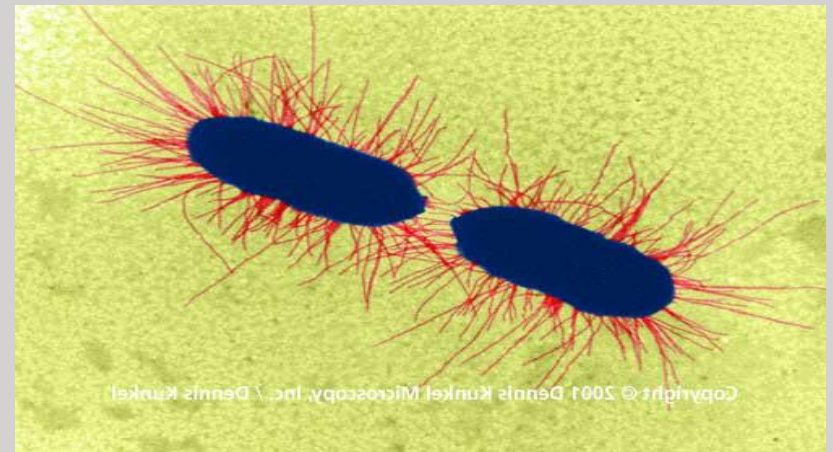
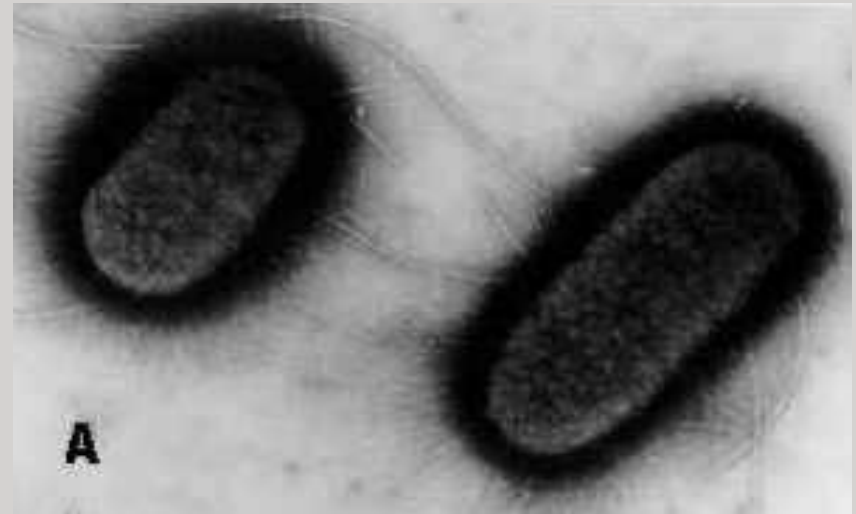
- Органы движения бактерий
  - жгутики
  - осевая нить (у спирохет)



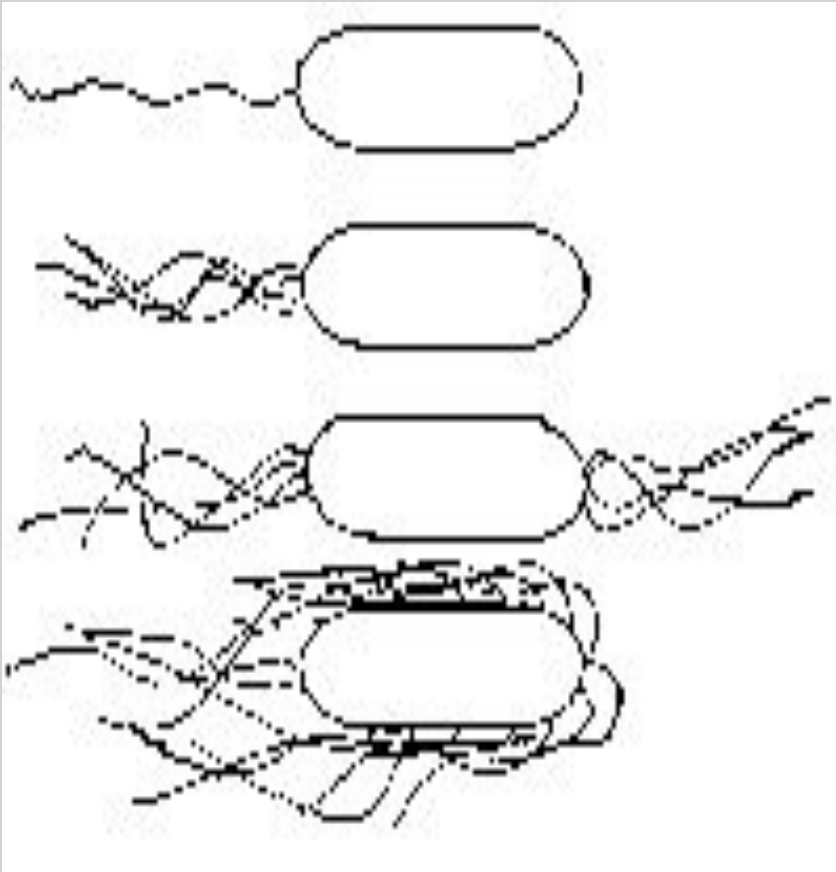
- Тип движения жгутиков
  - Вращательный

# Жгутики бактерий

- **Выявление жгутиков**
- косвенное – по факту подвижности бактерий
- прямое:
  - специальные методы окраски
  - фазово-контрастная микроскопия (у лофотрихов)
  - электронная микроскопия



# Классификация бактерий по числу и расположению жгутиков



- монотрихи – один на полюсе
- политрихи – много:
  - лофотрихи – пучок
  - амфитрихи – на противоположенных полюсах
  - перитрихи – по всей поверхности
- атрихи – жгутики отсутствуют

# Спора и спорообразование у бактерий

- **Определение:** СПОРА - покоящаяся форма, позволяющая сохранить наследственную информацию бактериальной клетки в неблагоприятных условиях внешней среды
- **Функция** - защита от:
  - неблагоприятных физико-химических факторов внешней среды
  - истощения питательной среды
- **Строение** - ДНК, окруженная многослойной оболочкой, в т.ч. пептидогликановой (кортекс)

# Спора и спорообразование у бактерий

- Место образования:

- внешняя среда (не в организме человека)
- искусственная питательная среда

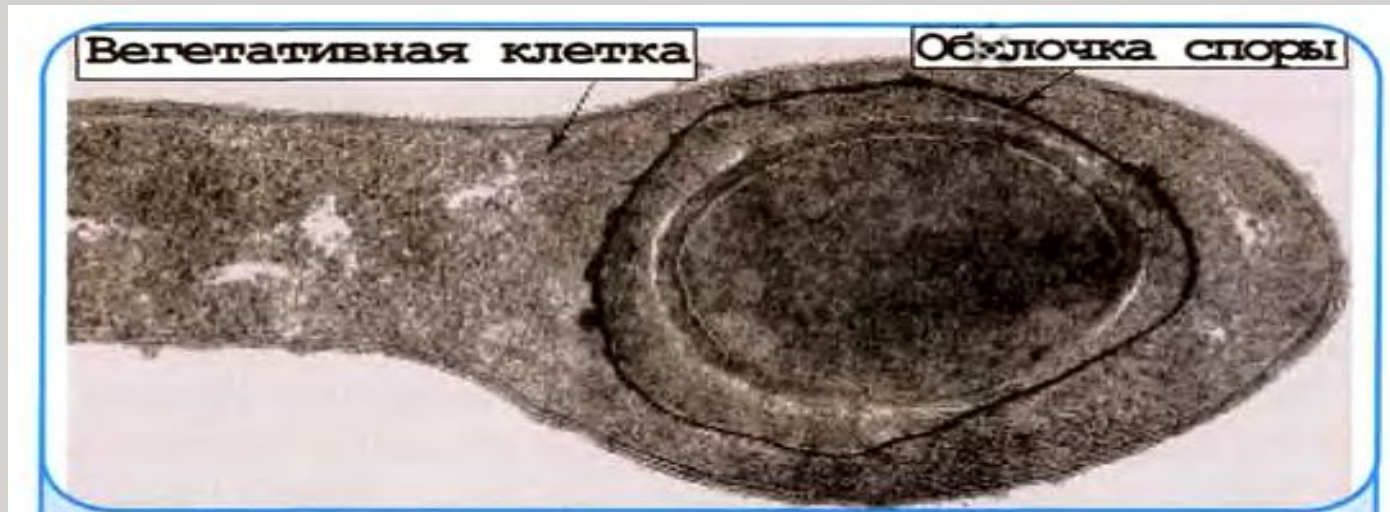
- Факторы, обуславливающие термоустойчивость:

