

# Прокариоты

Задачи:

рассмотреть особенности строения и функции немембранных и двумембранных органоидов.

# Прокариоты

## Империя Клеточные

Надцарство Прокариоты  
Царство Дробянки

Подцарство  
Архебактерии

Подцарство  
Настоящие бактерии

Подцарство  
Цианобактерии

Надцарство Эукариоты

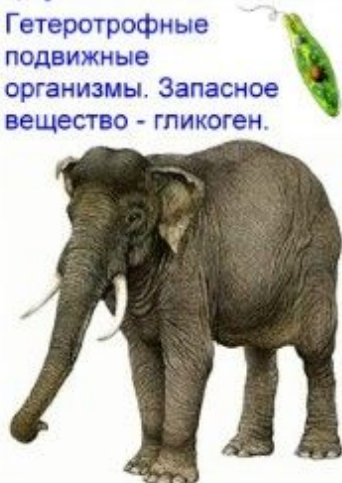
### Царство Растения

350 000 видов  
фотоавтотрофных  
организмов.



### Царство Животные

Гетеротрофные  
подвижные  
организмы. Запасное  
вещество - гликоген.



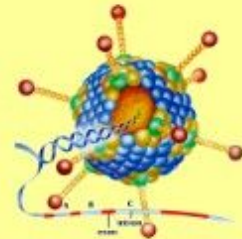
### Царство Грибы

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.

# Форма бактерий

Размеры от 1 до 15 мкм.

По форме клеток различают: Шаровидные — кокки:

*микрোকки* — делятся в разных плоскостях, лежат одиночно;

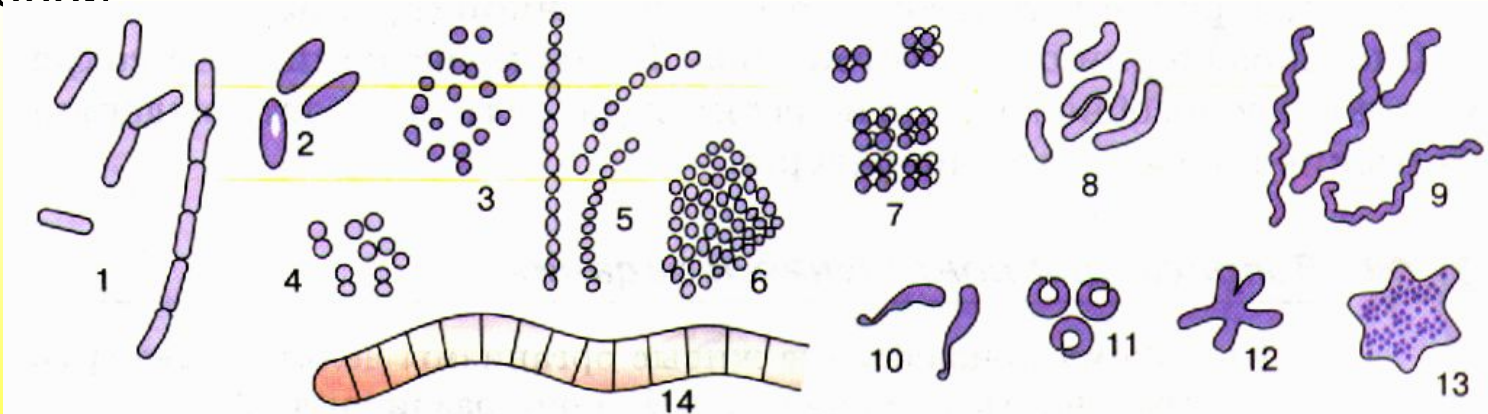
*диплококки* — делятся в одной плоскости, образуют пары;

