

Лекции № 1

Тема: Введение. Краткая история развития микробиологии и ее достижения. Систематика эукариотов и прокариотов. Морфология микроорганизмов.



Литература:

- 1. Асонов Н.Р. Микробиология. - М.: Колос, 2002.
- 2. Блохина И.Н. Систематика бактерий (с основами геносистематики): Монография/И.Н.Блохина, Г.Ф. Леванова, А.С.Антонов. - Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та, 1992.
- 3. Ветеринарная микробиология и иммунология / Под ред. НА.Радчука. -М.: Агропромиздат, 1991.
- 4. Колычев Н.М., Васильев А.А. Краткий курс ветеринарной микробиологии. Часть 1 Общая микробиология и иммунология. - Омск, 1998.
- 5. Колычев Н.М., Госманов Р.Г. Ветеринарная микробиология и иммунология. - М.: Колос, 2003.
- 6. Шлегель Г. Общая микробиология. - М.: Мир, 1987.



1. Предмет микробиологии.

Микробиология (от греч. Micros - малый, bios - жизнь, logos - учение) - наука общебиологического, теоретического и практического значения, изучающая строение, функции, распространение и специфическую активность микроорганизмов или микробов.

В природе существует на настоящий момент 3 царства: царство растений, животных и микробов.

Микроорганизмы вездесущи. На 1 га почвы приходится 800 кг бактерий, которые выполняют активную роль по самоочищению почвы, воды.



Микробиология изучает морфологию, физиологию, биохимию, систематику, экологию, генетику микробов, их взаимодействие с живой и мертвой природой, роль и значение микробов в круговороте веществ, в патологии человека, животных и растений; возможность и методы использования микробов в различных областях производственной деятельности человека (промышленность, сельское хозяйство), а также специфические методы борьбы с инфекционными болезнями человека, животных, и растений.



Огромную роль микроорганизмы выполняют при изготовлении кисломолочных продуктов, при засолке мяса, сушке фруктов и овощей, приготовлении кормов для животных (сенаж, силос).

С помощью микроорганизмов человечество борется с опасными болезнями, путем применения антибиотиков, вакцин, сывороток.

Диагностика многих опасных болезней осуществляется путем применения специальных биологических препаратов - **диагностикумов**, которые являются продуктом жизнедеятельности микробов.



В зависимости от экологических особенностей микробов, условий их обитания, сложившихся в процессе эволюции различных взаимоотношений микробов и окружающей среды, наконец, в зависимости от практических потребностей человека наука о микробах в своем развитии дифференцировалась на специальные дисциплины.

Общая микробиология изучает общие закономерности строения, развития и жизнедеятельности микроорганизмов, их роль в природе, генетику, а также вопросы систематики и классификации. Она является базовой для всех других отраслевых разделов микробиологии.

Промышленная (техническая) микробиология изучает микроорганизмы, используемые в различных отраслях промышленности с целью получения пищевых продуктов, спирта, ферментов, аминокислот, витаминов, антибиотиков кормового белка и других биологически активных веществ, а также разрабатывает способы предохранения продуктов и сырья от порчи их микроорганизмами.

Космическая микробиология изучает влияние космических условий на жизнедеятельность микроорганизмов, а также естественную микрофлору человека и животных в условиях невесомости.

Геологическая микробиология изучает роль микроорганизмов в образовании и разложении руд, извлечении и получении из этих руд металлов, образовании полезных ископаемых, круговороте наиболее важных биогенных элементов.



Сельскохозяйственная микробиология изучает микроорганизмы, участвующие в формировании почвенных структур, повышении плодородия почв, создании бактериальных удобрений, а также вызывающие болезни сельскохозяйственных культур (фитопатогенные) и меры борьбы с ними. Кроме того, разрабатывает методы консервирования кормов с помощью микробов (силосование и др.).

Медицинская микробиология изучает микроорганизмы, вызывающие инфекционные болезни человека, и разрабатывает методы микробиологической диагностики, профилактики и лечения этих болезней специальными препаратами (сыворотки, вакцины и др.).



Ветеринарная микробиология изучает преимущественно патогенные микроорганизмы, вызывающие инфекционные болезни сельскохозяйственных, промысловых и диких животных, птиц, рыб, пчел (зоонозы), а также болезни, общие для человека и животных (зооантропонозы).

Кроме того, исследуется роль микроорганизмов в животноводстве (микрофлора кормов, желудочно-кишечного тракта) и технологии получения пищевых продуктов животного происхождения.

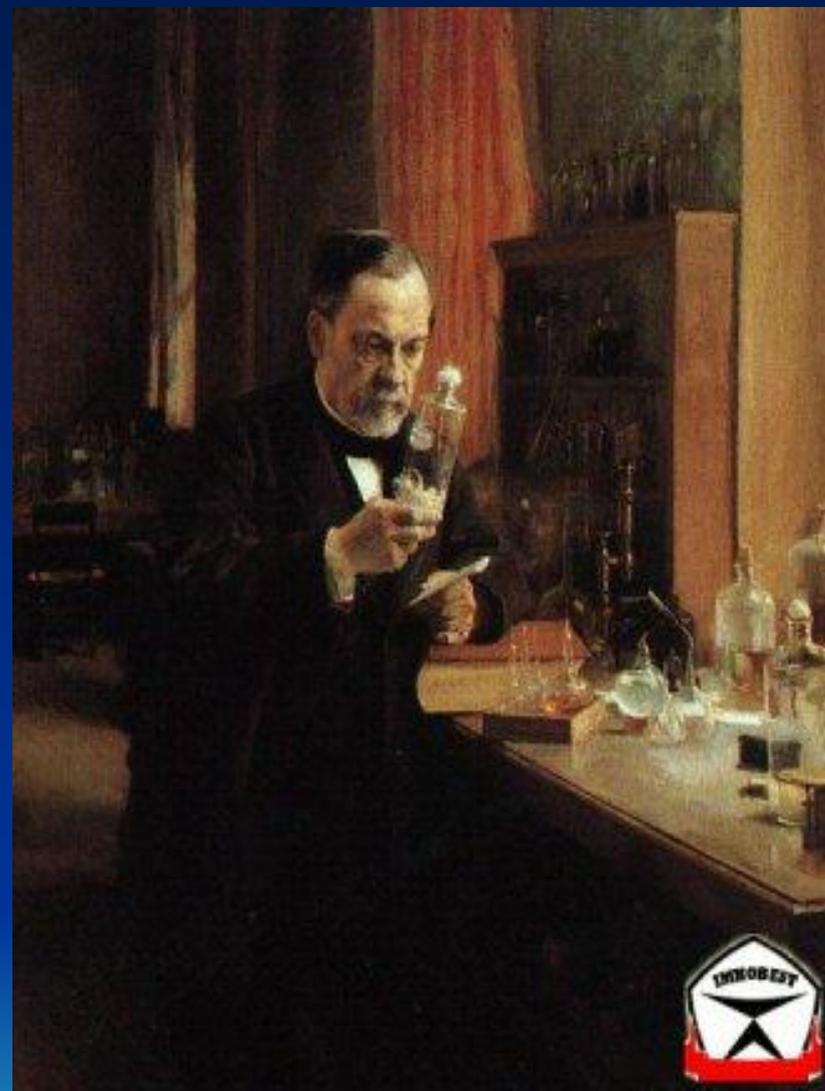


2. Краткий исторический очерк микробиологии

Возникновение микробиологии как науки стало возможным после изобретения микроскопа. Первым, кто увидел и описал микроорганизмы, был голландский натуралист **Антони Ван Левенгук (1632-1723)**, который сконструировал микроскоп, дававший увеличение до 300 раз.



Бурное развитие научной микробиологии началось со второй половины XIX века благодаря работам выдающегося французского химика **Луи Пастера (1822-1895)**, открывшего сущность природы брожения и положившего начало физиологическому периоду.



С именем Пастера связано отрицание теории о самопроизвольном зарождении жизни.

В 1865 г. Пастер установил, что порча вина и пива обусловлены попаданием в сусло микроорганизмов или диких дрожжей, и для предупреждения их размножения предложил нагревать вино и пиво до 1000С. Этот способ получил название **пастеризация**.

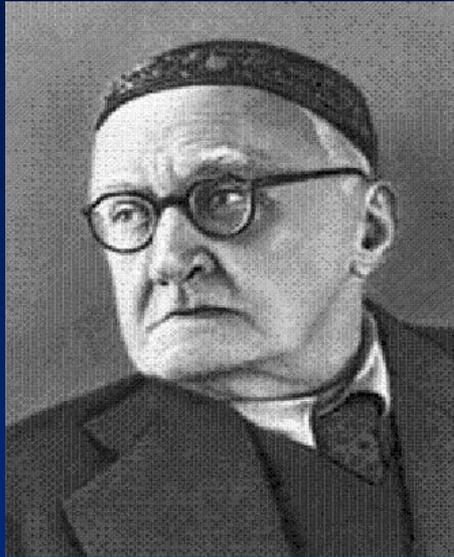
Занимаясь изучением природы заразных болезней, Пастер открыл возбудителей холеры кур, рожи свиней, стафилококки, стрептококки, установил этнологию сибирской язвы. Он обнаружил важное свойство патогенных микроорганизмов - способность к ослаблению вирулентности

Пастер предложил методы получения вакцин против холеры кур, сибирской язвы, бешенства. С этого времени в микробиологии наступила иммунологическая эра.

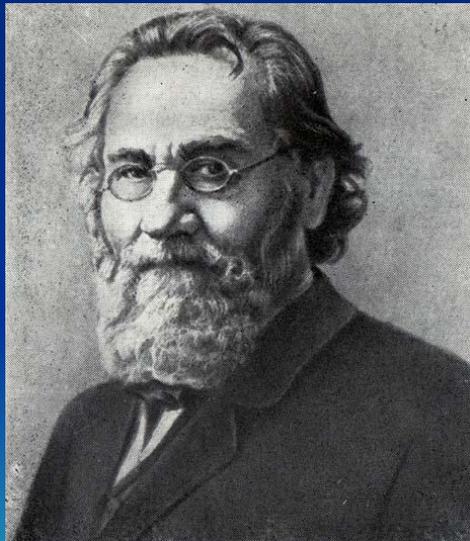




Идея предохранения людей от заразных болезней не была новой. За много лет до работ Пастера английский врач Э. **Дженнер (1749-1823)** разработал метод предохранительных прививок против оспы.

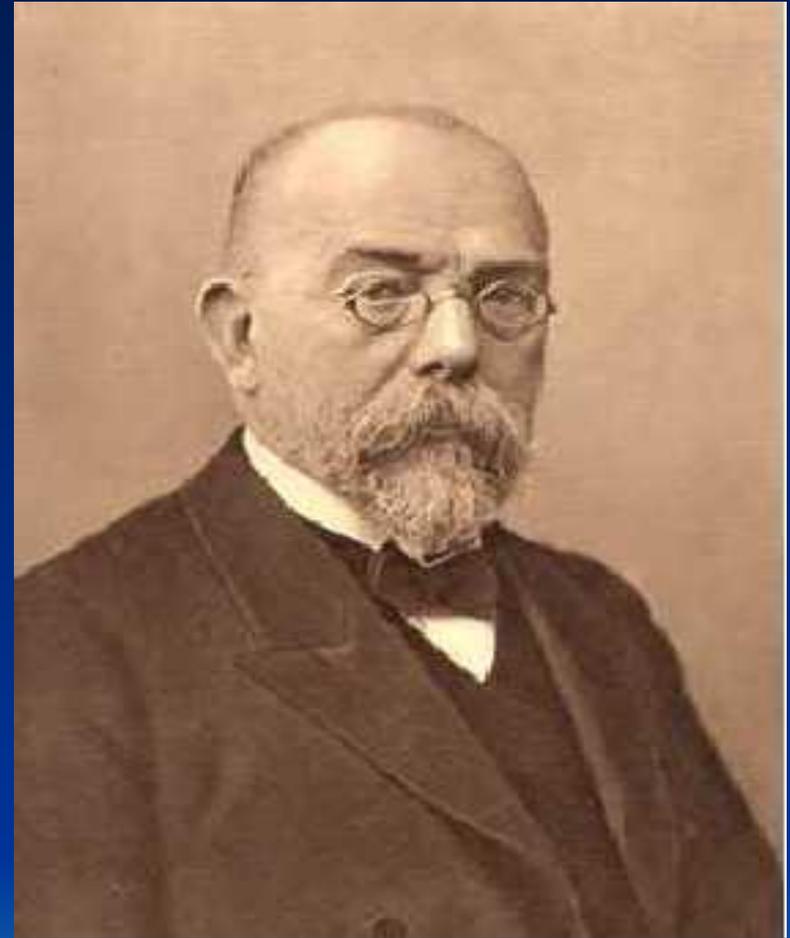


Успех Л.Пастера стал сенсацией. В Париж из разных стран начали прибывать люди, искусанные бешеными животными. Одной из первых стран, где было налажено производство антирабической вакцины по методу Л.Пастера и прививки для предупреждения бешенства, была Россия. В июне 1886 г. **И.И.Мечников** и **Н.Ф.Гамалея** организовали в Одессе пастеровскую станцию.



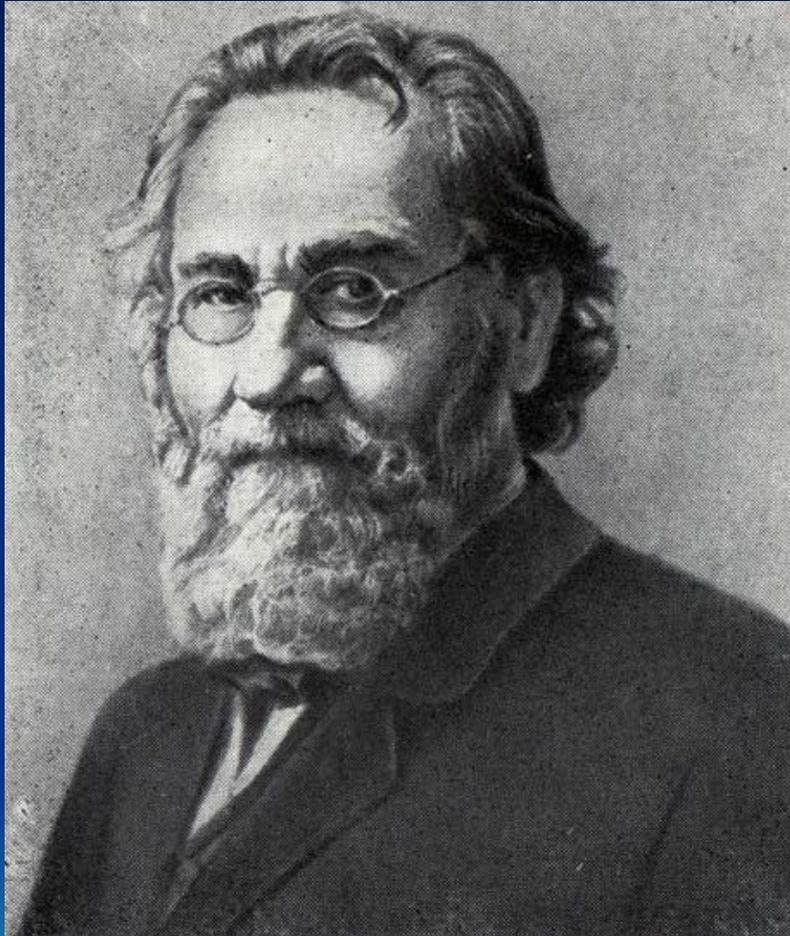
Человечество высоко чтит выдающиеся заслуги и память Луи Пастера. На средства, собранные по международной подписке, в 1888 г. в Париже был открыт пастеровский институт, остающийся до настоящего времени крупнейшим центром микробиологических исследований. Имя Л.Пастера присвоено многим научно-исследовательским институтам в различных странах мира и нашей стране.

Ценный вклад в микробиологию наряду с Пастером внес немецкий ученый **Роберт Кох (1843-1910)**. Им разработаны методы микробиологических исследований. Впервые в практике лабораторных исследований были предложены плотные питательные среды (мясопептонный желатин и мясопептонный агар), что позволило выделять и изучать чистые культуры микробов. Кох разработал методы окраски микробов анилиновыми красителями, применил для микроскопии иммерсионную систему.



На ранних этапах развития микробиологии имели значение работы Л.С. **Ценковского**, который в 1856 г. опубликовал классический труд «О низших водорослях и инфузориях». Л.С.Денковский на основе принципа аттенуации (ослабления) микробов, разработанного Л. Пастером, получил свой вариант вакцинного штамма бацилл сибирской язвы. Его вакцины I и II против сибирской язвы (1883) многие годы использовали в ветеринарной практике.

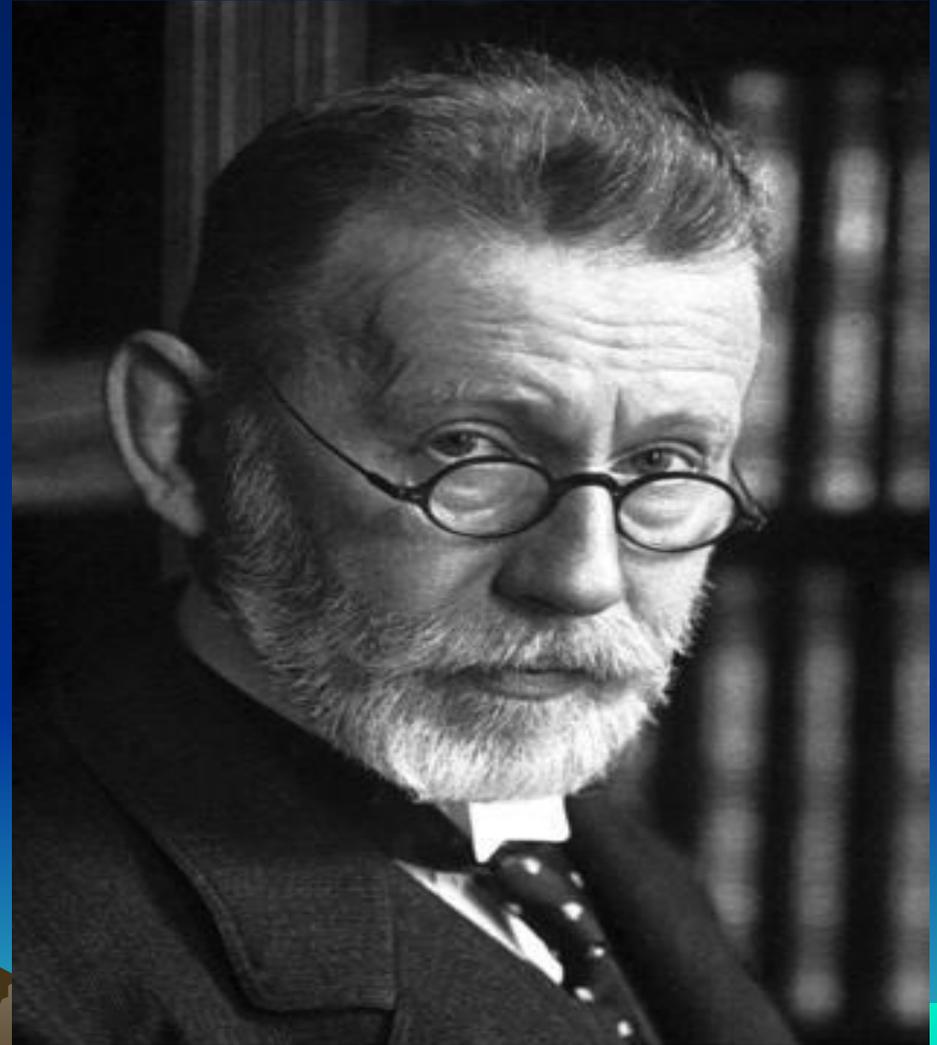




Велика заслуга в развитии микробиологии гениального русского ученого **И.И.Мечникова** (1845-1916). К числу важнейших достижений в области микробиологии относятся его исследования патогенеза холеры человека, сифилиса, туберкулеза, возвратного тифа. Он является основоположником учения о микробном антагонизме, ставшем основой для развития науки об антибиотикотерапии.

Пауль Эрлих

Изучая иммунитет с позиций сравнительной физиологии и патологии, И.И.Мечников создал фагоцитарную теорию иммунитета (1883), раскрыл сущность воспаления как защитной реакции организма. лечебную сыворотку. Пауль Эрлих (1854-1915) впервые разработал теорию способа возникновения антител.



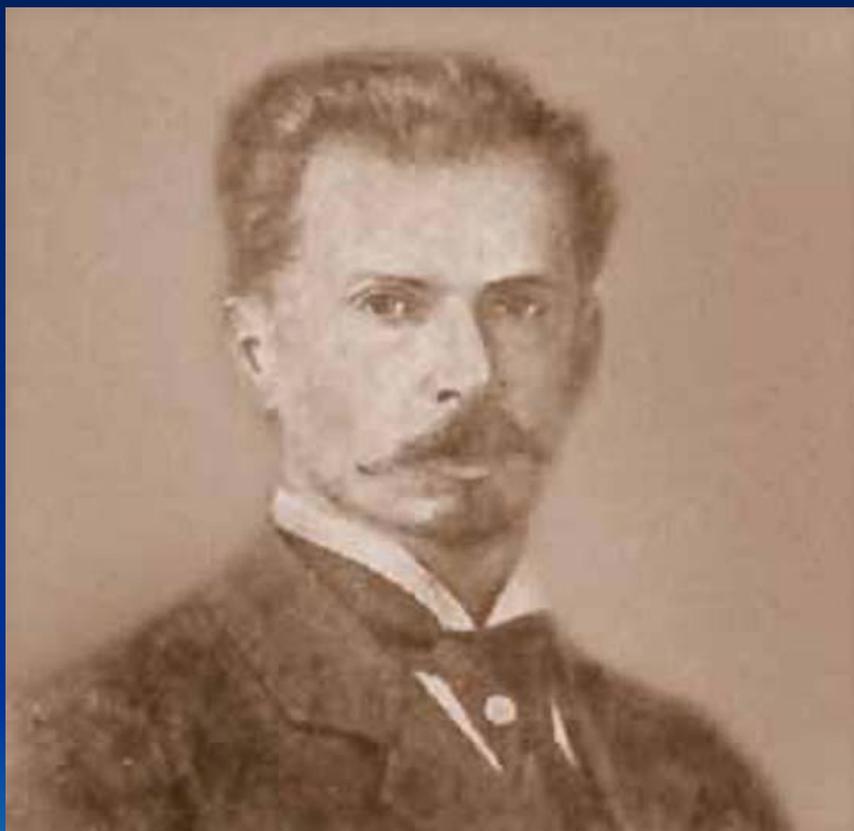
- Эмиль Беринг (1854-1917) вместе с Китасато после обнаружения антитоксина против дифтерита изготовил первую лечебную сыворотку.



Д.И.Ивановский

**Д.И.Ивановский
(1864-1920) создал
новое направление -
вирусологию. В 1892 г.
он открыл
возбудителя
мозаичной болезни
табака, получившего
название
фильтрующегося
вируса.**





Основоположник общей и почвенной микробиологии **С. Л. Виноградский (1856-1953)** разработал накопительные питательные среды, выделил и изучил азотфиксирующие и нитрифицирующие бактерии почвы, установил роль микробов в круговороте азота, углерода, фосфора, железа и серы; впервые доказал существование бактерий.

