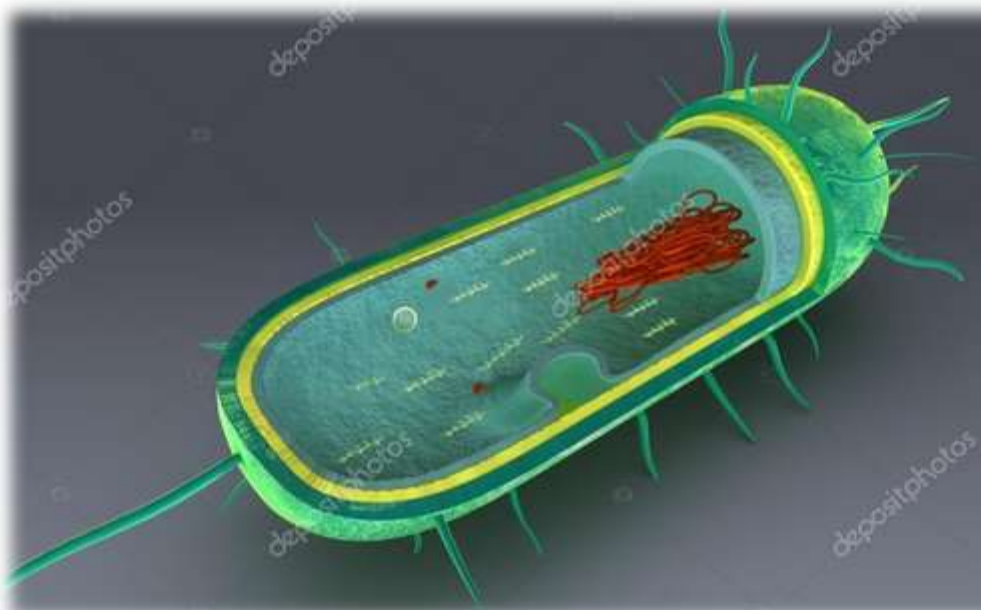


Бактерии



БАКТЕРИИ - простые одноклеточные микроскопические организмы. Слово «бактерия» происходит от лат. *bacterium*, производного от греч. *βακτηρία*, что означает «трость, палочка», так как первые описанные бактерии были палочковидными. Бактерии относятся к *прокариотическим* организмам (организмам, клетки которых не имеют *оформленного* (ограниченного мембраной) ядра).

Практически нет места на Земле, где бы не встречались бактерии. Они живут во льдах Антарктиды при температуре -83°C и в горячих источниках, температура которых достигает $+85-90^{\circ}\text{C}$. Особенно их много в почве. В 1 г почвы могут содержаться сотни миллионов бактерий.

Бактерии являются предметом изучения такой науки как *микробиология*.

Морфология бактерий

Для бактерий характерны клетки трех основных форм: *шаровидная(сферическая)*, или *кокковидная* (от греч. *kokkos* – зерно), *цилиндрическая (палочковидная)* и *извитая* (рис. 1).

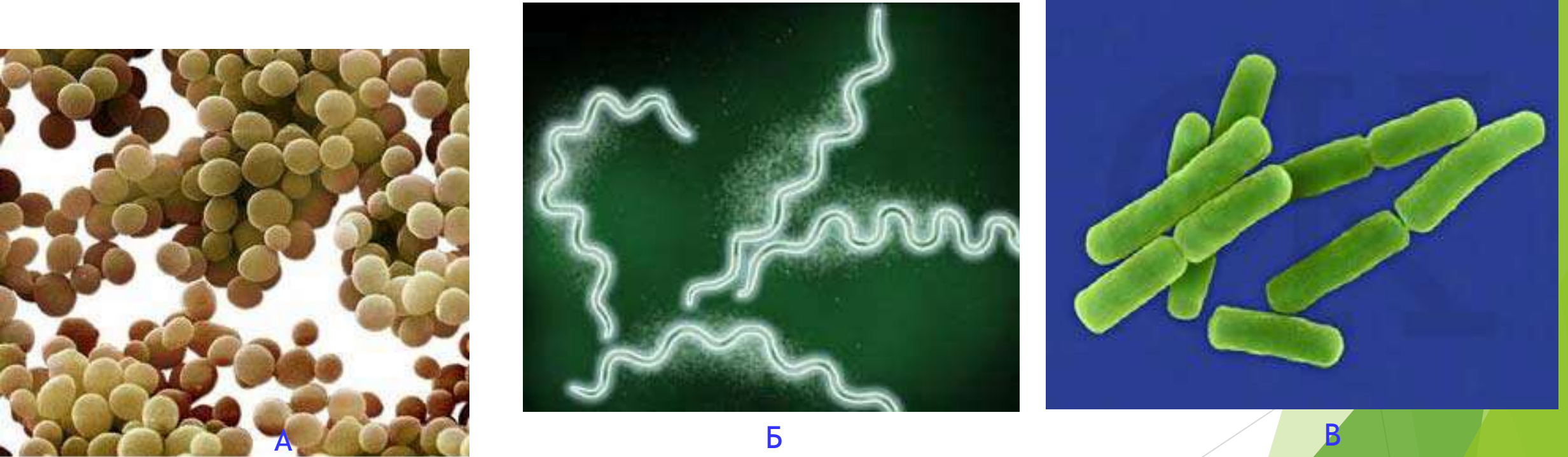


Рис. 1. Микрофотографии клеток бактерий:
А - сферических; Б - извитых; В - палочковидных

Кокковидные бактерии обычно имеют форму правильного шара диаметром 1,0–2,0 мкм, но могут быть овальными, эллипсоидными, бобовидными. Кокковидные бактерии способны делиться в нескольких плоскостях, при этом после деления клетки могут не расходиться и формировать различного вида скопления (рис. 2).

Если деление кокков происходит в одной плоскости, то могут образовываться пары клеток – **диплококки** (от лат. *diplos* – двойной) и цепочки клеток разной длины – **стрептококки** (от греч. *streptos* – цепочка). Кокки, делящиеся в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и не расходящиеся после этого, образуют **тетрады кокков (тетракокки)** (от лат. *tetra* – четыре). Когда деление клеток происходит в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, образуются пакеты из восьми кокков в виде тюков кубической формы (**сарцины**) (от лат. *sarcina* – связка, тук).

У некоторых видов бактерий при делении кокков в нескольких плоскостях могут образовываться неправильные по форме скопления, напоминающие гроздь винограда – **стафилококки** (от лат. *staphyle* – гроздь винограда).

подавляющее большинство кокков неподвижны и не образуют спор.

