

Прокариоты

Задачи:
рассмотреть особенности строения,
физиологию и значение прокариот.

Пименов А.В.

Прокариоты

Империя Клеточные

Надцарство Прокариоты
Царство Дробянки

Подцарство
Архебактерии

Подцарство
Настоящие бактерии

Подцарство
Цианобактерии

Надцарство Эукариоты

Царство Растения

350 000 видов
фотоавтотрофных
организмов.



Царство Животные

Гетеротрофные
подвижные
организмы. Запасное
вещество - гликоген.



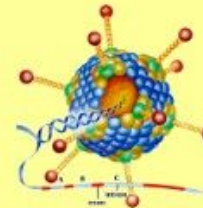
Царство Грибы

100 000 видов
гетеротрофных
организмов.



Империя Неклеточные

Царство Вирусы



Характеристика бактерий

Распространены повсеместно: в воде, почве, воздухе, живых организмах. Они обнаруживаются как в самых глубоких океанических впадинах, так и на высочайшей горной вершине Земли — Эвересте, как во льдах Арктики и Антарктиды, так и в горячих источниках. В почве они проникают на глубину 4 и более км, споры бактерий в атмосфере встречаются на высоте до 20 км, гидросфера вообще не имеет границ обитания этих организмов.

Бактерии способны поселяться практически на любом как органическом, так и неорганическом субстрате. Несмотря на простоту строения, они обладают высокой степенью приспособленности к самым разнообразным условиям среды. Это возможно благодаря способности бактерий к быстрой смене поколений. При резкой смене условий существования среди бактерий быстро появляются мутантные формы, способные существовать в новых условиях среды.

Характеристика бактерий

Размеры от 1 до 15 мкм.

По форме клеток различают: Шаровидные — кокки:

микрোকocchi — делятся в разных плоскостях, лежат одиночно;

диплококки — делятся в одной плоскости, образуют пары;

тетракокки — делятся в двух плоскостях, образуют тетрады;

стрептококки — делятся в одной плоскости, образуют цепочки;

стафилококки — делятся в разных плоскостях, образуют скопления, напоминающие грозди винограда;

сарцины — делятся в трех плоскостях, образуют пакеты по 8 особей.

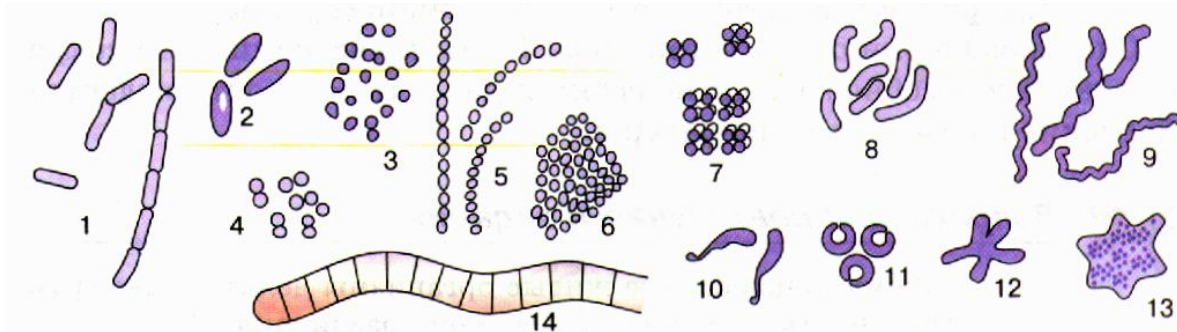


Рис. 64. Формы бактерий: 1 — палочковидные бактерии, 2 — веретеновидные палочки; 3 — кокковидные бактерии, 4 — диплококки, 5 — стрептококки, 6 — стафилококки, 7 — сарцины, 8 — вибрионы, 9 — спириллы, 10 — стебельковые бактерии, 11 — тороиды, 12 — звездообразные бактерии, 13 — шестиугольные клетки, 14 — многоклеточная бактерия

Характеристика бактерий

Вытянутые — **бациллы** (палочковидные) — делятся в разных плоскостях, лежат одиночно;

Извитые — **вибрионы** (в виде запятой); **спириллы** — имеют от 4 до 6 витков; **спирохеты** — длинные и тонкие извитые формы с числом витков от 6 до 15.

Помимо основных, в природе встречаются и другие, весьма разнообразные, формы бактериальных клеток.

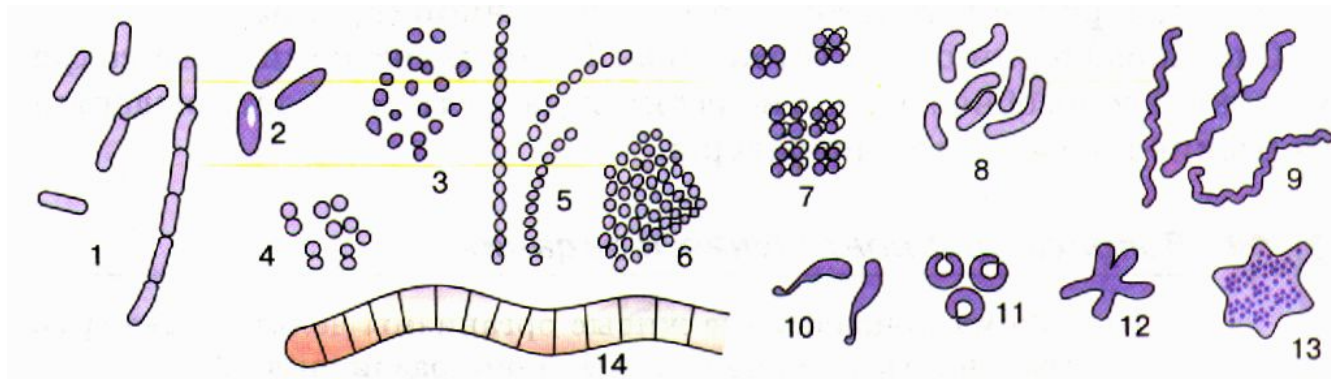
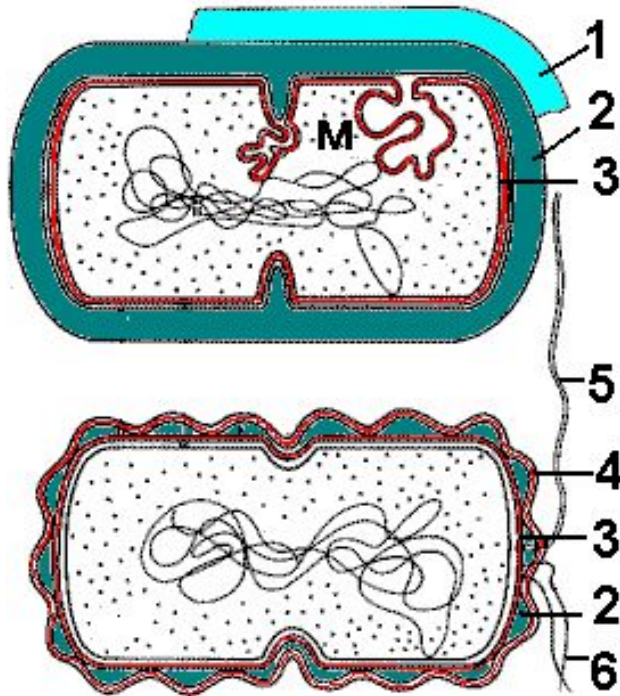


Рис. 64. Формы бактерий: 1 — палочковидные бактерии, 2 — веретеновидные палочки; 3 — кокковидные бактерии, 4 — диплококки, 5 — стрептококки, 6 — стафилококки, 7 — сарцины, 8 — вибрионы, 9 — спириллы, 10 — стебельковые бактерии, 11 — тороиды, 12 — звездообразные бактерии, 13 — шестиугольные клетки, 14 — многоклеточная бактерия

Характеристика бактерий



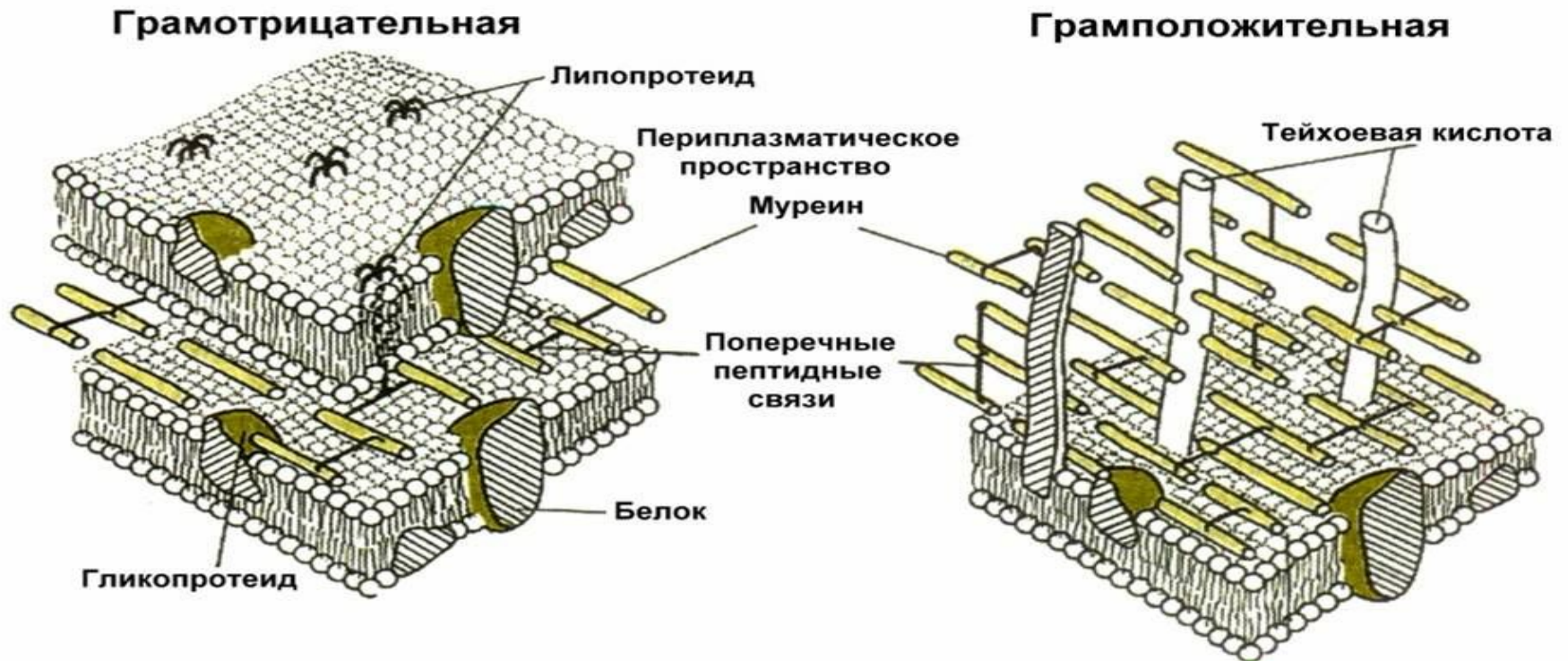
У многих бактерий поверх клеточной стенки располагается слизистый матрикс — **капсула**. Капсулы образованы полисахаридами. Иногда в состав капсулы входят полипептиды. Как правило, капсула выполняет защитную функцию, предохраняя клетку от действия неблагоприятных факторов среды. Кроме того, она может способствовать прикреплению к субстрату и участвовать в передвижении.

Характеристика бактерий

Клеточная стенка. Бактериальная клетка заключена в плотную, жесткую клеточную стенку, на долю которой приходится от 5 до 50% сухой массы клетки.

Клеточная стенка выполняет роль наружного барьера клетки, устанавливающего контакт микроорганизма со средой.

Основным компонентом клеточной стенки бактерий является полисахарида — **муреин**. По содержанию муреина все бактерии подразделяются на две группы: **грамположительные** и **грамотрицательные**.