*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



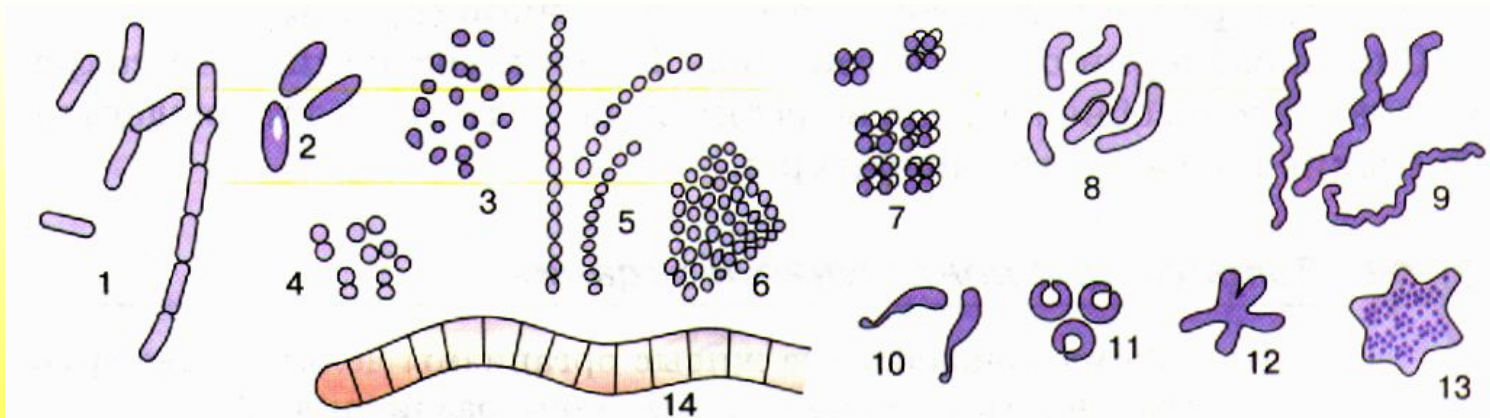
**Рис. 64.** Формы бактерий: 1 — палочковидные бактерии, 2 — веретеновидные палочки; 3 — кокковидные бактерии, 4 — диплококки, 5 — стрептококки, 6 — стафилококки, 7 — сарцины, 8 — вибрионы, 9 — спираиллы, 10 — стебельковые бактерии, 11 — тороиды, 12 — звездообразные бактерии, 13 — шестиугольные клетки,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

## Форма бактерий

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

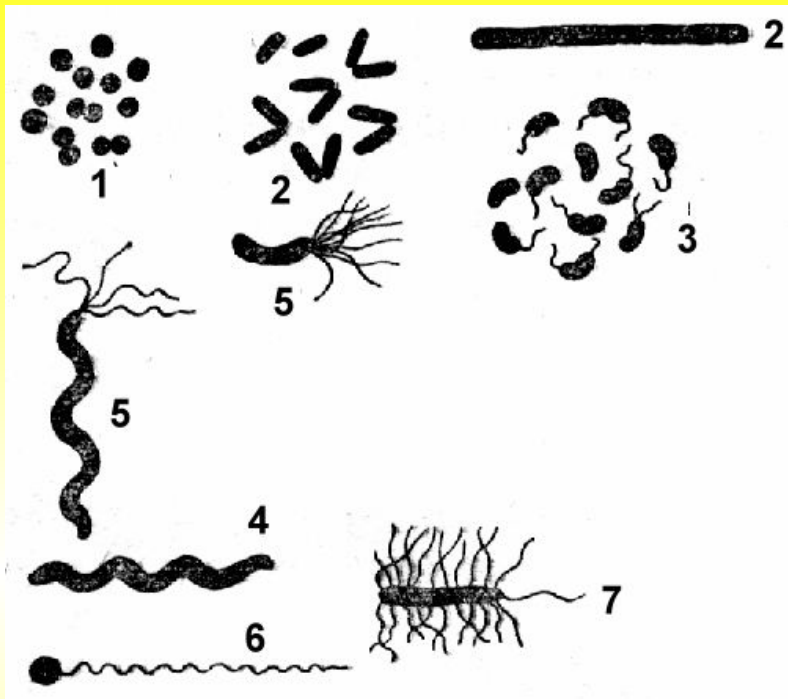
Извитые — *вибрионы* (в виде запятой); *спириллы* — имеют от 4 до 6 витков; *спирохеты* — длинные и тонкие извитые формы с числом витков от 6 до 15.