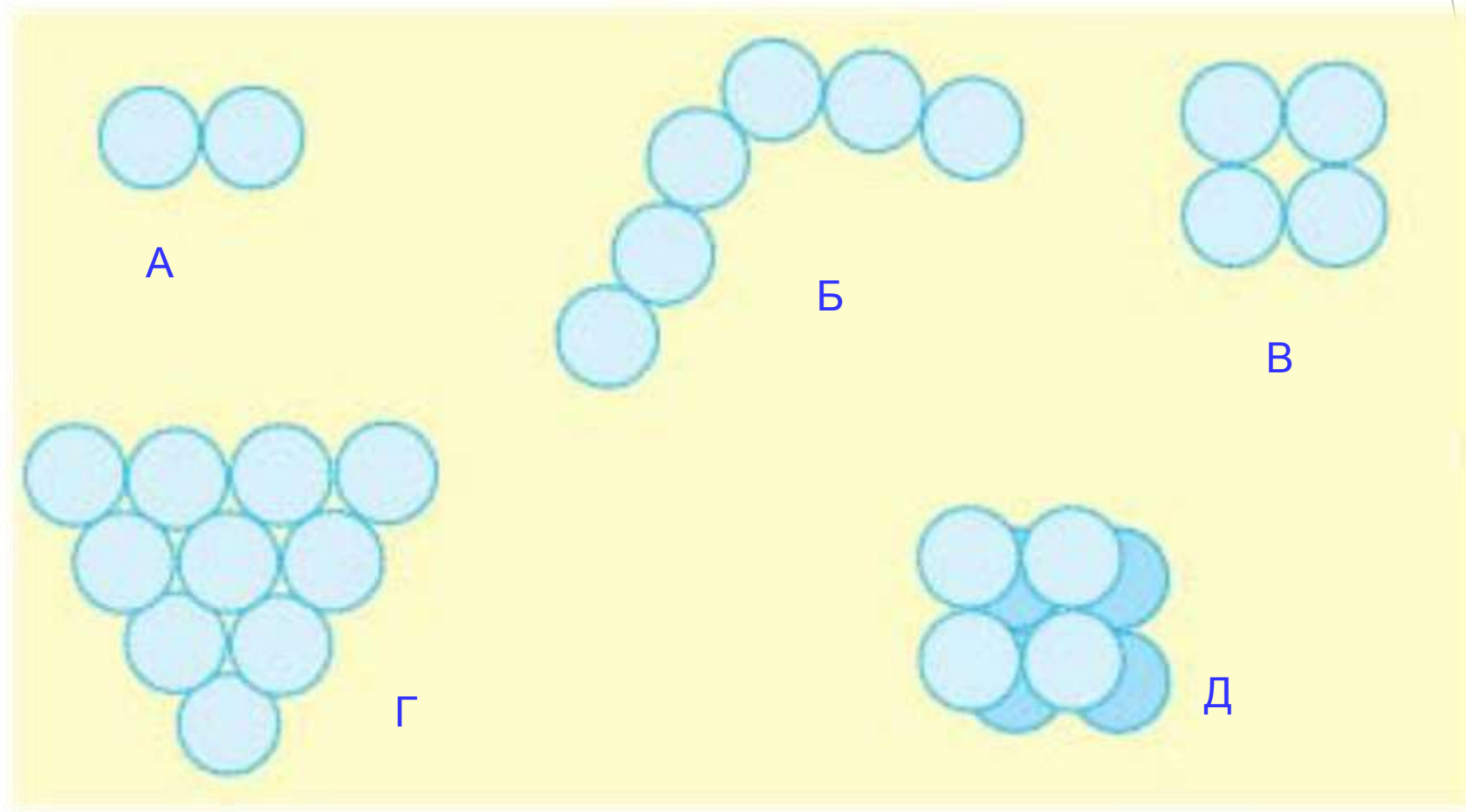


Рис. 2. Типы скоплений кокковидных клеток:
А – диплококки; Б – стрептококки; В – тетракокки; Г – стафилококки; Д – сарцины

Палочковидные (цилиндрические) формы представляют самую многочисленную группу прокариот и различаются по длине, диаметру, форме концов клетки. Клетки палочковидной формы могут быть прямыми и изогнутыми. Выделяют прямые цилиндрические спорообразующие формы – **бациллы** и не спорообразующие – **бактерии**. Палочковидные клетки делятся только в одной плоскости – перпендикулярно оси цилиндра. Клетки при этом могут располагаться поодиночке (**монобактерии**), образовывать пары (**диплобактерии**) или цепочки (**стрептобактерии**) (рис. 3).

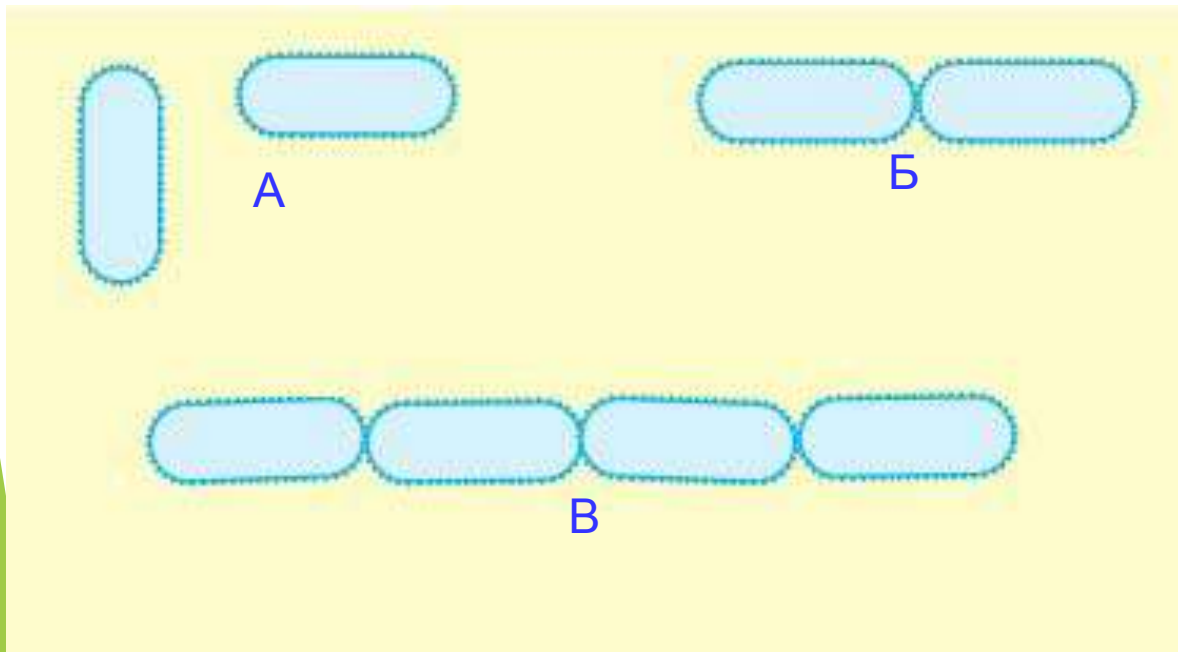


Рис. 3. Типы расположения палочковидных клеток:

А – монобактерии; Б – диплобактерии; В – стрептобактерии

Короткие мелкие палочки, длина которых немного превышает ширину называют **коккобактериями** или **коккобацилами**. Такую форму, например, имеет возбудитель чумы.