- практически полное отсутствие свободной воды
- повышенная концентрация кальция
- наличие дипиколиновой кислоты
- особое строение белка
- особое строение пептидогликана кортекса



# Стадии образования споры

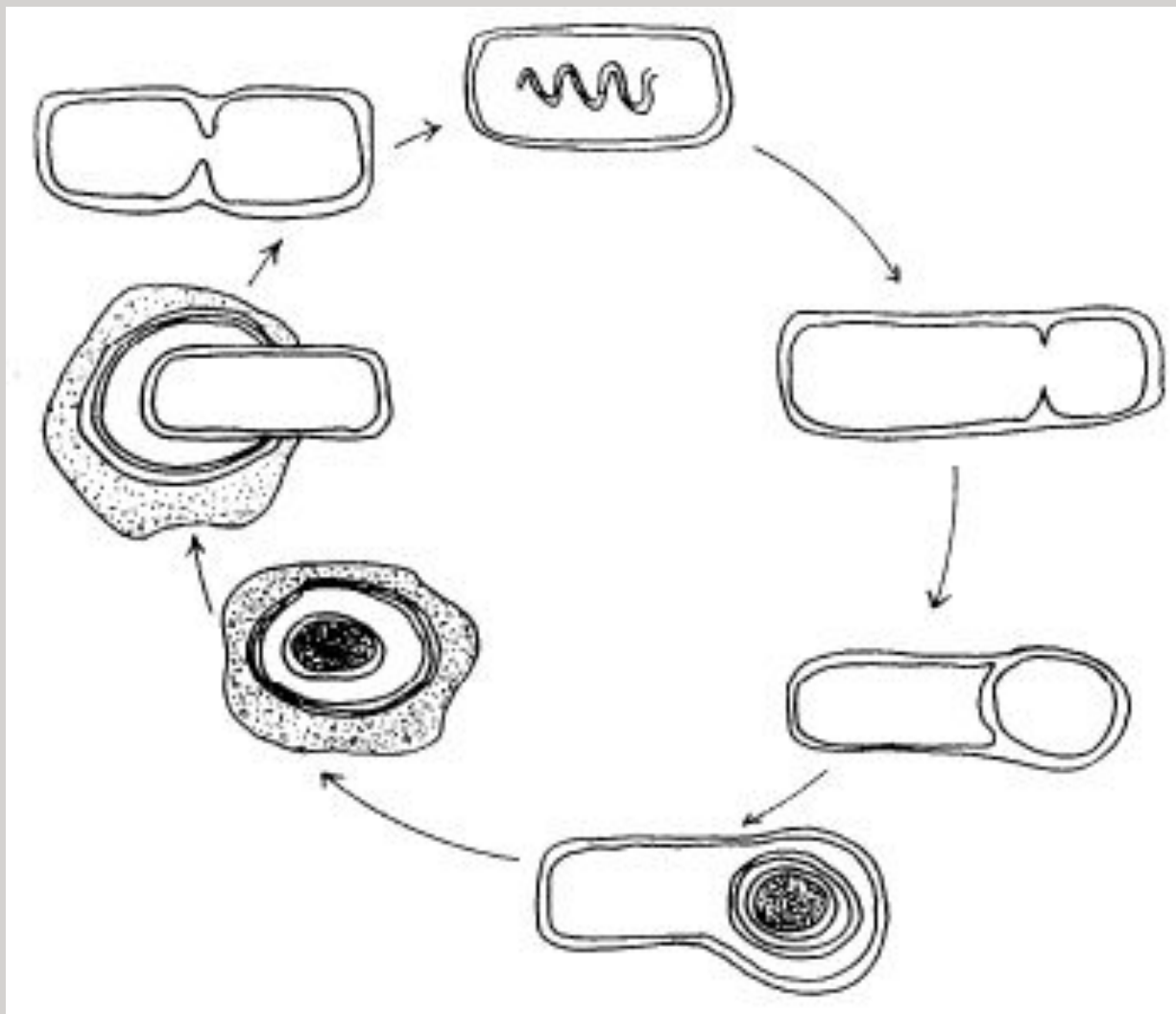
1. формирование **СПОРОГЕННОЙ** ЗОНЫ (уплотненный участок цитоплазмы вокруг нуклеоида)
2. образование **ПРОСПОРЫ** (изолирование спорогенной зоны от остальной части цитоплазмы врастающей внутрь клетки ЦПМ)
3. образование **КОРТЕКСА** и **ДИПИКОЛИНОВОЙ** КИСЛОТЫ
4. образование внешней оболочки, содержащей **СОЛИ КАЛЬЦИЯ**
5. отмирание вегетативной части клетки



# Стадии прорастания споры

1. набухание (увеличение количества свободной воды)
2. активация ферментов
3. разрушение плотных оболочек (разрушаются соли кальция, кортекс, дипиколиновая кислота)
4. выход ростовой трубки (бактериальной клетки)
5. синтез клеточной стенки

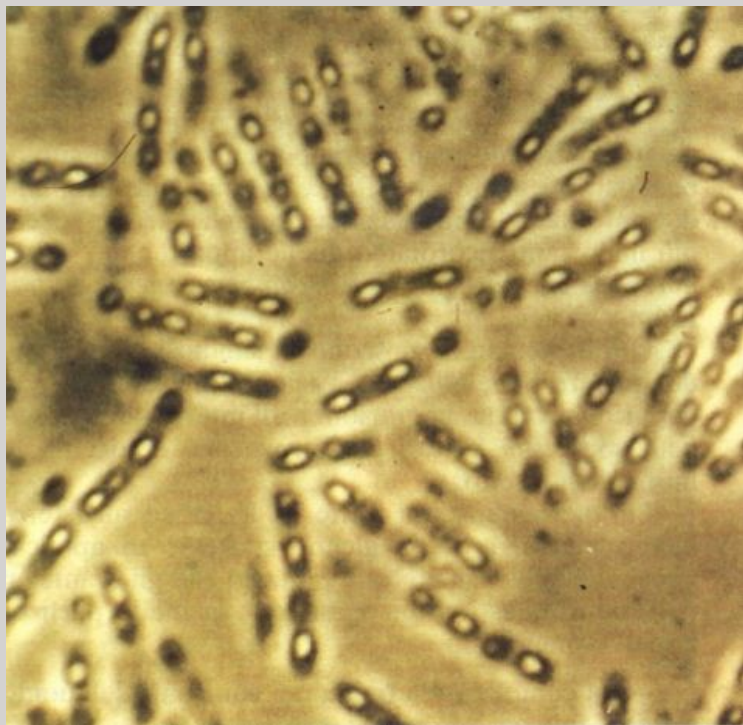
# Схема процессов спорообразования и прорастания споры