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*

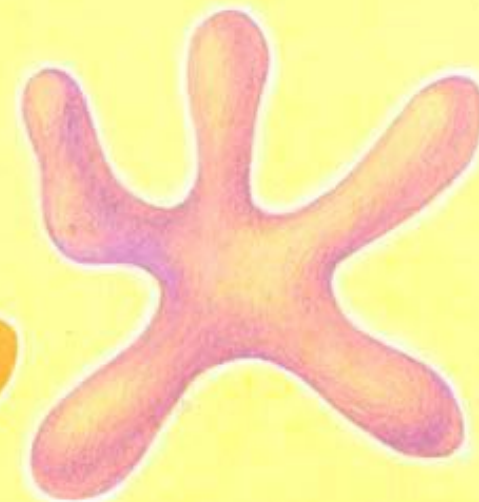
# Форма бактерий



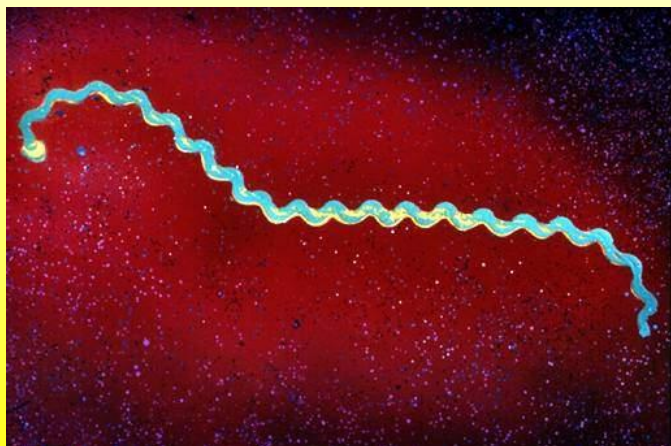
Кокк



Бацилла



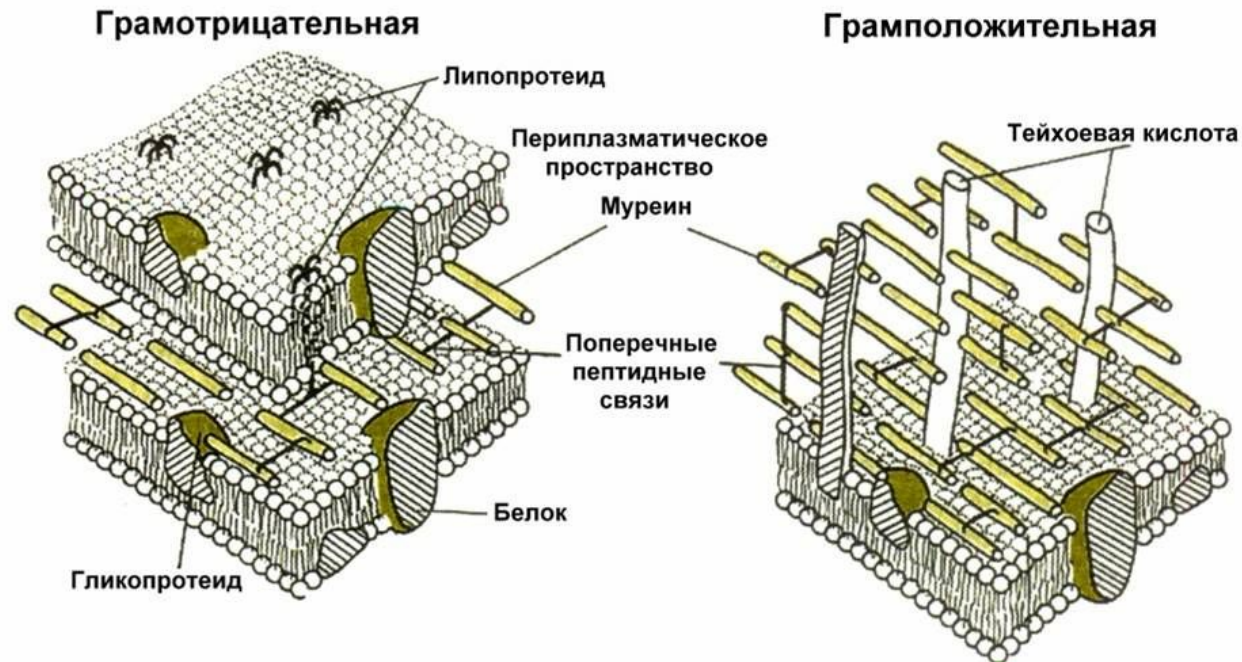
Спирохета



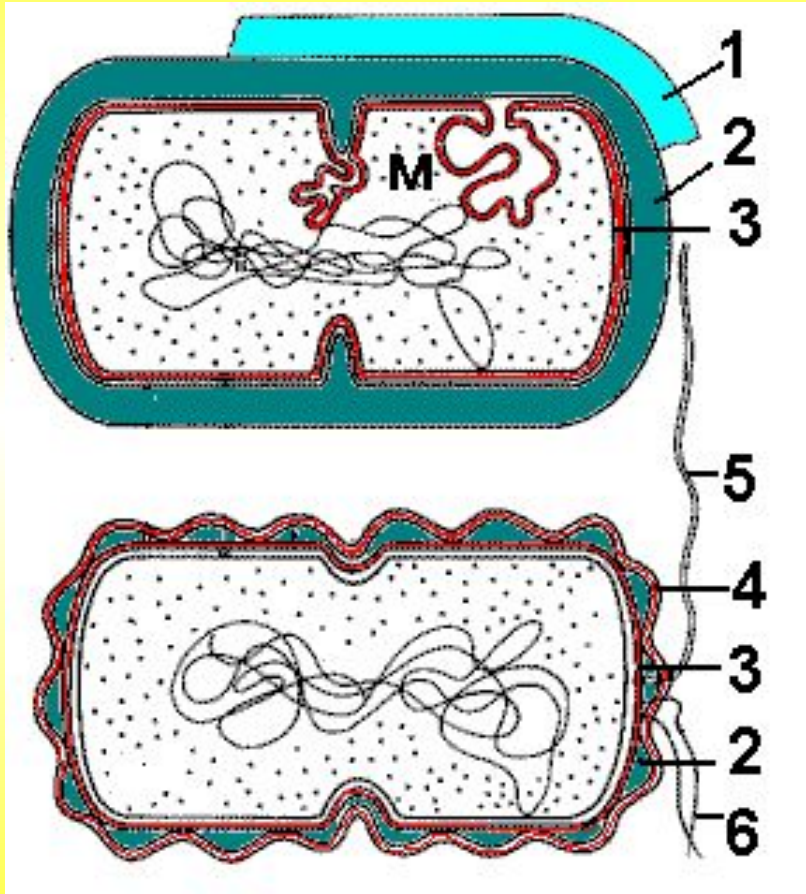