Извитые клетки могут иметь разное число завитков. В зависимости от формы и количества завитков различают три типа клеток: **вибрионы** (от греч. vibrio – извиваюсь, изгибаюсь) имеют один завиток, не превышающий четверти оборота спирали (изогнутые клетки наподобие запятой); **спириллы** (от греч. spreira – спираль) имеют 3–5 крупных завитков и **спирохеты** (от греч. chaite – хохол, грива) – большое количество мелких завитков (рис. 4).

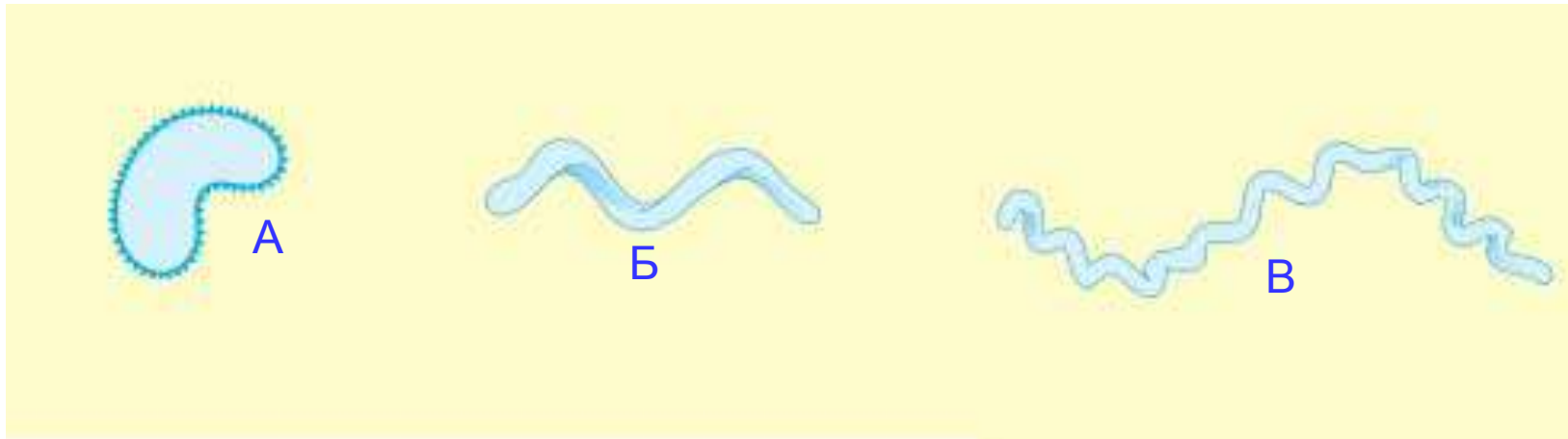


Рис. 4. Типы извитых клеток:
А – вибрионы; Б – спириллы; В – спирохеты

Спириллы встречаются среди пурпурных бактерий, бесцветных серных. К патогенным спираллам относятся возбудители содоку (болезни укуса крыс), а также кампилобактерии и хеликобактерии, имеющие изгиб и напоминающие крылья летящей чайки.



Хеликобáктер пилóри



Кампилобактерии

Кроме описанных форм, которые преобладают среди бактерий, известны и клетки иных типов: клетки с выростами; булабовидной формы; веретенообразные; ланцетовидные; разветвленные и неразветвленные нитчатые; имеющие вид кольца, замкнутого или разомкнутого в зависимости от стадии роста; ветвящиеся; напоминающие шестиугольную звезду; пластинкообразные; в виде кусочков битого стекла, квадратиков и т. д.

Форма клеток большинства бактерий является устойчивым видовым признаком. Однако существуют бактерии, обладающие морфологической изменчивостью (*плеоморфизмом*), в зависимости от условий имеющие вид палочек, кокков или обнаруживающие слабое ветвление. У некоторых видов бактерий при прохождении цикла развития также наблюдается изменение формы клеток.

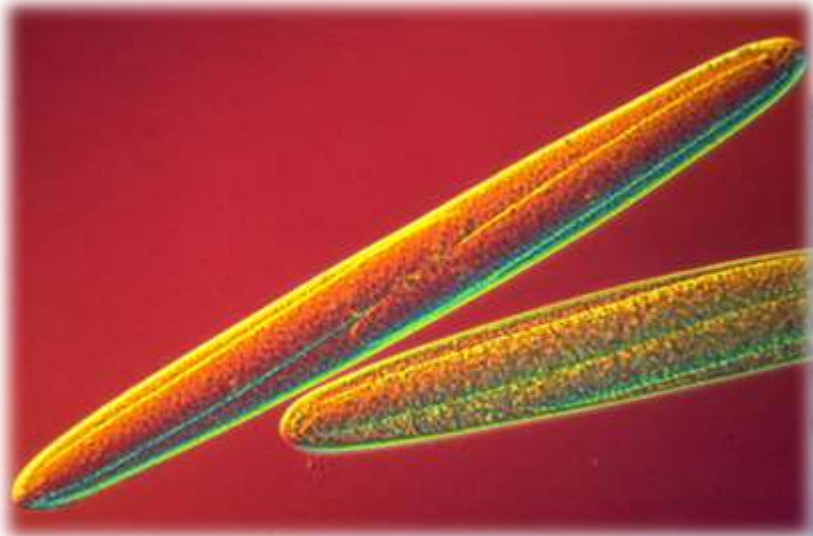
Размеры бактериальной клетки

Диапазон размера клеток в прокариотическом мире значителен. Размеры клеток большинства прокариот лежат в пределах от 0,2 до 10,0 мкм. Самые мелкие бактерии – *микоплазмы*, размеры их клеток составляют 0,12 – 0,2 мкм, *наноархеи* достигают размеров 0,3 - 0,5 мкм. Крупные прокариотические клетки встречаются крайне редко.