Л.А.Михин (1872-1946) открыл возбудителя лептоспироза крупного рогатого скота (1935), разработал методику изготовления формолвакцины против сальмонеллеза телят и противоколибактериозной сыворотки, метод активной иммунизации крупного рогатого скота против бруцеллеза живой культурой бруцеллеза, методику гипериммунизации лошадей при получении противосибиреязвенной сыворотки.





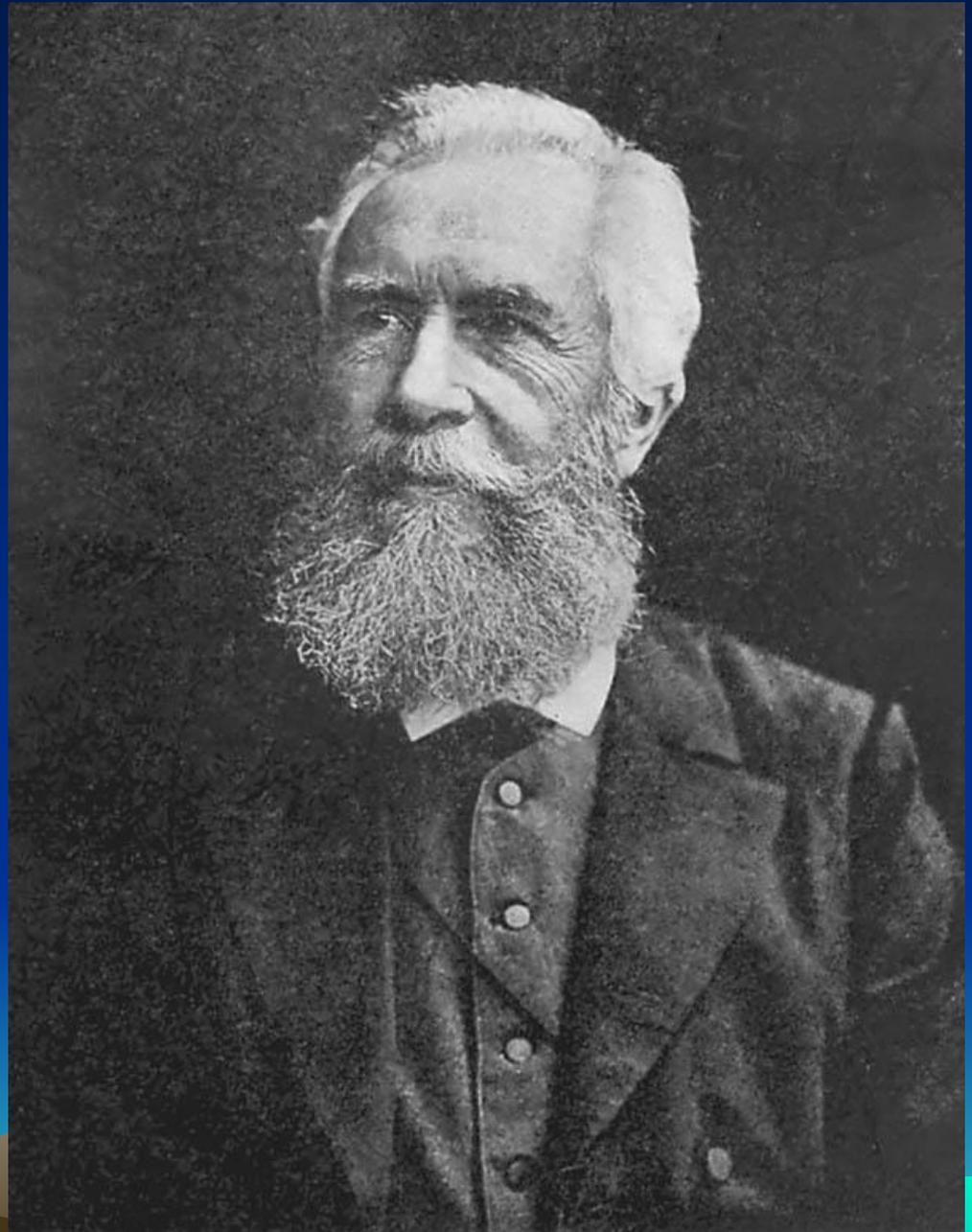
Крупнейшим вкладом в мировую науку послужило почти одновременное изготовление в 1891 г. русскими учеными Х.И.Гельманом и О.И.Кальнингом маллеина для аллергической диагностики сапа.

3. Систематика микроорганизмов

Все живые организмы распределяются в трех сферах обитания: животный мир, растительный мир и мир простейших. На нашей планете насчитывается до 3 млн. видов животных и около 500 тыс. видов растений.



1886 г. немецкий биолог Э. Геккель предложил выделить все одноклеточные микроорганизмы (простейшие, водоросли, грибы и бактерии), у которых отсутствует дифференциация на органы и ткани, в отдельное царство (протисты, первосущества). В дальнейшем с учетом строения клеток протисты были подразделены на две четко разграниченные группы - высшие и низшие.



У **высших** протистов клетки сходны с растительными и животными клетками, это - **эукариоты**, т.е. микроорганизмы, имеющие истинное ядро. Ядро отделено от окружающей его цитоплазмы двухслойной ядерной мембраной с порами. В ядре находятся 1 ... 2 ядрышка - центры синтеза рибосомальной РНК и хромосомы - основные носители наследственной информации, состоящие из ДНК и белка.

Цитоплазма эукариот содержит митохондрии. Цитоплазматическая мембрана, окружающая клетку, переходит внутри цитоплазмы в эндоплазматическую сеть; имеется также мембранная органелла- аппарат Гольджи, как компонент цитоплазмы.

К эукариотам отнесены микроскопические водоросли (кроме синезеленых), микроскопические грибы (плесени и дрожжи).



К **низшим** отнесены протисты, клетки которых по строению существенно отличаются от всех других организмов (бактерии, сине-зеленые водоросли, риккетсии, актиномицеты и микоплазмы), это - прокариоты (доядерные).

Прокариотические клетки устроены проще. У них нет четкой границы между ядром и цитоплазмой, отсутствует ядерная мембрана; ДНК не образует структур, похожих на хромосомы эукариот, поэтому у прокариот не происходят процессы митоза и мейоза. У большинства прокариот отсутствуют внутриклеточные органеллы, ограниченные мембранами, а также митохондрий и хлоропласт; рибосомы свободно лежат в цитоплазме.

В настоящее время описано более 3,5 тыс. видов бактерий, но их число постоянно возрастает. Разобраться в этом поразительном многообразии возможно благодаря **систематике**.



Систематика - наука о классификации организмов, их эволюционном родстве и взаимоотношениях друг с другом.

Классификация - это распределение множества организмов на основе учета их общих признаков на классы, группы (таксоны); составная часть систематики.

Таксономия - расположение по порядку, закон) - теория классификации, систематизации живой природы.

Термины «систематика» и «таксономия» часто употребляют как синонимы, однако систематика представляет собой более широкое понятие.

Систематика включает в себя три самостоятельные составные части: классификацию, идентификацию и номенклатуру. Классификация, как уже говорилось, - это распределение организмов на таксономические группы.



Идентификация это определение принадлежности изучаемого организма к тому или иному таксону (классу, порядку, семейству, роду, виду и пр.).

Номенклатура - это свод правил присвоения названий таксонам и список этих названий. Номенклатура - это заключительный этап систематики после классификации, выполняет функции «информационного языка» и до некоторой степени независима от классификации.

До второй половины XIX в. классификация основывалась на внешних проявлениях организма - **фенотипах** (морфология, подвижность, окраска по Граму, наличие капсулы, способность образования эндоспор, культурально-биохимические свойства и некоторые другие признаки), так как наследственная структура организмов - **генотипы** - была еще недоступна для исследования.



В классификации родственных микроорганизмов используют следующие таксономические категории: царство (regnum), отдел (divisio), секция (section), класс (classis), порядок или отряд (ordo), семейство (familia), род (genus), вид (species). Название микроорганизмам присваивают в соответствии с правилами Международного кодекса номенклатуры бактерий.

В микробиологии, как и в биологии, для обозначения видов бактерий принята двойная (бинарная) номенклатура, предложенная еще в 18 в. К. Линнеем. Согласно номенклатуре, название рода пишется латинскими буквами с прописной: первое слово - обозначает родовую принадлежность микроба (какой-либо морфологический признак, фамилию ученого, открывшего этот микроб, и др.), второе слово - название вида - пишется со строчной буквы. Видовое название микроорганизма, как правило, представляет собой производное от существительного, дающего описание либо цвета колонии, либо источника обитания микроорганизма, вызываемого им процесса или болезни и других отличительных признаков. Например, *Escherichia coli* указывает, что микроб открыл Эшерих, *coli* - обитатель кишечника; *Bacillus anthracis* - микроб образует споры, *anthracis* - возбудитель сибирской язвы; *Azotobacter* - микроорганизм, фиксирующий атмосферный азот.



Основной номенклатурной единицей служит вид.

Вид - это совокупность микроорганизмов, имеющих единое

происхождение и генотип, сходных по морфологическим и биологическим свойствам, обладающих наследственно закрепленной способностью вызывать в среде естественного обитания качественно определенные специфические процессы. Вид подразделяют на подвиды или варианты.

Существуют также и инфраподвидовые подразделения, обусловленные отклонением какого-либо небольшого наследственного признака: антигенного - серовар. биохимического - биовар, отношения к фагам - фаговар. патогенности патовар и др.

В микробиологии используют следующие термины: «чистая и смешанная культура», «клон» и «штамм».

Под термином **«культура»** понимают микроорганизмы, выращенные на плотной или жидкой питательной среде в условиях лаборатории.

Культуру микроорганизмов из особей одного вида называют **чистой культурой**. **Смешанной культурой** называют смесь неоднородных организмов, выросших в питательной среде при посеве исследуемого материала (молока, почвы, воды, патологического материала) или при попадании в питательную среду, засеянную одним видом микроба, еще и другого вида микроба из внешней среды.

Клон - это культура, полученная из одной популяции клетки определенного вида микроба.

Штамм - чистая культура определенного вида микроба, выделенная из того или иного объекта и отличающаяся от эталонного штамма незначительными изменениями свойств (например, чувствительностью к антибиотикам, ферментацией углеводов и др.).



Отдел 1. Gracilicutes. Включает в себя грамотрицательные полиморфные беспоровые, у которых в состав клеточной стенки входит пептикогликан (муреин).

Микроорганизмы. В отделе девять секций.

Секция 1. Спирохеты. Порядок Spirochaetales. Включает в себя два семейства: Spirochaetaceae (четыре рода), Leptospiraceae (один род).

Секция 2. Спиралевидные и изогнутые аэробы (микроаэрофилы). Одно семейство - Spirillaceae, в котором шесть родов. Патогенны для человека и животных микроорганизмы рода Campylobacter.

Секция 3. Грамотрицательные неподвижные изогнутые бактерии. Одно семейство - Spirosomaceae, в котором патогенных три рода.

Секция 4. Аэробные грамотрицательные палочки, округлые и кокки.

Секция 5. Грамотрицательные факультативные анаэробы. Три семейства: Enterobacteriaceae, Vibrionaceae, Pasteurellaceae. Семейство Enterobacteriaceae имеет 14 родов (Escherichia, Salmonella, Citrobacter, Klebsiella, Enterobacter, Erwinia, Shigella, Proteus, Yersinia и др.). Семейство Vibrionaceae имеет два рода. В род Vibrio включены патогенные микроорганизмы. Семейство Pasteurellaceae имеет три основных рода: Pasteurella, Haemophilus, Actinobacillus. Содержат патогенные виды микроорганизмов.



Секция 6. Строгие анаэробы. Изогнутые грамотрицательные палочки.

Одно семейство - *Bacteroidaceae*, в котором 13 родов, среди которых имеются патогенные.

Секция 7. Диссимилирующие и разлагающие сульфат бактерии. Семь непатогенных родов.

Секция 8. Анаэробные грамотрицательные кокки. Одно семейство *Yellopellaceae*, в котором три рода.

Секция 9. Риккетсии и хламидии. Два порядка: *Rickettsiales* и *Chlamydiales*. Порядок *Rickettsiales* имеет три семейства: *Rickettsiaceae*, *Bartonellaceae* и *Anaplasmataceae*. Семейство *Rickettsiaceae* имеет три трибы, в которые внесено восемь родов. Семейство *Bartonellaceae* содержит два рода, а *Anaplasmataceae* - четыре. Порядок *Chlamydiales* имеет одно семейство *Chlamydiaceae* и один род - *Chlamydia*. Все семейства содержат патогенные микроорганизмы.



Восемь семейств, два из которых имеют патогенные микроорганизмы. Семейство Pseudomonadaceae включает в себя четыре рода, более 25 видов, среди которых имеются патогенные (Ps.Mallei и др.). Семейство Neisseriaceae имеет 16 родов. Роды Neisseria и Moraxella содержат патогенные для человека и животных микроорганизмы.

Роды Bordetella, Brucella и Francisella не внесены в семейства: содержат патогенные для человека и животных микроорганизмы.



Отдел II. Firmicutes В отдел включены главным образом грамположительные бактерии.

Секция 12. Грамположительные кокки. Два семейства: Micrococaceae и Diplococaceae. Семейство Micrococaceae имеет четыре рода: Micrococcus, Staphylococcus, Planococcus, Staphylococcus.

В секцию кроме указанных двух семейств внесены десять самостоятельных родов: Streptococcus, Leuconosyos, Pedicoccus, Salcina и др.

Секция 13. Спорообразующие грамположительные палочки и кокки. Шесть родов: Bacillus, Clostridium, Sporolactobacillus, Sarcina и др. Первые два рода имеют патогенные виды.

Секция 14. Неспорообразующие грамположительные палочки. Семь родов: Lactobacillus, Listeria, Erysipelotrix и др. Имеются патогенные.

Секция 15. Неспорообразующие внутриклеточные грамположительные палочки. 21 род: Corynebacterium, Microbacterium, Propionibacterium, Eubacterium, Asotobacterium, Bifidobacterium, Actinomyces и др.

Секция 16. Микобактерии. Одно семейство Mycobacteriaceae. Семейство имеет один род Microbacterium, в котором 49 видов: Myc. Tuberculosis, Myc. Bovis, Myc. Avium, Myc. Paratuberculosis, Myc. lepra и др.

Секция 17. Nocardioformis. Девять родов: Nocardia, Pseudococcus, Pseudonocardia и др.

Отдел III. Tenericutes (Mollicutes). Объединены грамотрицательные прокариоты без клеточной стенки, но имеющие цитоплазматическую мембрану. Молликуты не чувствительны к антибиотикам (пенициллину), собирательное название этих микроорганизмов - микоплазмы.

Секция 10. Микоплазмы, класса Mollicutes (от лат. Molly - мш'кий, cutes покров, кожа). В классе один порядок - Mycoplasmataceae - и три семейства: Mycoplasmataceae, Achleplasmataceae, SpiroplasmaSP1~1aceae. В основном патогенные микроорганизмы включены в семейство Mycoplasmataceae.

Секция 11. Эндосимбионты.



Отдел IV. Mendosicutes. Прокариоты, среди которых нет патогенных бактерий; метанобразующие, серо-окисляющие, галофилы, микоплазмоподобные, термоацидофильные и другие наиболее древние по происхождению бактерии (архебактерии). Клетки имеют форму кокков, палочек, спиралей, пирамид, квадратов.



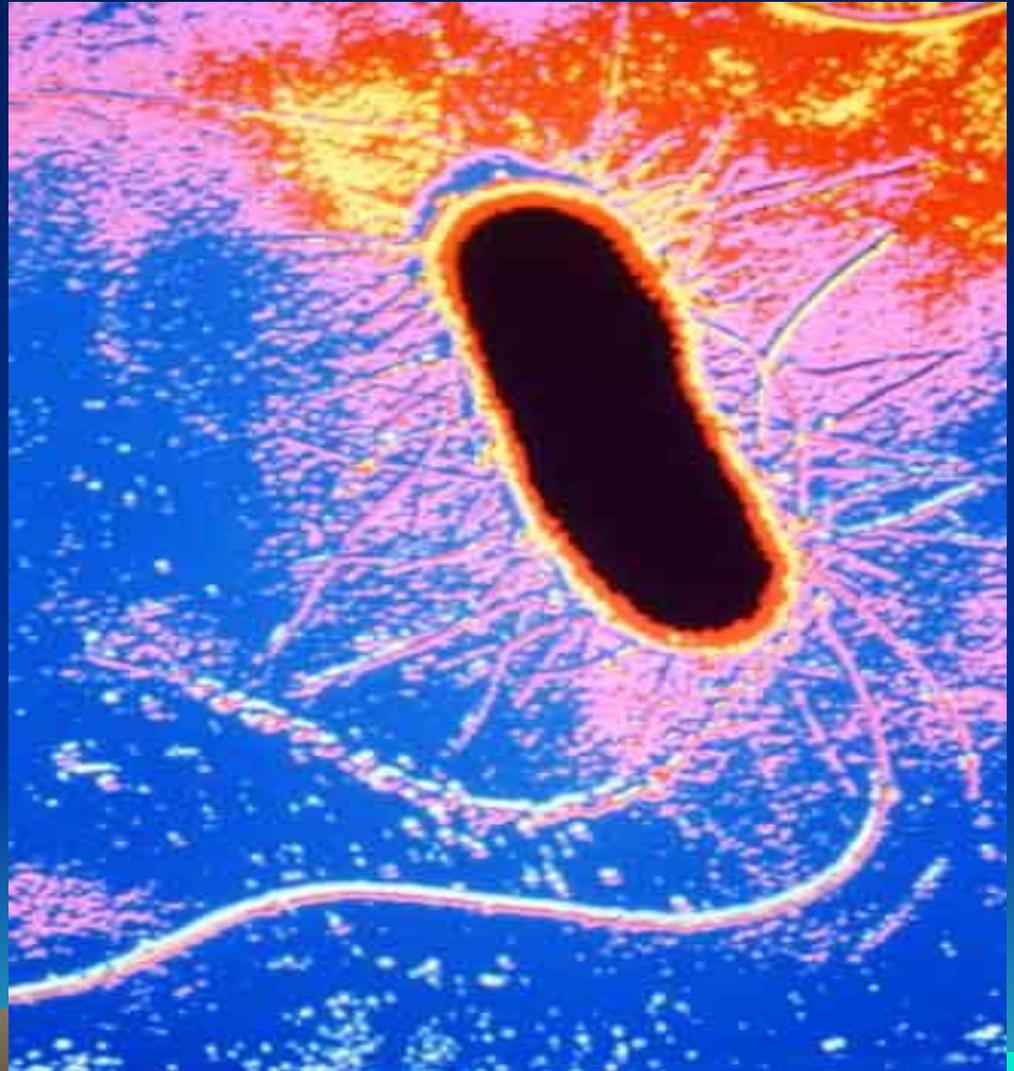
Морфология и строение микроорганизмов.

Морфология бактериальной клетки.

Бактерии не видимы невооруженным глазом. Для их изучения используют световые и электронные микроскопы. Клетки бактерий измеряют в микрометрах ($1 \text{ мкм} = 10^{-3} \text{ мм}$). Средние размеры прокариот составляют 0,5.. .3 мкм. Наиболее стабильны размеры *кокков* - 0,5 ... 2 мкм. Палочковидные формы обычно длиной 2 ... 10 и шириной 0,5 ... 1 мкм.

Бактерии

- **Бактерии** (от греч. Bacterios - палочка) - микроорганизмы с прокариотным типом строения. Преимущественно представлены одноклеточными формами.



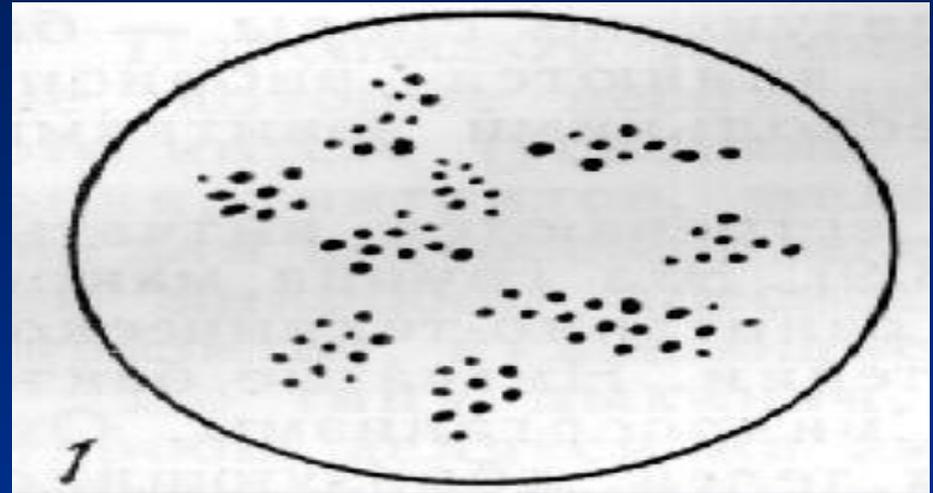
По форме клеток бактерии подразделяют на три основные группы: шаровидные, или кокки, палочковидные и извитые.

Кокки - имеют сферическую форму в виде правильного шара, эллипса, боба, ланцета. В зависимости от взаимного расположения клеток после деления различают: микрококки, или монококки, стафилококки, диплококки, стрептококки, тетракокки и сарцины.



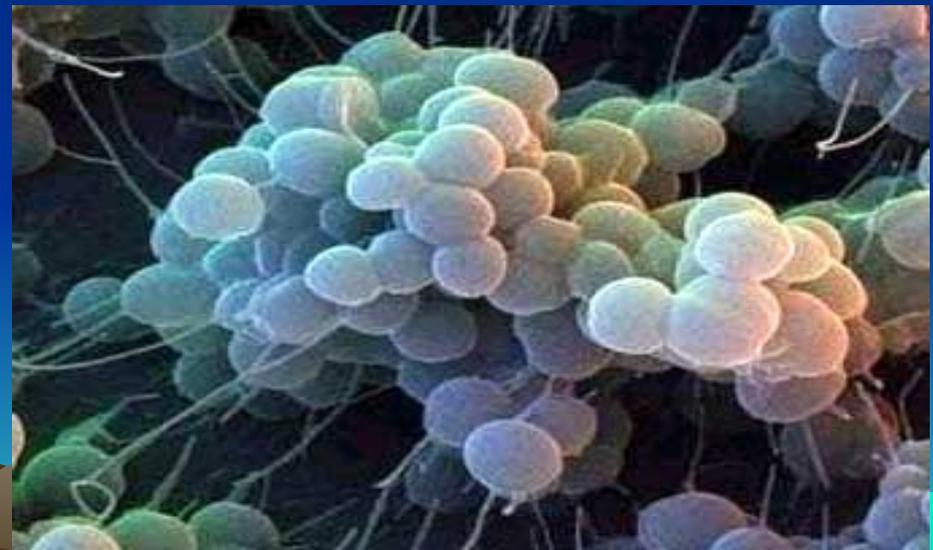
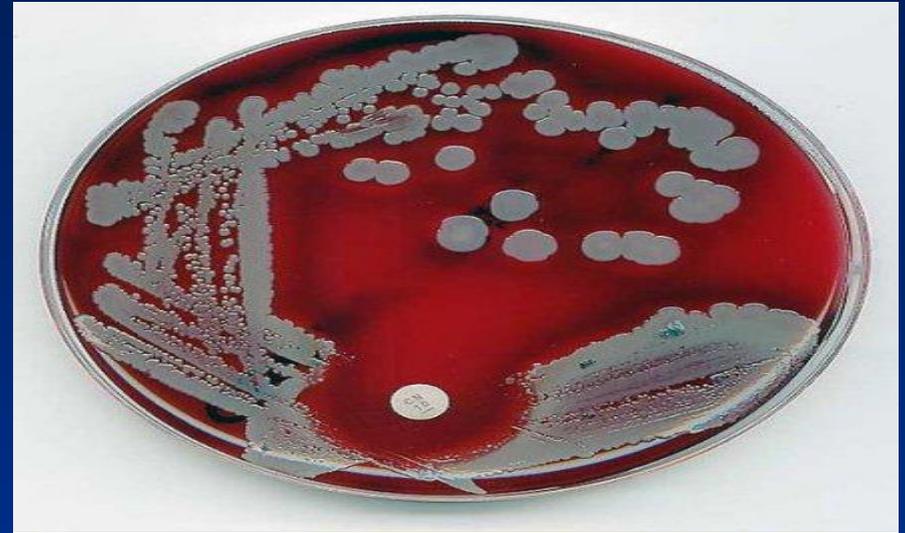
Микрококки

Микрококки (от лат. *Micrococcus* - маленький) делятся в разных плоскостях и располагаются одиночно, парам и или беспорядочно. Сапрофиты; обитают в почве, воде, воздухе.