# Строение бактерий

## 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**.



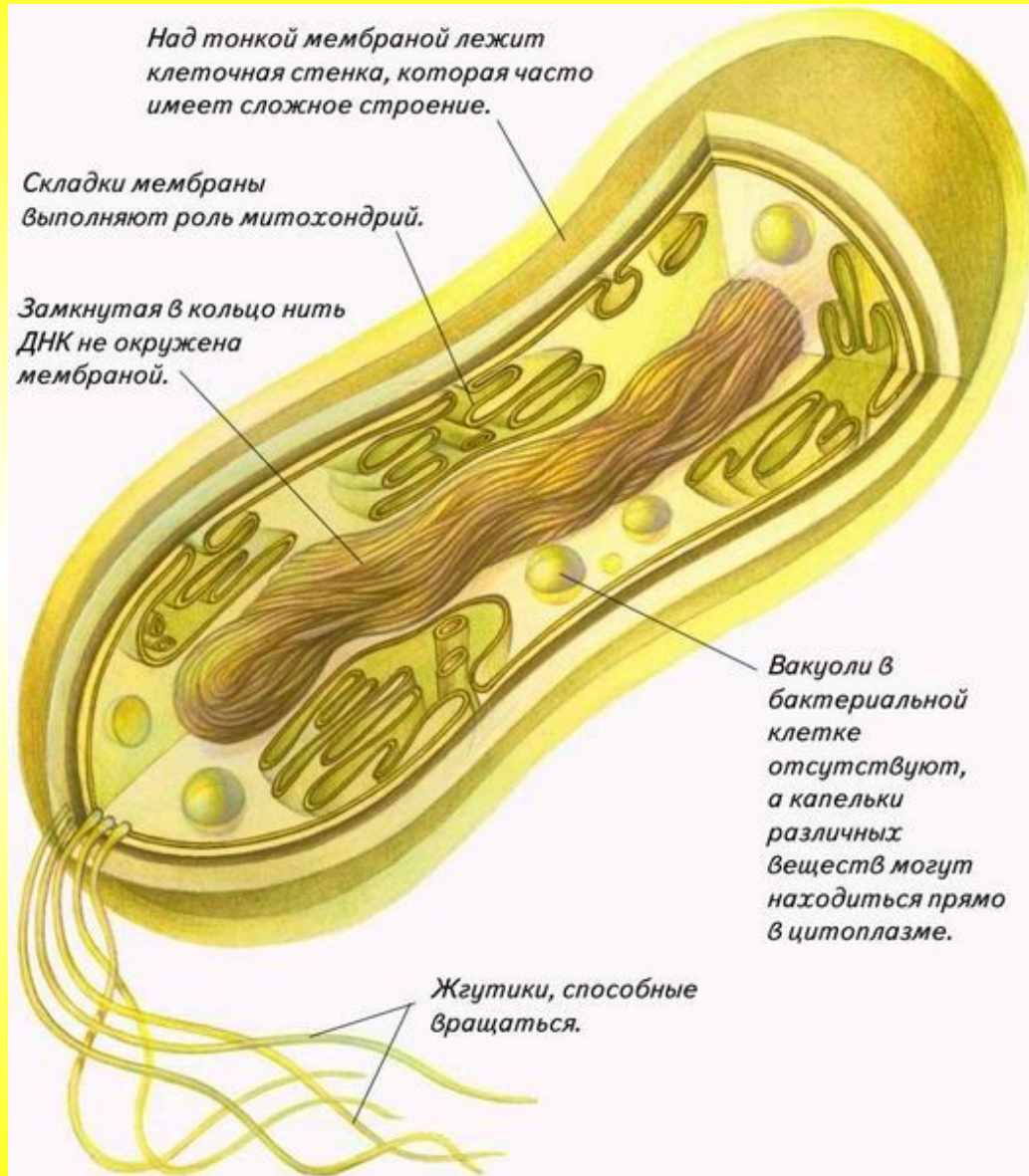
# Строение бактерий



У многих бактерий поверхность 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.