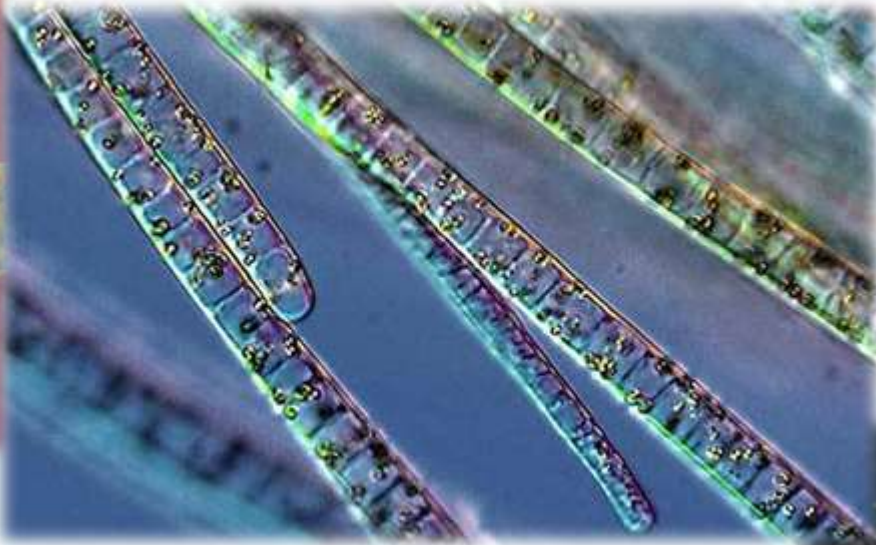
Самыми крупными из выделенных до настоящего времени прокариот являются грамположительная бактерия *Epulopiscium fishelsoni*, обитающая в кишечнике глубоководной рыбы-хирурга, длиной до 600 мкм и диаметром до 100 мкм, и морская грамотрицательная коккоидная бактерия *Thiomargarita namibiensis*, найденная в прибрежных водах Чили и Намибии, диаметром, как правило, 0,1—0,3 мм (иногда до 0,75 мм).

Родовое название *Thiomargarita* образовано от др. греч. *theion* — сера и лат. *margarita* — жемчужина. Оно связано с внешним видом клеток: клетки содержат микроскопические гранулы серы, которые преломляют свет и заставляют клетку сиять подобно жемчужине. Видовой эпитет лат. *namibiensis* означает «из Намибии».

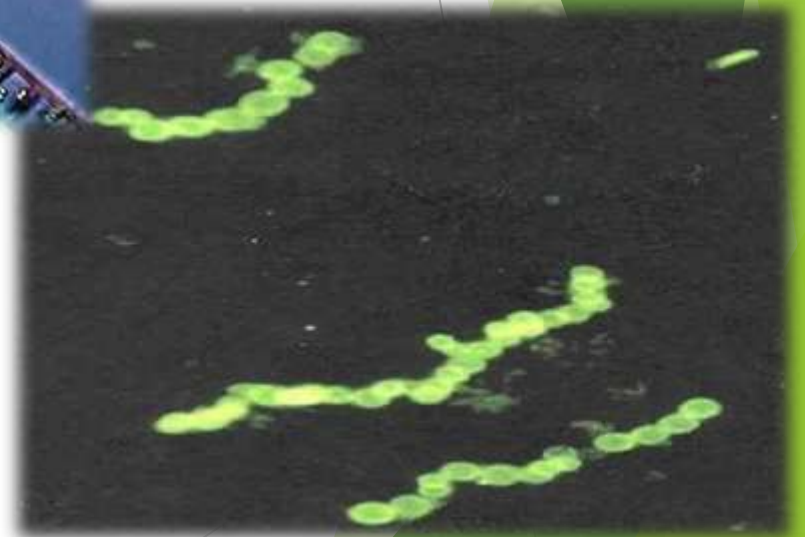
Нитчатые формы также могут достигать значительной длины, например, нити серной бактерии *Beggiatoa* составляют несколько мм.



Бактерии *Epulopiscium fishelsoni*



Серные бактерии *Beggiatoa*



Бактерии *Thiomargarita namibiensis*

Строение бактериальной клетки

Бактериальная клетка, несмотря на относительно малые размеры, имеет все основные структурные компоненты, необходимые для осуществления обмена веществ (рис. 5). Как и любая другая, прокариотическая клетка имеет цитоплазму, которая окружена цитоплазматической мембраной. Цитоплазма и цитоплазматическая мембрана составляют протопласт, снаружи от него расположены поверхностные структуры. К их числу относятся клеточная стенка, капсулы, чехлы, слизистые слои, жгутики, ворсинки и т. д.

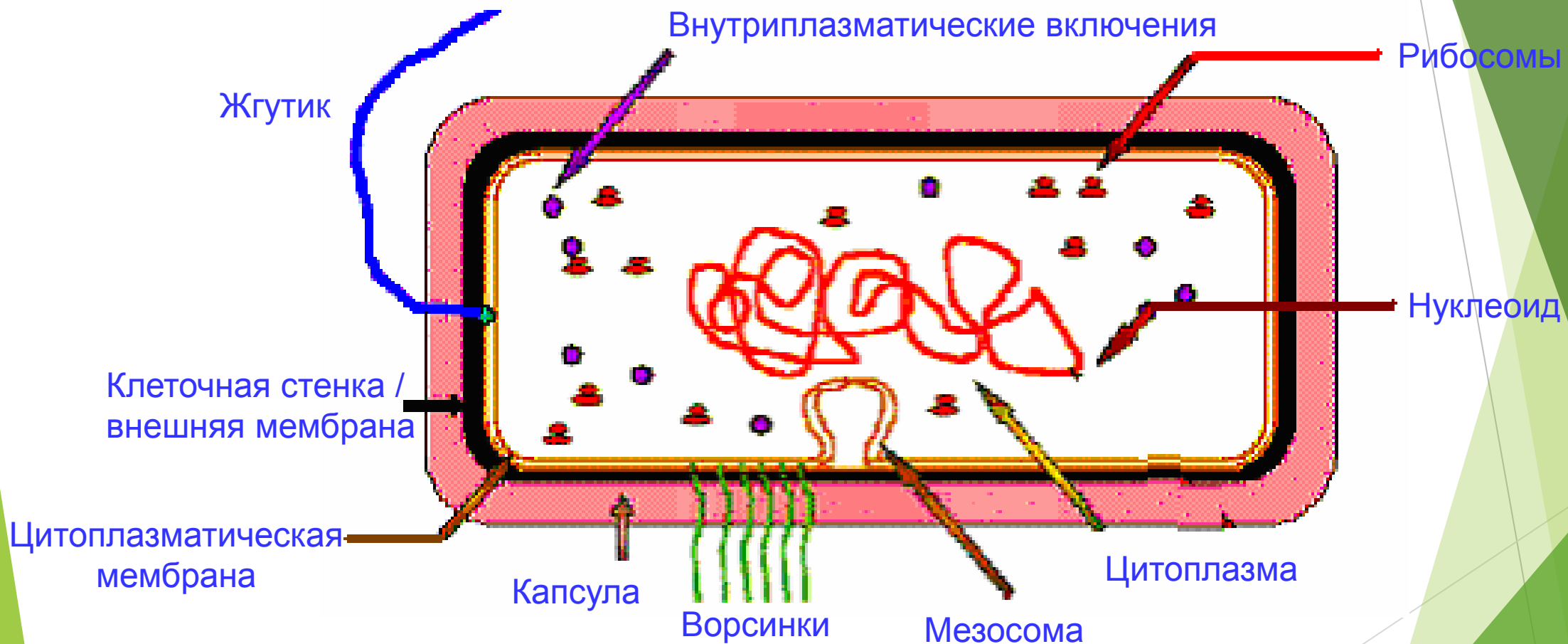


Рис. 5. Схематическое строение бактериальной клетки

Клеточная стенка. *Клеточная стенка* является обязательным структурным элементом бактериальной клетки, исключение составляют микоплазмы и L-формы. На долю клеточной стенки приходится от 5 до 50 % сухих веществ клетки.