# Спорообразующие бактерии

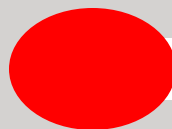
## Бациллы

(спора меньше диаметра  
клетки)

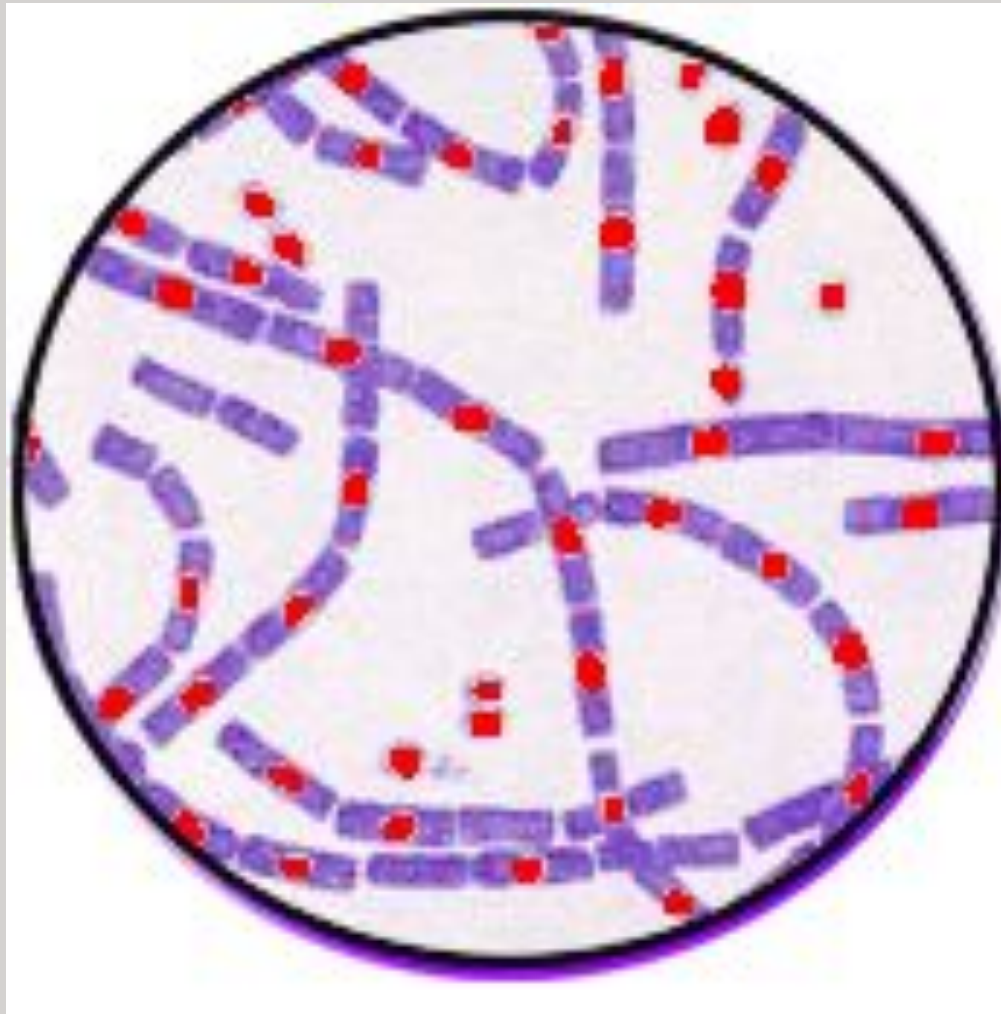


## Клостридии

(спора больше диаметра  
клетки)



# Выявление спор - окраска по Ожешко



# Классификация и строение микроорганизмов

# АКТИНОМИЦЕТЫ



- **Классификация:**
  - **Тип:** Actinobacteria
  - **Класс:** Actinobacteria
  - **Роды:** - Actinomyces (A.bovis)  
- Nocardia (N.asteroides)
- **Медицинское значение** - вызывают **актиномикоз** (в пораженных тканях образуют переплетения гиф – **друзы**, которые в центре кальцинируются) и **нокардиоз**

# Актиномицеты

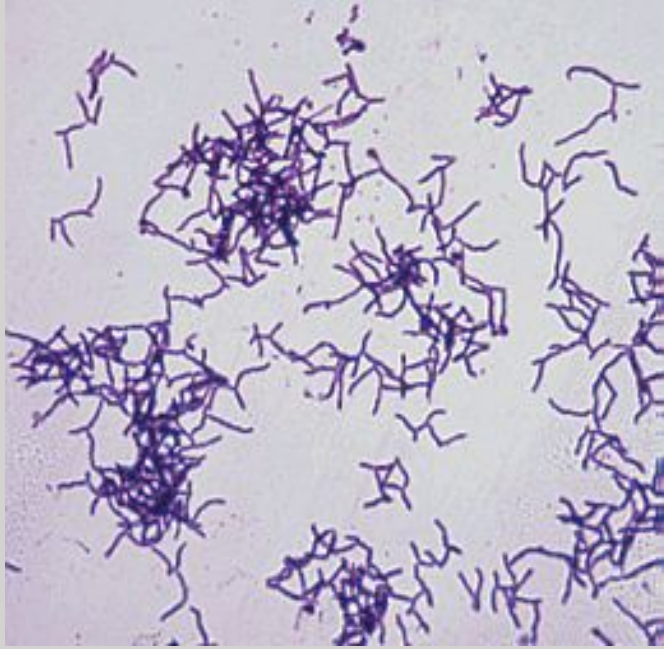


- **Морфология:**

- имеют вид палочек или нитей (**гиф**), которые переплетаясь образуют **мицелий** (субстратный и воздушный),
- на концах воздушного мицелия располагаются **спороносцы** (орган плодоношения), несущие 1 или несколько **спор**,
- жгутиков не имеют,
- истинных спор и капсул не образуют



# Актиномицеты



- **Отличие от бактерий** - в составе пептидогликана клеточной стенки имеют **арабинозу, галактозу, ксилозу и мадуросу**

# Спирохеты

## Классификация

- Тип: Spirochaetes
- Класс: Spirochaetes
- Роды:

–Treponema

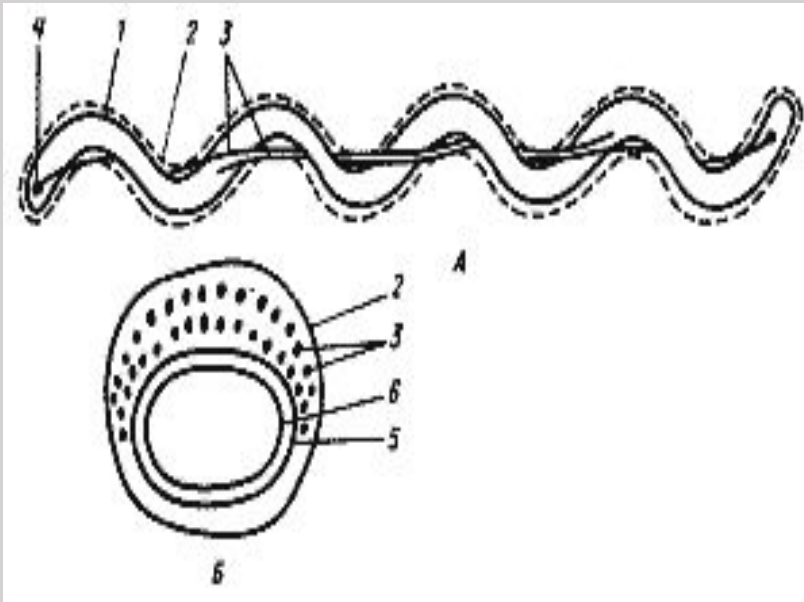
(*T. pallidum*)

–Leptospira

(*L. interrogans*)

–Borrelia

(*B. recurrentis*)



1 — протоплазматический цилиндр; 2 — наружный чехол; 3 — аксиальные фибриллы; 4 — блефаропласт = место прикрепления аксиальных фибрилл; 5 — пептидогликановый слой клеточной стенки; 6 — ЦПМ.