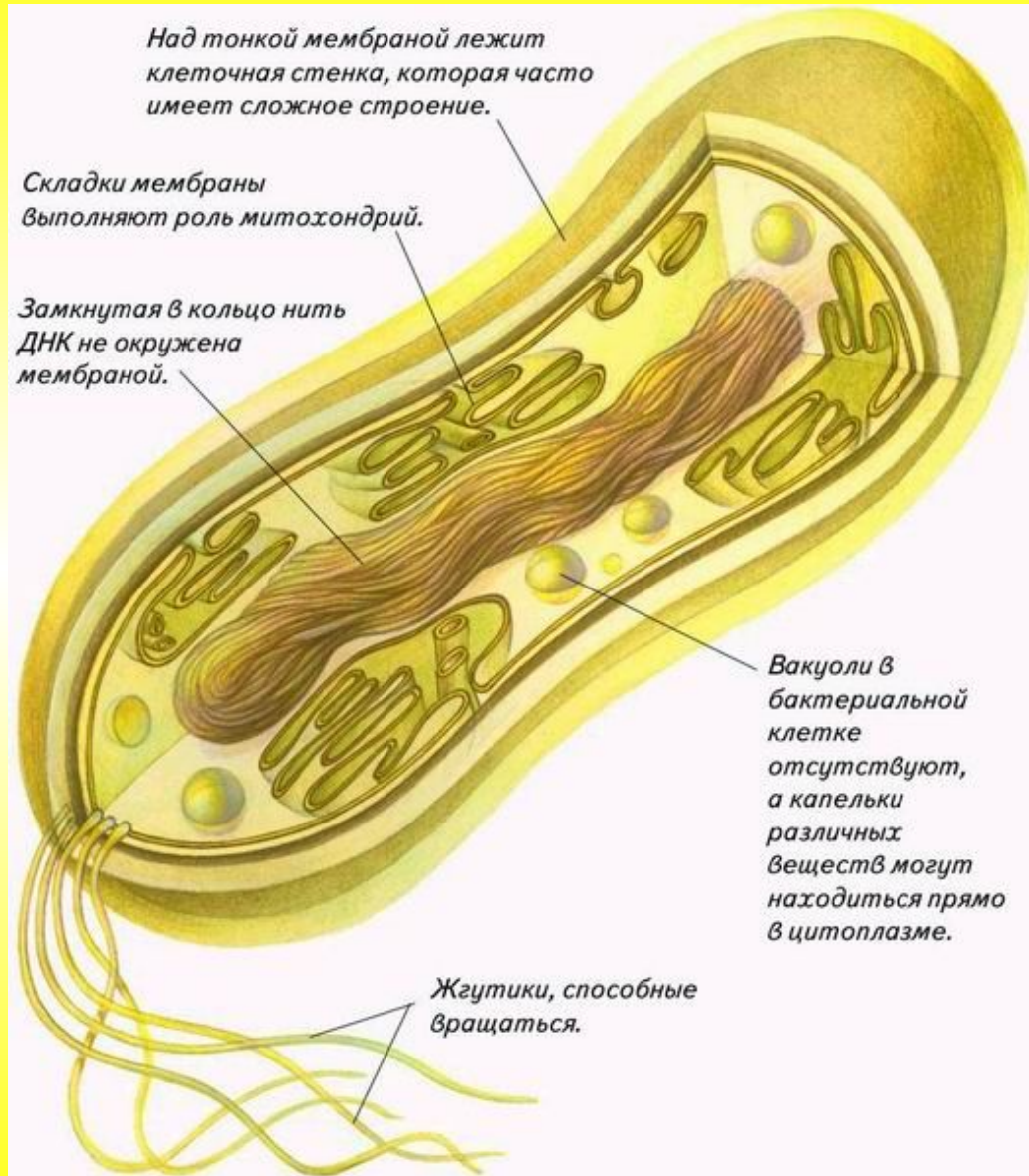


# Строение бактерий



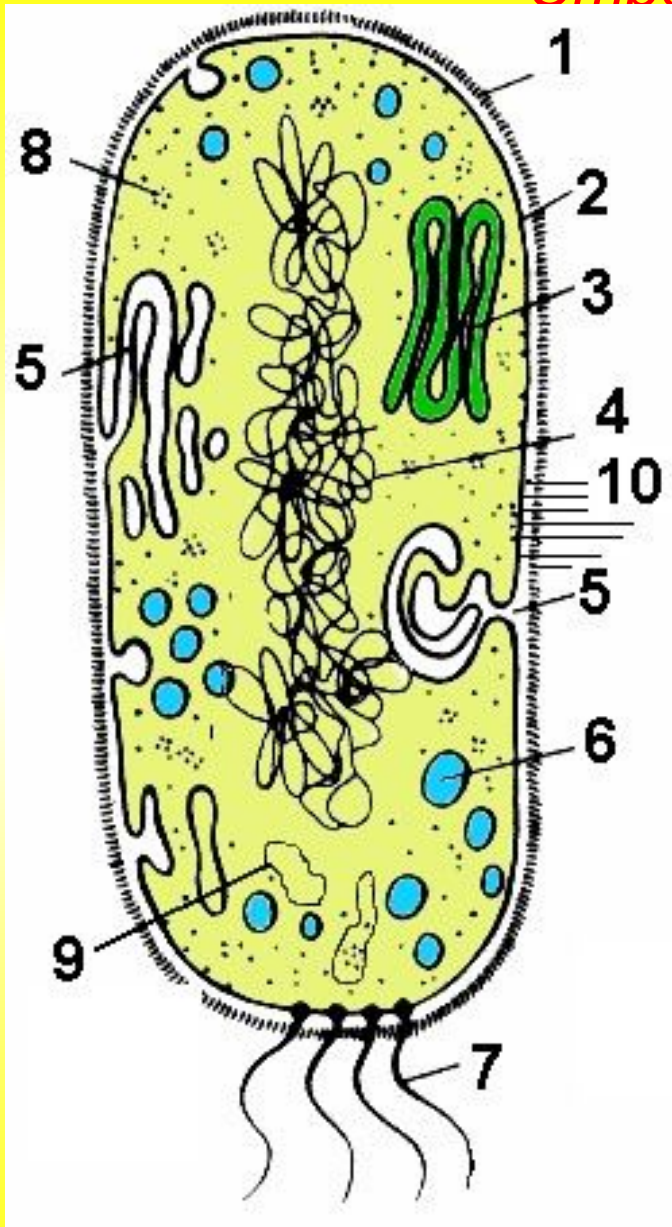
Цитоплазматическая мембрана регулирует поступление питательных веществ в клетку и выход продуктов метаболизма наружу. Обычно темпы роста цитоплазматической мембраны опережают темпы роста клеточной стенки. Это приводит к тому, что мембрана часто образует многочисленные инвагинации (впячивания) различной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