По строению и химическому составу клеточная стенка прокариот отличается от таковой эукариотических организмов. Основным компонентом клеточной стенки большинства бактерий является *муреин*, гетерополисахарид, формирующий замкнутый мешок, полностью покрывающий клетку снаружи. Муреиновый мешок не только стабилизирует клеточную мембрану, но и сохраняет неизменной форму клетки.

В зависимости от строения клеточной стенки бактерии делятся на две большие группы: ***грамположительные*** и ***грамотрицательные***. Существует метод окраски, позволяющий разделить бактерии на эти две группы. Он был предложен в 1884 г. датским ученым Х. Грамом. Этот метод основан на различной способности микроорганизмов удерживать в клетке красители трифенилметанового ряда – кристаллический фиолетовый или генциановый фиолетовый, что в свою очередь зависит от химического состава и ультраструктуры клеточной стенки бактерий.

Клеточная стенка *грамположительных бактерий* под электронным микроскопом выглядит как гомогенный плотный слой, толщина которого колеблется для разных видов от 20 до 80 нм. Муреин в клеточной стенке грамположительных бактерий составляет 50–90 % ее сухой массы.

Клеточная стенка *грамотрицательных бактерий* многослойна, толщина ее составляет 14–17 нм. Внутренний слой клеточной стенки представлен муреином, на долю которого приходится 1–10 % ее сухой массы.

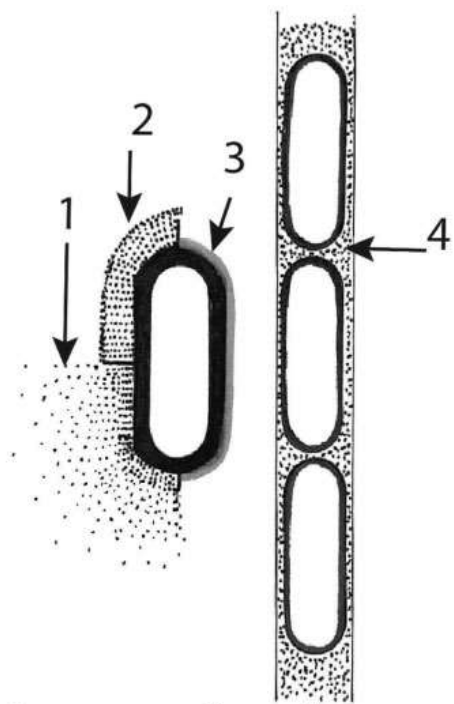
Клеточная стенка бактерий выполняет следующие функции:

- механическую защиту клетки от воздействий факторов окружающей среды;
- обеспечивает поддержание формы бактериальной клетки;
- дает возможность клетке существовать в гипотонических растворах;
- осуществляет транспорт веществ и ионов (характерно для грамотрицательных бактерий, имеющих наружную мембрану, которая является дополнительным барьером для их поступления; основным барьером служит цитоплазматическая мембрана);
- препятствует проникновению в клетку токсических веществ (также более характерно для грамотрицательных бактерий, имеющих наружную мембрану);
- на клеточной стенке находятся рецепторы, на которых адсорбируются бактериофаги и бактериоцины;
- в клеточной стенке находятся антигены (липополисахариды у грамотрицательных бактерий и тейховые кислоты у грамположительных бактерий);
- на клеточной стенке находятся рецепторы, ответственные за взаимодействие клеток донора и реципиента при конъюгации бактерий.

Вместе с тем следует отметить, что клеточная стенка не является жизненно важной структурой, так как в определенных условиях она может быть удалена и бактериальные клетки при этом существуют в виде протопластов или сферопластов.

Протопластами называют клетки округлой формы, полностью лишенные остатков клеточной стенки и окруженные только цитоплазматической мембраной. Их образование характерно чаще для грамположительных бактерий. **Сферопласты** отличаются от протопластов тем, что у них сохраняются остатки клеточной стенки, а образуются они преимущественно из клеток грамотрицательных бактерий.

Клеточную стенку большинства прокариот окружают слои различной толщины и конфигурации, состоящие из аморфного, сильно обводненного вещества (рис. 6).



1 - слизевой слой; 2 - капсула;
3 - микрокапсула; 4 - чехол

Рис. 6. Капсулы и слизи

Различают:

- 1) **микрокапсулы:** слои толщиной около 0,2 мкм;
- 2) **капсулы:** аморфные слои толщиной более 0,2 мкм, имеющие определенную форму и сохраняющие связь с клеткой;
- 3) **слизи** (слизевые слои): вязкие, накапливающиеся на поверхности клетки вещества, иногда во много раз превышающие размеры клетки и не имеющие четких границ, легко отделяющиеся от поверхности клетки;
- 4) **чехлы:** плотные слои, окружающие нитчатые формы бактерий.

Капсулы и слизи выполняют следующие функции:

- защитную – предохраняют клетку от действия различного рода неблагоприятных факторов внешней среды (механических повреждений, высыхания и т. п.);
- создают дополнительный осмотический барьер;
- служат барьером для бактериофагов, препятствуя их адсорбции на клетках бактерий;
- являются источником запасных питательных веществ;
- объединяют клетки в цепочки, колонии;
- обеспечивают прикрепление клеток к поверхности субстрата.

Цитоплазматическая мембрана и ее производные. Цитоплазматическая мембрана составляет в зависимости от вида бактерий 8–15 % сухой массы клетки. Химический состав ее представлен белково-липидным комплексом, в котором на долю белков приходится 50–75 %, на долю липидов – 15–50 %. Главным липидным компонентом мембраны являются фосфолипиды. По химическому составу цитоплазматическая мембрана бактерий в целом сходна с мембранами эукариотических клеток, но мембраны бактерий богаче белками, содержат необычные жирные кислоты и в основном не имеют стеринов.

К строению цитоплазматической мембраны бактерий приложима жидкостно-мозаичная модель, разработанная для мембран эукариот. Согласно этой модели, мембрана состоит из бислоя липидов. Гидрофобные «концы» молекул фосфолипидов и триглицеридов направлены внутрь, а гидрофильные «головки» – наружу. В двойной слой липидов встроены белковые молекулы.