Общие признаки, свойственные большинству грамотрицательных бактерий:

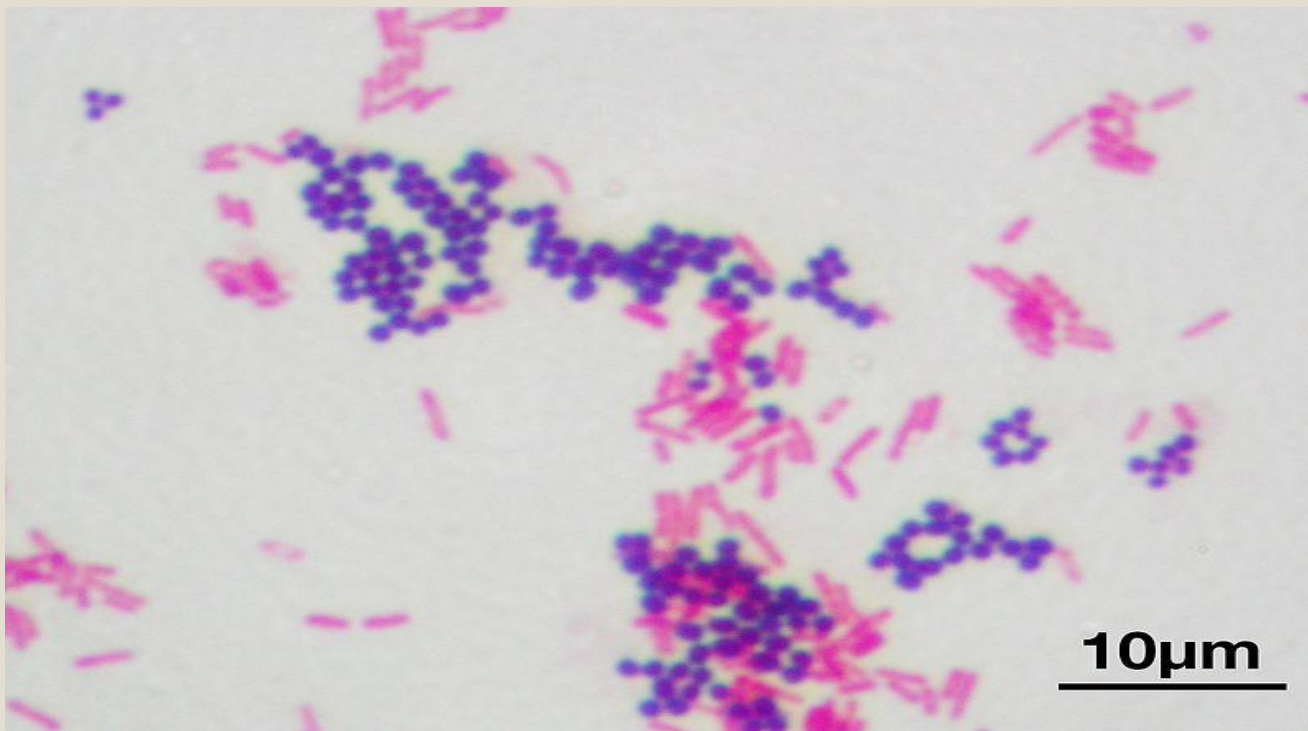
- 1 Наличие двух мембран, между которыми находится клеточная стенка и периплазматическое пространство.
- 2 Более тонкий, по сравнению с грамположительными бактериями, пептидогликановый слой.
- 3 Наружная мембрана содержит липополисахариды (состоит из липида А, полисахаридного ядра и антигена О снаружи и из фосфолипидов изнутри).
- 4 В наружной мембране присутствуют порины, функционирующие подобно порам для определённых молекул.
- 6 Если есть жгутик, он имеет четыре поддерживающих кольца, а не два.
- 7 Отсутствуют тейхоевая и липотейхоевая кислоты.
- 8 Обычно не образуют спор (примечательным исключением является *Coxiella burnetii*, образующая спороподобные структуры).

Большая **часть патогенных** для человека микроорганизмов относится к **грамположительным**. Шесть родов грамположительных организмов являются типичными патогенами человека. Два из них, стрептококки и стафилококки, являются кокками (шарообразными бактериями). Остальные — палочковидные и делятся далее по возможности образовывать споры. Неспорообразующие: Corynebacterium и Листерия; спорообразующие: Бациллы и Клостридии. Спорообразующие можно разделить на факультативных анаэробов Бациллы и облигатных анаэробов Клостридий.

Метод Грама — метод окраски микроорганизмов для исследования, позволяющий дифференцировать бактерии по биохимическим свойствам их клеточной стенки. Предложен в 1884 году датским врачом Г. К. Грамом.

По Граму бактерии окрашивают анилиновыми красителями — генциановым или метиловым фиолетовым и др., затем краситель фиксируют раствором иода. При последующем промывании окрашенного препарата спиртом те виды бактерий, которые оказываются прочно окрашенными в синий цвет, называют грамположительными бактериями (обозначаются **Грамм (+)**), — в отличие от грамотрицательных (**Грамм (-)**), которые при промывке обесцвечиваются.

После промывания растворителем при окрашивании по Граму добавляется контрастный красный краситель, который окрашивает все грамотрицательные бактерии в красный или розовый цвет. Это происходит из-за наличия внешней мембраны, препятствующей проникновению красителя внутрь клетки. Тест классифицирует бактерии, разделяя их на две группы относительно строения их клеточной стенки.



Окраска по Граму имеет большое значение в систематике бактерий, а также для микробиологической диагностики инфекционных заболеваний.

Грамположительны кокковые (кроме представителей рода *Neisseria*) и спороносные формы бактерий, а также дрожжей, они окрашиваются в иссиня-чёрный (тёмно-синий) цвет.

Грамотрицательны многие неспороносные бактерии, они окрашиваются в красный цвет, ядра клеток приобретают ярко-красный цвет, цитоплазма — розовый или малиновый.

Большая часть патогенных для человека микроорганизмов относится к грамположительным. Шесть родов грамположительных организмов являются типичными патогенами человека. Два из них, стрептококки и стафилококки, являются кокками (шарообразными бактериями). Остальные — палочковидные и делятся далее по возможности образовывать споры. Неспорообразующие: Corynebacterium и Листерия; спорообразующие: Бациллы и Клостридии. Спорообразующие можно разделить на факультативных анаэробов Бациллы и облигатных анаэробов Клостридий.

Грамотрицательные бактерии, более устойчивые к антителам за счет дополнительной мембраны, представлены такими разновидностями:

Спиралевидные:

спирохеты, которые являются возбудителями лептоспироза, возвратного тифа и сифилиса; спириллы, вызывающие содоку – лихорадкоподобное состояние.

Палочки:

риккетсии, чей главной характеристикой служит внутриклеточный паразитизм; хламидии – без лечения могут развиваться ЗППП, конъюнктивит, пневмония.

Методика окрашивания

Предметное стекло очищают от жира и покрывают тонким слоем собранного мазка, после чего высушивают его естественным путем.

Фиксируют физическим или химическим способом, вызывая коагуляцию белков.

Через фильтр-бумагу наносят первый краситель и оставляют в покое на пару минут.

После чего убирают пигмент, добавляют на стекло раствор Люголя и выдерживают одну минуту.

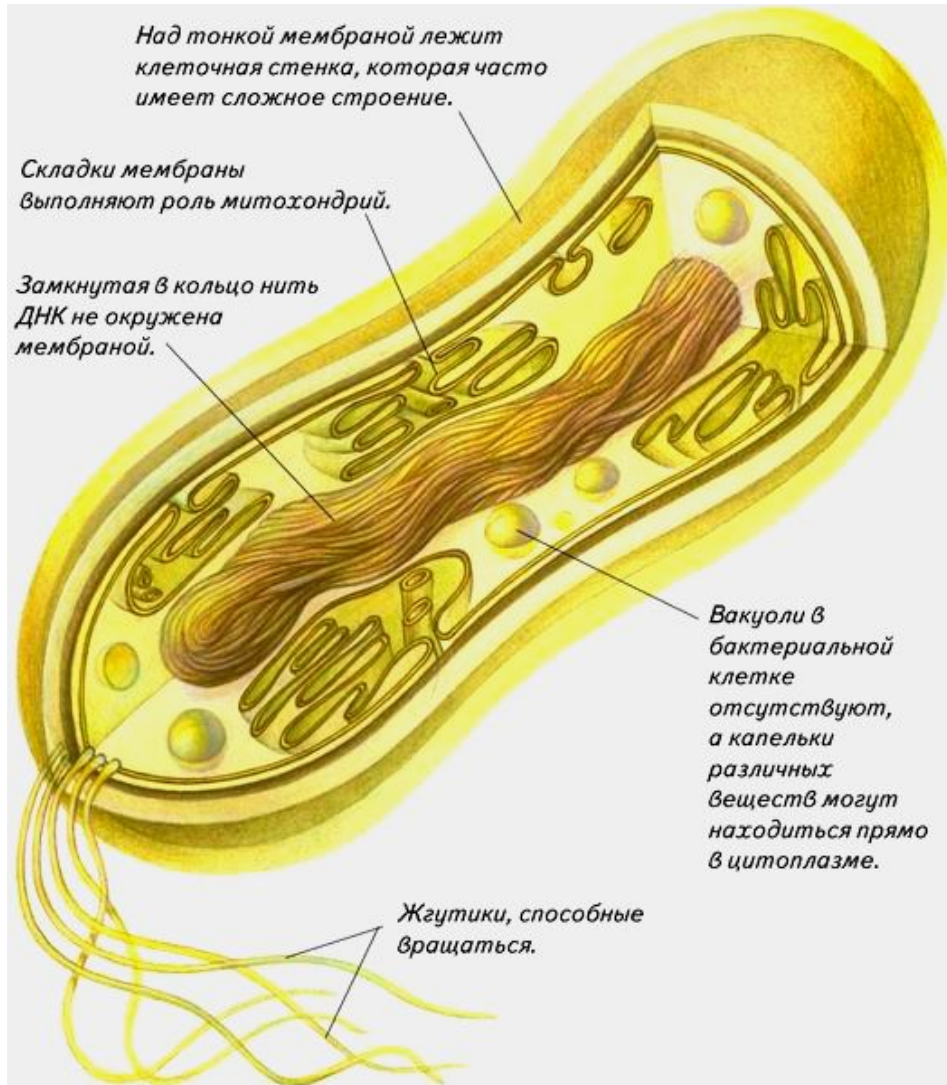
Удаляют йодистый раствор, а бактерии промывают этиловым спиртом до обесцвечивания.

Ополаскивают стекло дистиллированной водой около минуты.

Наносят на стекло второй краситель и оставляют его не более чем на 5 минут.