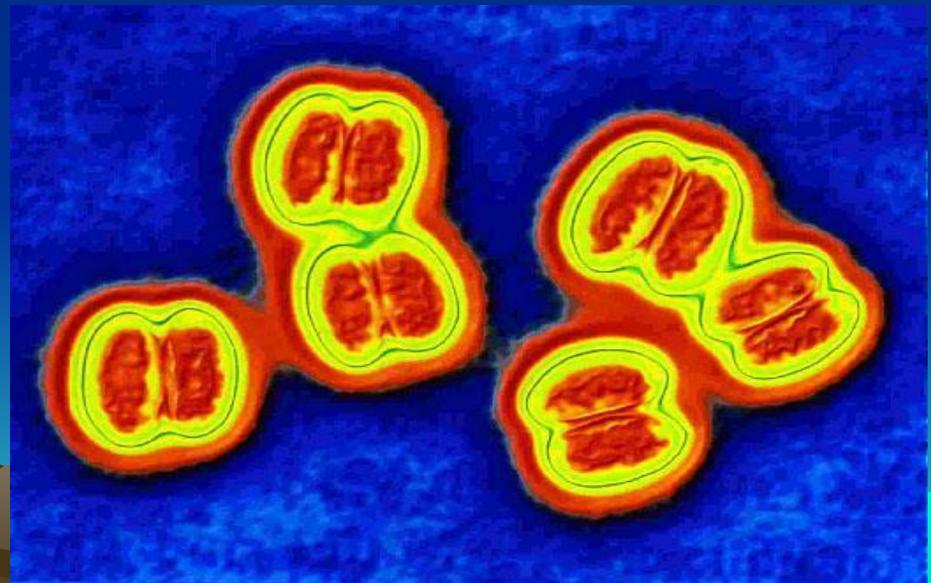
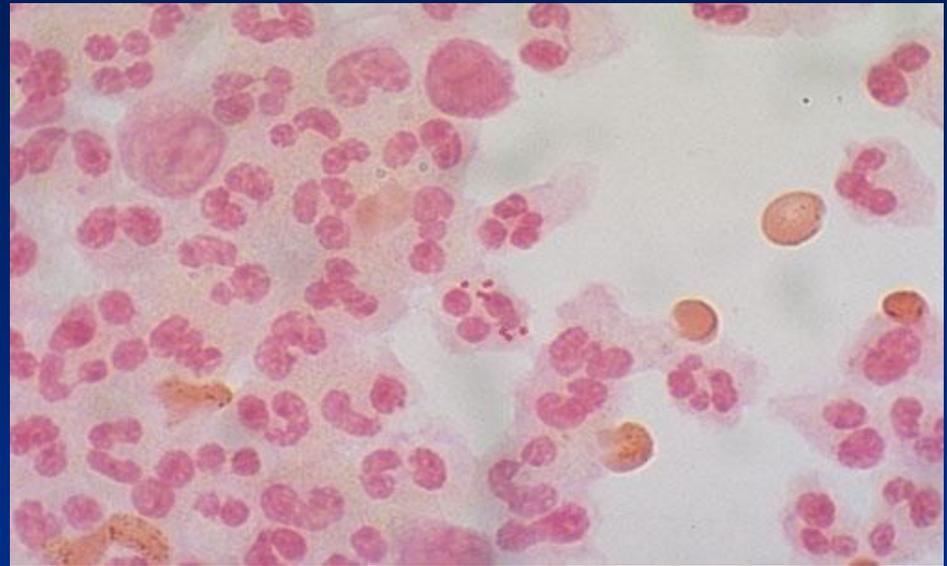
Стафилококки

Стафилококки (от греч. Staphyle - виноградная гроздь) делятся в различных плоскостях и располагаются несимметричными гроздьями, иногда одиночно, парами. Сапрофиты и патогенные.



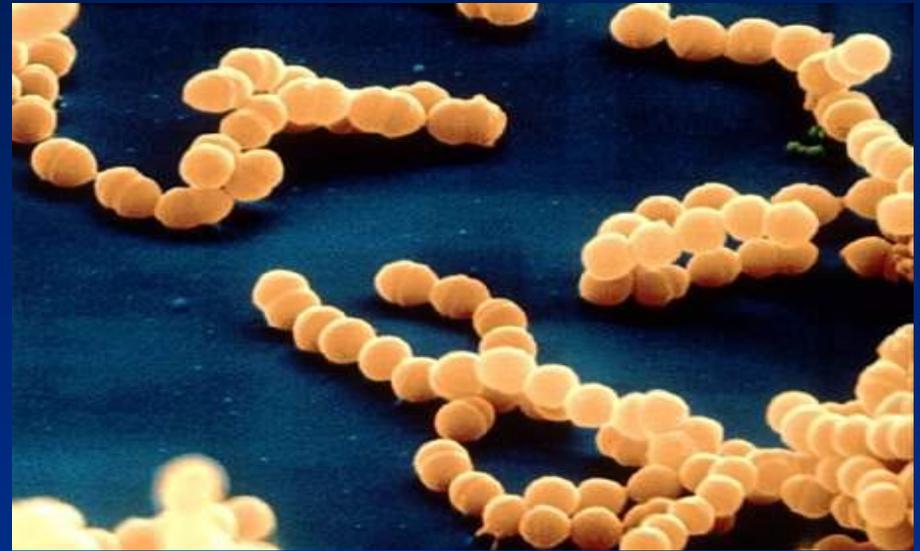
Диплококки

- Диплококки (от греч. *Diploos* - двойной) делятся в одной плоскости, попарно соединяясь.



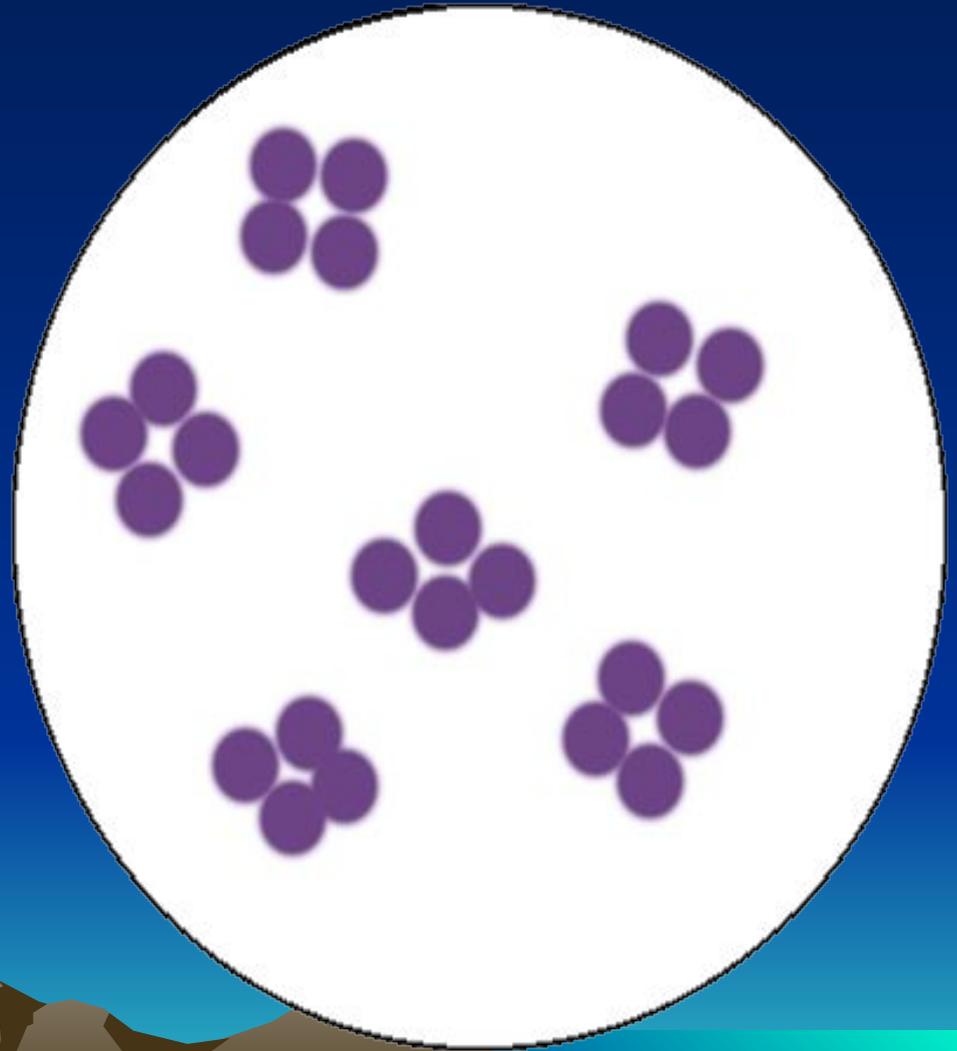
Стрептококки

Стрептококки (от греч. - Streptos - цепочка) делятся в одной плоскости, располагаются в виде цепочки; встречаются одиночные и парные клетки. Сапрофиты и патогенные.



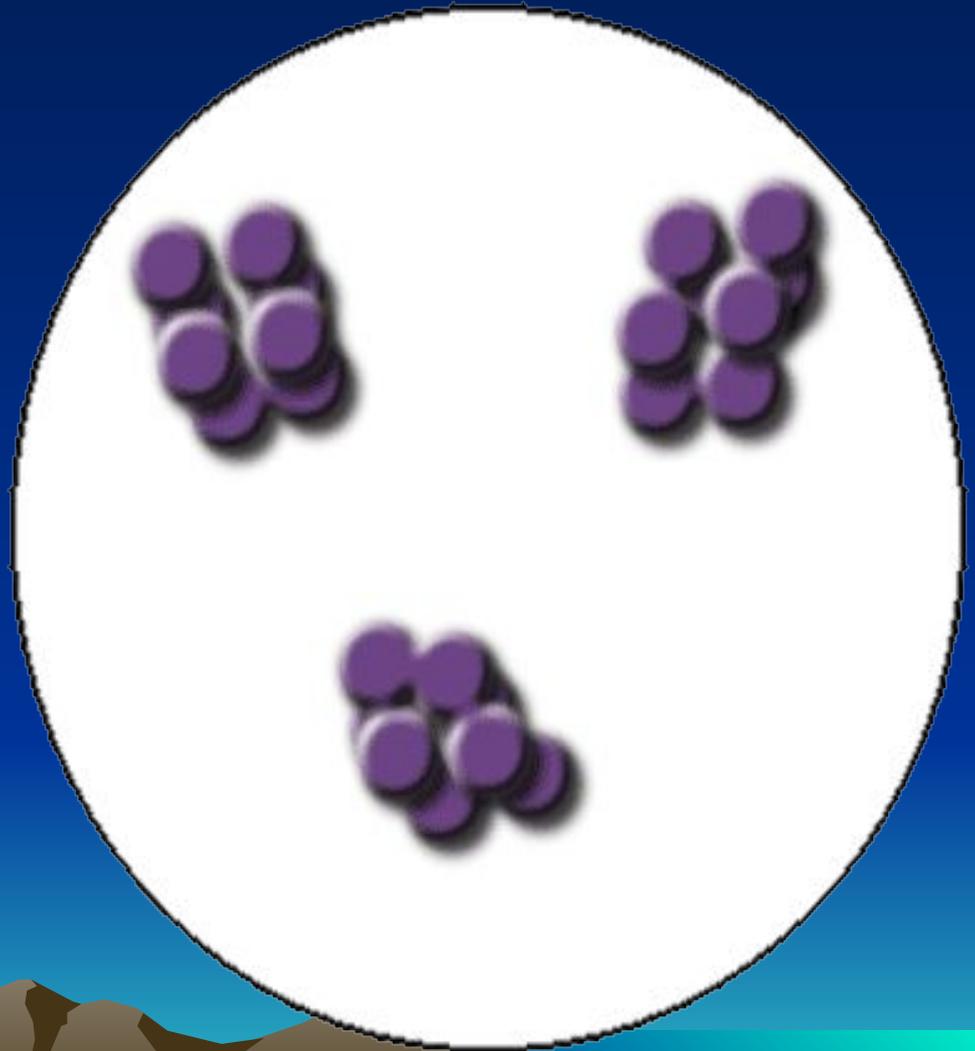
Тетракокки

Тетракокки (от греч. Tetra - четыре) делятся в двух взаимно перпендикулярных плоскостях; располагаются по четыре.



Сарцины

Сарцины (от лат. Sarcio - связываю) делятся в трех взаимно перпендикулярных плоскостях и образуют правильные пакеты по 8- 10 клеток и более. Сапрофиты; встречаются в воздухе, почве, кишечнике животных и человека.

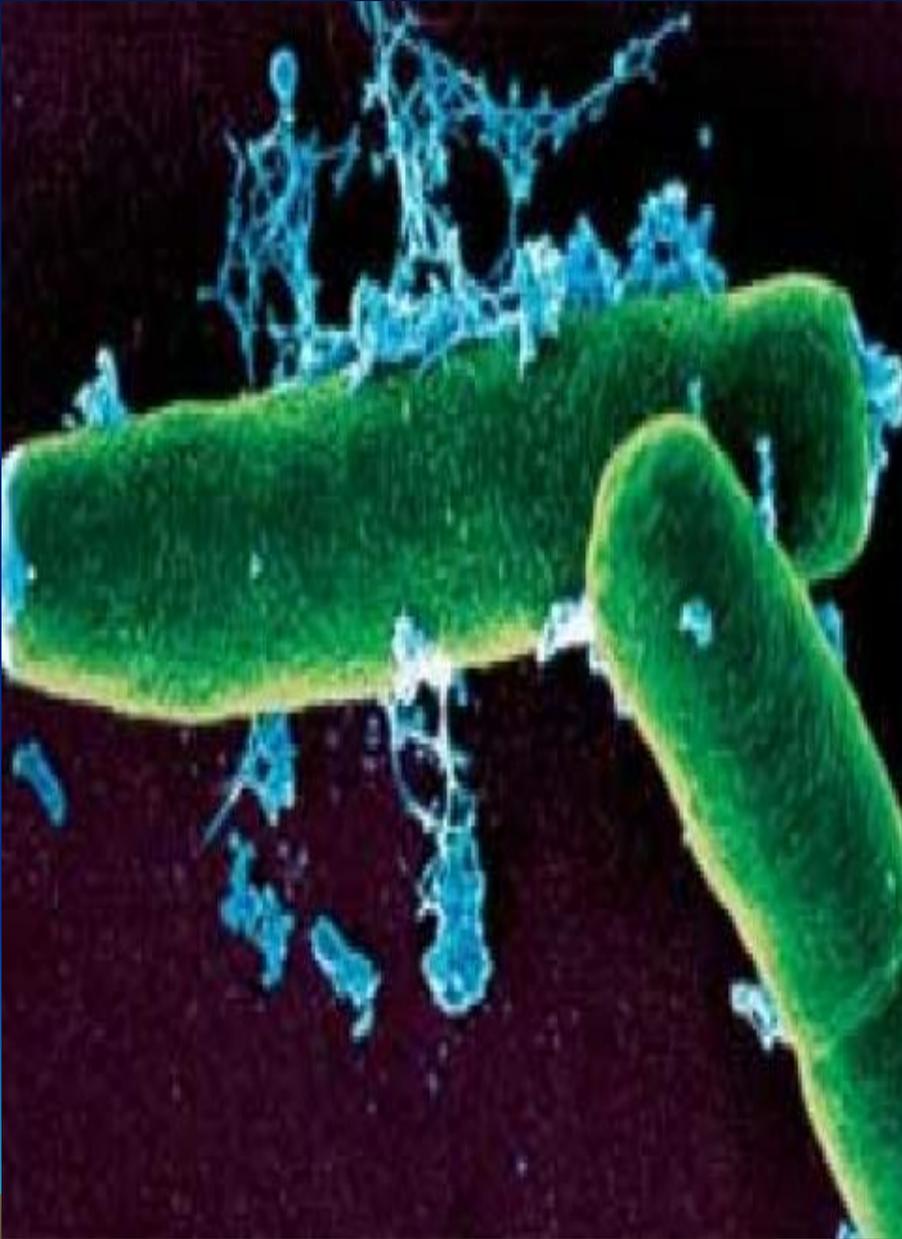


Палочковидные бактерии

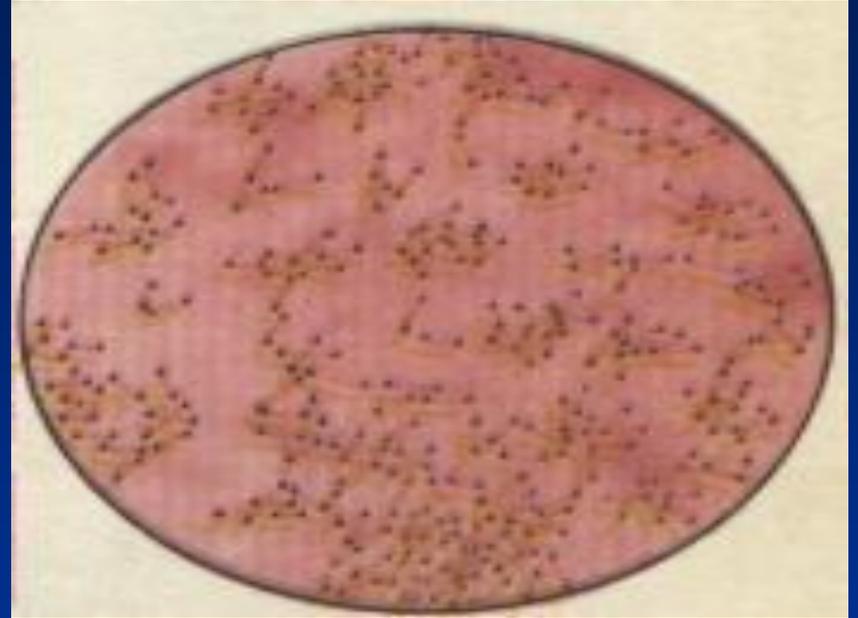
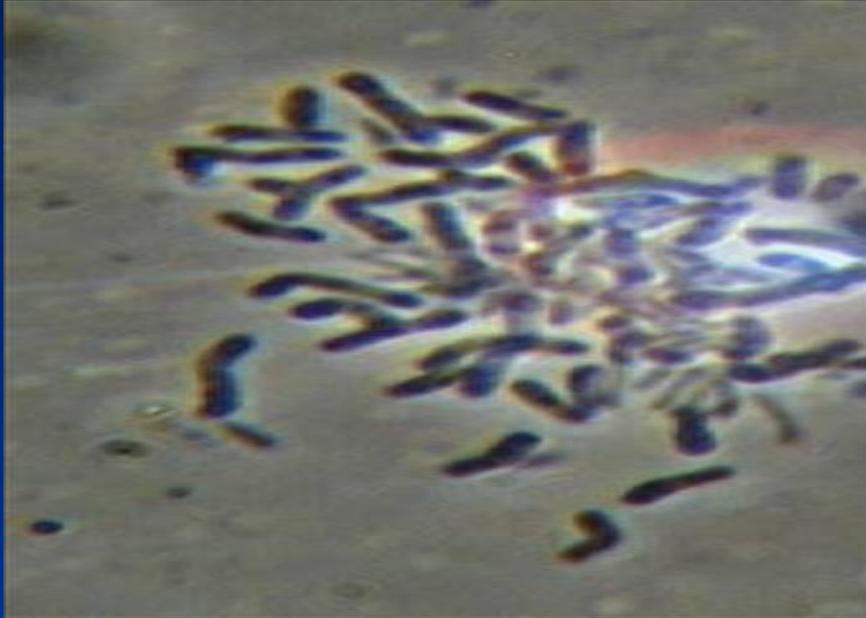
- **Палочковидные бактерии.** Самая многочисленная группа прокариот. Они имеют осевую симметрию и цилиндрическую форму тела с округлыми, тупыми и заостренными концами.
- Палочковидные формы подразделяют на две группы: неспоровые палочки - **бактерии** (*Bacterium*) и палочки, образующие споры, **бациллы** (*Bacillus*). Палочки, у которых диаметр споры превышает ширину вегетативной клетки, называют **кlostридиями** (*Clostridium*) - веретенообразные.

В зависимости от взаимного расположения клеток палочковидные бактерии подразделяют на одиночные и бессистемные скопления, диплобактерии и диплобациллы (располагаются попарно), также стрептобактерии и стрептобациллы. К палочковидным формам также относят коринебактерии и фузобактерии.