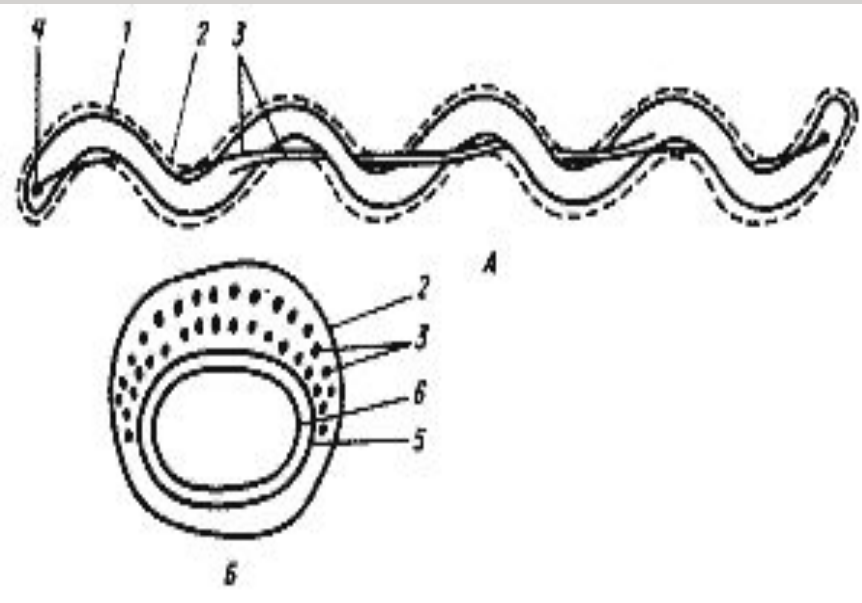
# Спирохеты

## Особенности ультраструктуры

В периплазматическом пространстве клеточной стенки вдоль всего тела бактерий проходит **осевая нить** (аксиальная нить или фибрилла), которая крепится к **блефаропластам**,

Осевая нить состоит (аналогично жгутику) из сократительного белка **флагеллина** и служит органоидом движения.

Поэтому спирохеты двигаются благодаря сокращению всего тела.



1 — протоплазматический цилиндр; 2 — наружный чехол; 3 — аксиальные фибриллы; 4 — блефаропласт = место прикрепления аксиальных фибрилл; 5 — пептидогликановый слой клеточной стенки; 6 — ЦПМ.

# Особенности морфологии спирохет



Трепонемы



Боррелии

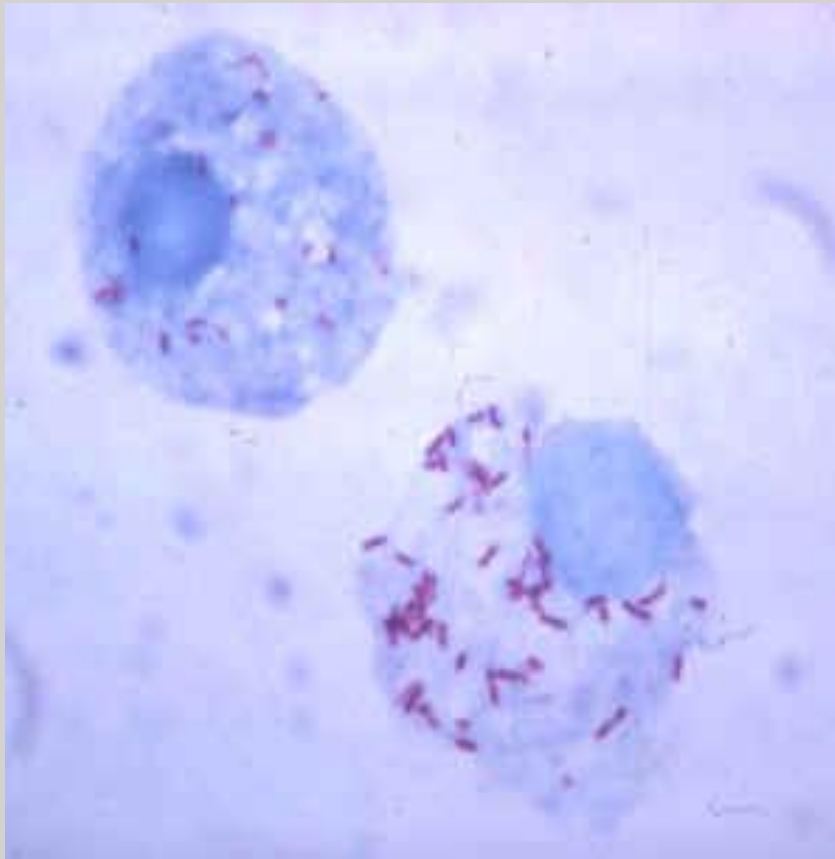


Лептоспиры

# Особенности морфологии спирохет

|                                       | <b>Treponema</b>                    | <b>Borrelia</b>                              | <b>Leptospira</b>   |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| <b>Форма</b>                          | штопорообразная                     | Неправильно изогнутая                        | Сигмовидная, С- или Z-образная  |
| <b>Количество и характер завитков</b> | 8-12 завитков одинаковой амплитуды  | амплитуда и количество завитков не постоянны | первичные завитки (около 20) -практически не видны, а вторичные («крючья») – 2 - направлены в одну или в разные стороны |
| <b>Количество фибрилл</b>             | 3-4                                 | 7-20   | 2   |
| <b>Характер движения</b>              | Плавное, сгибательно-поступательное | Толчкообразное, сгибательно-поступательное   | Очень активное, вращательное  |
| <b>Окраска по Романовскому-Гимзе</b>  | Бледно-розовая                      | Сине-фиолетовая                              | Розово-сиреневая, но чаще изучают в темном поле зрения по вращательному движению  |

# Особенности морфологии и ультраструктуры риккетсий



Морфология –  
коккобактерии

Принципиальное  
отличие от других  
прокариот - облигатные  
внутриклеточные паразиты

Локализация в клетке-  
ХОЗЯИНЕ -диффузно в  
цитоплазме и/или ядре

# Особенности морфологии и ультраструктуры риккетсий

## Классификация:

- Тип: Proteobacteria
- Класс:  
Alphaproteobacteria
- Род: Rickettsia  
(*R. prowazekii*)