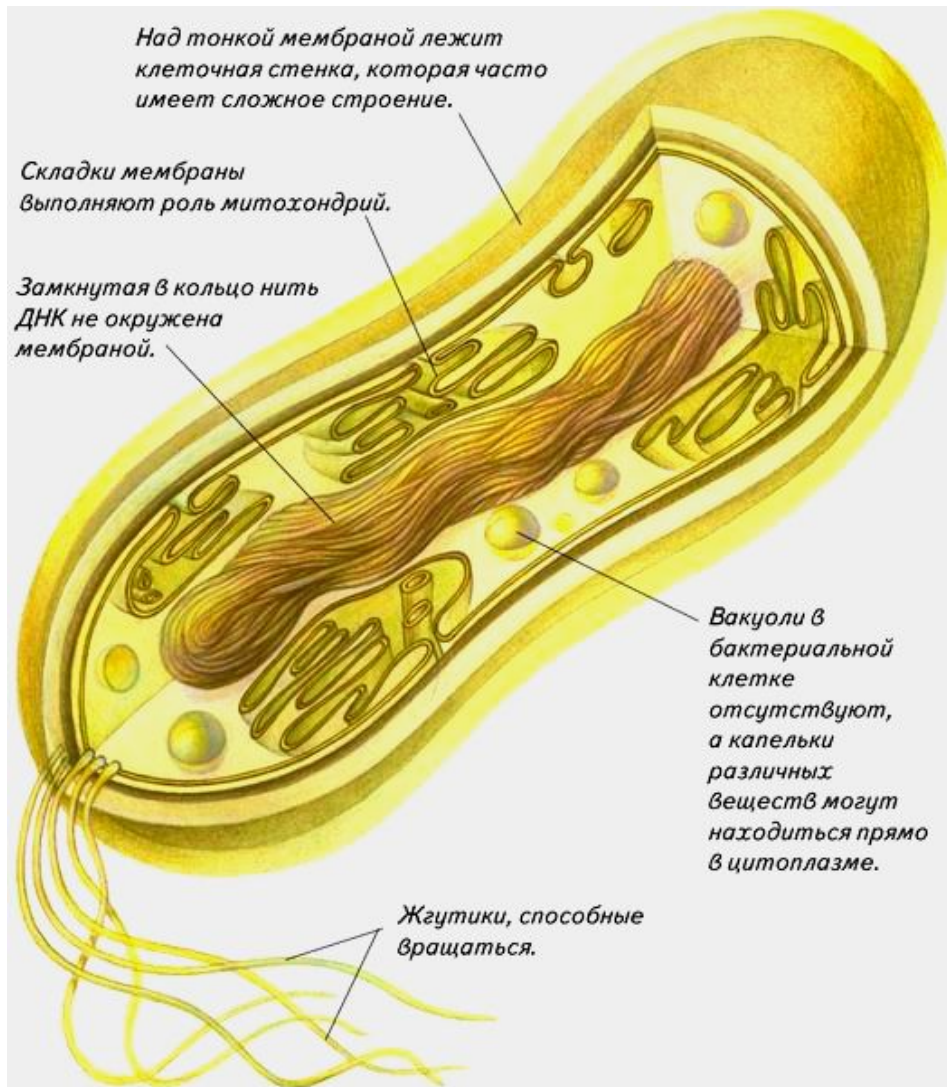
Снова ополаскивают и высушивают фильтр-бумагой.

Характеристика бактерий



Цитоплазматическая мембрана регулирует поступление питательных веществ в клетку и выход продуктов метаболизма наружу. Обычно темпы роста цитоплазматической мембраны опережают темпы роста клеточной стенки. Это приводит к тому, что мембрана часто образует многочисленные инвагинации (впячивания) различной формы — **МЕЗОСОМЫ**.

Характеристика бактерий



Мезосомы, связанные с нуклеоидом, играют определенную роль в репликации ДНК и последующем расхождении хромосом. Возможно, мезосомы обеспечивают разделение клетки на отдельные обособленные отсеки, создавая тем самым благоприятные условия для протекания ферментативных процессов.

Характеристика бактерий

В клетках фотосинтезирующих бактерий имеются внутрицитоплазматические мембранные образования — **хлоросомы**, обеспечивающие протекание бактериального фотосинтеза.

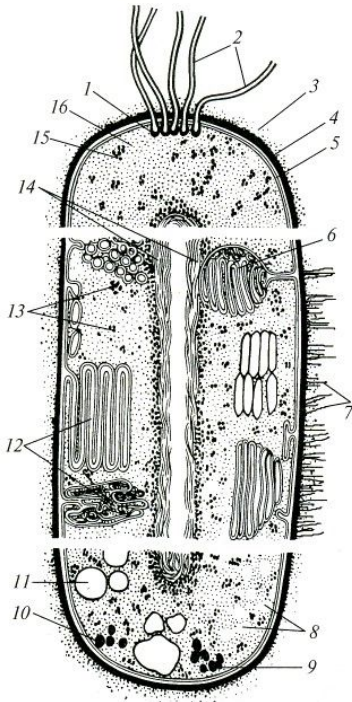
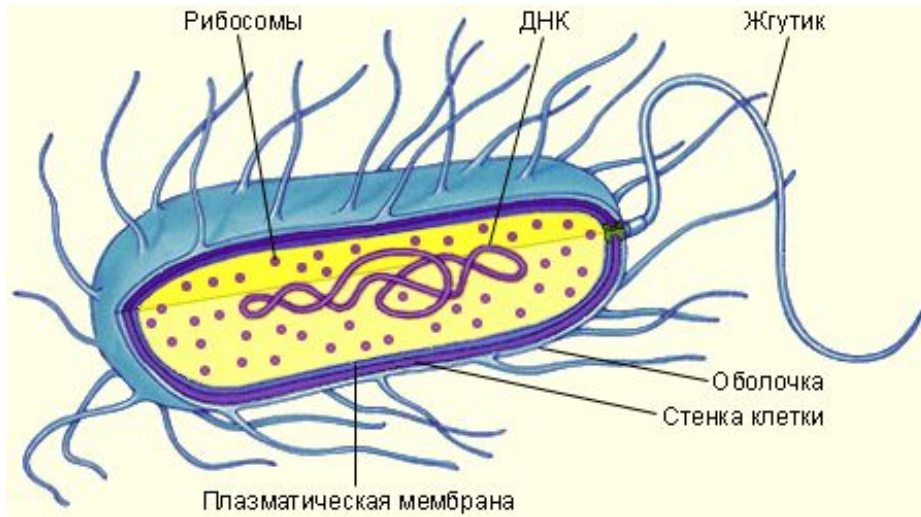


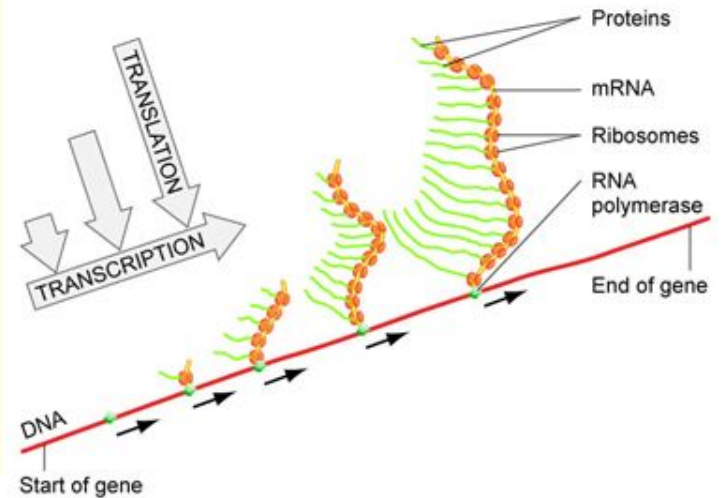
Рис. 14. Схема строения бактериальной клетки (по: Г. Шлегель): *вверху* — основные структуры бактериальной клетки; *в центре* — мембранные структуры (*слева* — фотосинтезирующего микроорганизма, *справа* — нефотосинтезирующего); *внизу* — резервные вещества, или включения:
1 — базальное тельце; 2 — жгутики; 3 — капсула; 4 — клеточная стенка; 5 — цитоплазматическая мембрана; 6 — мезосома; 7 — фимбри; 8 — полисахаридные капсулы; 9 — гранулы полифосфатов; 10 — липидные капли; 11 — включения серы; 12, 13 — мембранные структуры: ламеллы, хроматофоры; 14 — нулеоид; 15 — рибосомы; 16 — цитоплазма