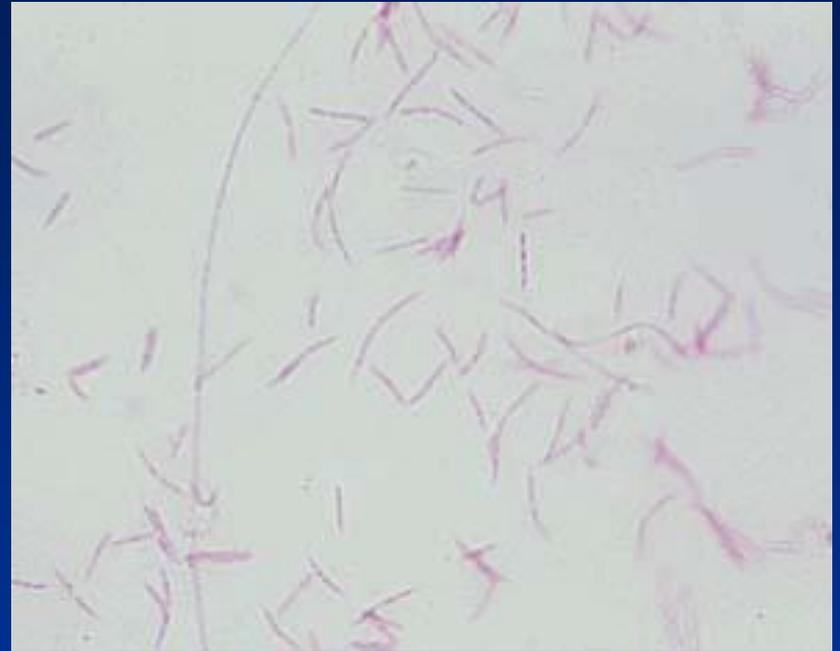
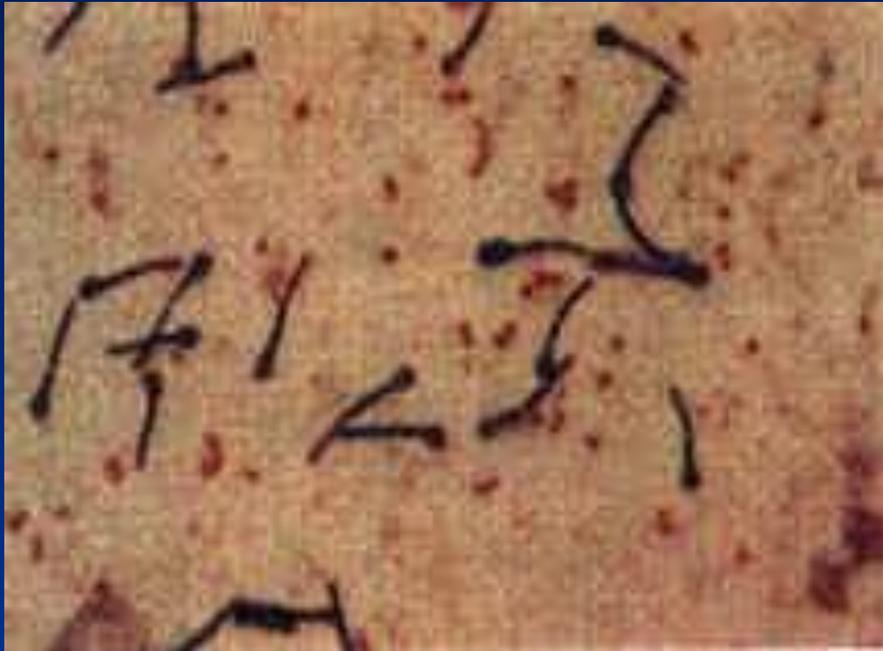


Коринебактерии



Коринебактерии (от греч. *Coryne* - булава) - прямые или изогнутые палочки с булавовидными утолщениями на концах. Сапрофиты, патогенны для животных и человека.

Фузобактерии



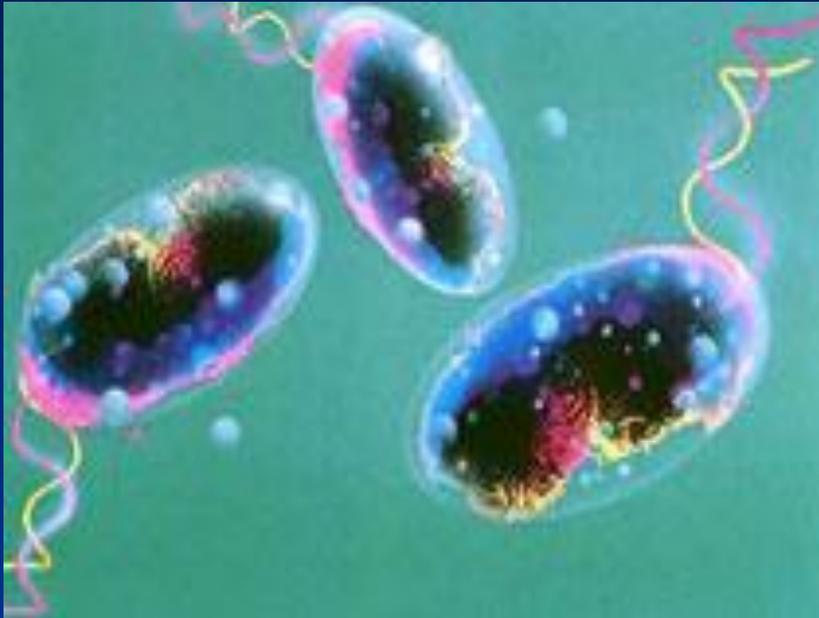
- Фузобактерии - длинные, толстые, с заостренными концами палочки
- Патогенные виды - возбудитель некробактериоза.

Извитые бактерии.

Обладают спиральной симметрией. К ним относятся вибрионы, спириллы и спирохеты.

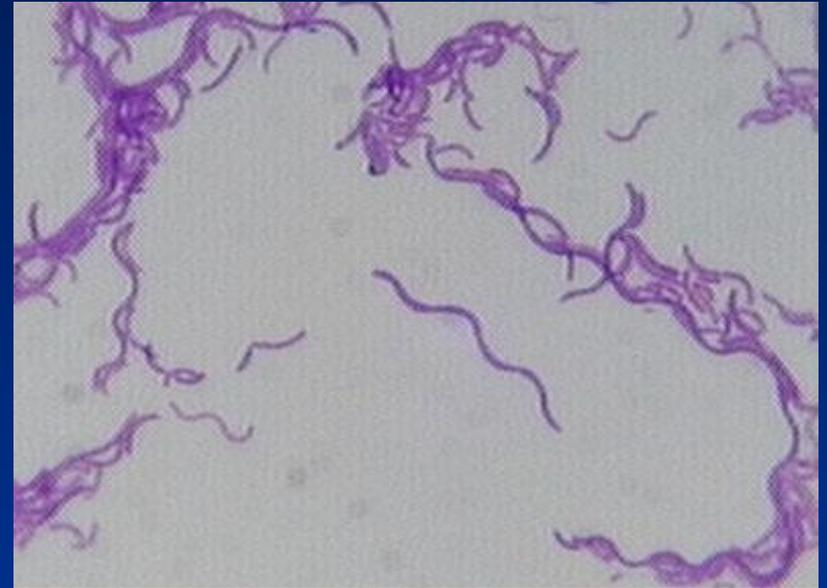


Вибрионы



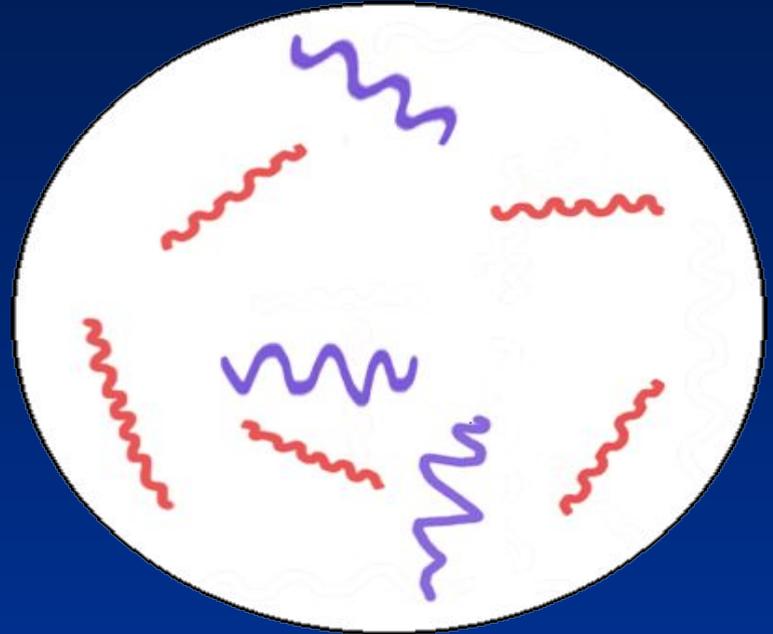
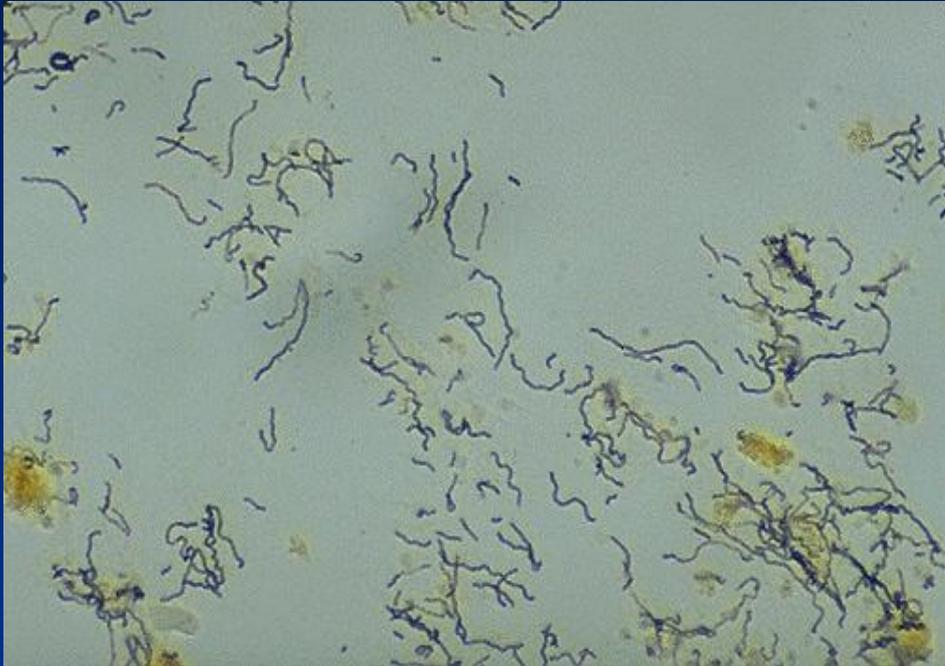
Вибрионы (от лат. *Vibrio* - извиваются) имеют цилиндрическую изогнутую форму, образуя $\frac{1}{4} \dots \frac{1}{2}$ завитка спирали, и по форме напоминают запятую. Сапрофиты и патогенные.

Спириллы



Спириллы (от лат. Spira - изгиб) имеют форму спирально извитых палочек с 4 ... 6 витками. Обитают в пресной и морской воде. Преимущественно сапрофиты; патогенные виды *S.Minus* и кампилобактеры.

Спирохеты



- **Спирохеты** (*spirochaeta* - извитые бактерии; от греч. *Speira* - изгиб и *chaite* длинные волосы) прокариоты спирально извитой формы. У них существует два типа витков: первичные образованные изгибами протоплазматического цилиндра, и вторичные - представляющие изгибы всего тела.

По морфологии (размерам, числу и форме завитков), числу осевых фибрилл, характеру движения, типу биологического окисления, экологии, патогенности в пределах группы спирохеты дифференцируют на спирохеты, кристиспиры, трепонемы, боррелии и лептоспиры.

Спирохеты и кристиспиры обитают в открытых водоемах, иле, сточных водах; для позвоночных непатогенны.

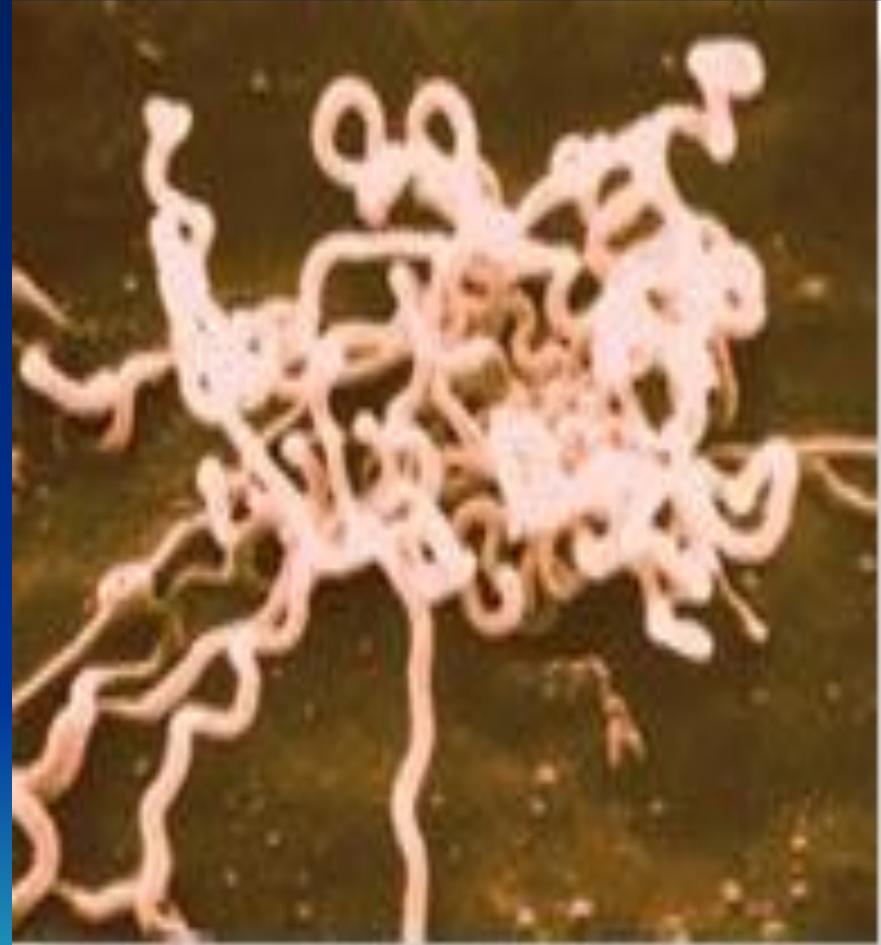
Кристиспиры - гигантские прокариоты (28, .. 150 мкм) спирально изогнутой формы с плоской зернистой килевидной мембраной (кроста) вдоль тела клетки. Число фибрилл более 100.



Трепонемы

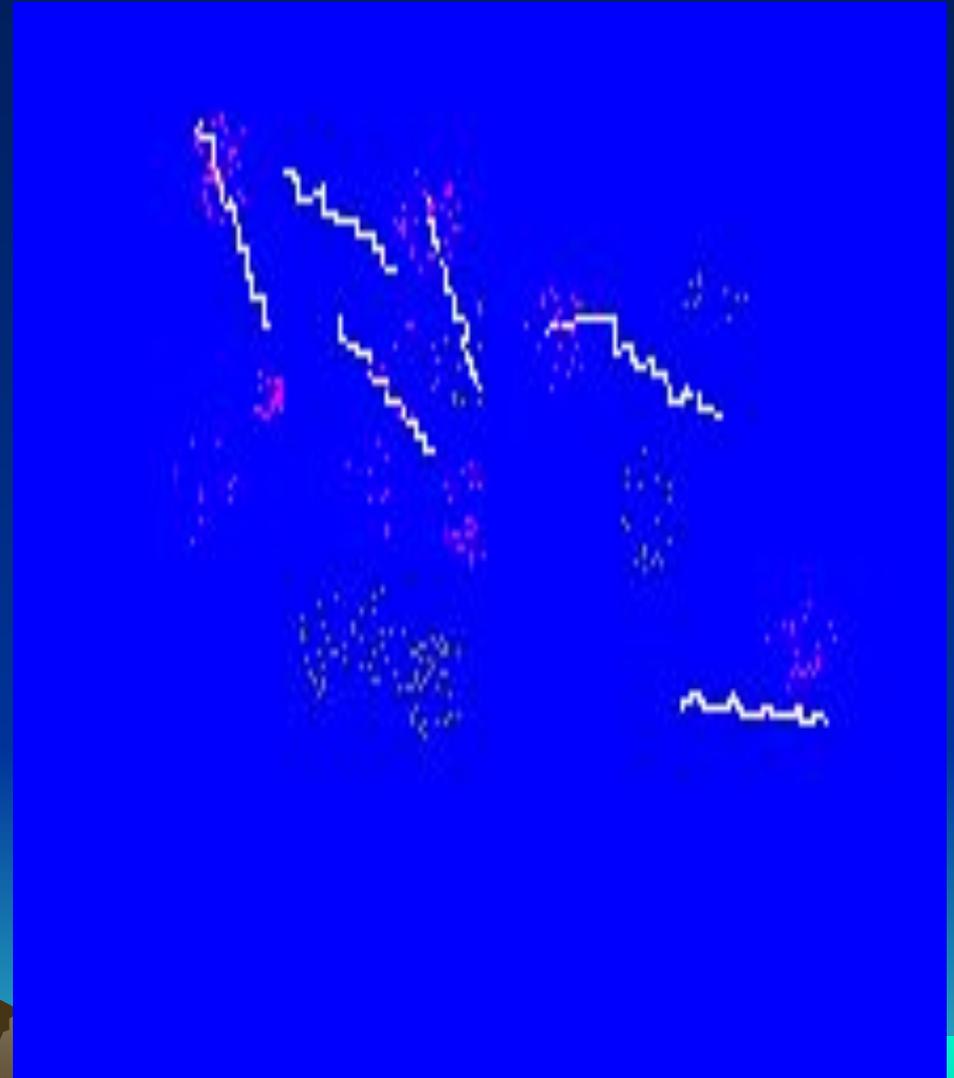
Трепонемы

-
спиралевидно извитые
эластичные бактерии
размером 0,1 ... 0,5 - 5..
.20 мкм; осевая нить
состоит из 1 или 4
фибрилл; четко
выражены равномерные
или неравномерные
завитки; подвижны.
Типовой вид -
Treponema pallidum.

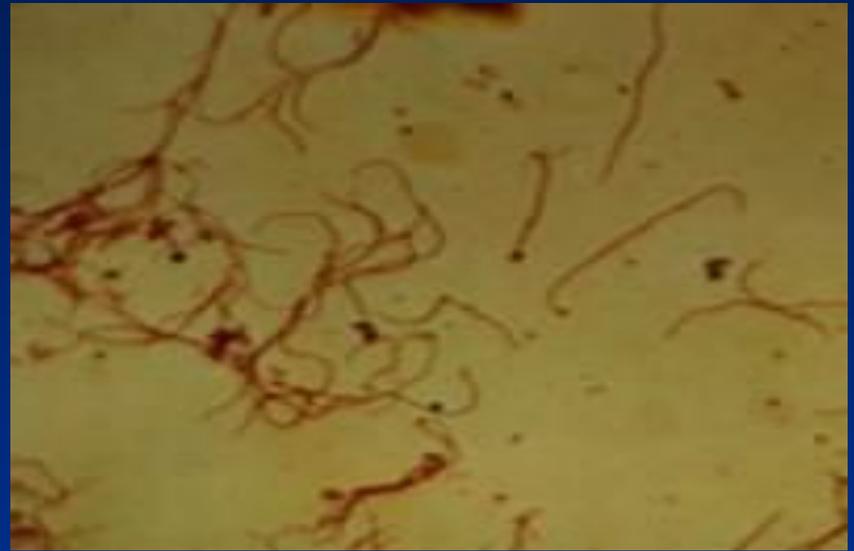
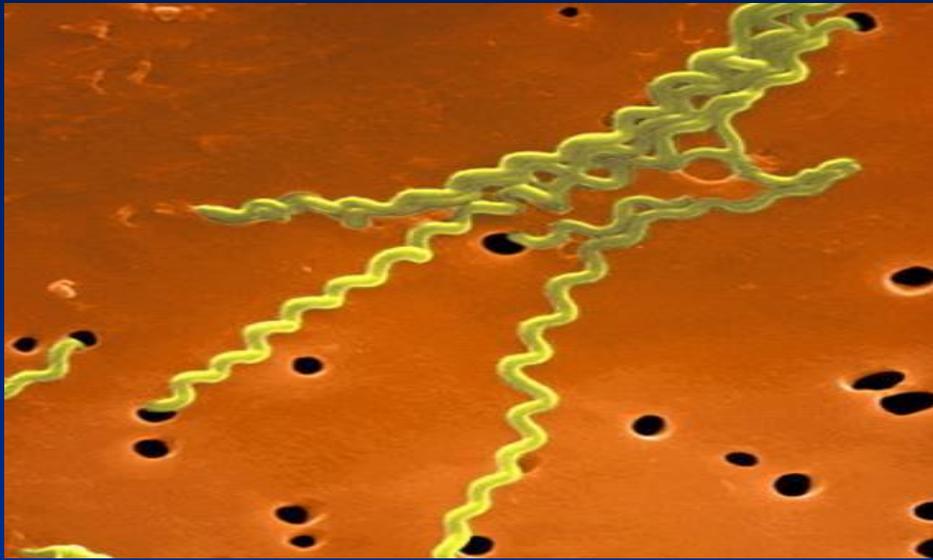


Бореллии

Боррелии - извитые нитевидные бактерии размером 0,2 ... 0,5 - 5 .. 30мкм; осевая нить состоит из 15 ... 20 параллельных фибрилл.



Лептоспиры



Лептоспиры - спиралевидные бактерии диаметром 0,1 ... 0,25 и длиной 6 ... 30 мкм, формирующие около 20 мелких, тесно расположенных первичных завитков. Осевая нить состоит из двух фибрилл. Главный тип движения - вращательно-поступательный.

Строение бактериальной клетки

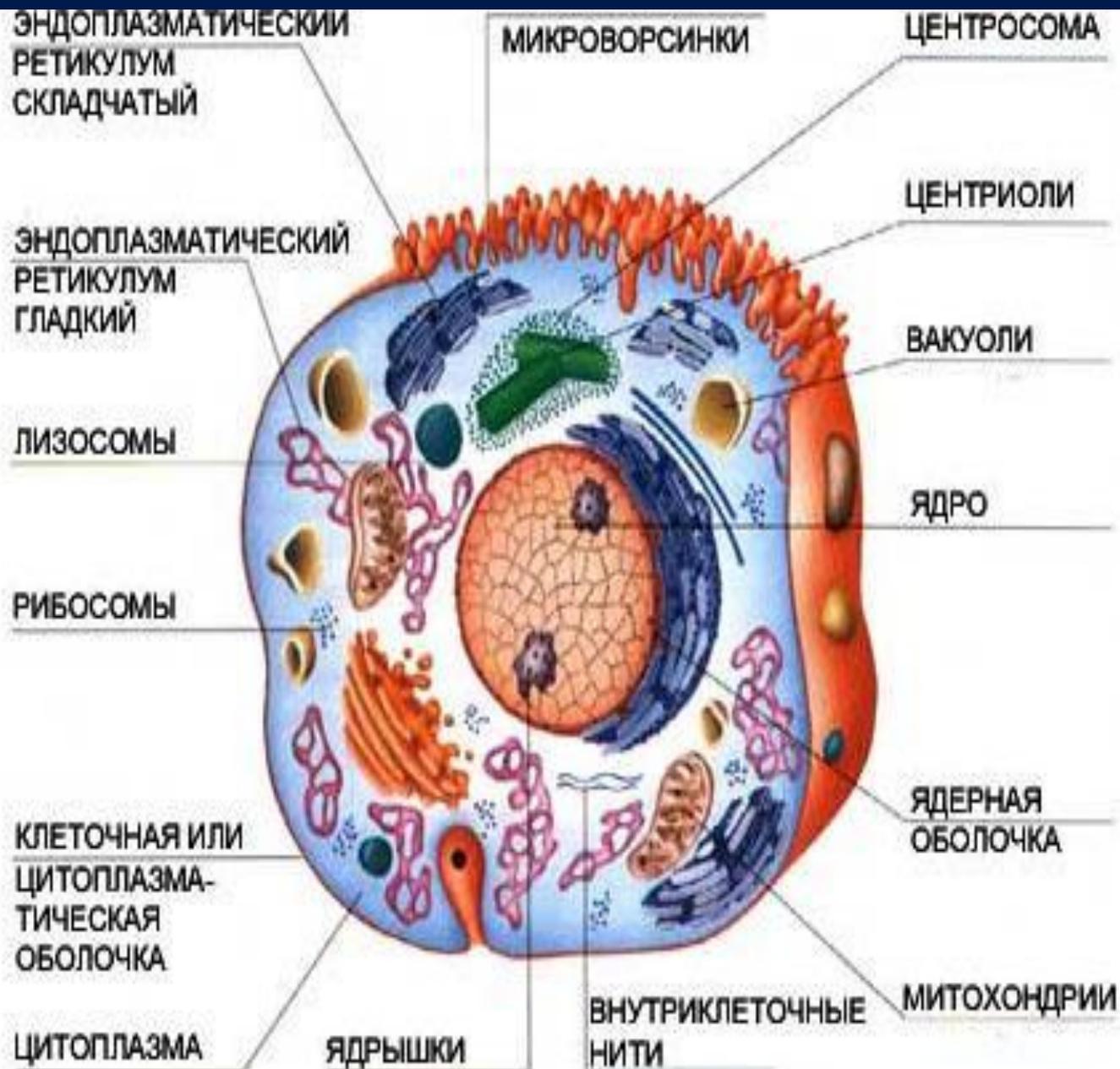
Клетка прокариотических организмов имеет сложное строго упорядоченное строение.