# Строение 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.

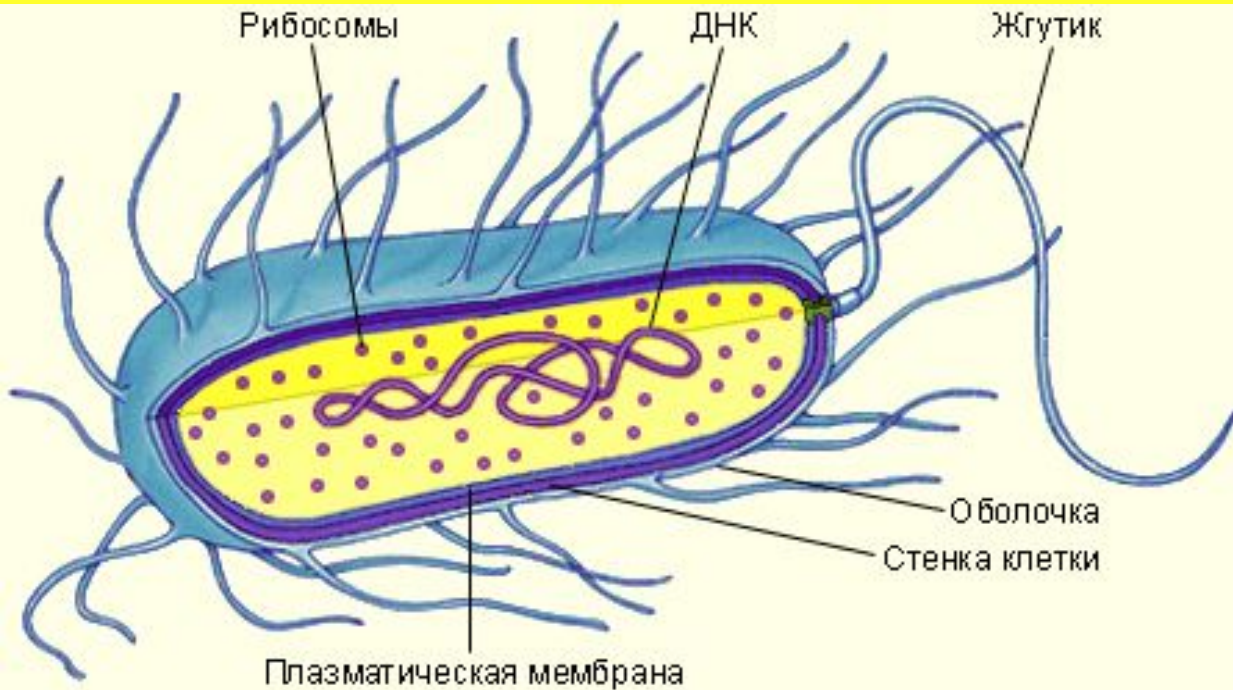
## Строение бактерий



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

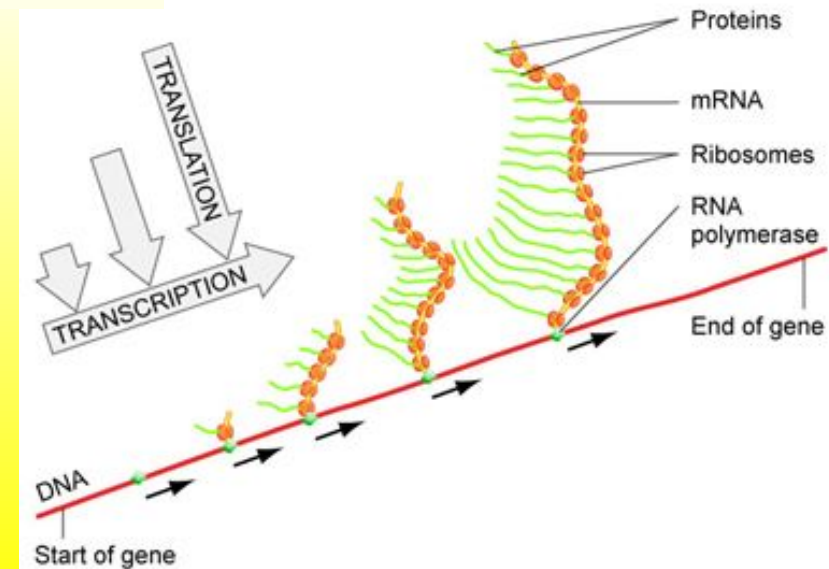