Цитоплазматическая мембрана выполняет ряд существенных для клетки функций:

- поддержание внутреннего постоянства цитоплазмы клетки. Это достигается за счет уникального свойства цитоплазматической мембраны – ее полупроницаемости. Она проницаема для воды и низкомолекулярных веществ, но не проницаема для ионизированных соединений. Транспорт таких веществ внутрь клетки и выход наружу осуществляется за счет специализированных транспортных систем, которые локализуются в мембране;
- с вышеуказанной особенностью (полупроницаемостью) цитоплазматической мембраны связана и функция транспорта веществ в клетку и вывод их наружу;

- в цитоплазматической мембране локализуются электронтранспортная цепь и ферменты окислительного фосфорилирования;
- цитоплазматическая мембрана связана с синтезом клеточной стенки и капсулы за счет наличия в ней специфических переносчиков для образующих их молекул;
- в цитоплазматической мембране закреплены жгутики. Энергетическое обеспечение работы жгутиков связано с цитоплазматической мембраной.

У прокариот, принадлежащих к разным таксономическим группам, обнаружены **мезосомы**, которые образуются при впячивании цитоплазматической мембраны в цитоплазму. Мезосомы бактерий разнообразны по форме, размерам и локализации в клетке. Выделяют три основных типа мезосом: *ламеллярные (пластинчатые), везикулярные (имеющие форму пузырьков) и тубулярные (трубчатые)*.

В клетках некоторых бактерий обнаруживаются также мезосомы смешанного типа: состоящие из ламелл, трубочек и пузырьков.

Цитоплазма и внутрицитоплазматические включения. Цитоплазма – это содержимое клетки, окруженное цитоплазматической мембраной. Фракция цитоплазмы, имеющая гомогенную консистенцию и содержащая набор растворимых РНК, ферментных белков, продуктов и субстратов метаболических реакций, получила название *цитозоля*. Другая часть цитоплазмы представлена структурными элементами: *рибосомами, внутрицитоплазматическими включениями, нуклеоидом и мембранными структурами*.

По величине и некоторым другим особенностям рибосомы бактерий сходны с рибосомами митохондрий и хлоропластов. Бактериальная клетка содержит от 5 до 50 тыс. рибосом, число их тем больше, чем больше скорость роста клетки. Рибосомы служат местом синтеза белка.

Внутрицитоплазматические включения подразделяются на активно функционирующие структуры и продукты клеточного метаболизма, не выделяющиеся наружу, а откладывающиеся внутри клетки.

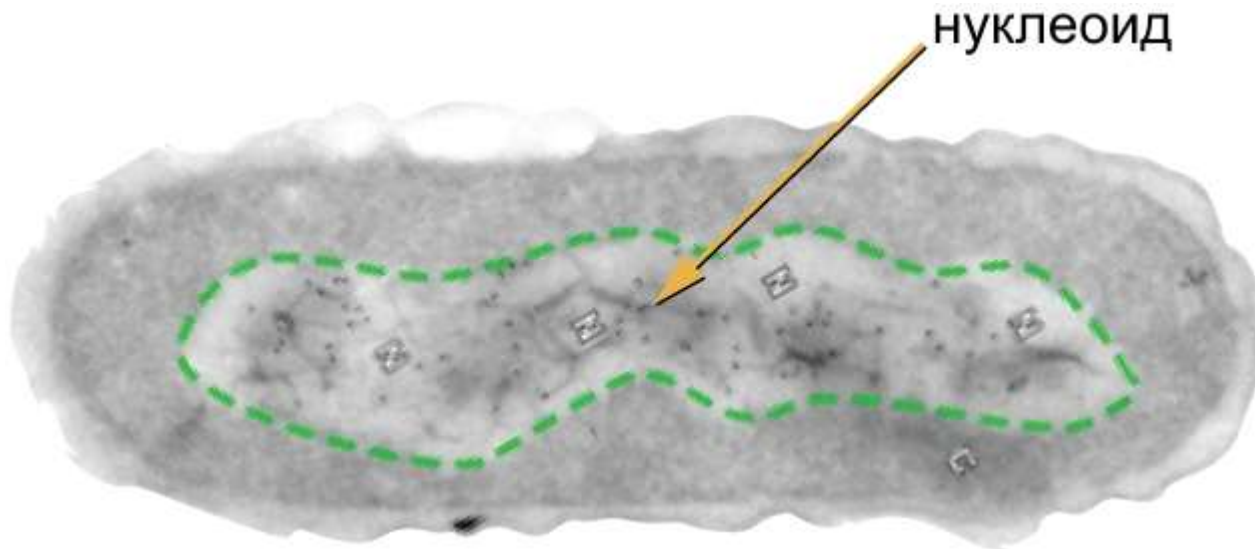
К первой группе внутриплазматических включений относятся **газовые вакуоли**, или **аэросомы**, обнаруженные у бактерий, обитающих в воде. Аэросомы снижают удельную массу бактериальной клетки и благодаря этому поддерживают ее во взвешенном состоянии в водоеме. Аэросома представляет собой скопление газовых пузырьков (везикул), которые имеют веретенообразную форму.

К первой группе включений относятся также **хлоросомы** (мешочки продолговатой формы, окруженные однослойной белковой мембраной, прилегающие с внутренней стороны к цитоплазматической мембране) зеленых бактерий и **фикобилисомы** (полусферические или палочковидные гранулы, расположенные правильными рядами на внешней поверхности фотосинтетической мембраны) цианобактерий. В этих структурах локализованы пигменты, поглощающие кванты света и передающие энергию возбуждения на фотореакционные центры, т. е. они принимают непосредственное участие в фотосинтезе. Это эллипсоидные образования, окруженные тонкой белковой оболочкой (толщиной 2,5–3,0 нм), которая состоит из отдельных глобул.

Магнитосомы содержатся в водных бактериях, способных ориентироваться в магнитном поле и перемещаться в направлении линий магнитного поля. В их состав входит 0,4 % железа (по сухому веществу). Магнитосомы располагаются в клетках вблизи мест прикрепления жгутиков.

Ко второй группе включений (продуктам клеточного метаболизма) относятся **запасные вещества** – полифосфаты, полисахариды, жиры, сера.

Нуклеоид. Генетический материал прокариот представлен молекулой (молекулами) ДНК, уложенной в компактную структуру и локализованной в ограниченных участках цитоплазмы, не имеющей, в отличие от эукариот, собственной ядерной мембраны. Учитывая эти особенности, генетический аппарат прокариот принято называть *нуклеоидом*.



Микрофотография бактериальной клетки с нуклеоидом,
выделенным зелёной пунктирной линией

Движение бактерий

Большинство бактерий передвигается при помощи **жгутиков**. Рассмотреть жгутики можно только в электронном микроскопе. В световом микроскопе без специальных методов обработки отдельные жгутики не видны. Жгутики представляют собой спирально закрученные нити, состоящие из специфического белка **флагеллина**.

Жгутик состоит из трех частей: нити, крюка и базального тельца. С помощью базального тельца, в которое входит центральный стержень и кольца, жгутик закреплен в цитоплазматической мембране и клеточной стенке.