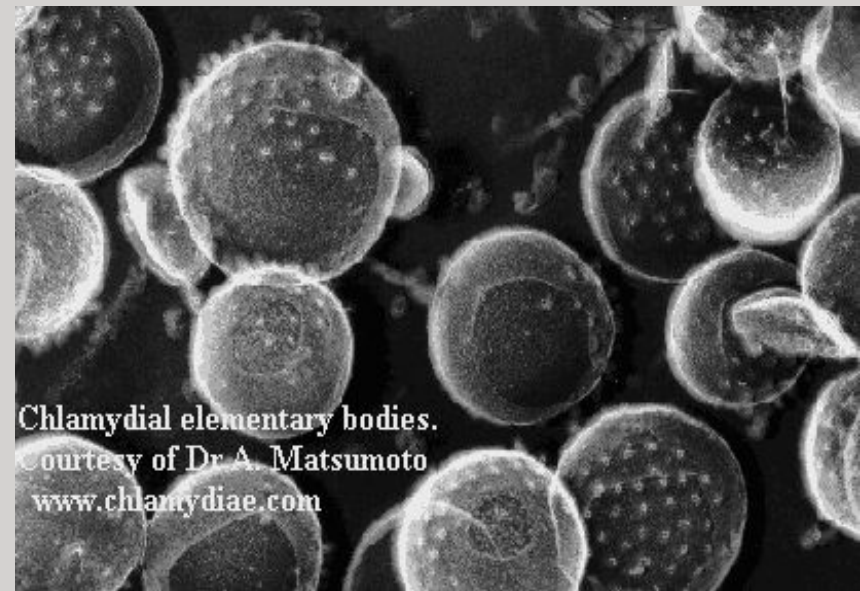
## Ультраструктура:

- типичная структура грамотрицательных бактерий,
- у некоторых видов есть наружная мембрана,
- жгутиков, спор, капсул нет

# Классификация и ультраструктура хламидий

- Тип: Chlamydiae
- Класс: Chlamydiae
- Род: Chlamydia  
(C. psittaci,  
C. trachomatis,  
C. pneumoniae)

Ультраструктура –  
типичная для  
грамотрицательных  
бактерий

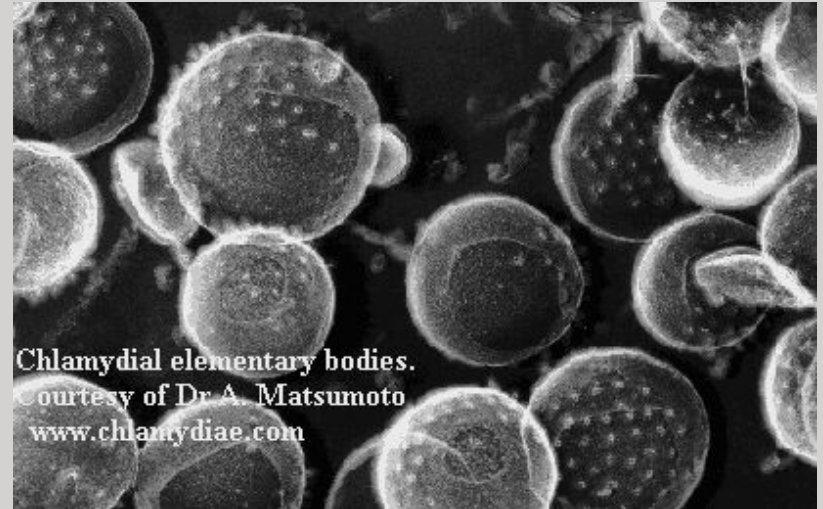




# Особенности морфологии хламидий

- **Морфология:**

- Вне клеток – **элементарные тельца** = спороподобные сферические клетки (являются инфекционной формой)
- В клетках – **ретикулярные тельца** = делящиеся формы, образуют микроколонии в клетках



- **Принципиальное отличие от других прокариот** - облигатные внутриклеточные паразиты

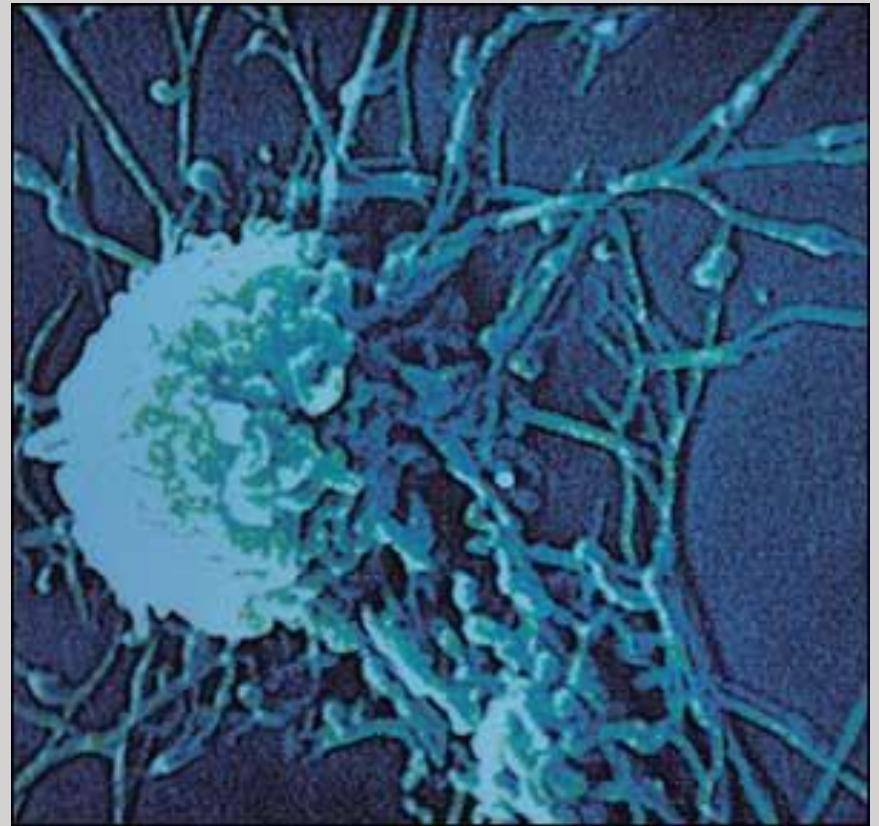
# Локализация хламидий в клетке-хозяине

В виде цитоплазматических включений (микроколоний, окруженных общей оболочкой)



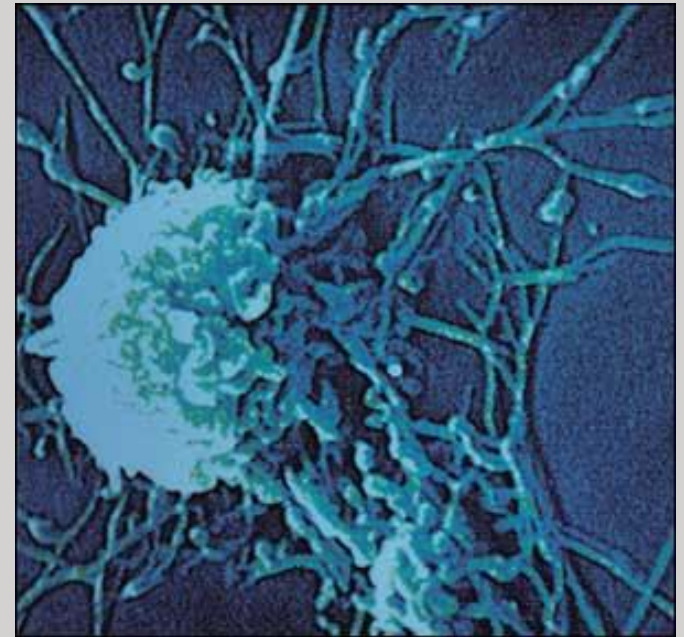
# Классификация микоплазм

- Тип: Firmicutes
- Класс: Mollicutes
- Роды:
  - Mycoplasma  
(*M.pneumoniae*)
  - Ureaplasma  
(*U.urealyticum*)