Структурные компоненты бактериальной клетки делят на основные и временные.

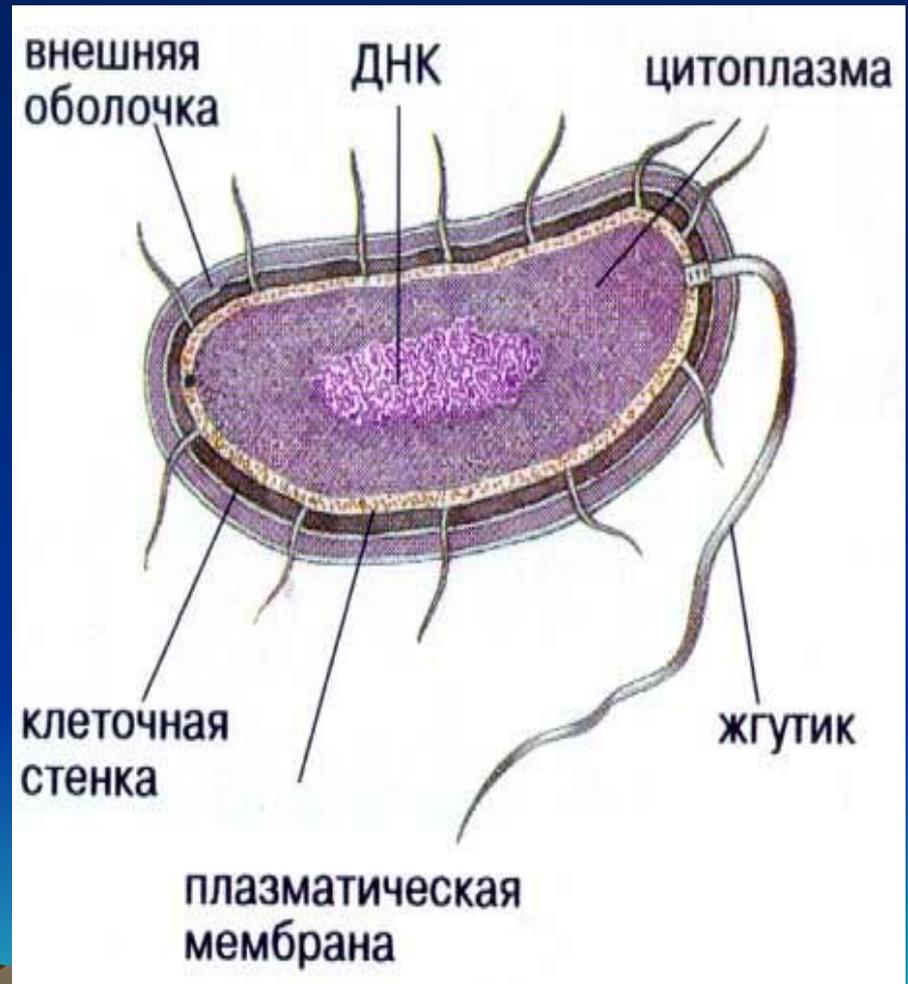
Основные структуры - это клеточная стенка, цитоплазматическая мембрана с ее производными, цитоплазма с рибосомами и различными включениями, нуклеоид;

временные - капсула, слизистый чехол, жгутики, ворсинки, эндоспоры, образующиеся лишь на определенных этапах жизненного цикла бактерий; у некоторых видов они отсутствуют полностью.





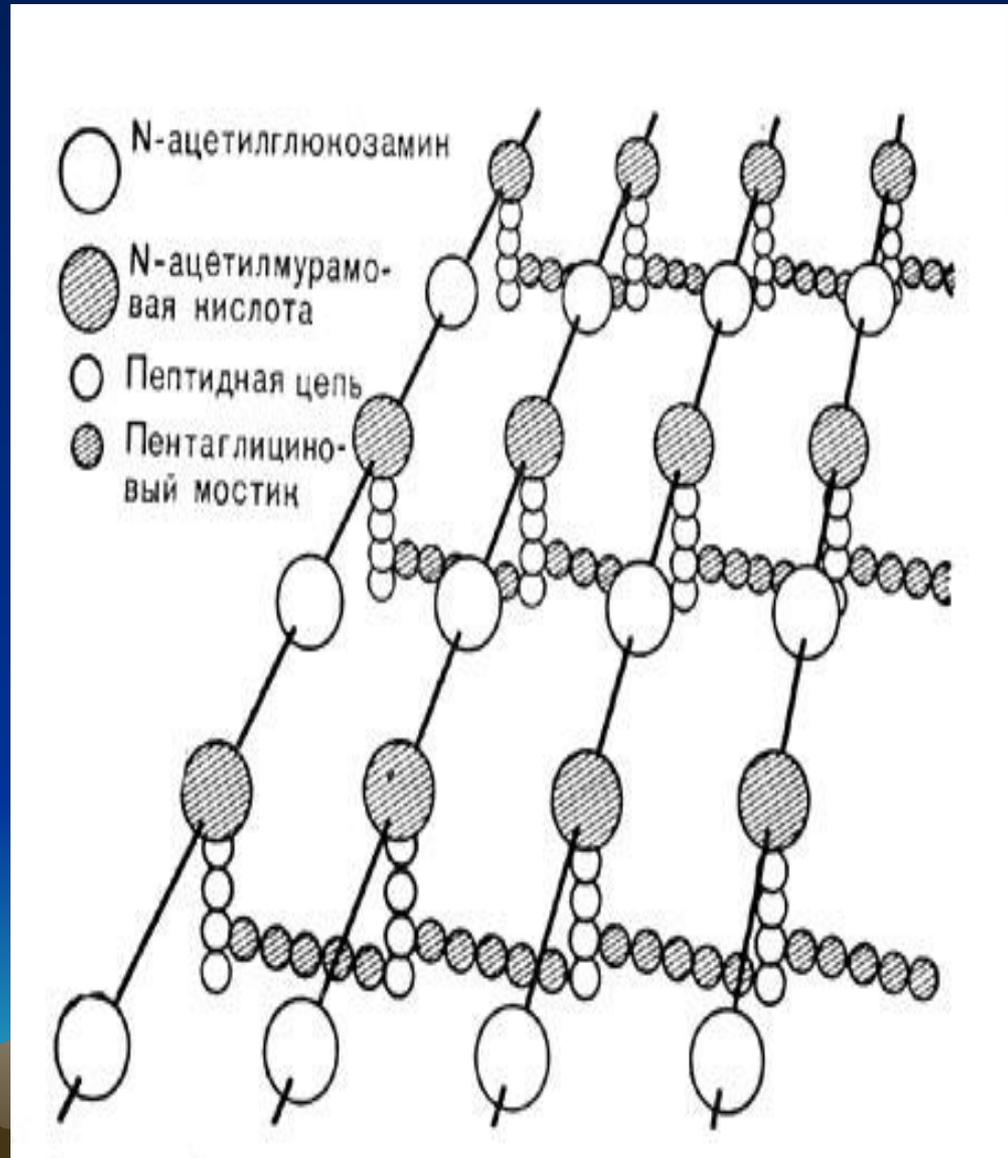
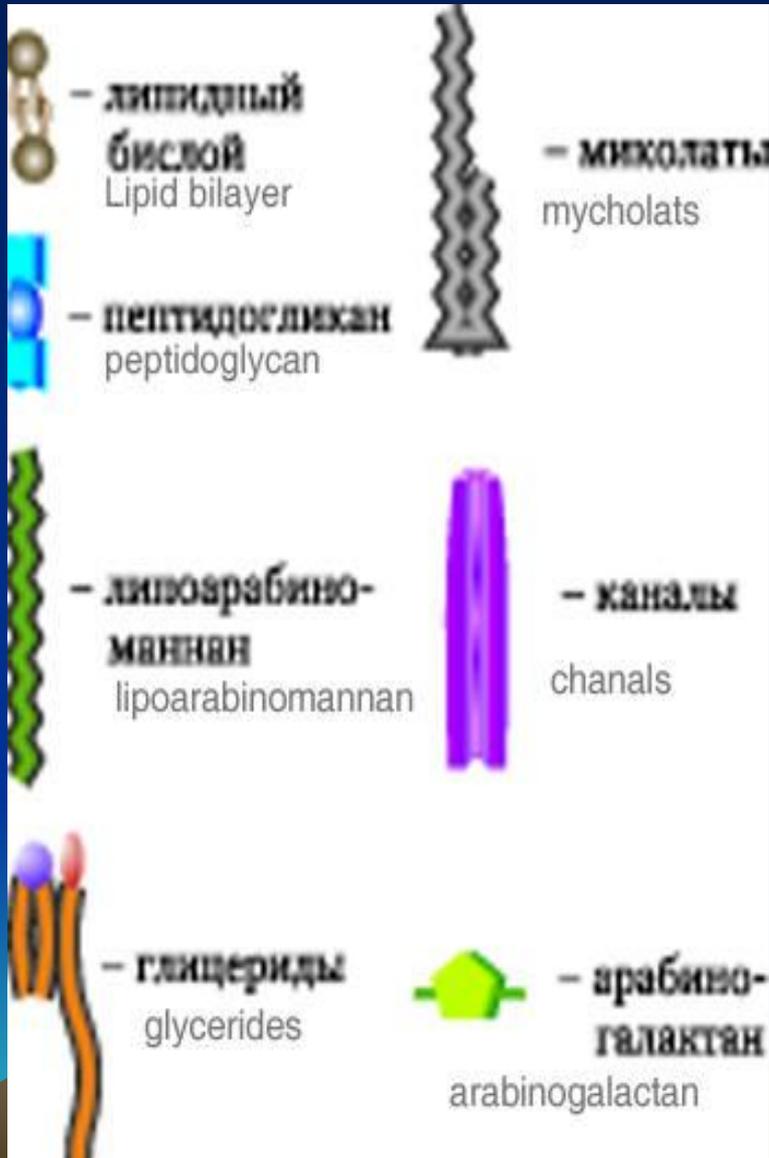
У прокариотической клетки структуры, расположенные снаружи от цитоплазматической мембраны, называют **поверхностными** (клеточная стенка, капсула, жгутики, ворсинки).



Клеточная стенка. Важный структурный элемент бактериальной клетки, находится между цитоплазматической мембраной и капсулой; у бескапсульных бактерий - это внешняя оболочка клетки. Она имеется у всех прокариот, за исключением микоплазм и L-форм бактерий. Выполняет ряд функций: защищает бактерии от осмотического шока и других повреждающих факторов, определяет их форму, участвует в метаболизме, а у многих видов патогенных бактерий токсична за счет поверхностных антигенов или несет на поверхности специфические рецепторы для фагов. Клеточная стенка пронизана порами, через которые происходит транспорт экзотоксинов и других экзобелков бактерий. Толщина клеточной стенки 10,...100 нм; она содержит от 5 до 50 % сухого вещества клетки.



Клеточная стенка



Все бактерии в зависимости от окраски по Граму подразделяют на две группы: грамположительные и грамотрицательные.

В 1884 г. Х. Грам предложил метод окраски, который был использован для дифференцирования бактерий.



ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ

ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ

Нуклеоид (эквивалент
клеточного ядра)

Капсула

Рибосомы

Глиз-
мида

Внешняя
мембрана

Периплазма-
тинеская щель

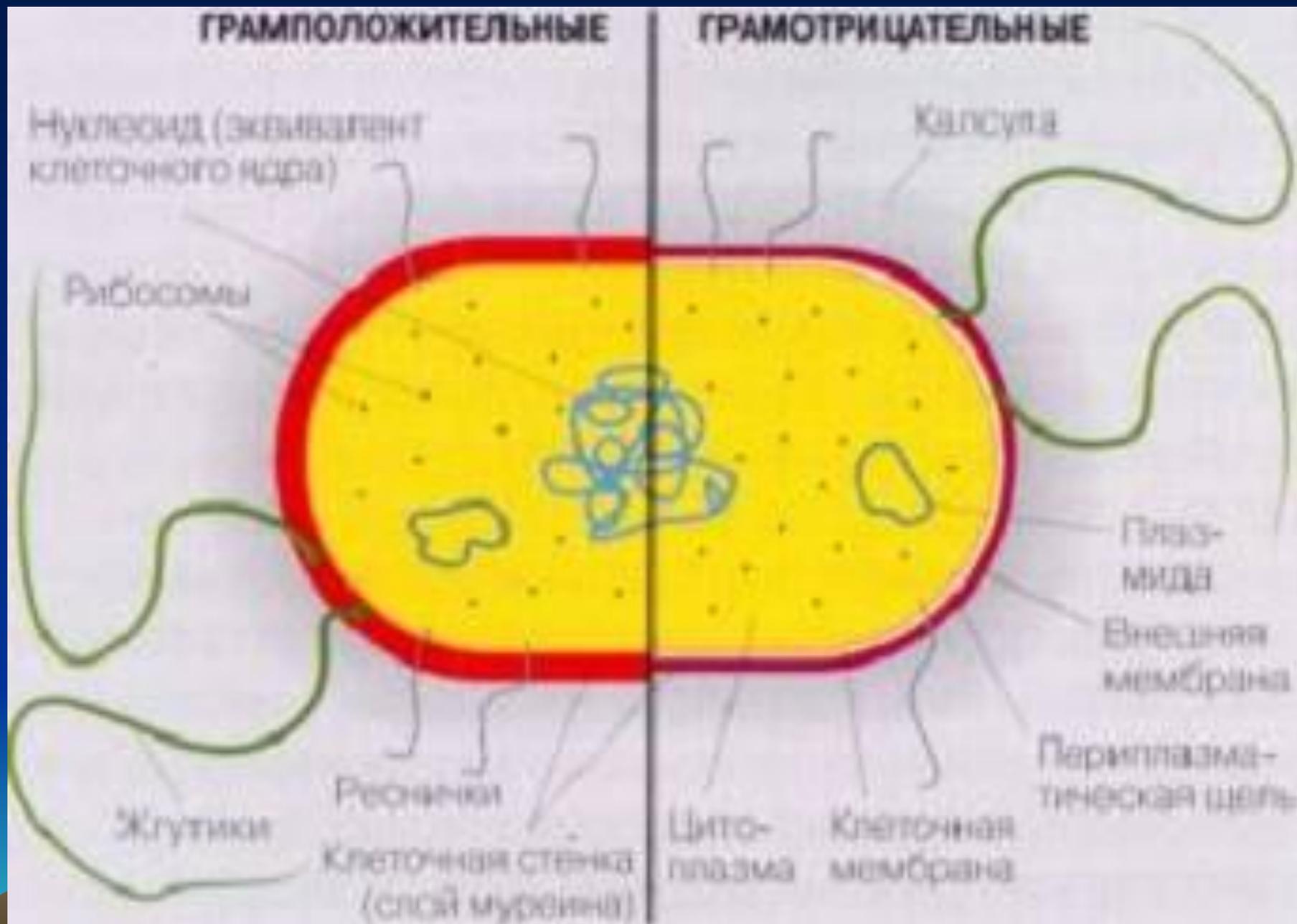
Жгутики

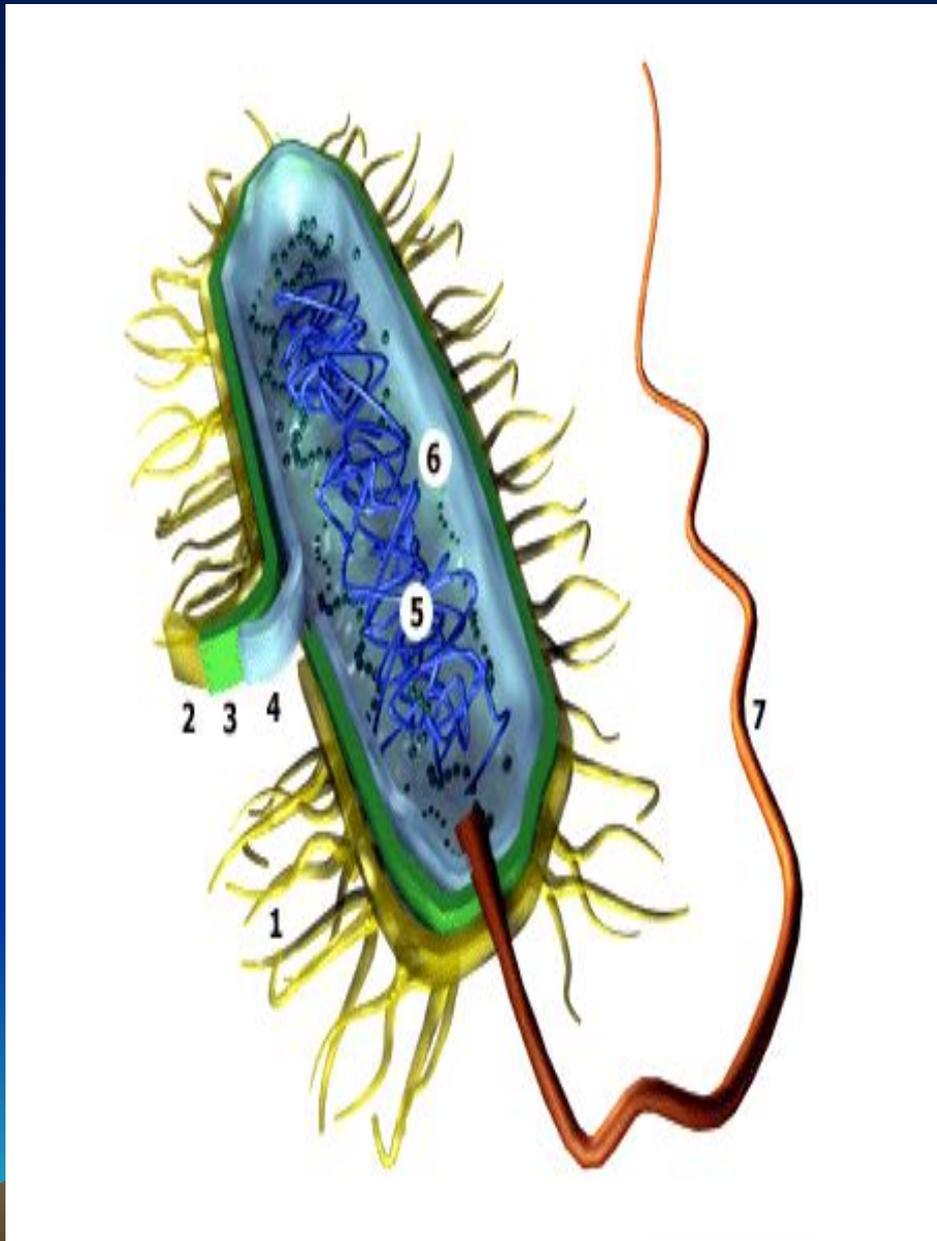
Резанки

Клеточная стенка
(слой муреина)

Цито-
плазма

Клеточная
мембрана

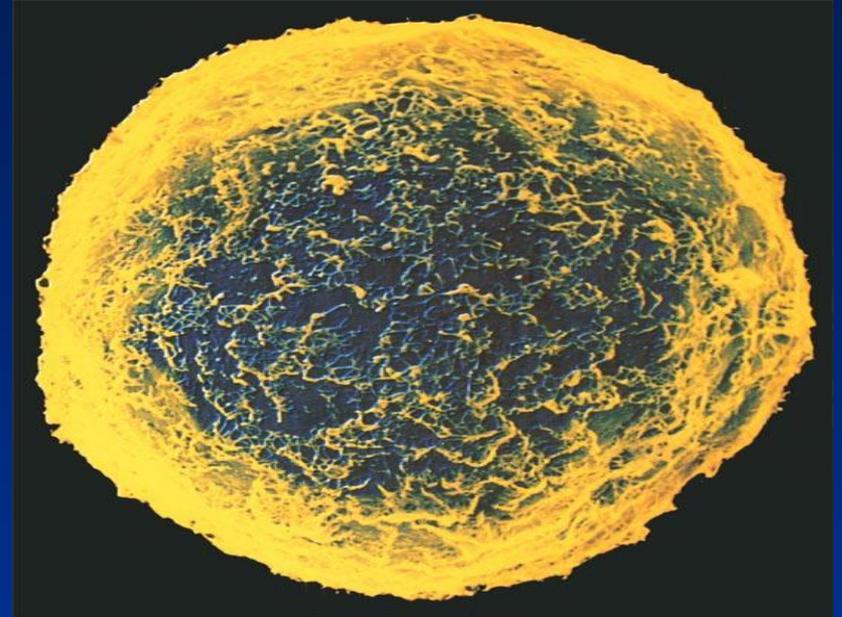
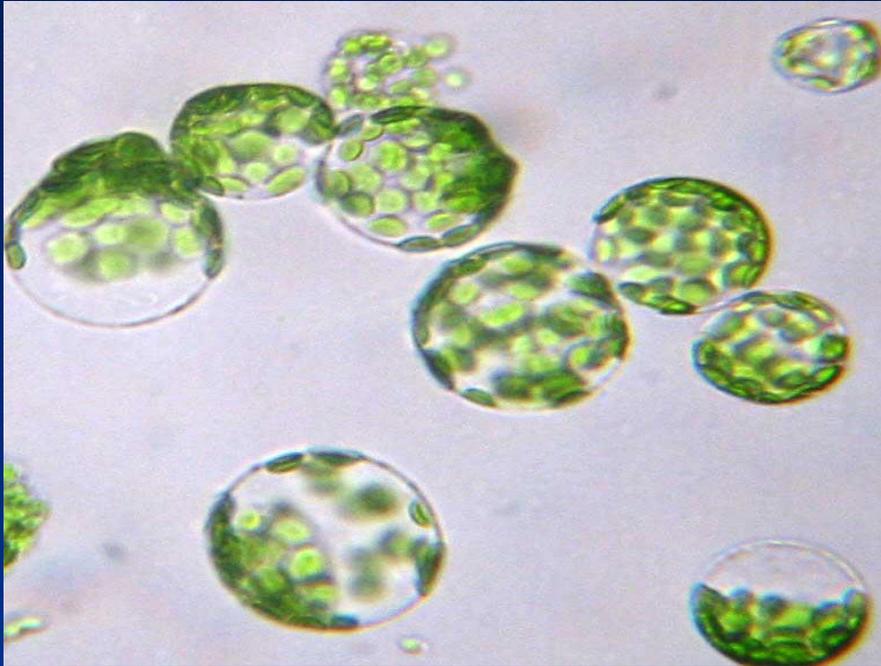




Структурные компоненты клеточной стенки грамотрицательных бактерий ограничены от цитоплазматической мембраны и разделены промежутком называемым периплазмой или периплазматическим пространством.