Характеристика бактерий

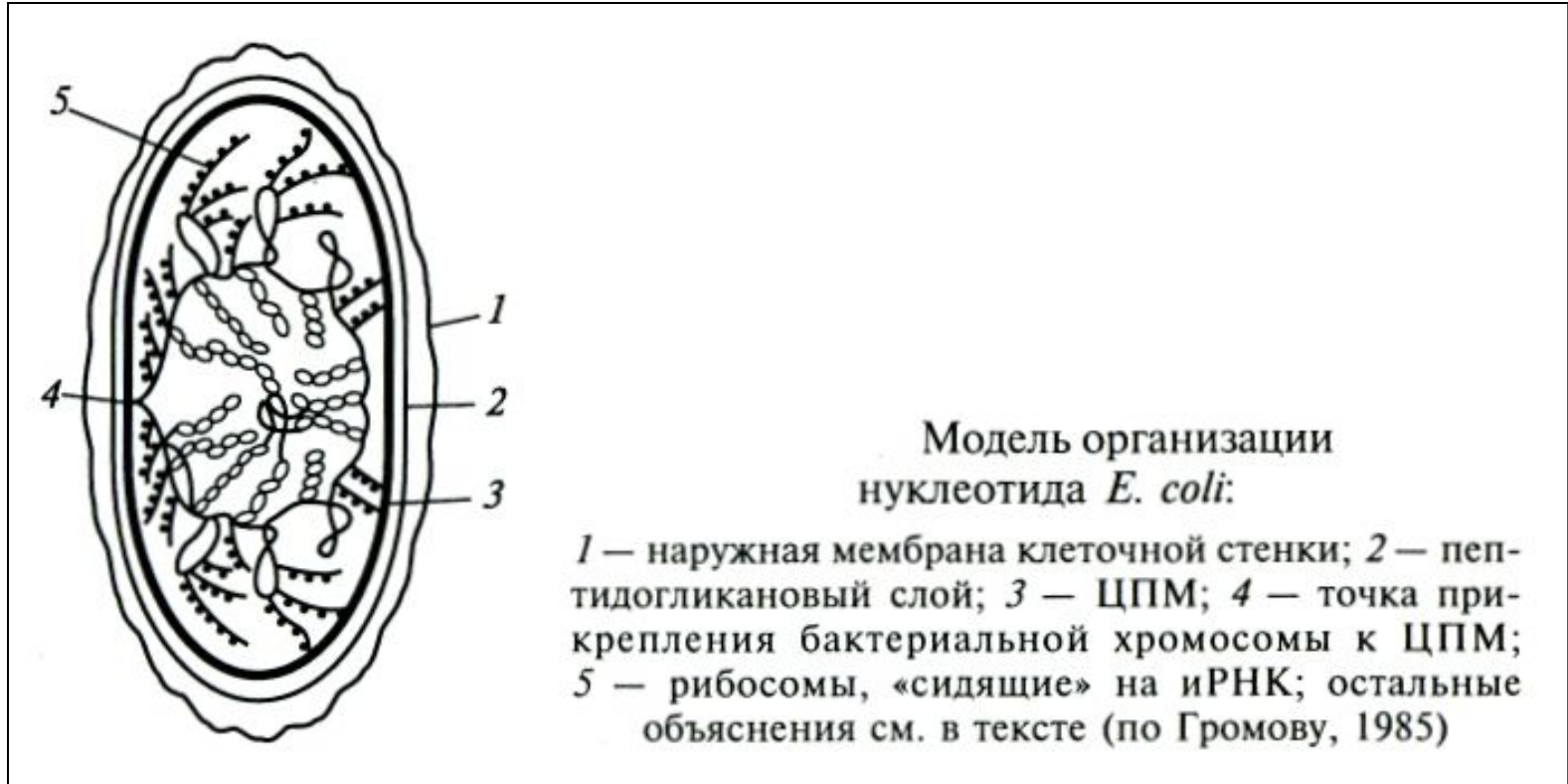


(b) Interpretation of micrograph

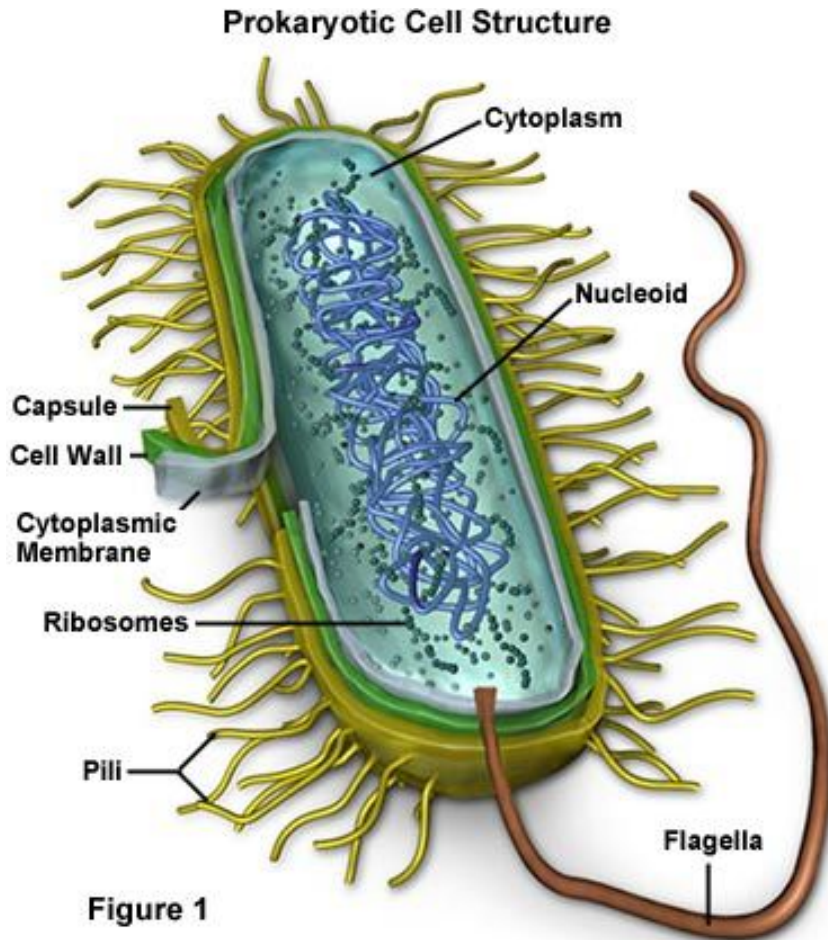


Для бактерий характерны **70S-рибосомы**. Рибосомы бактериальных клеток собраны в **полисомы**, образованные десятками рибосом.

Характеристика бактерий



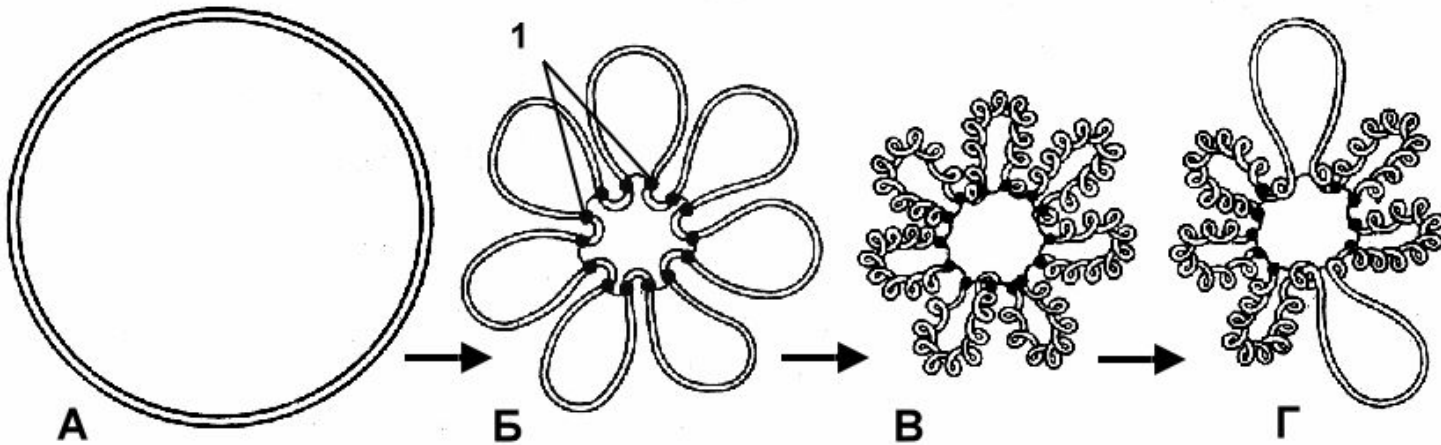
Характеристика бактерий



Бактериальные клетки могут иметь разнообразные цитоплазматические включения — газовые пузырьки, пузырьки, содержащие бактериохлорофилл, полисахариды, отложения серы и другие.

Нуклеоид. Бактерии не имеют структурно оформленного ядра. Генетический аппарат бактерий называют *нуклеоидом*. Он представляет собой молекулу ДНК, сосредоточенную в ограниченном пространстве цитоплазмы.

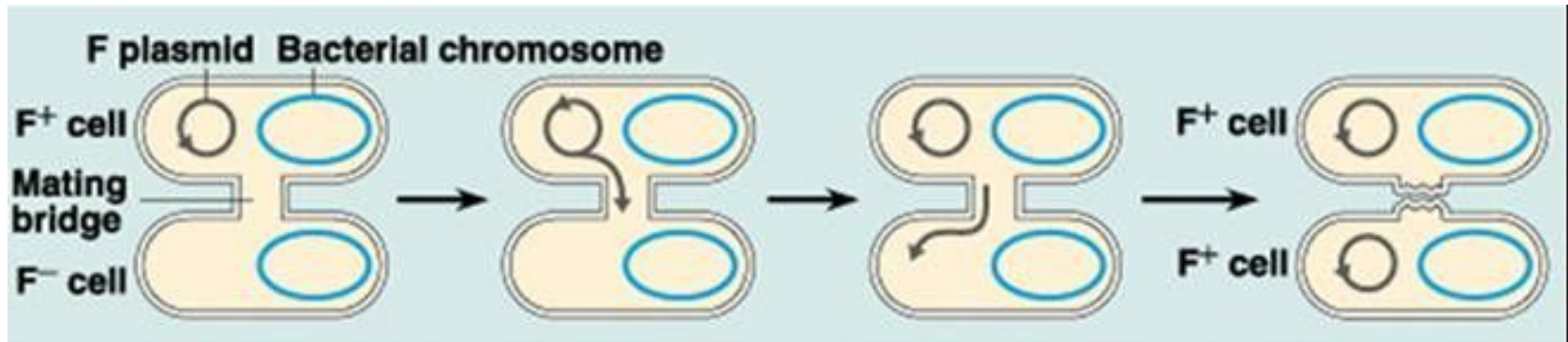
Характеристика бактерий



Молекула ДНК имеет типичное строение. Она состоит из двух полинуклеотидных цепей, образующих двойную спираль. В отличие от эукариот, ДНК имеет **кольцевую структуру**, а не линейную.

Молекулу ДНК бактерий отождествляют с одной хромосомой эукариот. Но если у эукариот в хромосомах ДНК связана с белками, то у бактерий ДНК комплексов с белками не образует. ДНК бактерий закреплена на цитоплазматической мембране в области мезосомы.

Характеристика бактерий

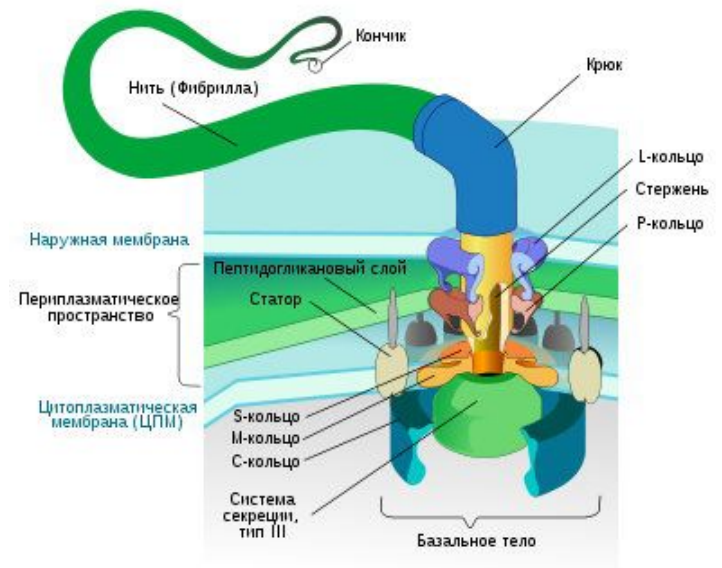
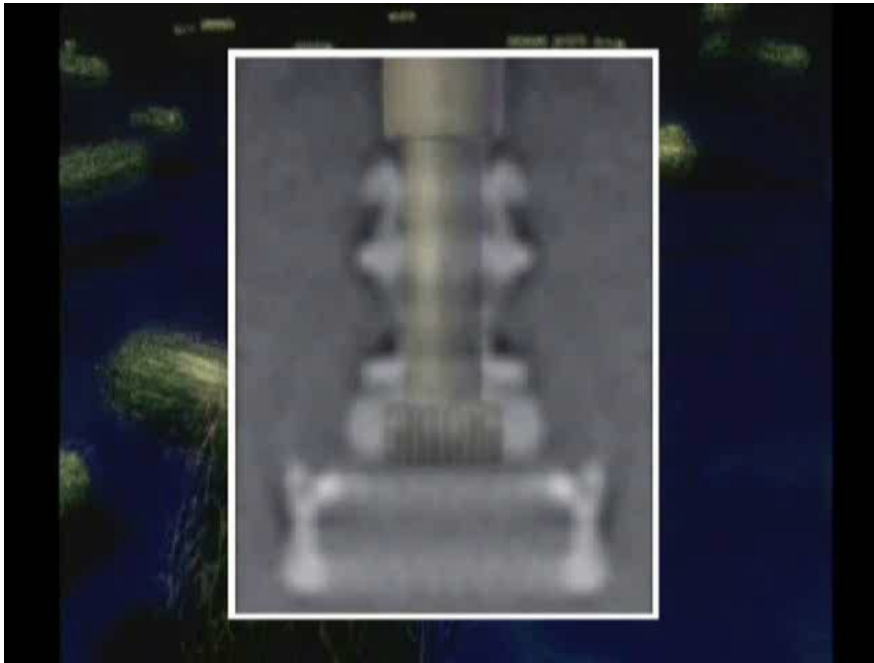


Клетки многих бактерий имеют нехромосомные генетические элементы — **плазмиды**. Они представляют собой небольшие кольцевые молекулы ДНК, способные реплицироваться независимо от хромосомной ДНК. Среди них различают *F-фактор* — плазмиду, контролирующую половой процесс.

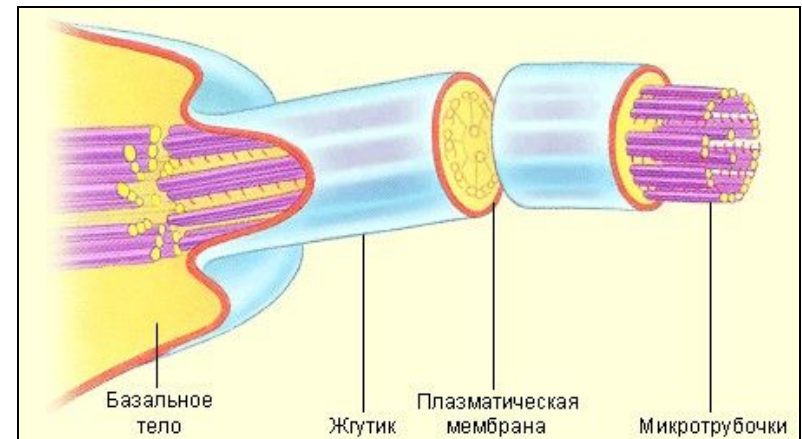
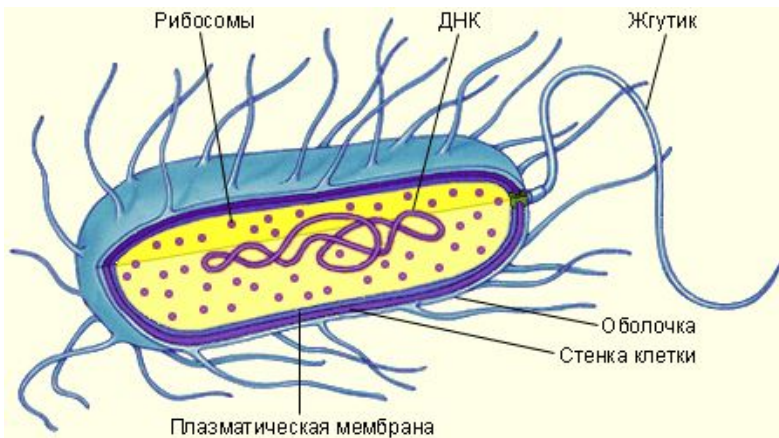
Жгутики. Среди бактерий имеется много подвижных форм. Основную роль в передвижении играют жгутики.