# Особенности морфологии и ультраструктуры микоплазм

- Полиморфные микроорганизмы,
- Покрываются **трехслойной эластичной мембраной**,
- В ЦПМ содержатся **стерины**,
- снаружи расположен **капсулоподобный слой**,
- Жгутиков не имеют, спор не образуют,
- Очень сильно отличаются по **структуре ДНК**



**Принципиальные отличия от других прокариот:**

- Нет **КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ** → нет определенной формы,

# Патогенные простейшие: классификация

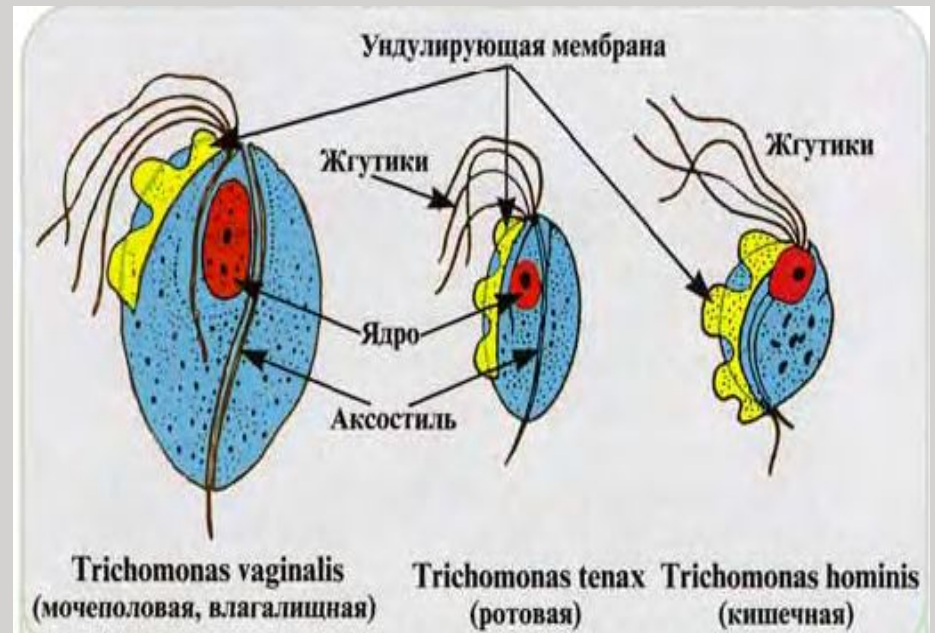
Царство: Animalia

Подцарство: Protozoa

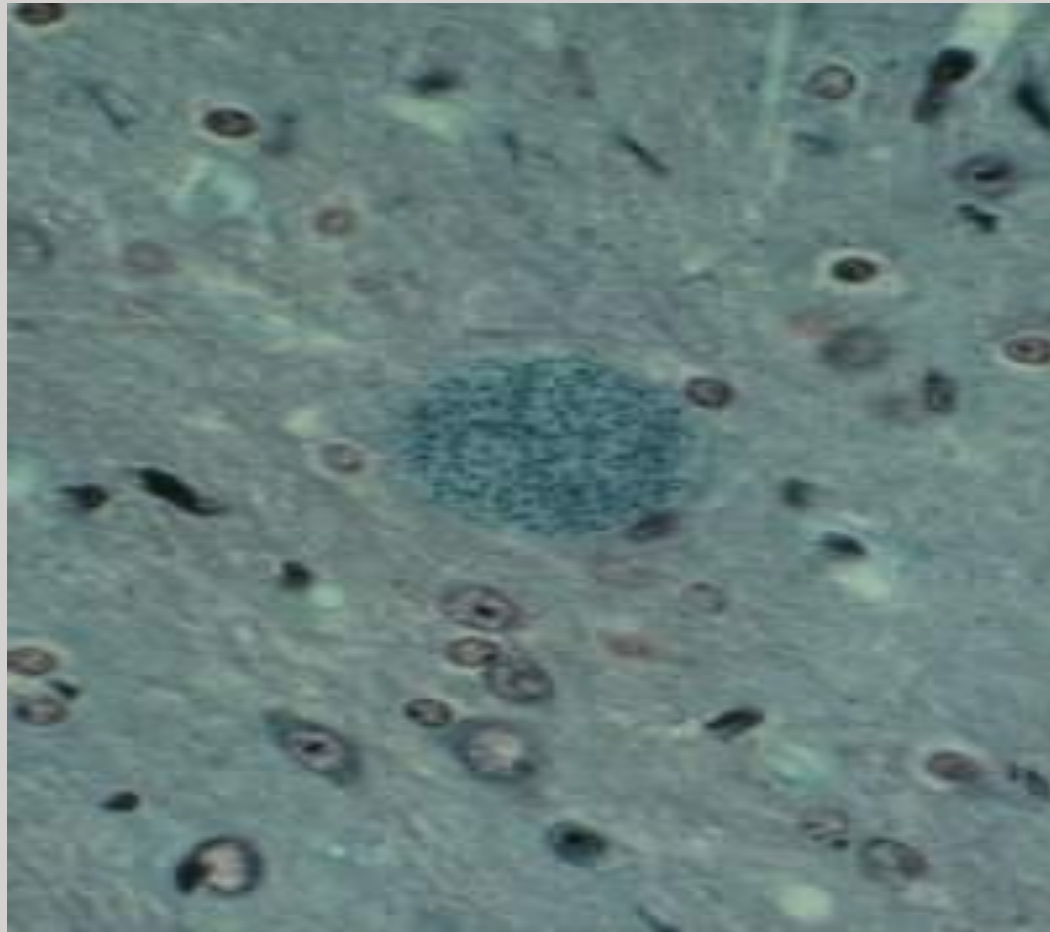
Типы:

1. Sarcomastigophorae
2. Apicomplexa
3. Ciliophora
4. Microspora

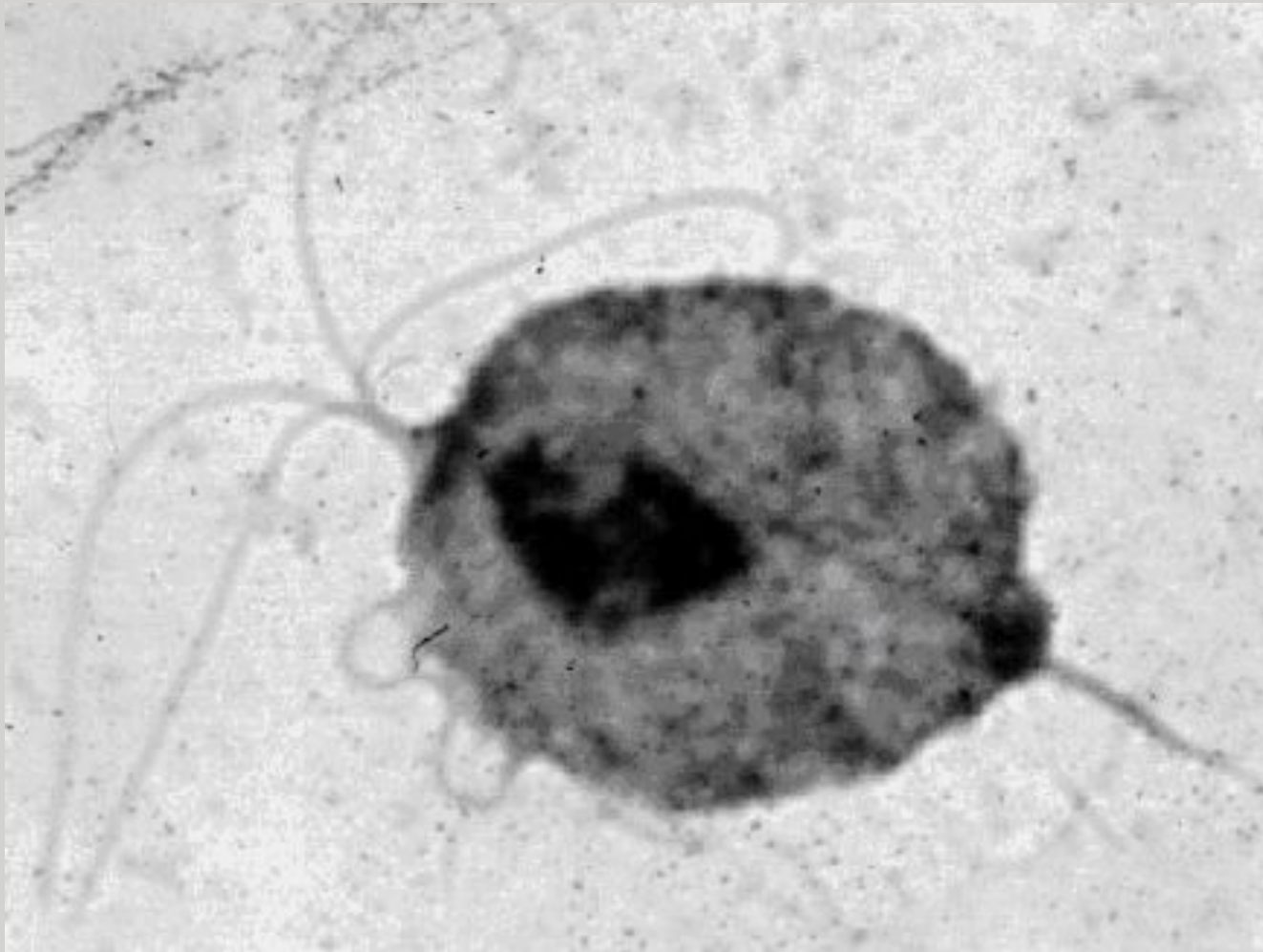
## *Trichomonas*



# *Toxoplasma gondii*



# *Trichomonas vaginalis*



# Патогенные простейшие: **общая характеристика**

- Одноклеточные микроорганизмы
- По структуре близки к клеткам животных
- Большинство – *гетеротрофный* тип метаболизма
- Клетки покрыты плотной оболочкой – *пелликулой*
- Многие подвижны
  - временные *псевдоподии*
  - постоянные органеллы:
    - *жгутики*
    - *реснички*
- Механизм питания:
  - фагоцитоз (просто организованные)
  - специальные структуры для поглощения пищи (более сложно организованные простейшие)
- Механизм выделения - эндоцитоз
- Дыхание – всей поверхностью клетки
- В неблагоприятных условиях образуют цисты



# ПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ

- **Признаки, схожие с растительной клеткой:**

- осмотрофный характер поглощения питательных веществ
- неограниченный рост
- необходимость прикрепления к субстрату
- характер эмбриогенеза
- неподвижность в вегетативном состоянии
- размножение и распространение спорами

# ПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ

- **Признаки, схожие с животной клеткой:**

- гетеротрофный тип питания
- потребность в витаминах
- запасание углеводов в виде гликогена
- способность к синтезу хитина
- образование и накопление мочевины

# Классификация Eumycota по признаку септированности гиф

1. несептированные = низшие грибы – *фикомицеты*
2. септированные = высшие грибы - *эумицеты*

# Классификация грибов

Надцарство: эукариот

- Царство: Мусота или Fungi

- Отделы:

  - Мухомусота (грибы-слизневика)

  - **Еумусота (настоящие грибы),**

**Классы:**

1. **Chytridiomycetes** – *фикомицеты*

2. **Hyphochytridiomycetes** – *фикомицеты*

3. **Oomycetes** – *фикомицеты*

4. **Zygomycetes** – *фикомицеты*

5. **Ascomycetes** – *эумицеты*

6. **Basidiomycetes** – *эумицеты*

7. **Deuteromycetes** – *эумицеты*

# Классификация Eumycota по признаку процесса размножения

- половой (*совершенные грибы*) – все, кроме дейтеромицетов
- бесполой (*несовершенные грибы*) - дейтеромицеты

# Дейтеромицеты

сборная группа разных видов грибов:

- не имеющих полового процесса
- размножающихся
  - вегетативно
  - с помощью спор

# Строение клеток грибов

- клеточная стенка

- полисахариды

- преимущественно – **ХИТИН** (но с низким содержанием азота, в отличие от клеток членистоногих)
    - глюканы
    - Маннаны

- цитоплазматическая мембрана

- стероиды
  - эргостерин
  - зимэстерол

# Строение клеток грибов

- **ядро**
  - диаметром от 2 до 12 мкм
  - окружено ядерной оболочкой
- **Цитоплазма**, в которой располагаются
  - вакуоли
  - микротрубочки
  - эндоплазматическая сеть
  - митохондрии
  - производные аппарата Гольджи (только у грибов!):
    - *сегресомы* = вакуолеподобные структуры, ограничивают поступление в клетку гидрофобных веществ,
    - *хитосомы* – содержат фермент хитинсинтетазу, необходимый для синтеза хитина



# Типы роста грибов

1. Гифальный = мицелиальный (плесневой) – многоклеточные организмы
2. дрожжевой – одноклеточные организмы

# Диморфизм грибов

= феномен морфологического полиморфизма, когда один и тот же вид может быть:

- как **мицелиальным** (плесневым),
- так и **дрожжеподобным**.

= феномен может быть проявлением, н-р, адаптации гриба к изменившимся условиям внешней среды:

- при выделении от больного – **дрожжевая форма**,
- при росте на питательных средах – **мицелиальная**.

# Плесени – нитчатые грибы

- структурная вегетирующая единица = **гифа** – разветвлённая микроскопическая нить
- переплетаясь гифы образуют **грибницу (таллом)** – одно- или многоклеточное вегетативное тело гриба
- совокупность гиф грибного таллома = **мицелий** (способность его образовывать – отличие настоящих грибов от грибов-слизевиков)

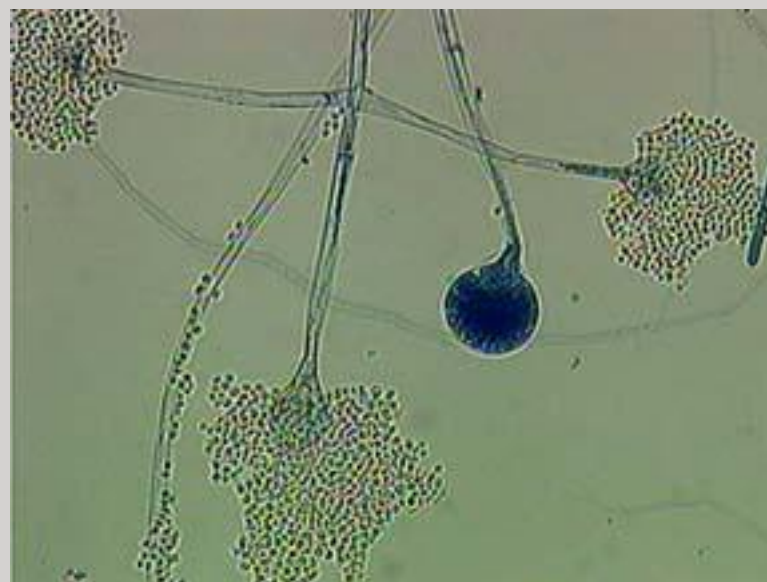
# Плесени: характеристика таллома

- **субстратный** (вегетативный) мицелий –  
врастает в питательный субстрат
- **воздушный** (репродуктивный) мицелий –  
формирует споры
  - споры развиваются в специализированных структурах – *спорофорах*, находящихся на специализированных гифах воздушного мицелия,
  - различают ЭНДО- и ЭКЗОспоры