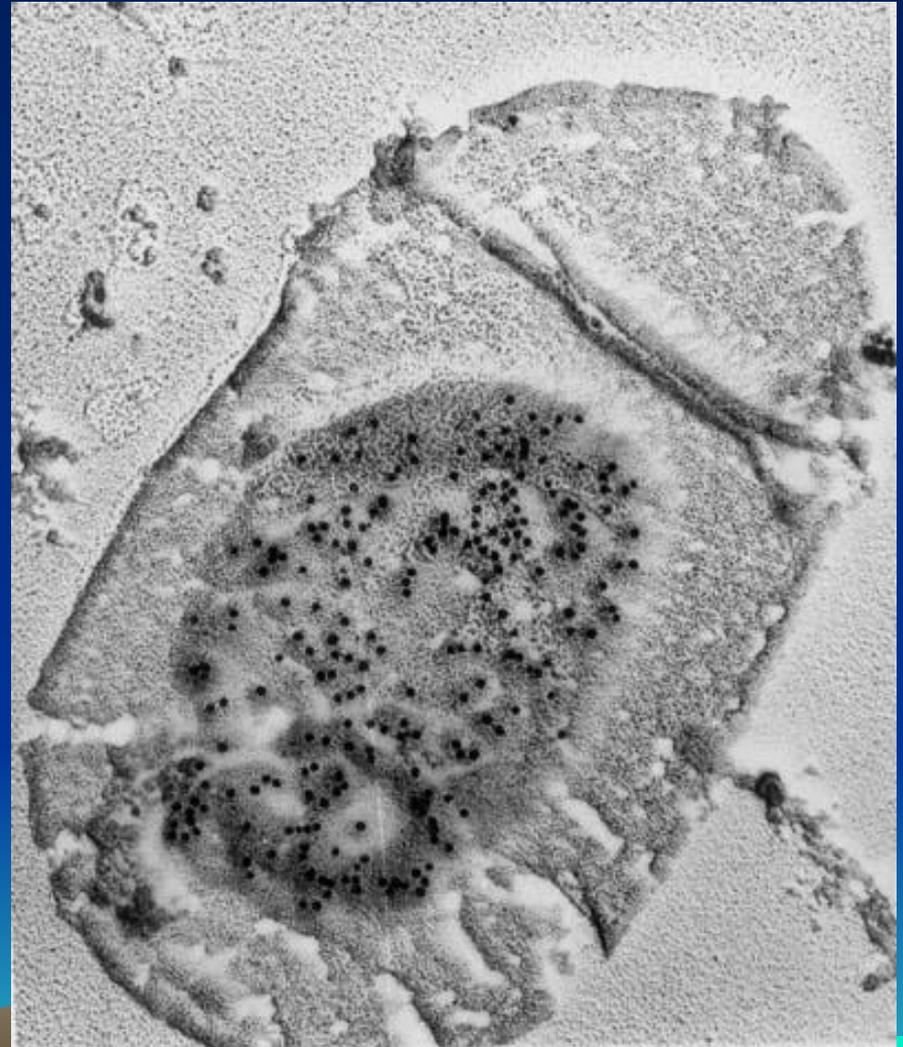
Протопласты

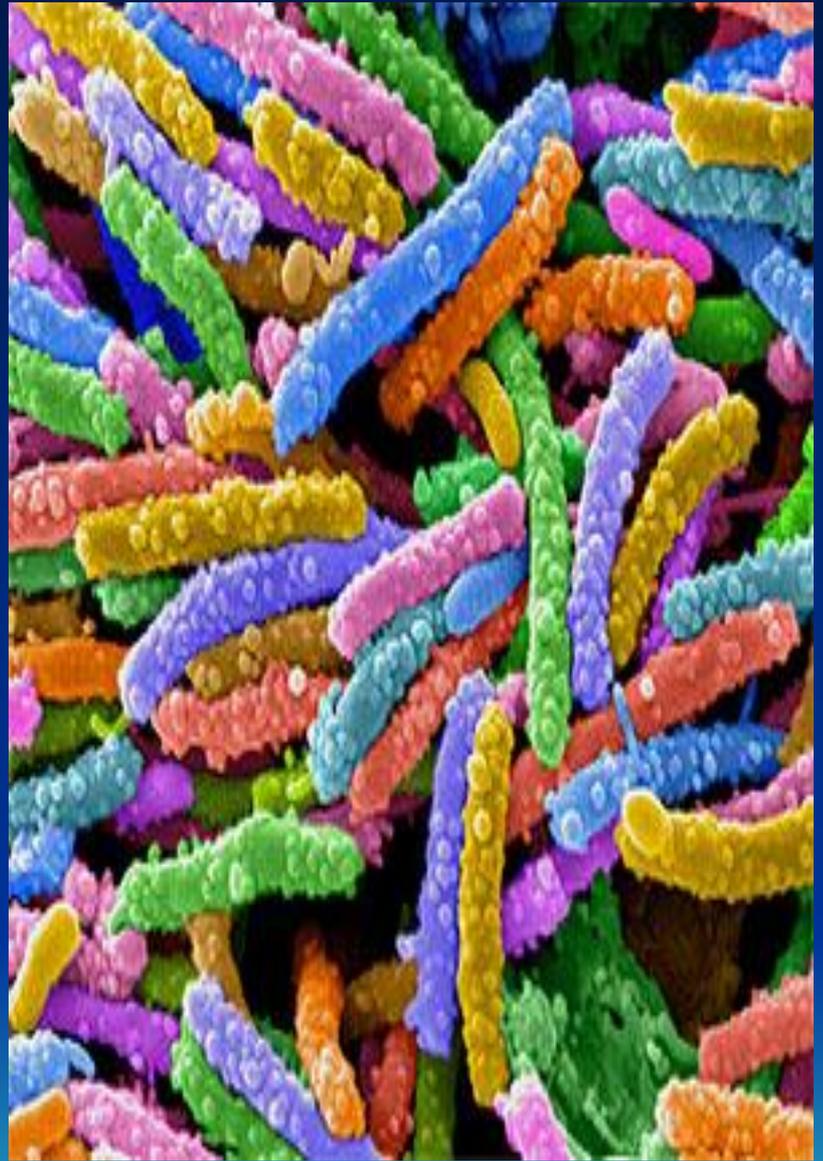
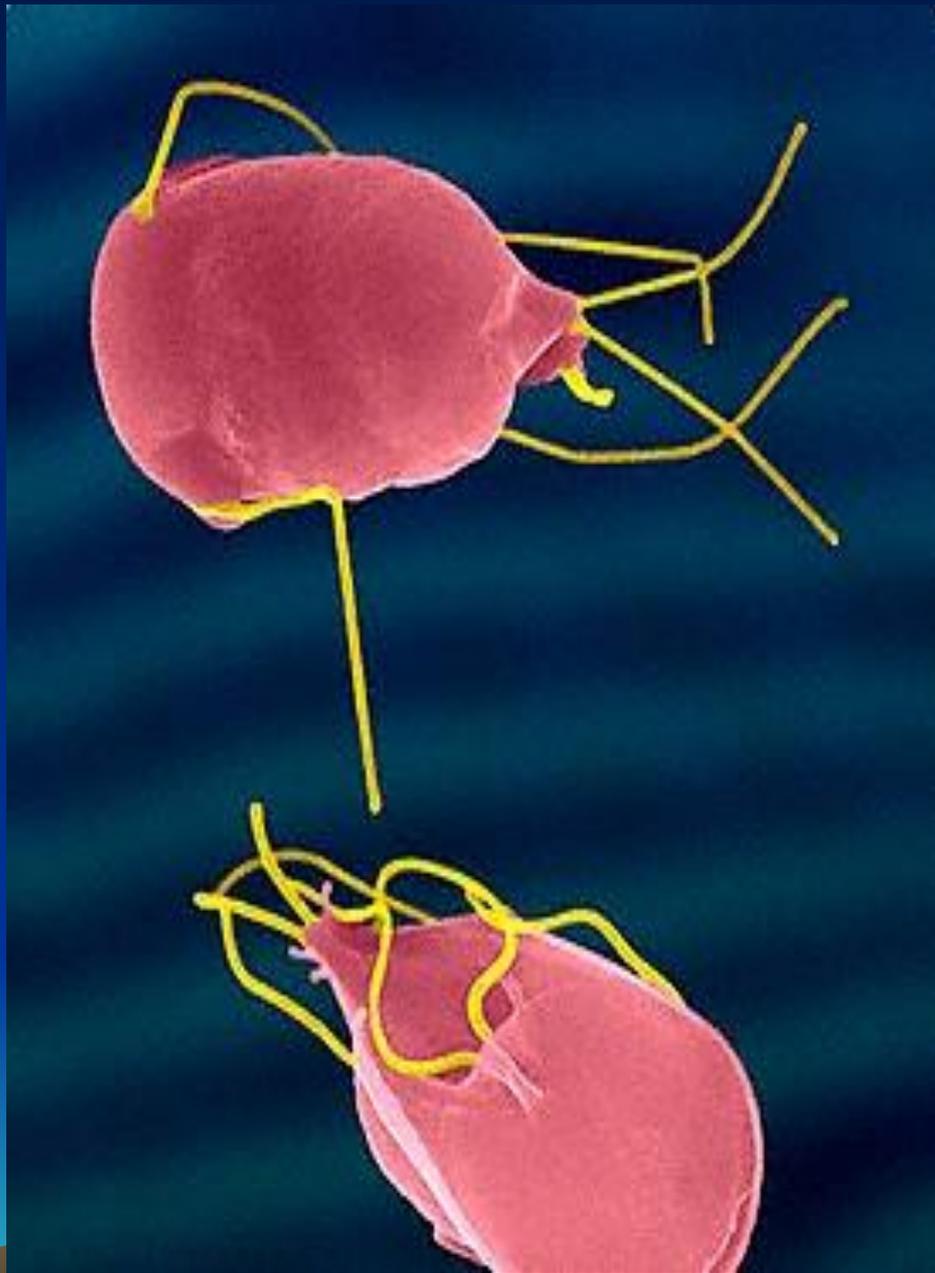


- Протопласты - это формы прокариот, полностью лишённые клеточной стенки, образуемые обычно грамположительными бактериями.

Сферопласты

Сферопласты - бактерии с частично разрушенной клеточной стенкой с сохранением элементов наружной мембраны. Наблюдаются у грамотрицательных бактерий и значительно реже - у грамположительных. Образуются в результате разрушения пептидогликанового слоя.



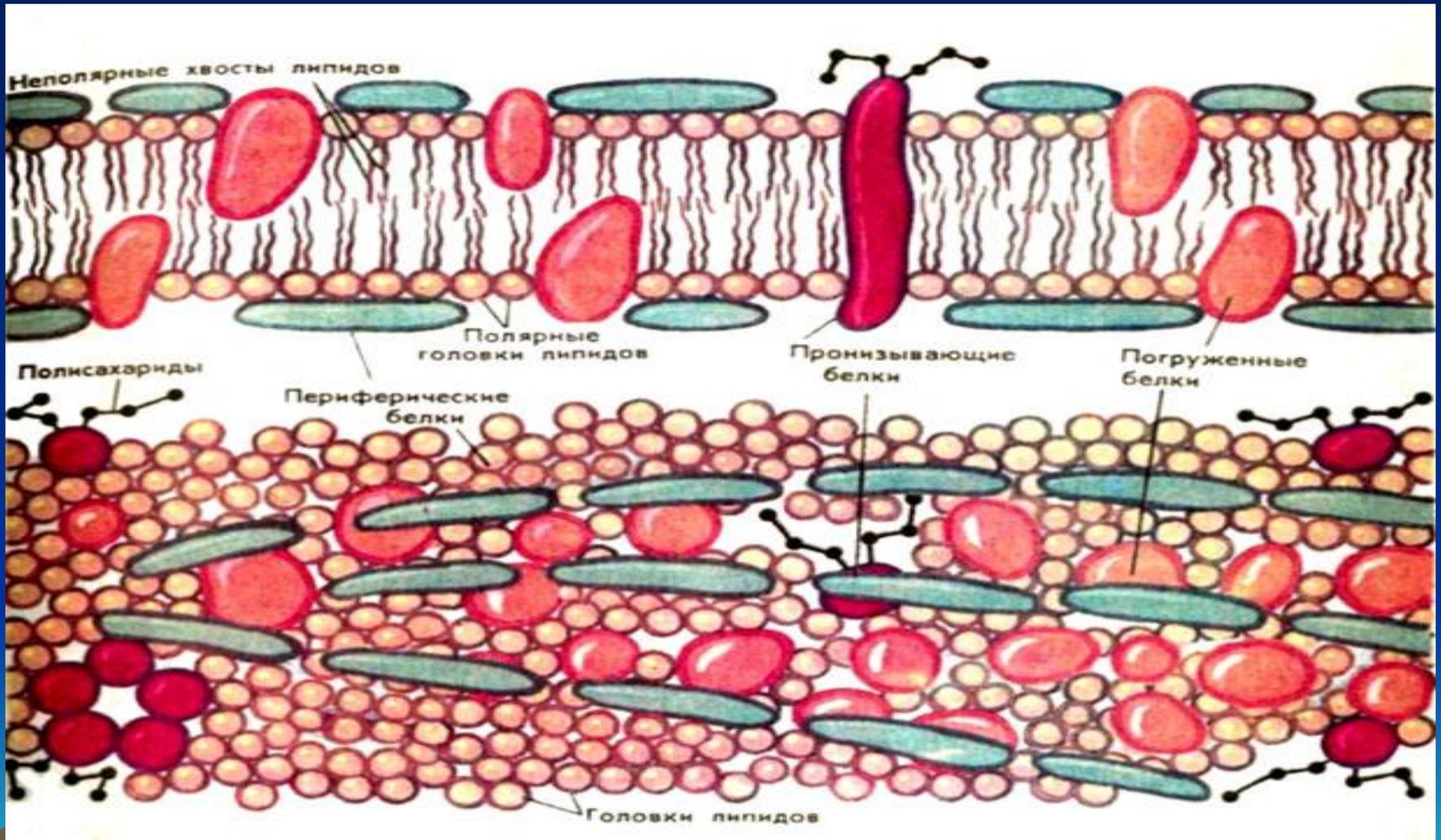


Цитоплазматическая мембрана и ее производные.

Цитоплазматическая мембрана (плазмолемма) полупроницаемая липопротеидная структура бактериальных клеток, отделяющая цитоплазму от клеточной стенки. Она является обязательным компонентом клетки и составляет 8 ... 15 % ее сухой массы. Разрушение цитоплазматической мембраны приводит к гибели бактериальной клетки. Цитоплазматическая мембрана представляет собой белково-липидный комплекс, состоящий из 50 ... 75 % белков и 15 ... 20 % липидов. Основная часть мембранных липидов (70 ... 90 %) представлена фосфолипидами. Она построена из двух мономолекулярных белковых слоев, между которыми расположен липидный слой в виде двух рядов правильно ориентированных молекул липидов. Цитоплазматическая мембрана играет роль осмотического барьера клетки, контролирует поступление питательных веществ и выход продуктов метаболизма наружу.



Цитоплазматическая мембрана



Цитоплазма.

Содержимое бактериальной клетки, ограниченное цитоплазматической мембраной. Состоит из цитозоля - гомогенной фракции, включающей растворимые компоненты РНК, вещества субстрата, ферменты, продукты метаболизма, и структурных элементов рибосом, внутрицитоплазматических мембран, включений и нуклеоида.



Цитоплазма

Клетку окружает
клеточная
мембрана

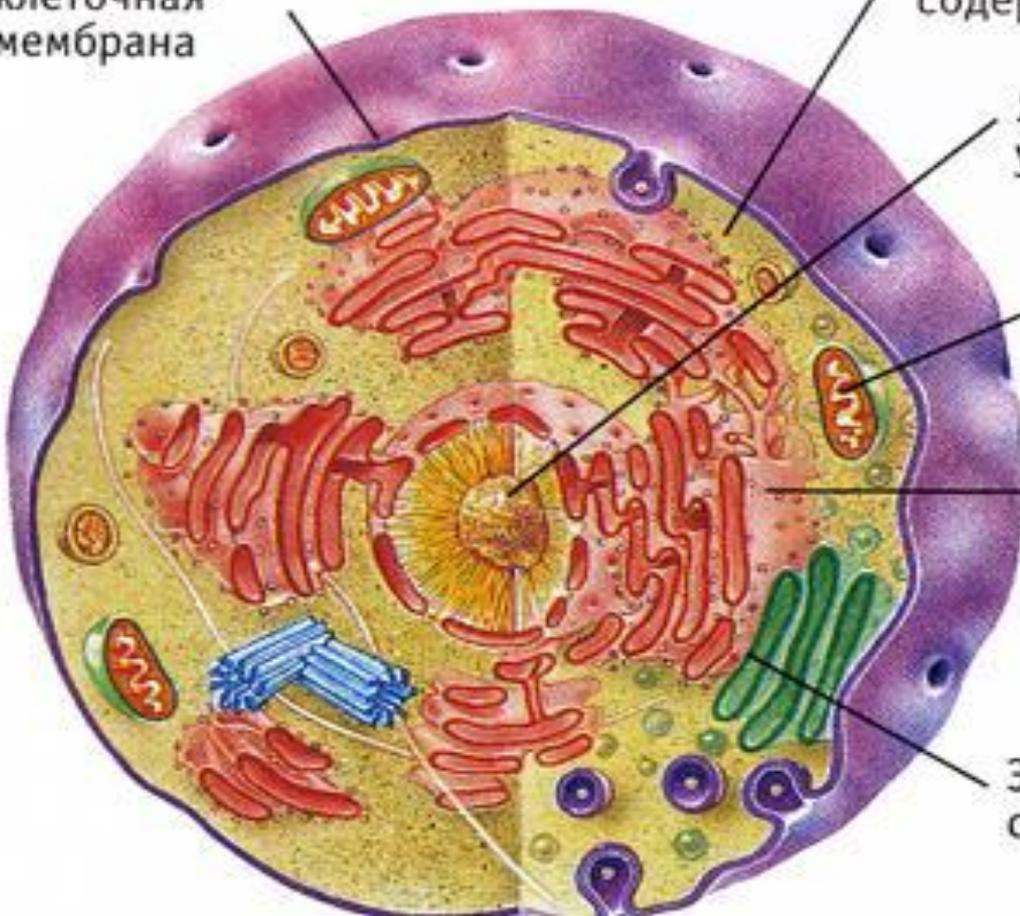
В студенистой цитоплазме
содержатся органеллы

Ядро – центр
управления клетки

Митохондрии обеспечи-
вают клетку энергией

В рибосомах на поверхности
эндоплазматической сети
идет синтез белка

Эндоплазматическая сеть осуще-
ствляет транспорт веществ

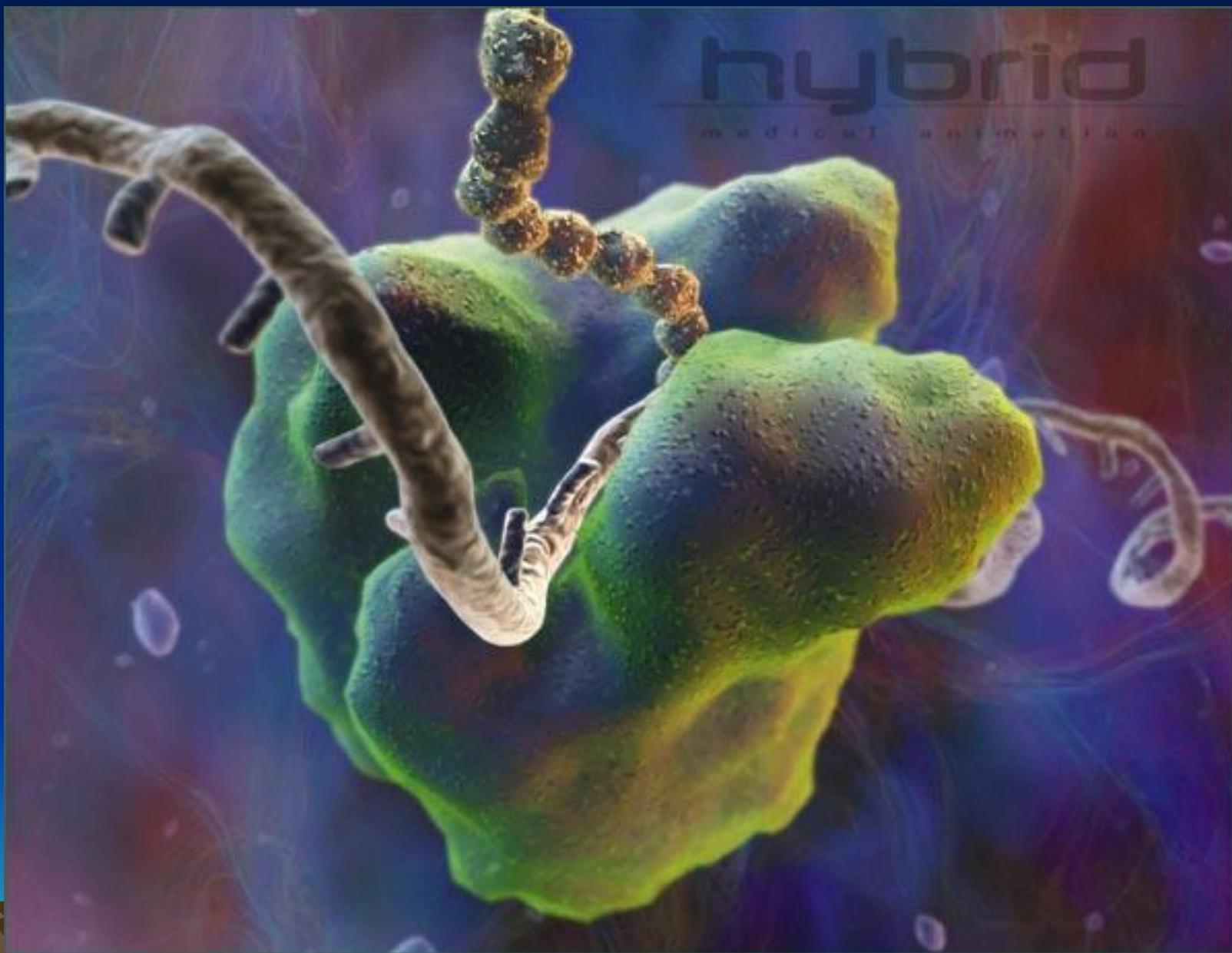


Рибосомы - органоиды, осуществляющие биосинтез белка. Состоят из белка и РНК. Одна бактериальная клетка содержит от 5 000 до 50 000 рибосом, которые посредством РНК объединены в полисомы - агрегаты, состоящие из 50 ... 55 рибосом, обладающих высокой белоксинтезирующей активностью.



hybrid

medical animation



В цитоплазме бактерий присутствуют (непостоянно) различного типа включения: твердые, жидкие и газообразные, с белковой мембраной или без нее. Значительная их часть представляет собой запасные питательные вещества и продукты клеточного метаболизма. К запасным питательным веществам относятся: полисахариды, липиды, полифосфаты, отложения серы и др.