Жгутики бактерий только внешне похожи на жгутики эукариот, строение же их иное. Они имеют меньший диаметр и не окружены цитоплазматической мембраной. Нить жгутика состоит из 3-11 винтообразно скрученных фибрилл, образованных белком флагеллином.

Характеристика бактерий

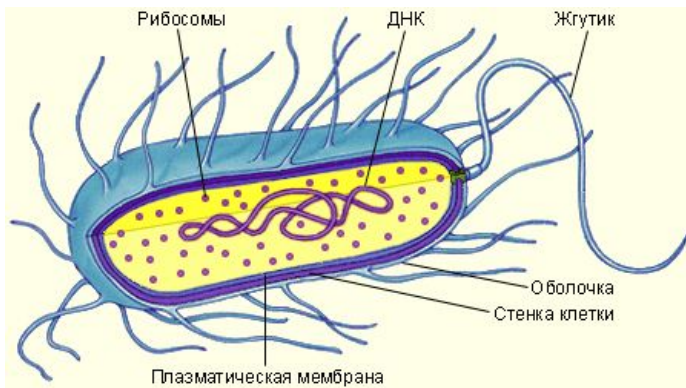
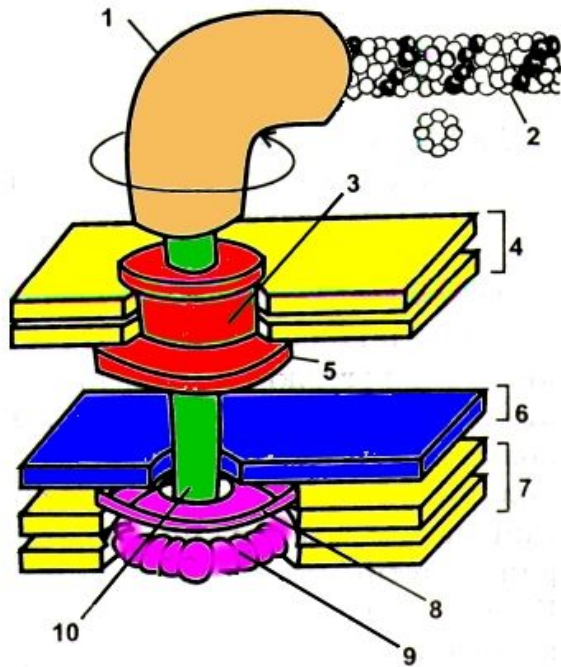


Жгутик прокариот



Жгутик эукариот

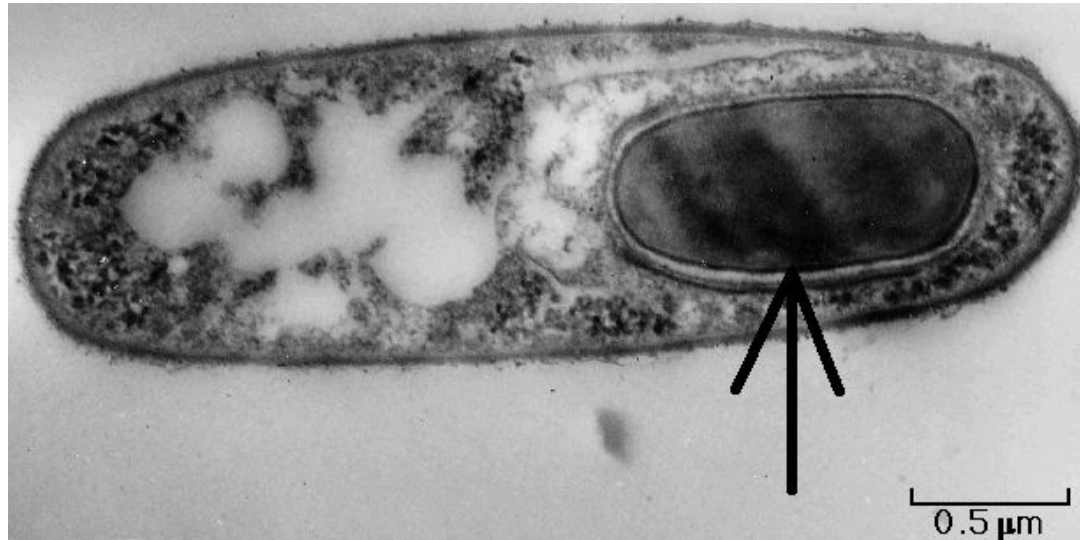
Характеристика бактерий



У основания располагается крюк и парные диски, соединяющие нить с цитоплазматической мембраной и клеточной стенкой. Двигутся жгутики, вращаясь в мембране. Число и расположение жгутиков на поверхности клетки может быть различно.

Фимбрии — это тонкие нитевидные структуры на поверхности бактериальных клеток, представляющие собой короткие прямые полые цилиндры, образованные белком пилином. Благодаря фимбриям, бактерии могут прикрепляться к субстрату или сцепляться друг с другом. Особые фимбрии — *половые фимбрии*, или *F-пили* — обеспечивают обмен генетического материала между клетками.

Характеристика бактерий



При наступлении неблагоприятных условий, у **грамположительных бактерий** происходит образование эндоспор. При этом клетка обезвоживается, нуклеоид сосредотачивается в спорогенной зоне. Образуются защитные оболочки, предохраняющие споры бактерий от действия неблагоприятных условий (споры многих бактерий выдерживают нагревание до 130°С, сохраняют жизнеспособность десятки лет). При наступлении благоприятных условий спора прорастает, и образуется вегетативная клетка.

Подведем итоги:

Что известно о форме бактерий?

Кокки (диплококки, тетракокки, стрептококки, сарцины, стафилококки), бациллы, вибрионы, спириллы, спирохеты).

Каковы размеры бактерий?

От 1 до 15 микрон (мкм).

Как устроена клеточная оболочка бактерии?

Плазмалемма и клеточная стенка из муреина. У грам-отрицательных две мембраны.

Как организован генетический материал бактерий?

Нуклеоид – кольцевая ДНК и плазмиды.

Какие органоиды есть в бактериальных клетках?

Мезосомы, хлоросомы, 70-S рибосомы, жгутики.

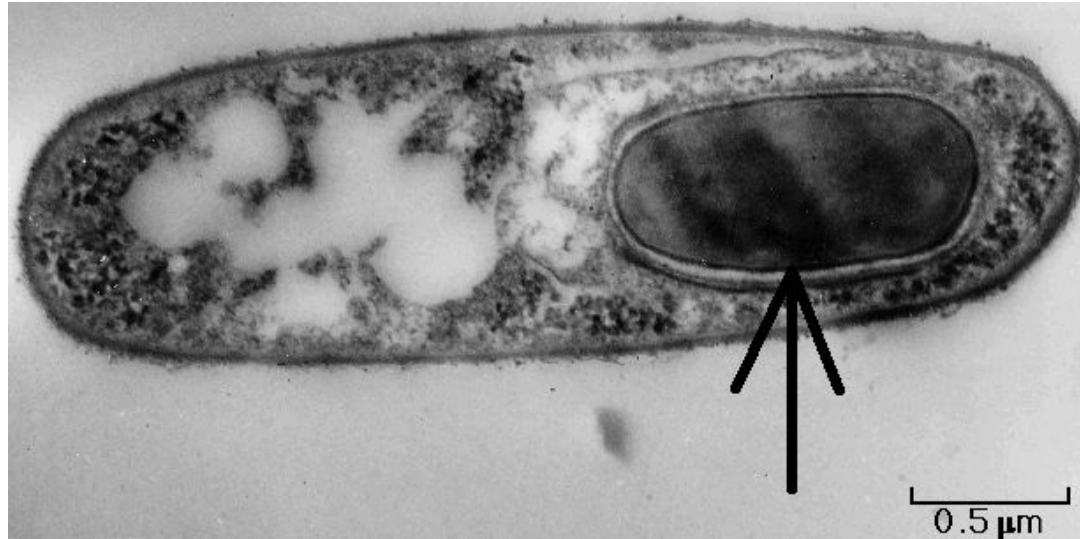
Чем жгутик бактерий отличается от жгутика эукариот?

Не покрыт мембраной, состоит из нескольких скрученных вместе фибрилл флагеллина.

Могут ли бактерии размножаться спорами?

Нет споры – способ переживания неблагоприятных условий.

Характеристика бактерий



Олимпиадникам!

Спорообразующие **аэробные** бактерии, у которых размер споры не превышает диаметр клетки, называются **бациллами**.

Спорообразующие **анаэробные** бактерии, у которых размер споры превышает диаметр клетки, и поэтому они принимают форму веретена и называются **кlostридиями** (от лат. Clostridium – веретено).

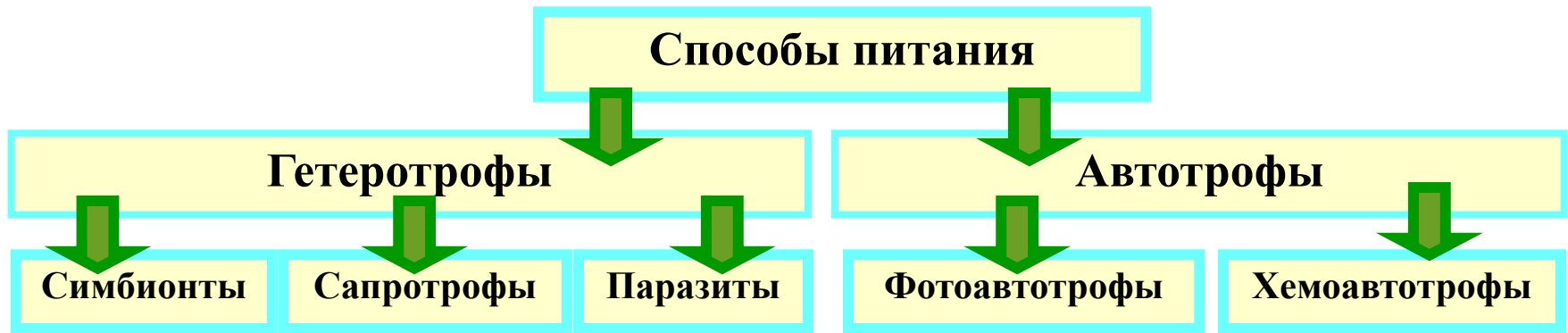
Олимпиадникам!

Риккетсии – мелкие, грамотрицательные палочковидные бактерии размером до 1 мкм. Членистоногие – их хозяева и переносчики. У человека вызывают сыпной тиф, клещевой риккетсиоз, пятнистую лихорадку Скалистых гор.

Микоплазмы – мелкие бактерии, не имеющие клеточной стенки, окруженные только цитоплазматической мембраной. Осмотически чувствительны, у человека вызывают заболевание по типу респираторной инфекции.

Актиномицеты – (лучистые грибы), занимают промежуточное положение между бактериями и грибами. Ветвящиеся грамположительные бактерии. В пораженных тканях образуют мицелий из плотно переплетенных нитей (гифов) в виде лучей, отходящих от центра и заканчивающихся колбовидными утолщениями. На воздушных гифах могут образовываться споры, служащие для размножения.