# Плесени: эндоспоры

- Гифа воздушного мицелия – *спорангиофора*
- Эндоспоры развиваются в терминально увеличенном конце гифы – *спорангии*
- гифа, несущая спорангии - *спорангиеносец*

*Mucor*



# Плесени: экзоспоры = конидии

- Гифа воздушного мицелия, несущая экзоспоры – спорофора = *конидиофора*
- Экзоспоры располагаются на поверхности спорофоры (= *конидии*)
- Гифа, несущая конидии – *конидиеносец*
  - микроконидии – одноклеточные
  - макроконидии - многоклеточные

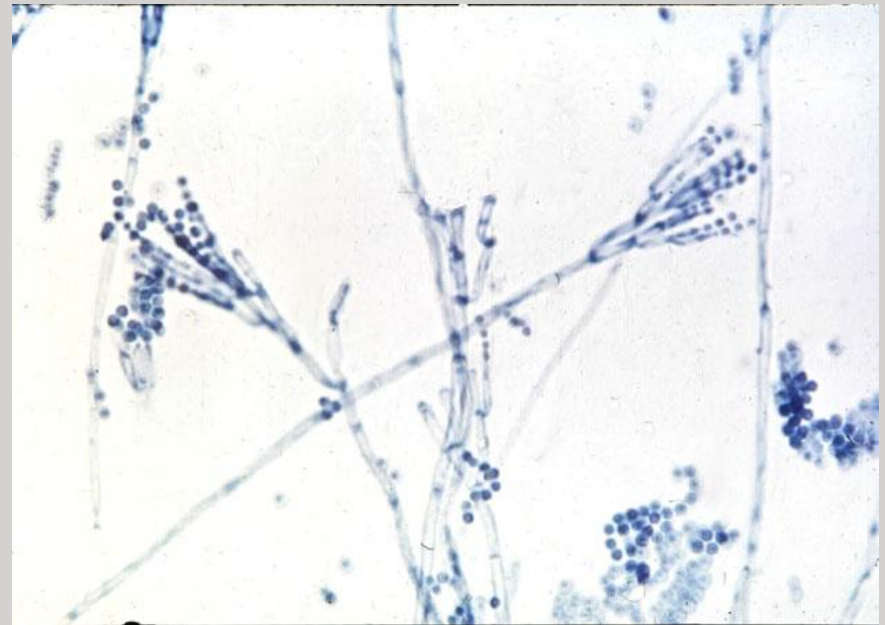
# Плесени: типы конидий

- *стеригмы* – конидиефоры заканчиваются терминальными пузырьками (головками), в которые вырастают бутылкообразные конидии (например, у *Aspergillus*)



# Плесени: типы конидий

- вместо головки может развиваться путём деления специализированная кисточка (например, у *леечной плесени* – *Penicillium*)
- *артроконидии* – формируются при фрагментации конидиофора

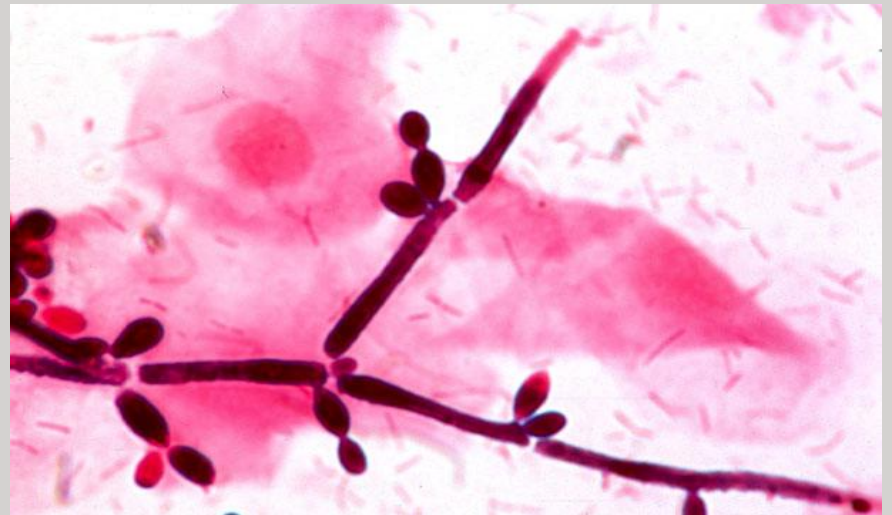




# Дрожжи: морфология

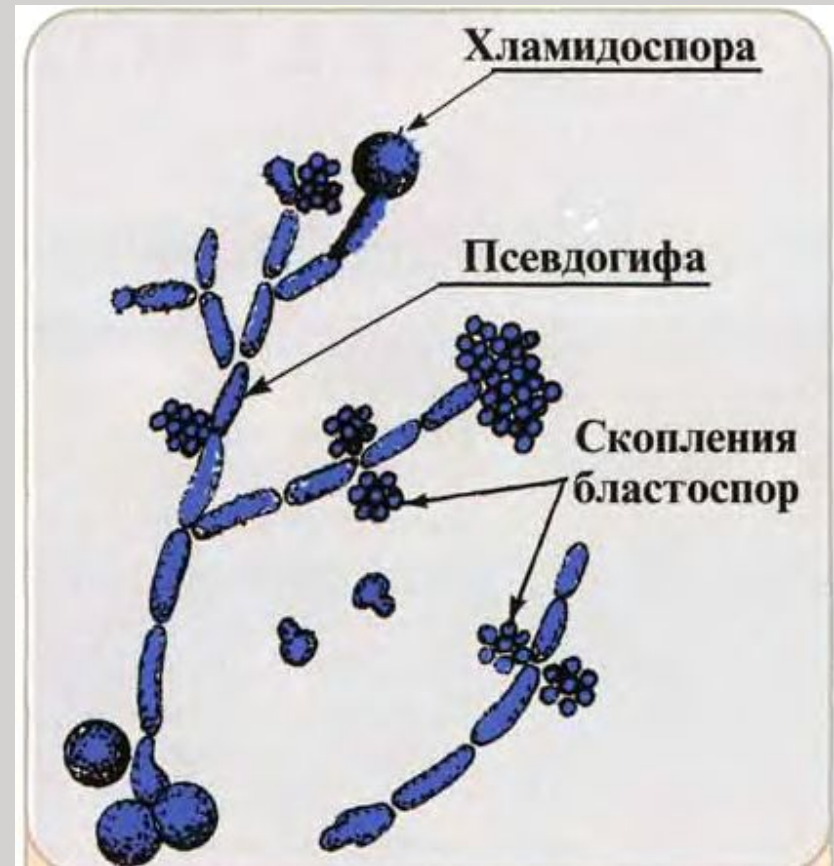
- Сферические или овоидные клетки от 3 до 15 мкм в диаметре
- Делятся почкованием

- *Candida albicans* В поражённой ткани



# Дрожжи: морфология

- Образуют **псевдогифы** (псевдомицелий) – цепочки удлиненных клеток
- На концах псевдогиф располагаются **хламидоспоры** = крупные покоящиеся споры с двухслойной оболочкой
- На перетяжках псевдомицелия располагаются **бластоспоры** = клетки почки, которые трансформируются в псевдогифы



**Спасибо за  
внимание**