Из включений полисахаридной природы чаще обнаруживают гликоген и крахмалоподобное вещество гранулезу, которые служат источником углерода и энергетическим материалом.



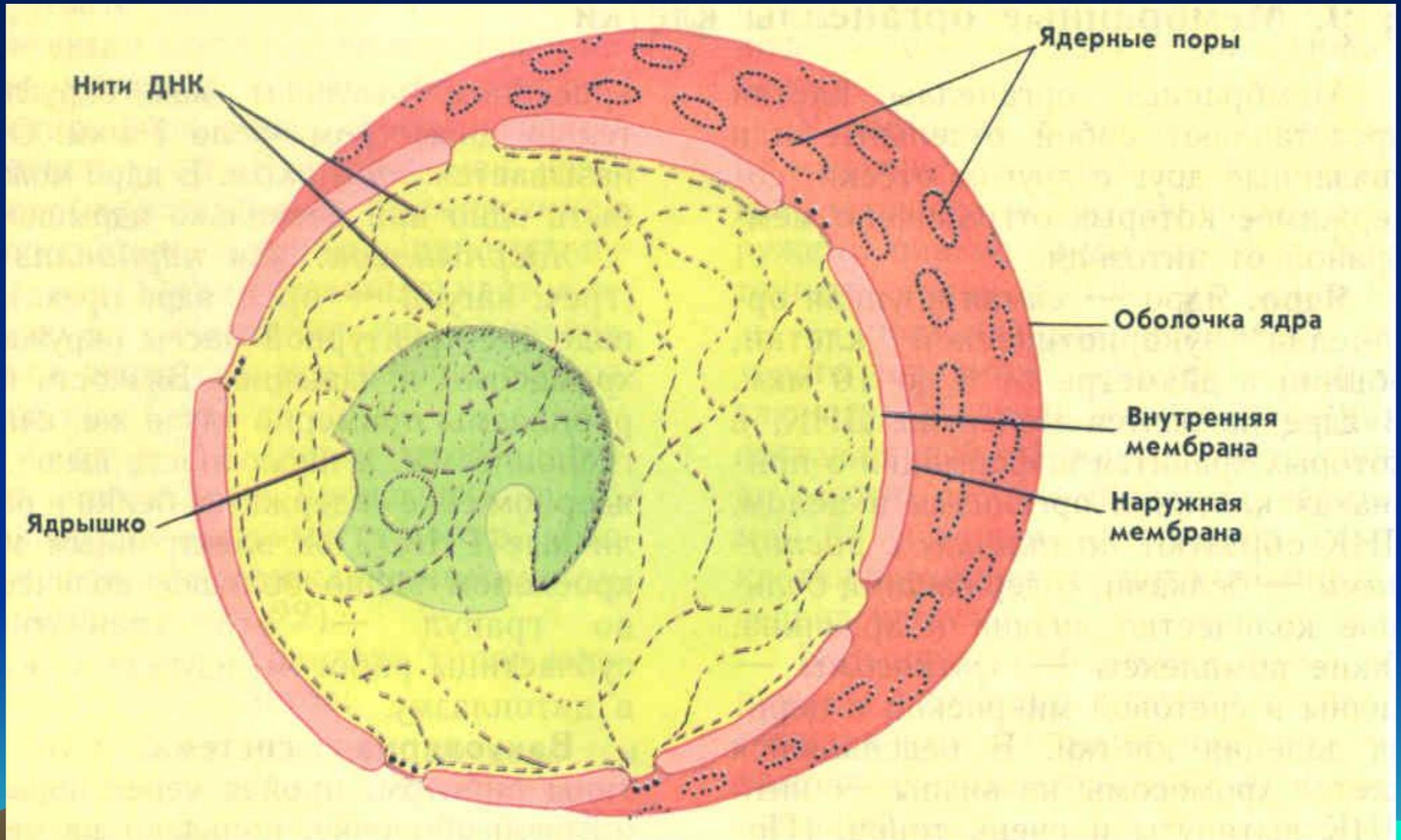
Нуклеоид. Ядро у прокариот. Состоит из одной замкнутой в кольцо двуспиральной нити ДНК длиной 1,1... 196 нм, которую рассматривают как одиночную бактериальную хромосому, или генофор.

Нуклеоид не отделен от остальной части клетки мембраной, т.е. у него отсутствует ядерная оболочка.

В нуклеоиде сосредоточен основной объем генетической информации бактериальной клетки.



Нуклеоид



Плазмиды

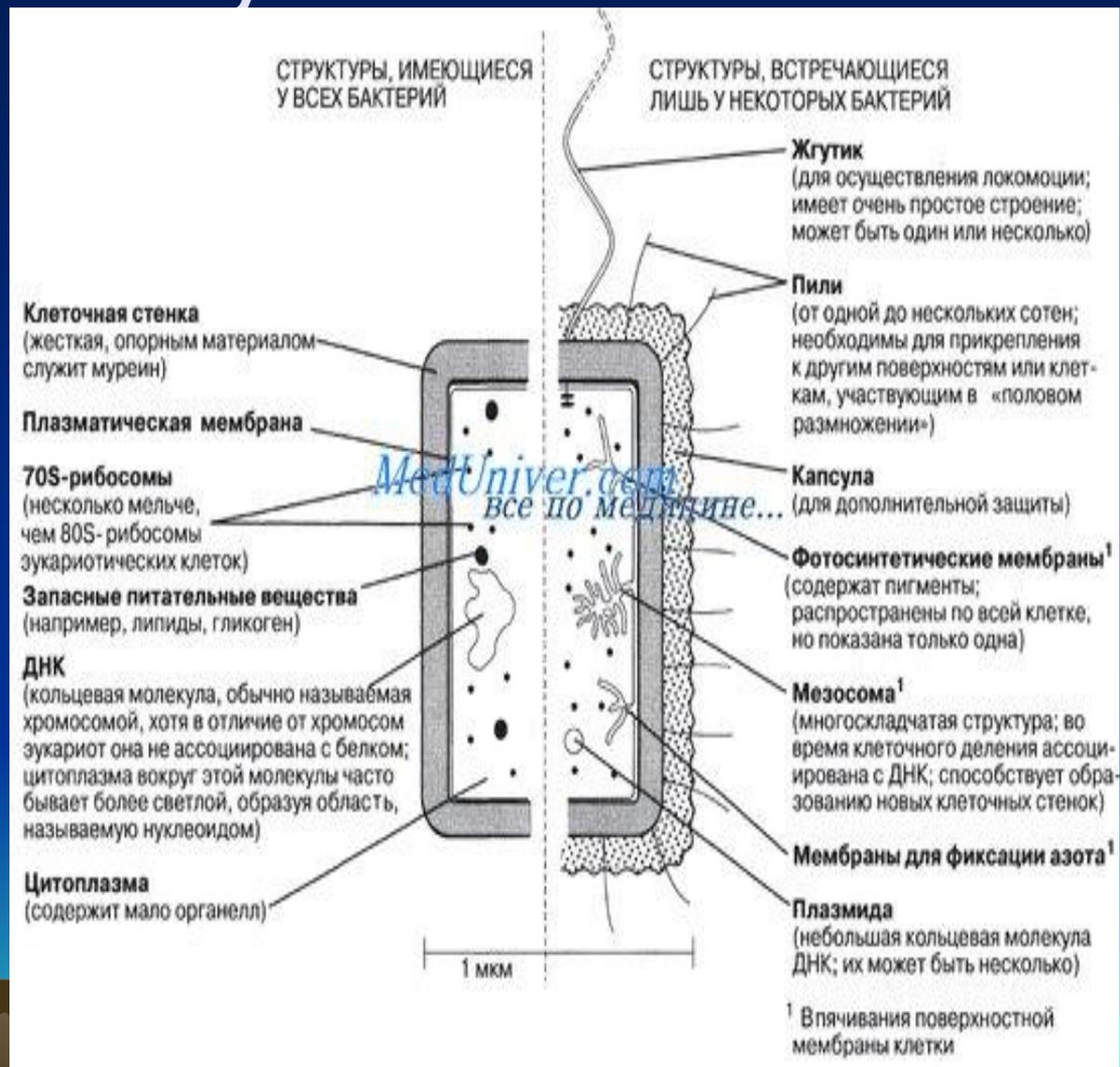
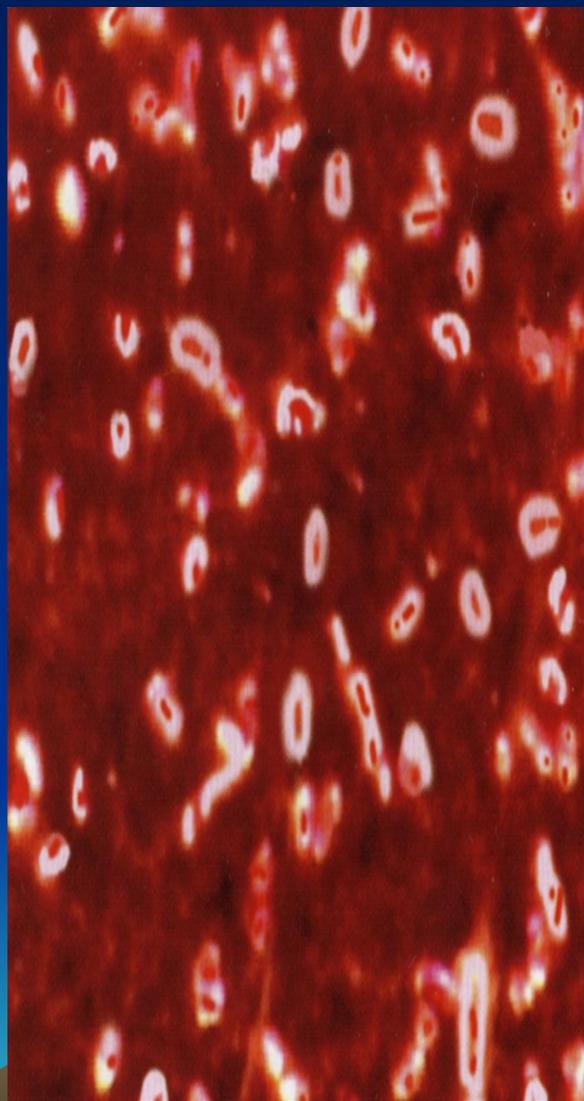
Кроме нуклеоида в клетках многих бактерий обнаружены внехромосомные генетические элементы - плазмиды, представленные небольшими кольцевыми молекулами ДНК.



Капсула. Слизистый слой над клеточной стенкой бактерии. Вещество капсулы четко ограничено от окружающей среды. В зависимости от толщины слоя и прочности соединения с бактериальной клеткой различают видимую микрокапсулу, толщиной 0,2 мкм, в световом микроскопе, и микрокапсулу, толщиной менее 0,2 мкм, обнаруживаемую лишь при электронной микроскопии или выявляемую химическими и иммунологическими методами.



Капсула



- Основные компоненты большинства капсул прокариот - гомо- или гетерополисахариды (энтеробактерии и др.).
- У некоторых видов бацилл капсулы построены из полипептида.



Капсула - полифункциональный органоид, выполняющий важную биологическую роль. Служит местом локализации капсульных антигенов, определяющих вирулентность, антигенную специфичность и иммуногенность бактерий.



Зооглеи

Существуют бактерии, синтезирующие слизь на поверхности клеточной стенки в виде бесструктурного слоя полисахаридной природы.

У сапрофитной бактерии наблюдается образование одной капсулы для многих особей. Такие скопления бактерий, заключенные в общую капсулу, называют зооглеями



В ветеринарной микробиологии выявление капсулы используют в качестве дифференциального морфологического признака возбудителя сибирской язвы.

Для окрашивания капсул применяют специальные методы - Романовского-Гимзы, Ольта, Михина и др.

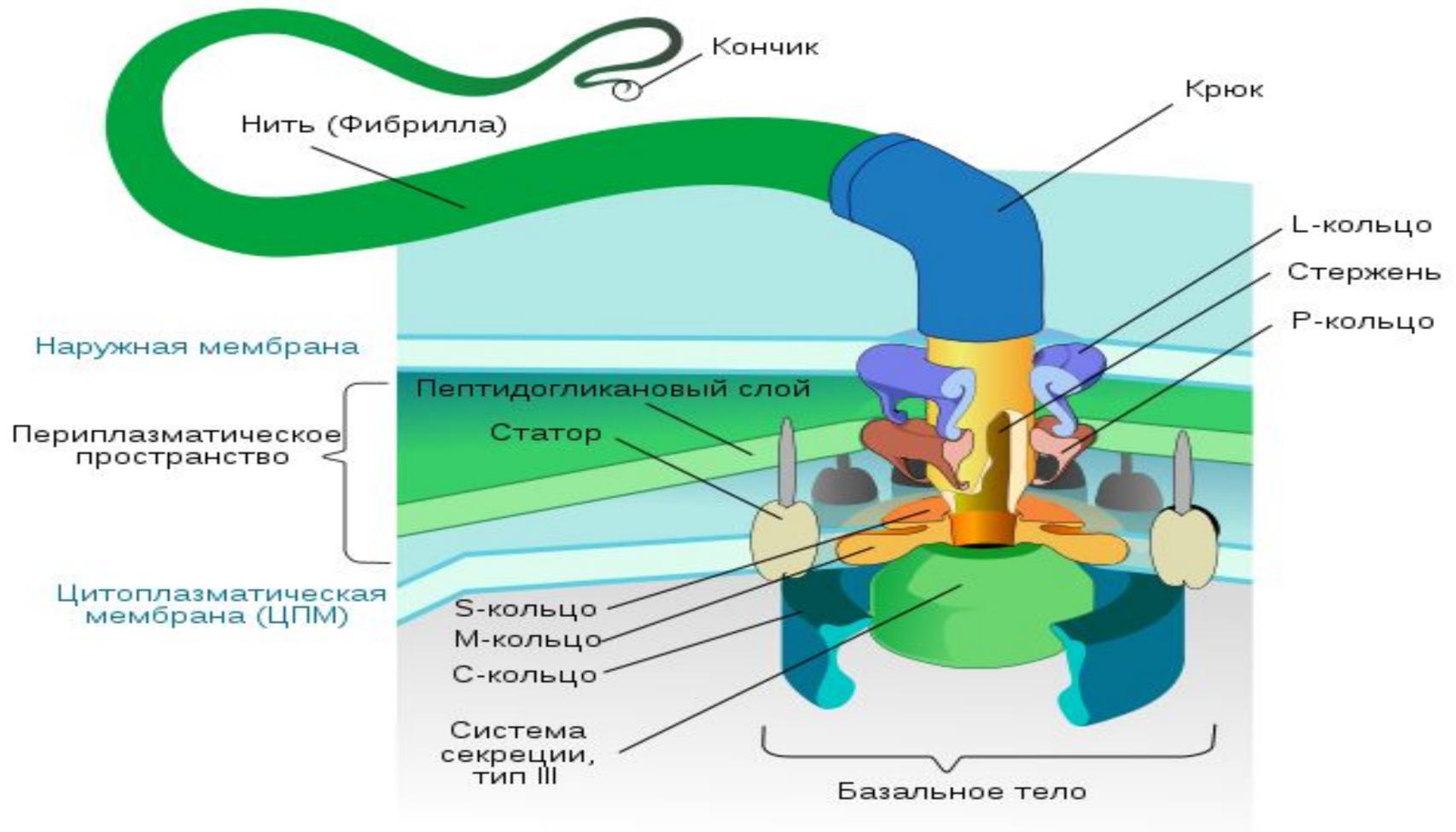
Микрокапсулу и слизистый слой определяют серологическими реакциями (РА).

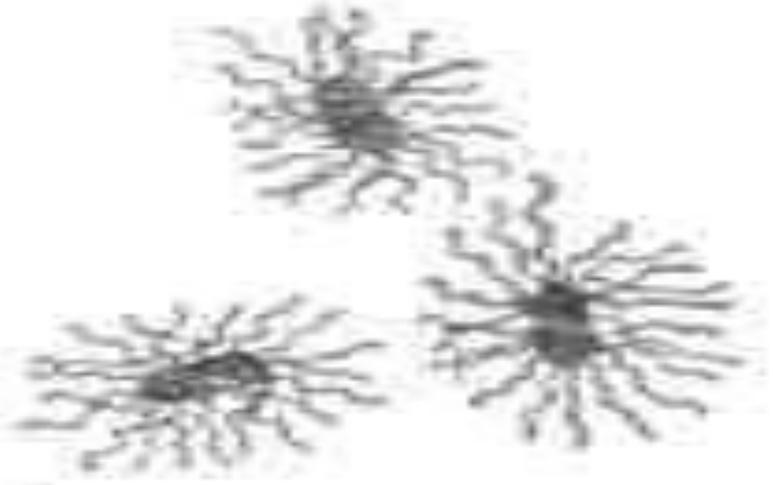
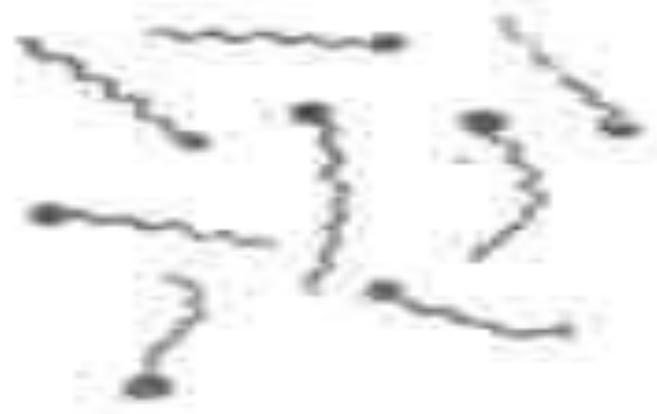


Жгутики

Органы движения бактерий в виде тонких, длинных, нитевидных структур белковой природы. Их длина превышает бактериальную клетку в несколько раз и составляет 10.. .20 мкм, а у некоторых -спирилл достигает 80.. .90 мкм. Нить жгутика (фибрилла) - полый спиральный цилиндр диаметром 12 ... 20 нм. Жгутик состоит из трех частей: спиральной ниш, крюка и базального тельца. Крюк - изогнутый белковый цилиндр, выполняющий функцию гибкого связывающего звена между базальным тельцем и жесткой нитью жгутика. Базальное тельце - сложная структура, состоящая из центрального стержня (оси) и колец.

Строение жгутика





Количество жгутиков (от 1 до 50 и более) и места их локализации у бактерий разных видов неодинаковы, но стабильны для одного вида.

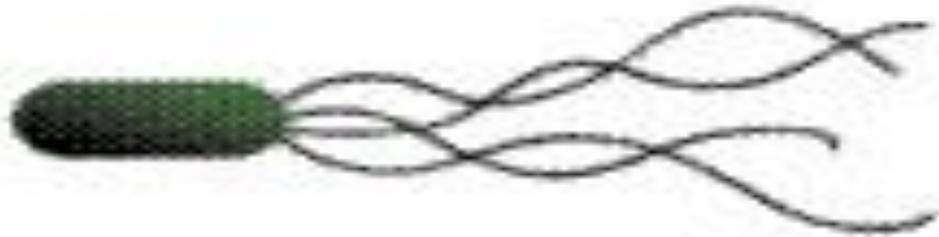
В зависимости от этого выделяют следующие группы жгутиковых бактерий: **монотрихи** - бактерии с одним полярно расположенным жгутиком, **амфитрихи** - бактерии с двумя полярно расположенными жгутиками или имеющие по пучку жгутиков на обоих концах; **лофотрихи** - бактерии, имеющие пучок жгутиков на одном конце клетки; **перитрихи** - бактерии с множеством жгутиков, расположенных по бокам клетки или на всей ее поверхности. Бактерии, не имеющие жгутиков, называют **атрихиями**.



A



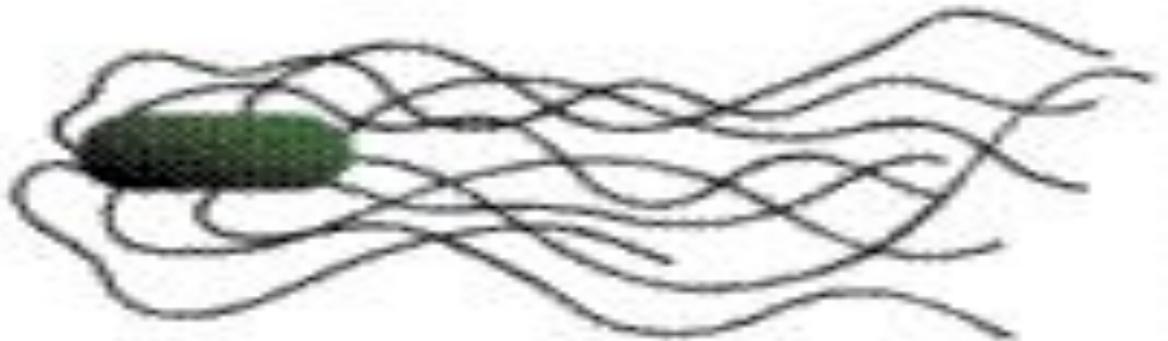
B



C



D



Пили(фимбрии, ворсинки).

- Они представляют прямые, тонкие, полые белковые цилиндры толщиной 3-25 нм и длиной до 12 мкм, отходящие от поверхности бактериальной клетки.
- .
- Встречаются у подвижных и неподвижных форм бактерий .
- Видимы только в электронном микроскопе.
- На поверхности клетки может быть от 1-2, 50-400 пилей до нескольких тысяч.



Существует два класса пилей:

- Половые (секс-пили),
- Пили общего типа, их называют чаще **ФИМБРИИ**.
- Пили общего типа располагаются перитрихально (кишечная палочка) или на полюсах (псевдомонады).
- На одной бактерии их может быть сотни.
- Они принимают участие в слипании бактерий, прикреплении микробов к различным субстратам, в транспорте метаболитов, а также способствуют образованию пленок на поверхности жидких сред, вызывают агглютинацию эритроцитов.