Физиология бактерий



Автотрофные организмы – организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических за счет энергии солнечного света – *фотоавтотрофы* или за счет энергии окисления неорганических соединений – *хемоавтотрофы*.

Физиология бактерий

Питание бактерий.

Вместе с пищей бактерии, как и другие организмы, получают энергию для процессов жизнедеятельности и строительный материал для синтеза клеточных структур.

Среди бактерий различают: **гетеротрофов**, потребляющих готовое органическое вещество. Они могут быть:

сапротрофами, то есть питаться мертвым органическом веществом;
паразитами, то есть потреблять органическое вещество живых растений и животных;
симбионтами, живущими совместно с другими организмами (кишечная палочка, клубеньковые бактерии).

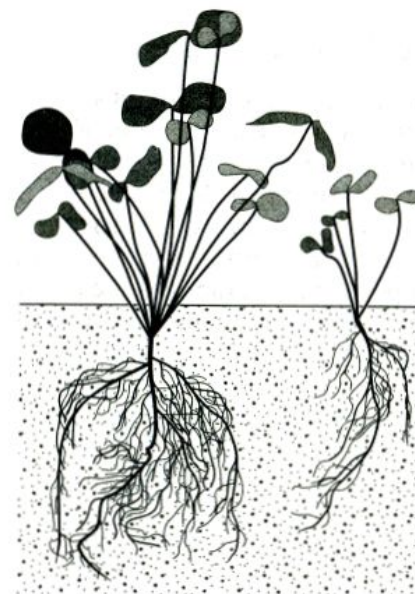
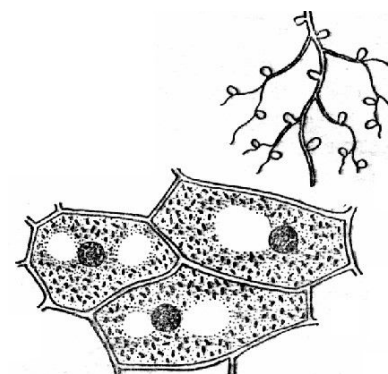


Рис. 48. Растения клевера, зараженные клубеньковыми бактериями: *слева* — растения, зараженные, активным штаммом; *справа* — растения, зараженные неактивным штаммом



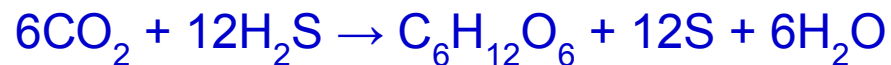
Физиология бактерий

Другая группа, *автотрофы*, способна синтезировать органические вещества из неорганических. Среди них различают:

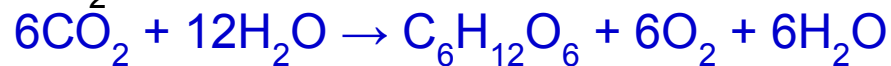
фотоавтотрофов, синтезирующих органические вещества за счет энергии света, и *хемоавтотрофов*, синтезирующих органические вещества за счет химической энергии окисления неорганических веществ: серы, сероводорода, аммиака и т.д. К ним относятся нитрифицирующие бактерии, железобактерии, водородные бактерии и т.д.

Фотоавтотрофы:

Фотосинтезирующие серобактерии (зеленые и пурпурные) Имеют фотосистему-1 и при фотосинтезе не выделяют кислород, донор водорода – H_2S :



У цианобактерий (синезеленых) появилась фотосистема-2 и при фотосинтезе кислород выделяется, донором водорода для синтеза органики является H_2O :



Физиология бактерий

Хемоавтотрофы:

Хемоавтотрофы используют энергию химических связей. Открыты в 1887 году С.Н.Виноградским.

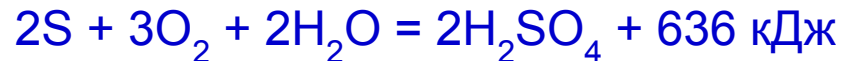
Важнейшая группа хемоавтотрофов – **нитрифицирующие бактерии**, способные окислять аммиак, образующийся при гниении органических остатков, сначала до азотистой, а затем до азотной кислоты:



Бесцветные серобактерии окисляют сероводород и накапливают в своих клетках серу:



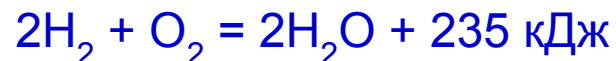
При недостатке сероводорода бактерии производят дальнейшее окисление серы до серной кислоты:



Железобактерии окисляют двухвалентное железо до трехвалентного:



Водородные бактерии используют энергию, выделяющуюся при окислении молекулярного водорода:



Источник энергии	Донор электронов	Источник углерода	Тип метаболизма	Примеры
Солнечный свет Фото-	Органические вещества -органо-	Органические вещества -гетеротроф	Фотоорганогетеротрофы	Пурпурные несерные бактерии, Галобактерии, Некоторые цианобактерии
		Углекислый газ -автотроф	Фотоорганоавтотрофы	Редкий тип метаболизма, связанный с окислением неусваиваемых веществ. Характерен для некоторых пурпурных бактерий.
	Неорганические вещества -лито-*	Органические вещества -гетеротроф	Фотолитогетеротрофы	Некоторые цианобактерии, пурпурные и зелёные бактерии, также гелиобактерии.
		Углекислый газ -автотроф	Фотолитоавтотрофы	Высшие растения, Водоросли, Цианобактерии, Пурпурные серные бактерии, Зелёные бактерии.
Энергия химических связей Хемо-	Органические вещества -органо-	Органические вещества -гетеротроф	Хемоорганогетеротрофы	Животные, Грибы, Большинство микроорганизмов редуцентов.
		Углекислый газ -автотроф	Хемоорганоавтотрофы	Окисление трудноусваиваемых веществ, например факультативные метилотрофы, окисляющие муравьиную кислоту.
	Неорганические вещества -лито-*	Органические вещества -гетеротроф	Хемолитогетеротрофы	Метанобразующие археи, Водородные бактерии.
		Углекислый газ -автотроф	Хемолитоавтотрофы	Железобактерии, Водородные бактерии, Нитрифицирующие бактерии, Серобактерии.

Физиология бактерий

Размножение бактерий.

Бактерии способны к интенсивному размножению. **Половое размножение у бактерий отсутствует, известно только бесполое размножение.** Некоторые бактерии при благоприятных условиях способны делиться каждые 20 минут.

Бесполое размножение

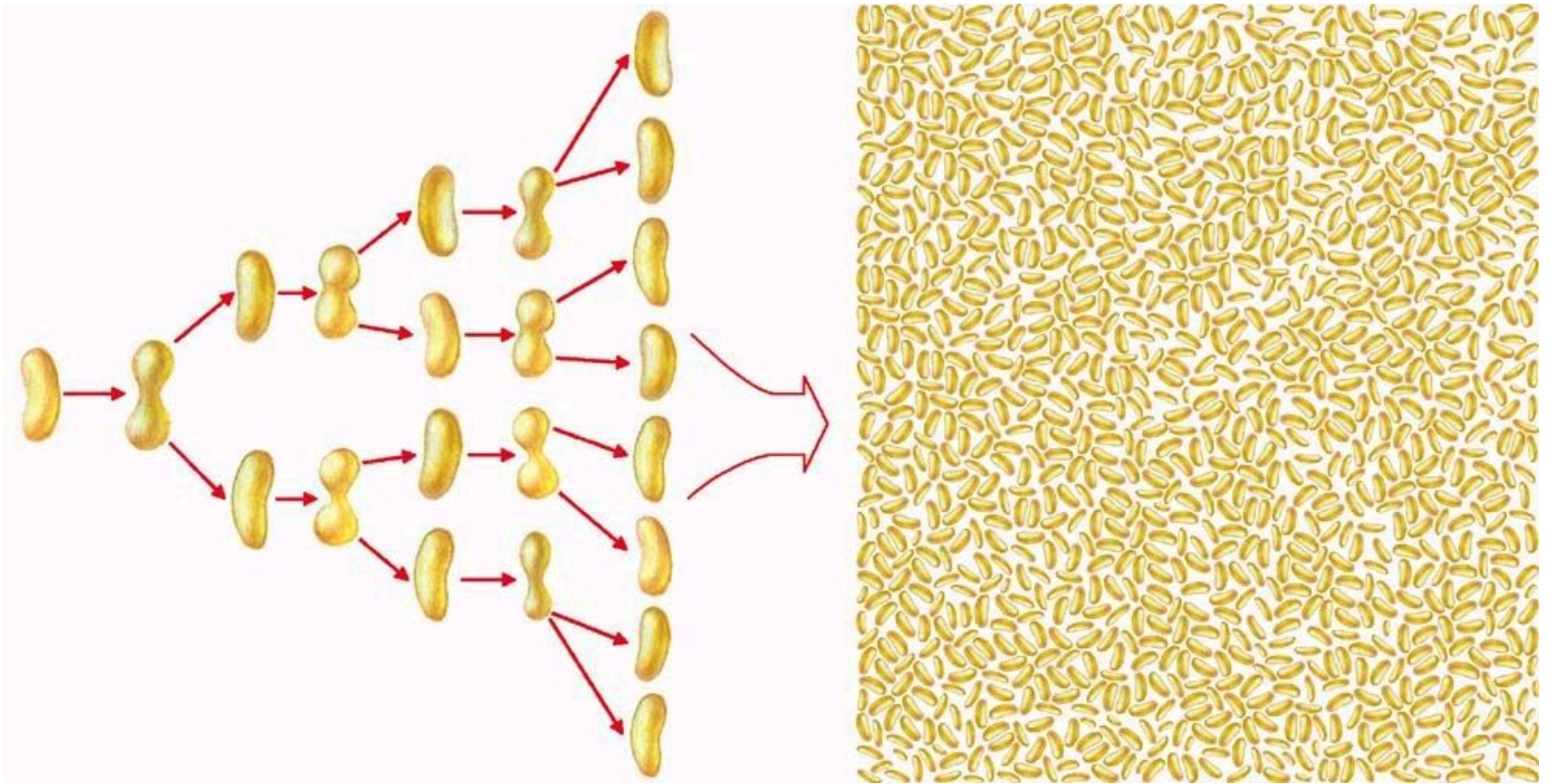
Бесполое размножение является основным способом размножения бактерий. Оно может осуществляться путем **бинарного деления и почкования.**

Большинство бактерий размножается путем бинарного равновеликого поперечного деления клеток. При этом образуются две одинаковые дочерние клетки. Перед делением происходит репликация ДНК.

Почкование. Некоторые бактерии размножаются путем почкования.

При этом на одном из полюсов материнской клетки образуется короткий вырост — *гифа*, на конце которого формируется почка, в нее переходит один из поделившихся нуклеоидов. Почка разрастается, превращаясь в дочернюю клетку, и отделяется от материнской в результате формирования перегородки между почкой и гифой.