# Строение бактерий

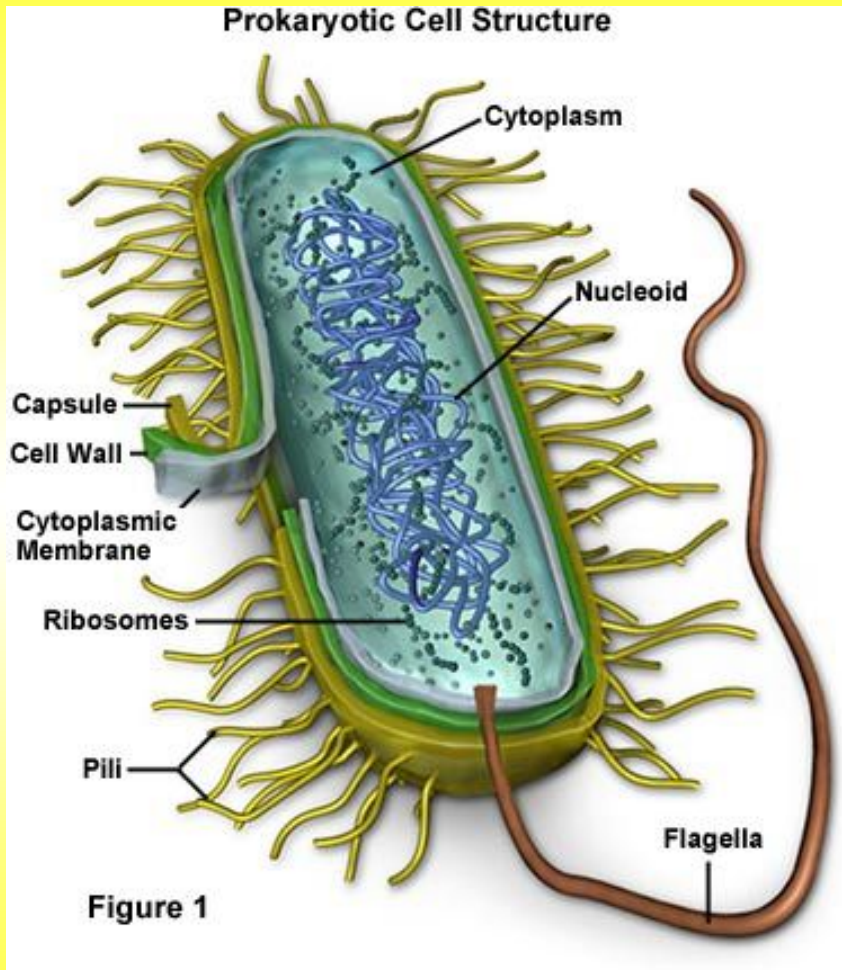


station of micrograph

Для бактерий характерны **70S-рибосомы**, образованные двумя субъединицами: 30S и 50S. Рибосомы бактериальных клеток собраны в **полисомы**, образованные десятками рибосом.