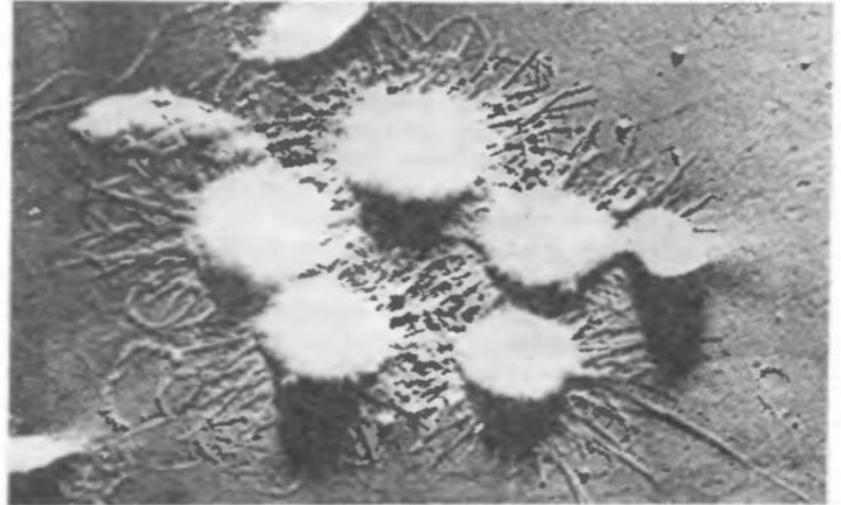
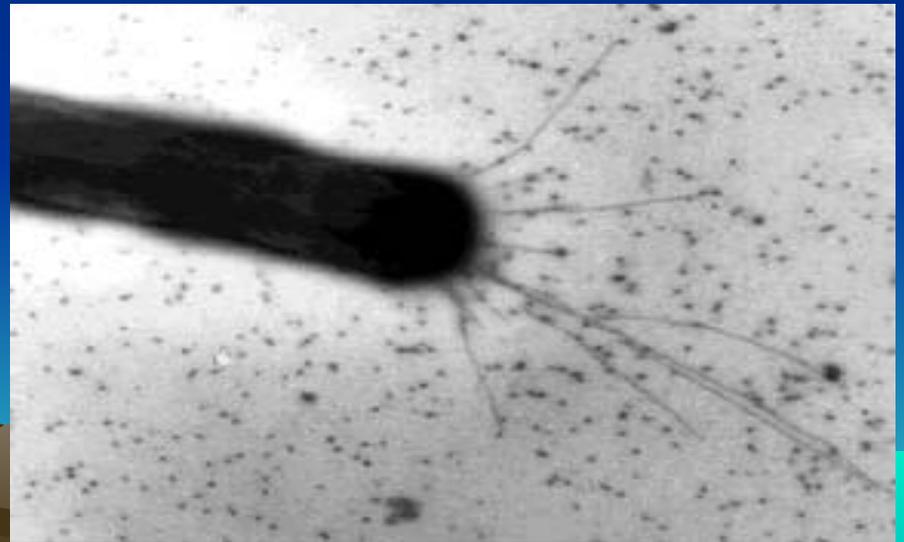


Рис. 16. Кокки с фимбриями. Увел. $\times 12\,000$.



СПОРЫ БАКТЕРИЙ

- Это-особое состояние покоящихся репродуктивных клеток, характеризующееся резко сниженным уровнем метаболизма и высокой резистентности



ЭНДОСПОРА

- Бактериальная спора формируется внутри материнской клетки.
- Способностью к образованию спор обладают палочковидные грамположительные бактерии родов *Bacillus* и *Clostridium*, из шаровидных – *Sporosarcina*.



Основная функция спор

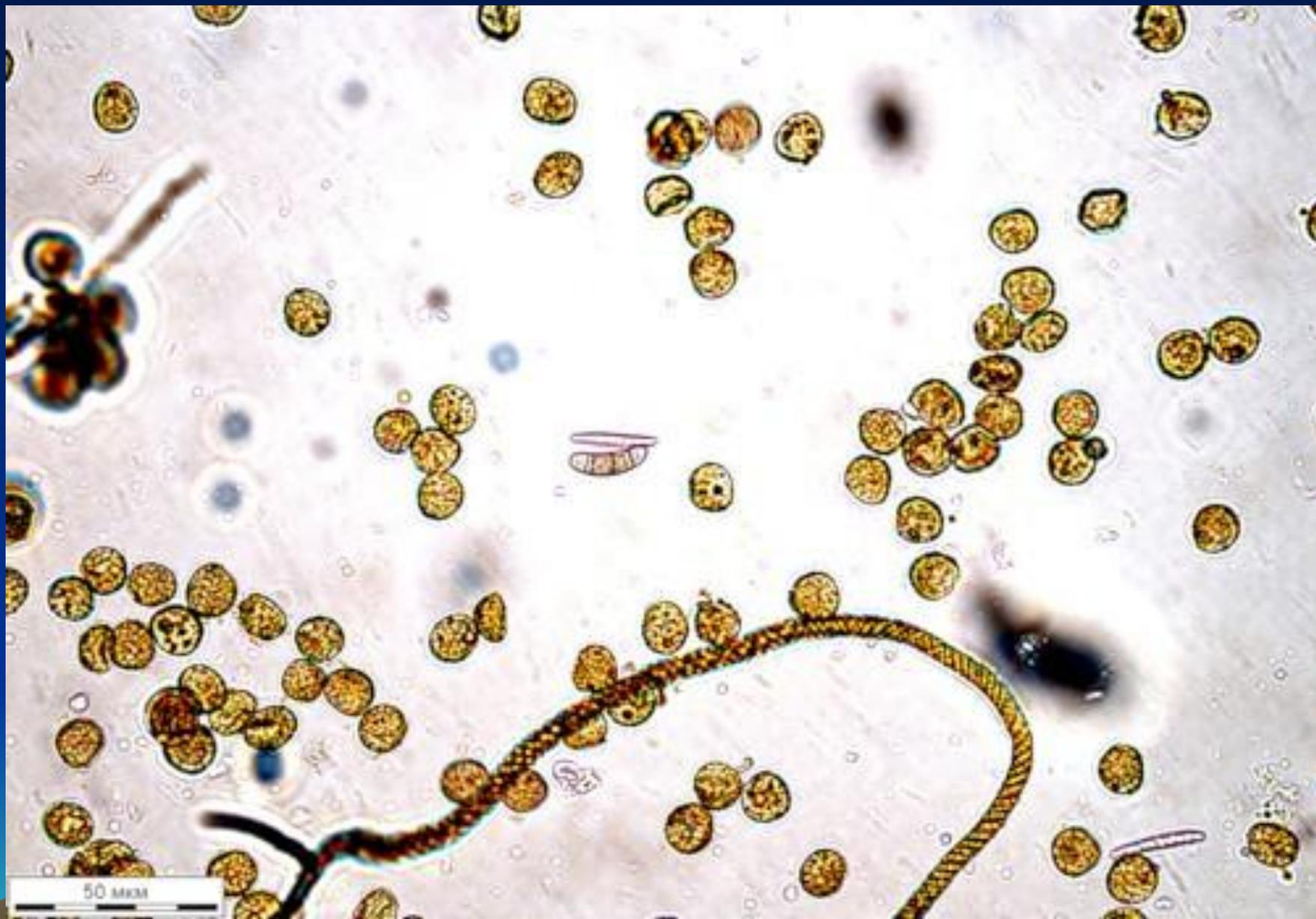
- -сохранение бактерий в неблагоприятных условиях окружающей среды.
- -переход бактерий к спорообразованию наблюдается при истощении питательного субстрата, недостатке углерода, азота, фосфора, изменении pH, повышении содержания кислорода.



РАСПОЛОЖЕНИЕ СПОР

- -центрально –*Vac. Anthracis*;
- -субтерминально-ближе к концу –
C.botulinum;
- -терминально -на конце палочек
–*C.tetani*.

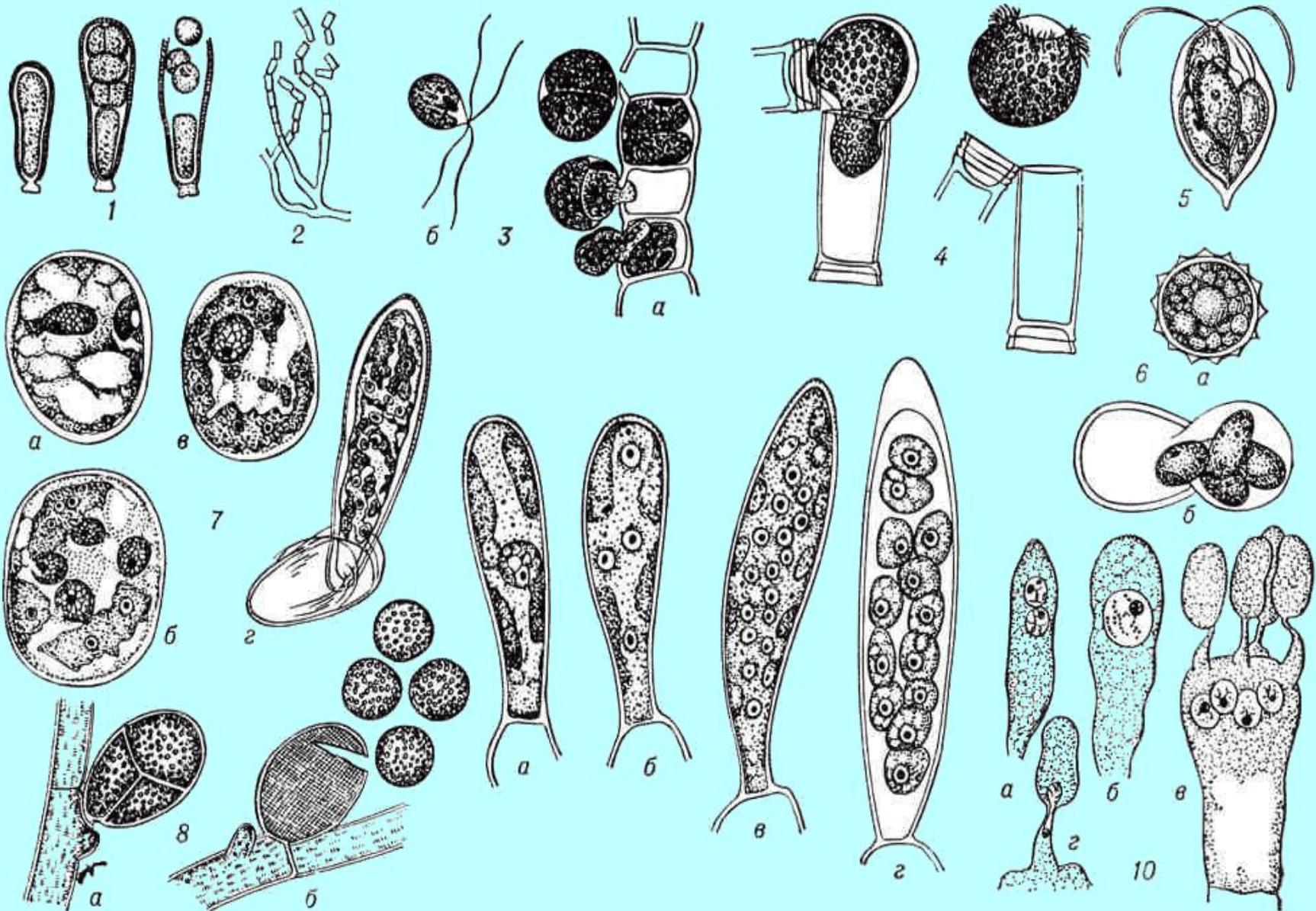




Строение споры

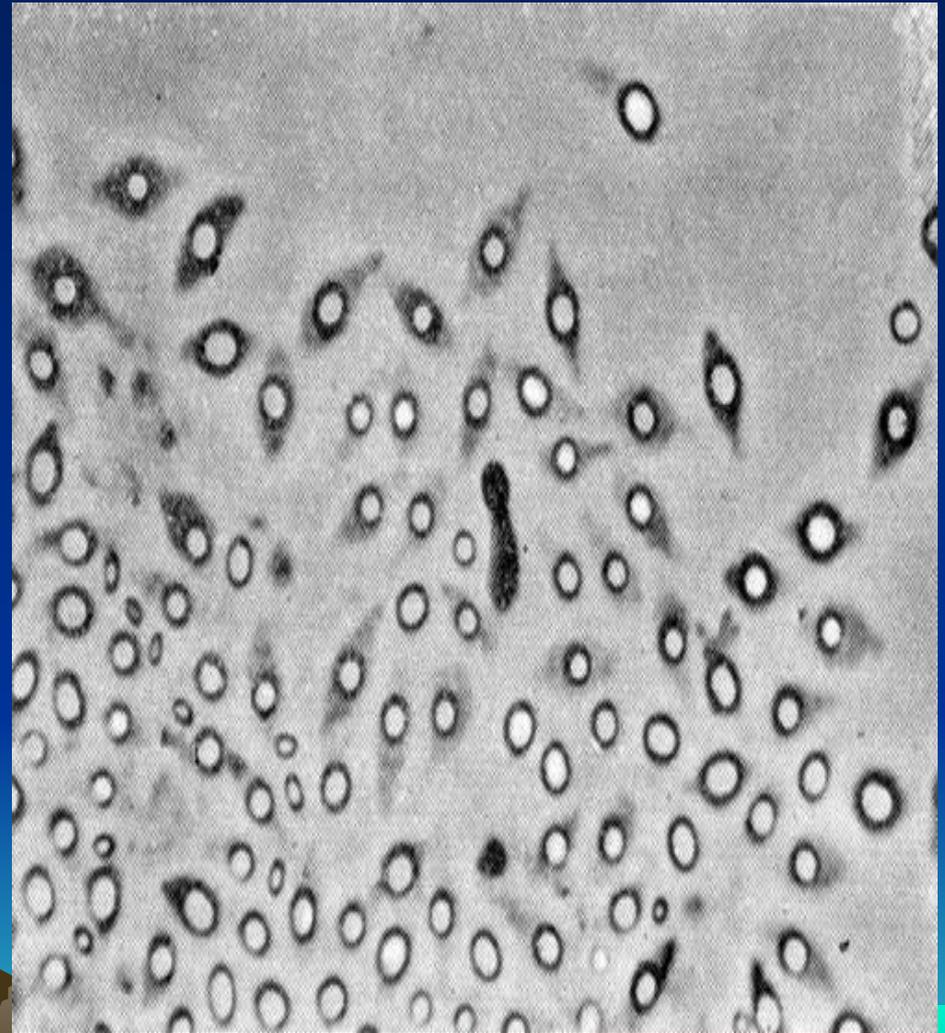
- Центральная часть представлена сердцевинной (спороплазмой), содержащей нуклеоид, рибосомы и мембраны структуры.
- Спороплазма окружена цитоплазматической мембраной, к которой прилегает пептидогликановый слой, затем специфическим для спор массивным слоем кортекса, или коры.
- Снаружи спора окружена многослойной оболочкой.
- У многих бактерий по окружности наружного слоя споровой оболочки располагается эндоспорум.





Спорообразование (споруляция)

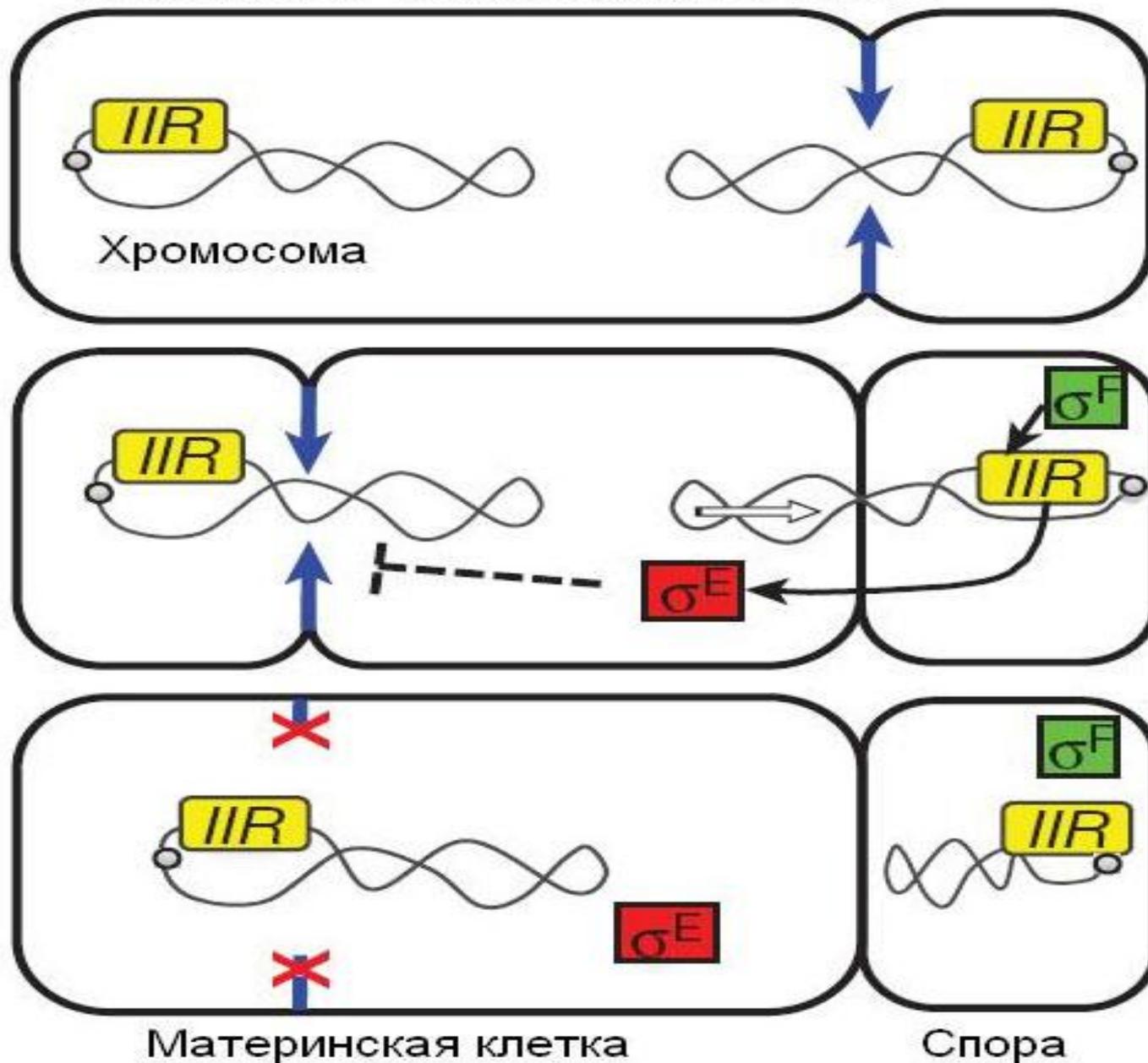
- Сложный процесс дифференцировки бактериальной клетки под контролем комплекса специальных генов — спорулонов.

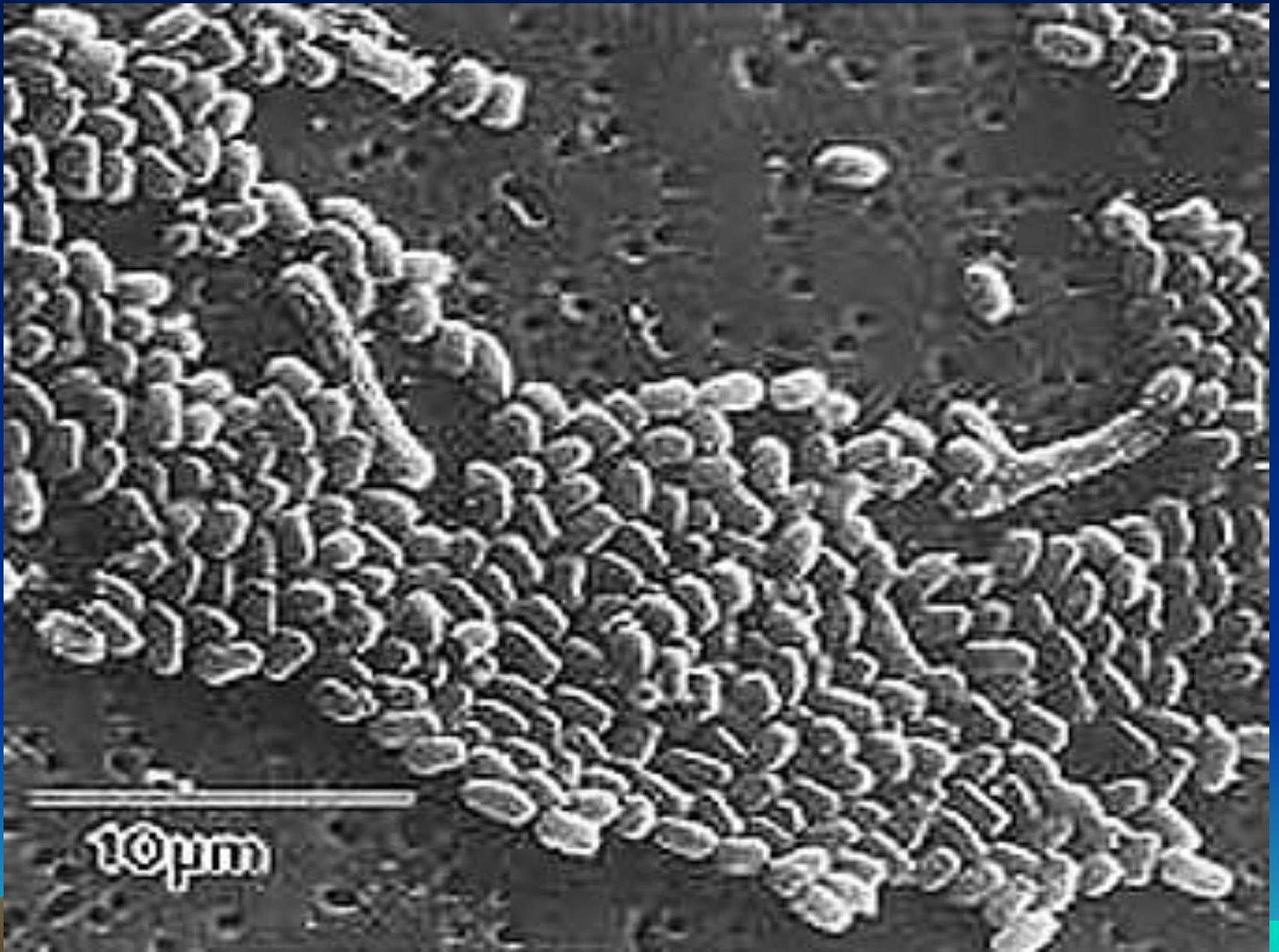


Процесс образования спор (стадии)

- **Подготовительная** – изменяется метаболизм, завершается репликация ДНК и происходит ее конденсация.
- **Стадия предспоры** – со стороны эндоплазматической мембраны вегетативной клетки происходит вращение двойной мембраны, или септы, отделяющий нуклеоид с участком уплотненной цитоплазмы.
- **Образование оболочек** – между мембранами проспоры образуется зачаточный пептидогликановый слой, затем над ним откладывается толстый пептидогликановый слой кортекса и вокруг него формируется споровая оболочка.
- **Созревание споры** – завершение образования всех структур споры; она приобретает термоустойчивость, характерную форму и занимает определенное положение в клетке.

Нормальная споруляция у *B. subtilis*





Параспоровые тельца

- Некоторые виды бактерий образуют параспоровые тельца, которые располагаются изолированно или на поверхности спор в виде крупных белковых кристаллов.
- Они токсичны и используются в препаратах для борьбы с вредными насекомыми.