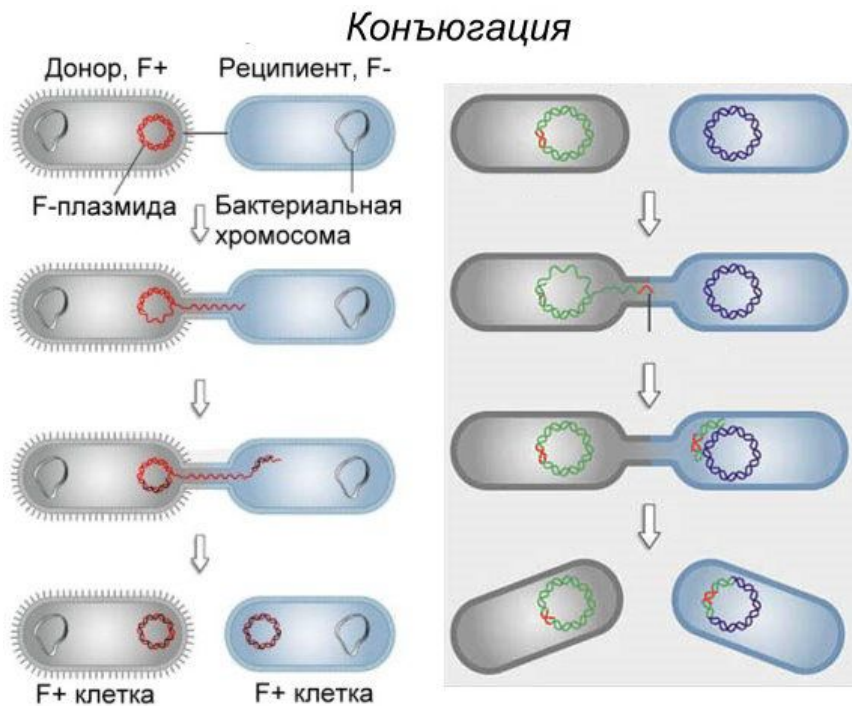
Физиология бактерий



Физиология бактерий

Половой процесс, или генетическая рекомбинация.

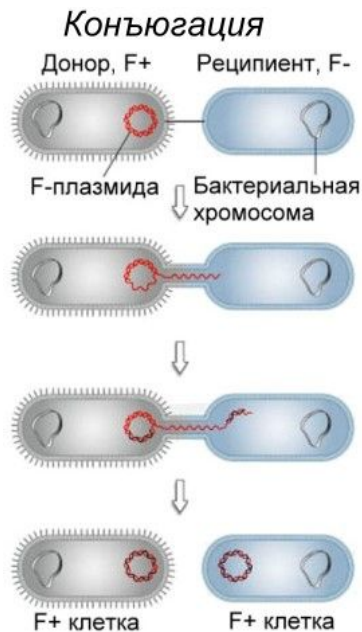
Половое размножение отсутствует, но известен половой процесс. Гаметы у бактерий не образуются, слияния клеток нет, но происходит главнейшее событие полового процесса — обмен генетической информацией. Этот процесс называют *генетической рекомбинацией*. Часть ДНК (реже вся) клеткой-донором передает клетке-реципиенту и замещает часть ДНК клетки-реципиента. Образовавшуюся ДНК называют *рекомбинантной*. Она содержит гены обеих родительских клеток.



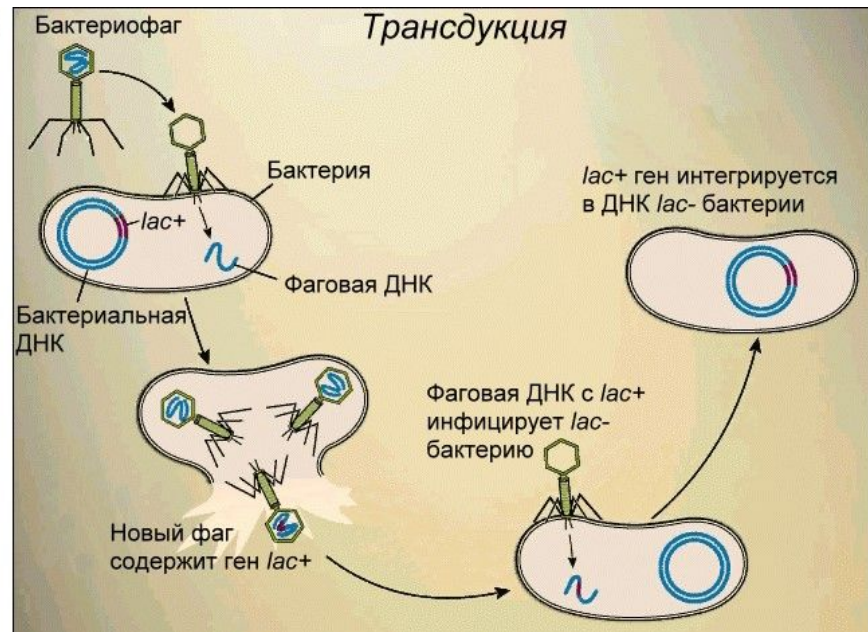
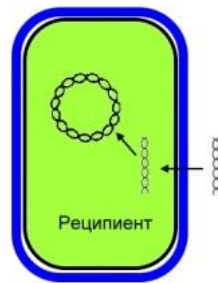
Физиология бактерий

Различают три способа генетической рекомбинации: конъюгация, трансдукция, трансформация;

Конъюгация — это прямая передача участка ДНК от одной клетки другой во время непосредственного контакта клеток друг с другом. Клетка-донор образует называемых F-пилю, ее образование контролируется особой плазмидой — *F-плазмидой*. Во время конъюгации ДНК передается только в одном направлении (от донора к реципиенту), обратной передачи нет.



Трансформация



Физиология бактерий

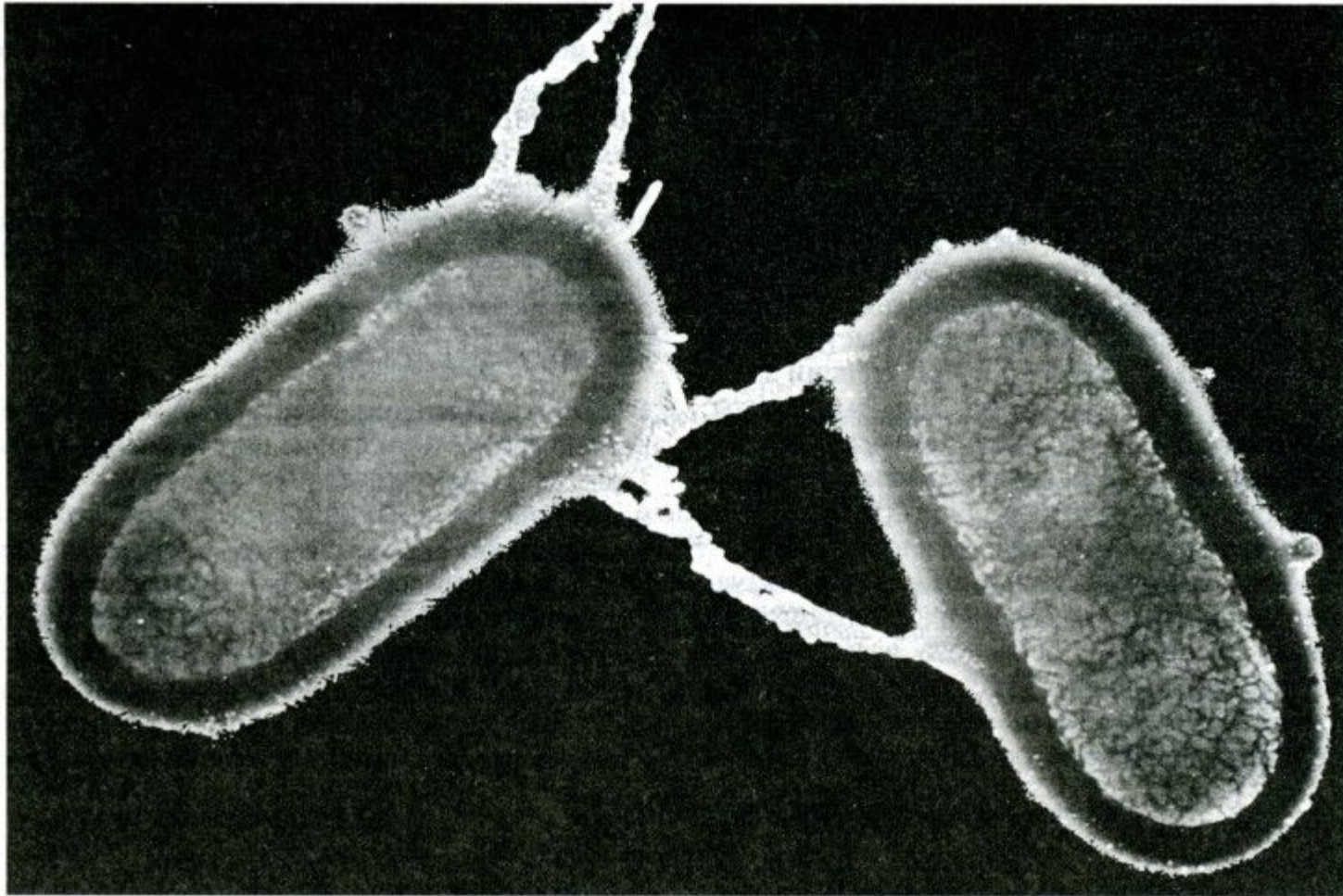
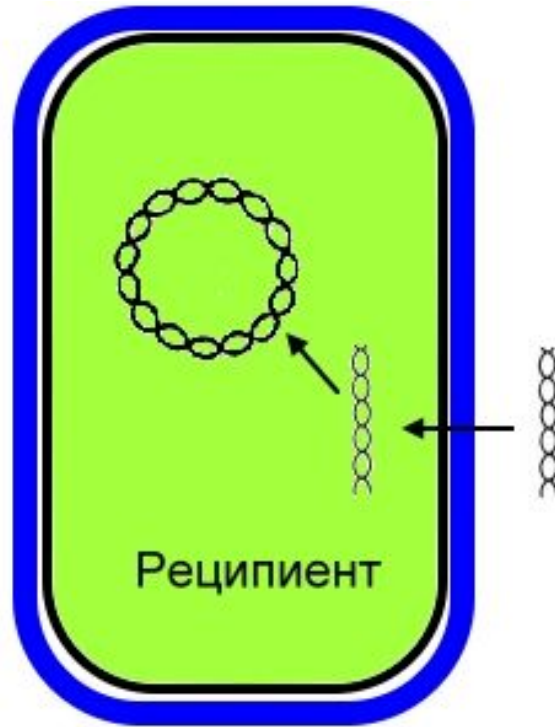


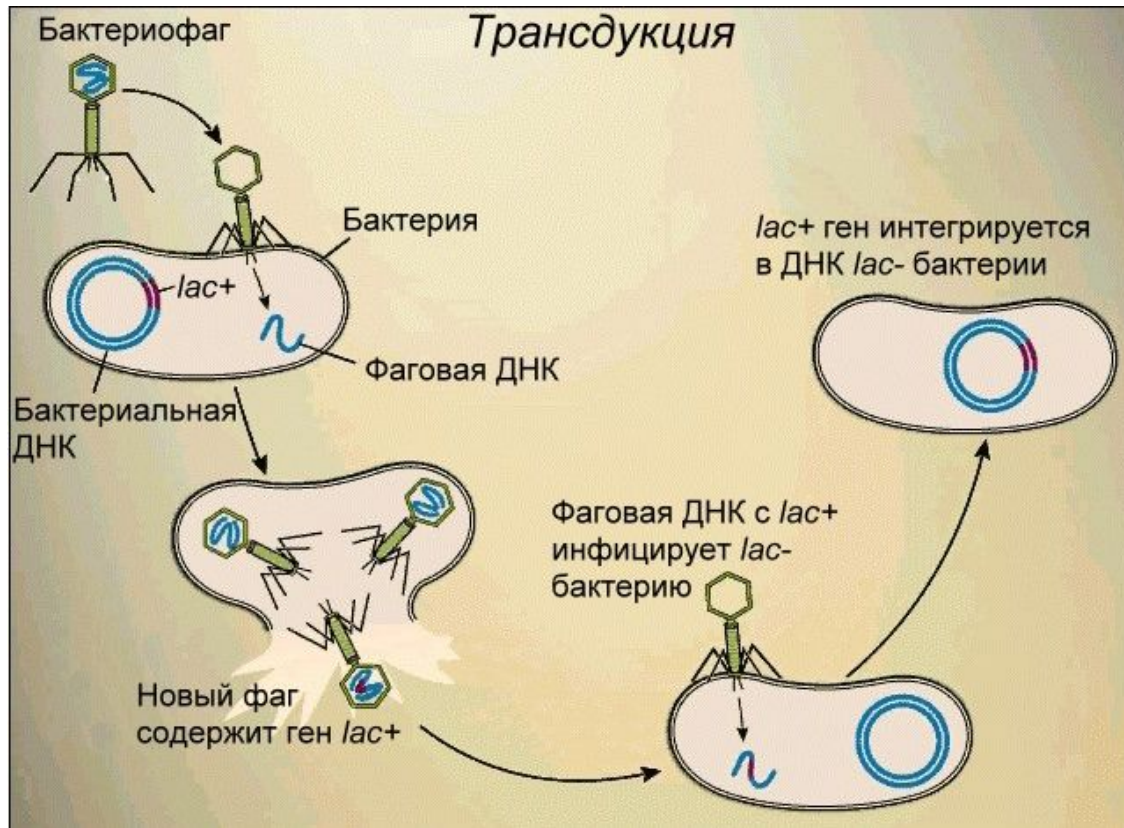
Рис. 2.12. Конъюгация у бактерий. Одна мужская клетка (слева) конъюгирует с двумя «женскими» клетками (×19 475). Второй «женской» клетки на фотографии не видно, так как она находится сверху за пределами фотографии.