Жгутики бактерий по характеру работы подобны корабельному винту. Если клетка имеет много жгутиков, они при движении собираются в пучок, который образует своеобразный пропеллер. Пучок жгутиков, быстро вращаясь против часовой стрелки, создает силу, заставляющую бактерию двигаться почти по прямой линии. После того как направление вращения жгутиков изменяется, пучок расплетается и клетка останавливается, вместо поступательного движения она начинает хаотически вращаться, ее ориентация изменяется. В тот момент, когда все жгутики бактерии снова начнут синхронно вращаться против часовой стрелки, образовав пропеллер, толкающий бактерию, направление ее поступательного движения будет отличаться от первоначального. Таким способом бактерия может изменять направление своего движения.

Несколько модифицированный тип движения наблюдается у спирохет, которые обладают так называемой *аксиальной нитью*. Аксиальная нить – это комплекс периплазматических эндожгутиков, тянущихся от одного конца клетки до другого, по спирали оборачиваясь вокруг нее.

Еще одним способом движения является *скольжение клеток*, механизм которого еще недостаточно изучен.

Скользящие бактерии – представители различных таксономических групп – лишены жгутиков и при перемещении по поверхности твердой среды оставляют слизистый след.

Образование спор

При неблагоприятных условиях, в первую очередь обусловленных недостатком питательных веществ, бактерии впадают в состояние аналогичное анабиозу. Происходит перестройка клетки, резко снижается метаболизм, не проявляется дыхательная активность.

Некоторые группы прокариот формируют специализированные покоящиеся формы. Лучше всего к перенесению неблагоприятных условий приспособлены **эндоспоры**, которые выдерживают длительное кипячение. Эндоспоры формируются эндогенно, т. е. внутри материнской клетки, которая называется спорангием. Эндоспоры могут образовывать некоторые молочнокислые бактерии.

К другим покоящимся формам бактерий относятся *цисты*, *экзоспоры*. Как и эндоспоры, эти покоящиеся формы предназначены для перенесения бактериями неблагоприятных условий. Экзоспоры возникают *путем почкования* материнской клетки. Образование экзоспор характерно для метанооксиляющих бактерий. ***Цисты*** – это шарообразные толстостенные клетки. В цисту превращается вся вегетативная клетка. Цисты устойчивы к воздействию среды, но не переносят высокие температуры. Цисты встречаются у свободноживущих и симбиотических азотофиксирующих бактерий, у миксобактерий и других прокариот.

При благоприятных условиях спора прорастает и становится жизнедеятельной бактерией.

Размножение бактерий

Размножаются бактерии **делением одной клетки на две**. Деление происходит за счет образования перегородки или формирования перетяжки (рис. 7).

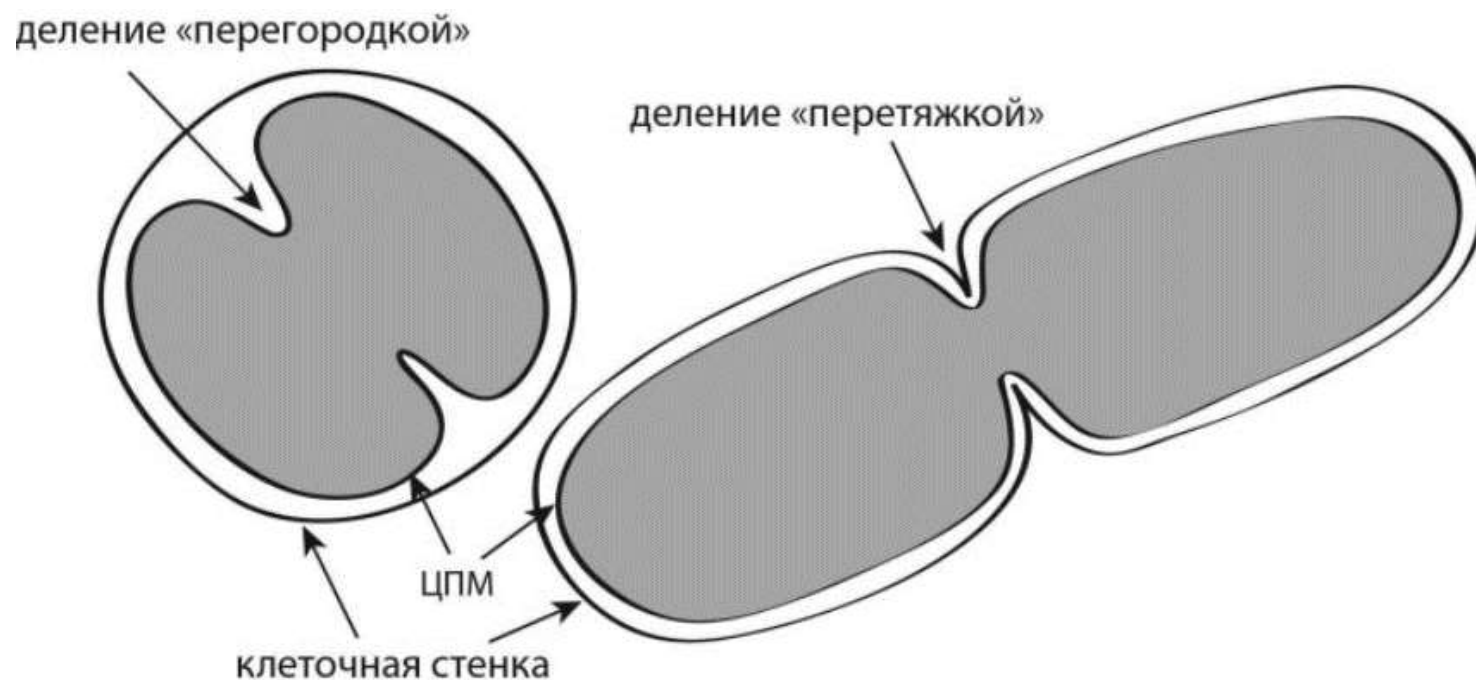


Рис. 7. Деление прокариотической клетки

Некоторые бактерии размножаются **почкованием** (азотфиксирующие бактерии – азотобактер и ризобиум). От материнской клетки отщелняется маленькая клетка – «почка». Она отделяется и позже дорастает до нормальных размеров.

У некоторых цианобактерий отмечено множественное деление, когда из одной клетки образуется множество мелких *клеток-баеоцитов*. Сложные формы размножения встречаются у актиномицетов. Это может быть простая фрагментация мицелия, образование экзоспор.

Для бактерий размножение, как правило, не связано с половым процессом. Однако у некоторых бактерий наблюдается особый процесс передачи генетической информации – **конъюгация** (однаправленный перенос части генетического материала при непосредственном контакте двух бактериальных клеток). Посредством конъюгации бактерии обмениваются генетическим материалом, поддерживая своё генетическое разнообразие.