Физиология бактерий



Трансформация – передача генетической информации без непосредственного контакта клеток (например, встраивание в собственную «хромосому» поглощенных фрагментов ДНК погибших бактерий).

Физиология бактерий



Трансдукция – перенос фрагментов ДНК от одной бактерии к другой с помощью бактериофагов.

Бактериофаги – вирусы, паразитирующие в бактериях.

Подведем итоги:

На какие группы делятся бактерии по способу питания?

Автотрофные, гетеротрофные.

На какие группы делятся автотрофные бактерии?

Фотоавтотрофы, хемоавтотрофы.

На какие группы делятся фотоавтотрофы?

С фотосистемой 1 (пурпурные и зеленые) и с фотосистемой 2 (цианобактерии).

На какие группы делятся хемоавтотрофные бактерии?

Водородные, железобактерии, нитрифицирующие бактерии, серные бактерии.

На какие группы делятся гетеротрофные бактерии?

Сапротрофы, паразиты, симбионты.

Способы рекомбинации генетического материала бактерий?

Конъюгация, трансдукция, трансформация.

Что такое конъюгация?

Передача генетической информации с помощью F-плазмиды.

Что такое трансдукция?

Передача генетического материала с помощью бактериофагов.

Формы бесполого размножения бактерий?

Бинарное деление, почкование.

Значение бактерий

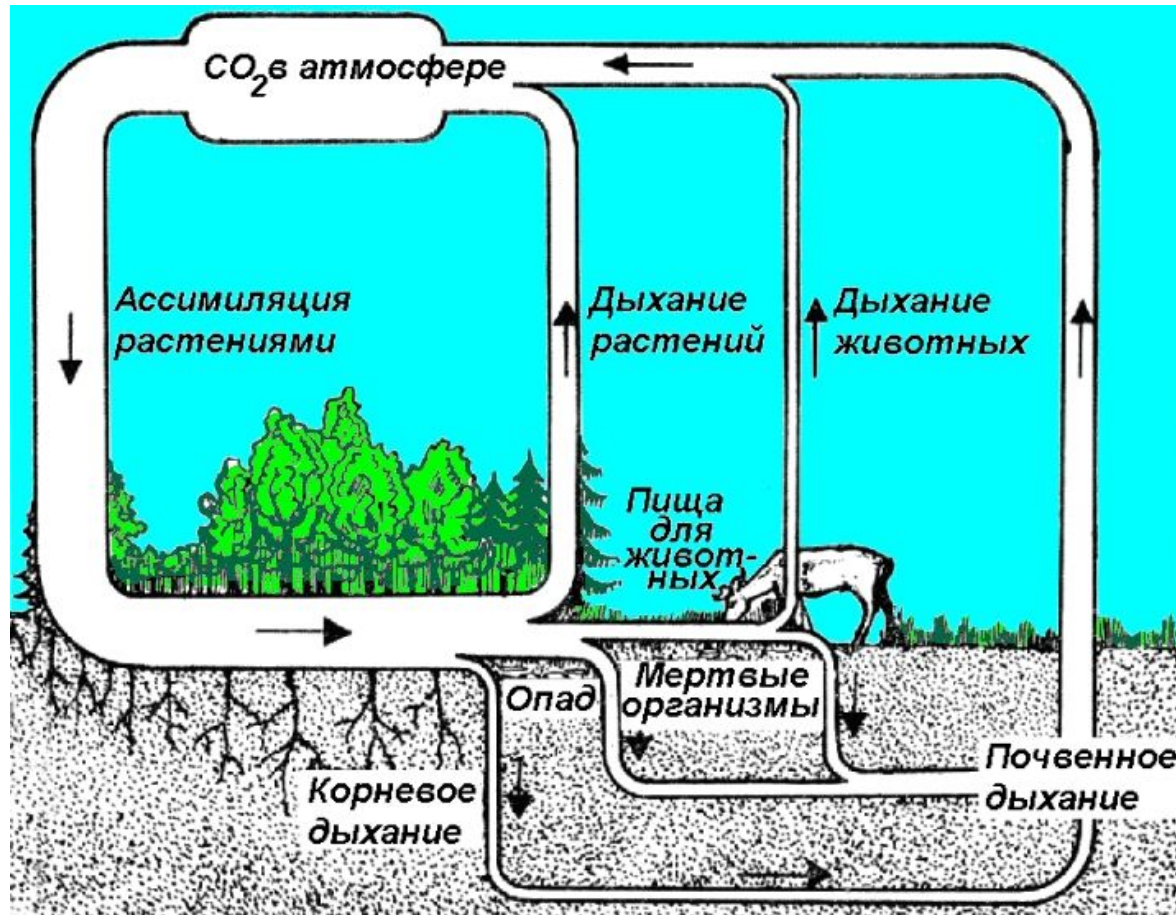
Участие в круговороте химических элементов (азота, углерода, кислорода и др.).

Группы бактерий, принимающих участие в круговороте азота

Азотфиксирующие бактерии	Использование свободного азота для образования соединений, доступных другими организмами	Обогащение почвы соединениями азота
Аммонифицирующие бактерии	Разложение азотсодержащих веществ (белков, нуклеиновых кислот) с образованием аммиака	Минерализация
Нитрифицирующие бактерии	Окисление солей аммиака в нитриты, затем в нитраты	Минерализация
Денитрифицирующие бактерии	Восстановление нитритов и нитратов до свободного азота	Минерализация

Значение бактерий

Бактерии, принимающие участие в круговороте углерода



Значение бактерий

Разрушение органических остатков.

Участие в почвообразовании.

Участие в образовании атмосферы.

Использование в пищевой промышленности для получения молочно-кислых продуктов

Получение антибиотиков, аминокислот, витаминов и др.

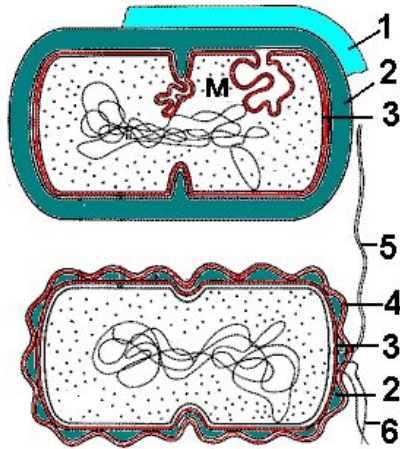
Очистка сточных вод, образование метана

Симбионты многих организмов (кишечная палочка у человека)

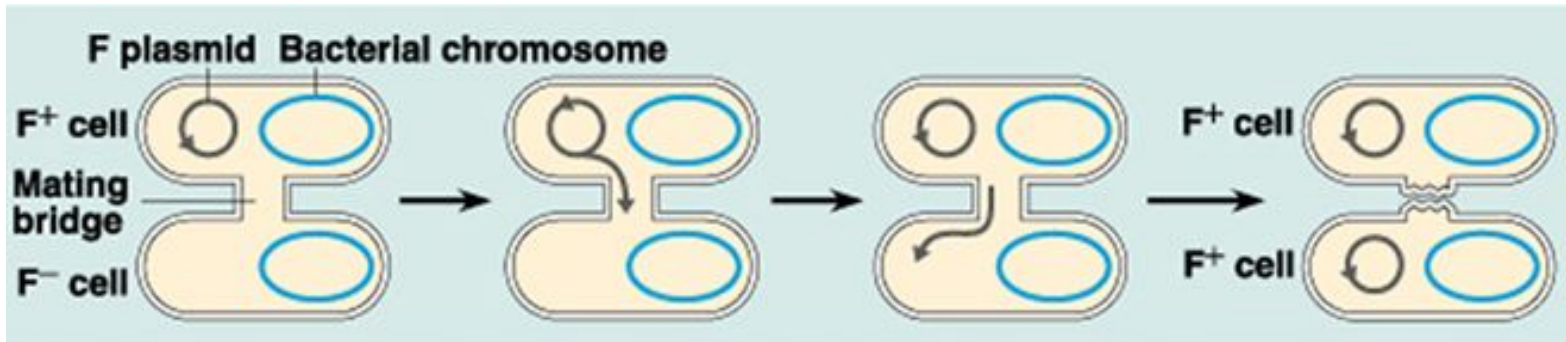
Вызывают инфекционные заболевания (туберкулёз, ангина)

В настоящее время, используя трансформированные кишечные палочки, получают **инсулин, соматотропный гормон, интерферон**

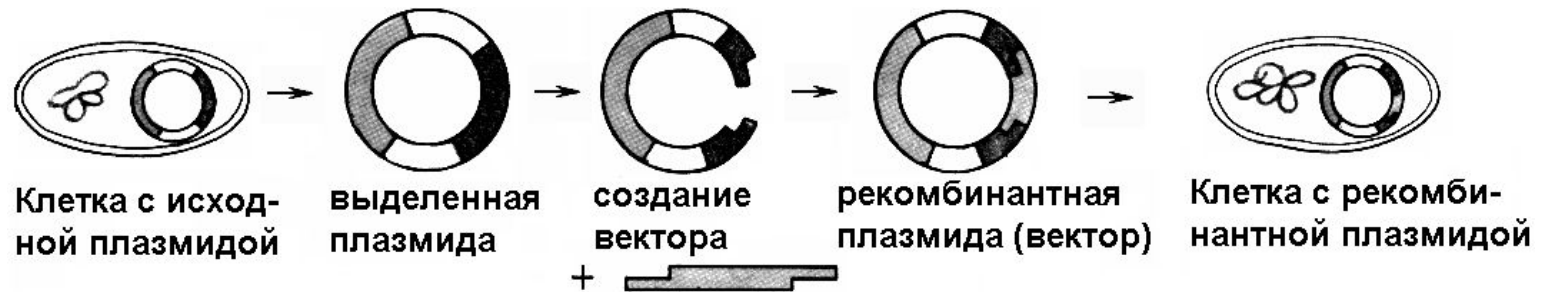
Подведем итоги:



Что известно о форме бактерий?
Как устроена клеточная оболочка бактерии?
Как организован генетический материал бактерий?
Какие органоиды есть в бактериальных клетках?



Значение бактерий



Этапы:

- **Рестрикция** (разрезание ДНК человека и плазмиды рестриктазами)
- **Создание вектора**, содержащего все управляющие гены (регулятор, оператор, маркерные гены)
- **Лигирование** («вшивание» фрагмента ДНК человека в плазмиды лигазами)
- **Трансформация** (введение рекомбинантных плазмид в бактериальные клетки)
- **Скрининг** (отбор таких трансформированных бактерий, которые несут нужный для человека ген)
- **Размножение** именно тех трансформированных бактерий, которые несут нужный для человека ген.