Электронномикроскопическое изображение конъюгации у кишечной палочки;
удлинённая клетка — донор, круглая — реципиент.

В зависимости от способа обмена веществ, т. е. от вида энергии, которую бактерии получают из внешней среды и от их способности синтезировать органические соединения из разных источников углерода, бактерии подразделяют на следующие группы: **фотоавтотрофы, хемоавтотрофы, фотогетеротрофы и хемогетеротрофы.**

Фотоавтотрофные бактерии, содержащие зеленый пигмент *бактериохлорофилл*, синтезируют необходимые для их жизнедеятельности органические вещества за счет энергии солнца. Фотосинтез протекает у них без выделения кислорода, а источником углерода для синтеза органических соединений служит CO_2 .

Хемоавтотрофные бактерии получают энергию, необходимую для осуществления синтетических реакций, путем окисления неорганических веществ (азота, серы, соединений железа и других). При этом для синтеза органических соединений они используют CO_2 . К хемоавтотрофным бактериям относятся нитрифицирующие, серобактерии, железобактерии и ряд других.

Фотогетеротрофные бактерии энергию, получаемую в процессе фотосинтеза, используют для образования органических соединений не из CO_2 , как это делают фотоавтотрофы, а из органических веществ. К этой группе относятся малочисленные несерные пурпурные бактерии и другие.

Большинство бактерий являются **хемогетеротрофами**. Для получения энергии и синтеза органических веществ они используют готовые органические вещества мертвой биомассы (*бактерии сапрофиты*) или живых организмов (*бактерии паразиты*).

В связи с особенностями метаболизма и чувствительности к действию кислорода, бактерии подразделяют на три группы: облигатные аэробы, факультативные анаэробы и облигатные анаэробы.

Облигатные аэробы используют кислород для получения энергии в процессе аэробного клеточного дыхания и без кислорода существовать не могут.

Облигатные анаэробы, в отличие от аэробов, растут и размножаются только в бескислородной среде. Большинство из них получают энергию посредством реакций брожения. Встречаются среди них и такие виды, которые получают энергию посредством анаэробного дыхания.

Факультативные анаэробы способны существовать как в кислородной, так и в бескислородной среде.

Значение бактерий в природе и жизни человека

Повсеместное распространение, быстрое размножение и особенности метаболизма бактерий накладывают отпечаток на жизнь всей планеты. Процессы, в которых принимают участие бактерии, прежде всего, являются определяющими и необходимыми звеньями круговорота таких элементов, как углерод, азот, сера, фосфор, а также других биогенных элементов. Без микроорганизмов приостановился бы круговорот веществ в природе и жизнь на Земле стала бы невозможной. Бактерии первыми поселяются на материнской горной породе и обуславливают почвообразовательные процессы.

Бактерии участвуют и в образовании гумуса, определяющего основное свойство почвы — *плодородие*. Кроме того, жизнедеятельность микроорганизмов обеспечивает доступность гумуса для растений. Особую роль в формировании и поддержании плодородия почвы играют бактерии, участвующие в круговороте азота в природе. Это азотфиксирующие бактерии, которые превращают недоступный для растений молекулярный азот атмосферного воздуха в связанный, обогащая тем самым почву соединениями азота. Немаловажным этапом круговорота азота в природе является возвращение минерального азота в атмосферу, которое осуществляют денитрифицирующие бактерии в процессе нитратного (анаэробного) дыхания. Если бы этот цикл не был замкнут, то окисленные формы азота вымывались бы из почвы в моря и океаны, оставаясь в них недоступными для растений. Кроме того, образующиеся в процессе денитрификации оксиды азота участвуют в поддержании озонового слоя планеты.

Микроорганизмы-редуценты - «санитары» природы. Они осуществляют разложение растительных и животных остатков и превращают их в минеральные вещества. Минерализация органических веществ имеет большое значение, так как при этом необходимые зеленым растениям элементы переходят из недоступной для них формы в доступную.

Бактерии принимают активное участие в биологическом самоочищении водоемов, выполняя функцию по обезвреживанию и окислительной переработке поступающих в водоем загрязняющих веществ.

Бактерии имеют большое значение в жизни человека. Благодаря способности вызывать брожение, они издавна используются для получения молочнокислых продуктов, сыра, сливочного масла, при квашении овощей, выпечке хлеба и изготовлении вина. В настоящее время бактерии применяются для получения спиртов, органических кислот, разнообразных полимеров, в том числе и биологически активных соединений - гормонов, витаминов, ферментов и других.

Человек использует бактерии в системах биологической очистки сточных вод.

Бактерии способны повышать прочность бетона. Установлено, что при добавлении на тонну бетона нескольких килограммов биомассы микроорганизмов повышается прочность и пластичность строительного материала.

Некоторые бактерии-паразиты способны вызывать заболевания у животных и человека. К их числу относятся возбудители туберкулеза, чумы, дизентерии, холеры и другие.

Следует отметить, что еще имеются большие возможности, основанные на применении бактерий, для расширения и совершенствования биотехнологических процессов.

Ссылка: https://russia.tv/brand/show/brand_id/58608/ -документальный фильм «Невидимая власть бактерий»

Литература

1. Биология. Современный курс / Под ред. А.Ф. Никитина.- СПб.: СпецЛит, 2005. – 480 с.
2. Куранова Н.Г., Купатадзе Г.А. Микробиология. Часть 1. Прокариотическая клетка: Учебное пособие. – М.: Прометей, 2013. – 108 с.
3. Лысак В.В. Микробиология : учеб. пособие / В. В. Лысак. – Минск : БГУ, 2007.
4. Нетрусов А.И. Микробиология: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Нетрусов, И.Б. Котова. – 3-е изд, испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 352 с.

Домашнее задание

Мини-тест по теме: Бактерии.

Выберите один правильный вариант ответа из предложенных:

1. Изучением бактерий занимается наука:

- а) цитология;
- б) микология;
- в) микробиология;
- г) альгология.

2. Бактерии, имеющие форму палочки, называются:

- а) кокки;
- б) спириллы;
- в) вибрионы;
- г) бациллы.

3. Спора бактерий – это приспособление к:

- а) размножению;
- б) передвижению;
- в) питанию;
- г) перенесению неблагоприятных условий.

4. Клеточная стенка бактерий содержит:

- а) целлюлозу;
- б) гликоген;
- в) крахмал;
- г) муреин.

5. Жгутик бактерий представляет собой органоид для

- а) передвижения;
- б) запасания белка;
- в) размножения;
- г) перенесения неблагоприятных условий.

6. Аэробные бактерии:

- а) нуждаются в воде
- б) погибают в кислороде
- в) в кислороде не нуждаются
- г) нуждаются в кислороде

7. Инфекционное заболевание бактериальной природы:

- а) оспа
- б) СПИД
- в) холера
- г) малярия