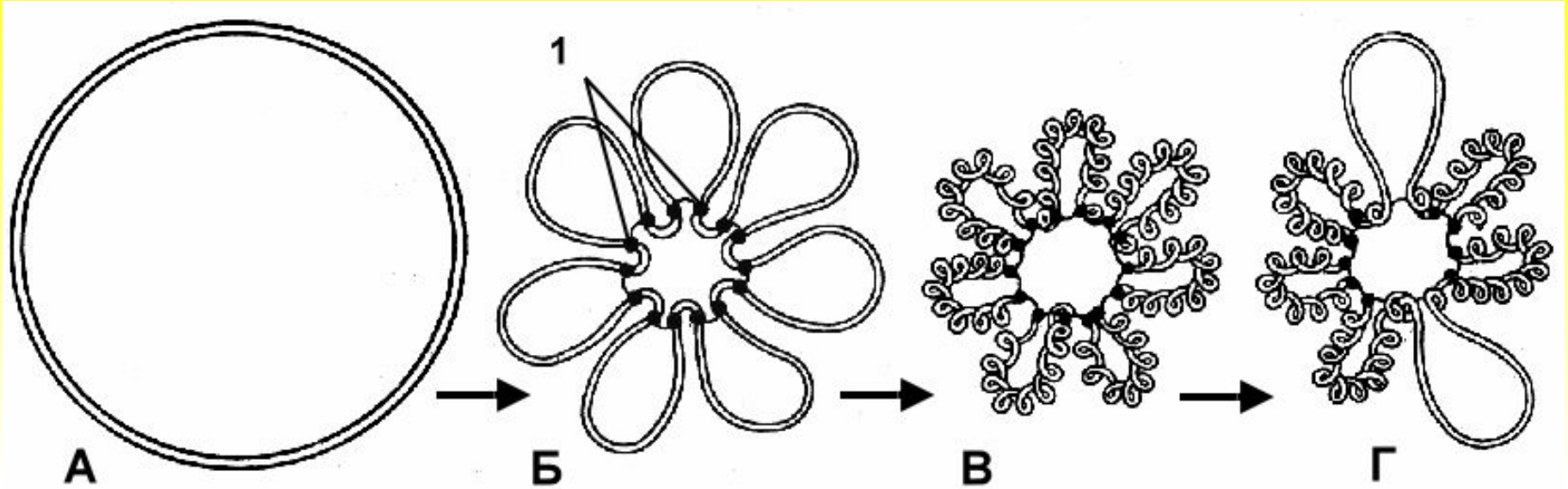
# Строение бактерий



Бактериальные клетки могут иметь разнообразные цитоплазматические включения — газовые вакуоли, 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.

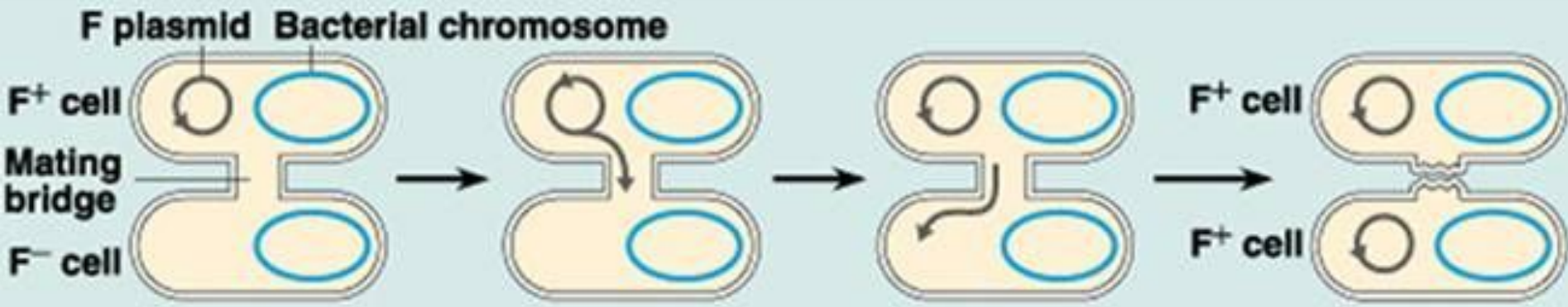
## Строение бактерий



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.

## Строение бактерий

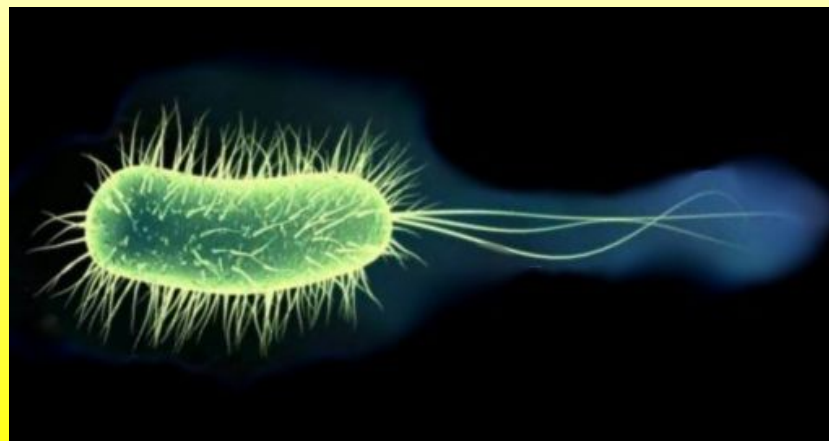
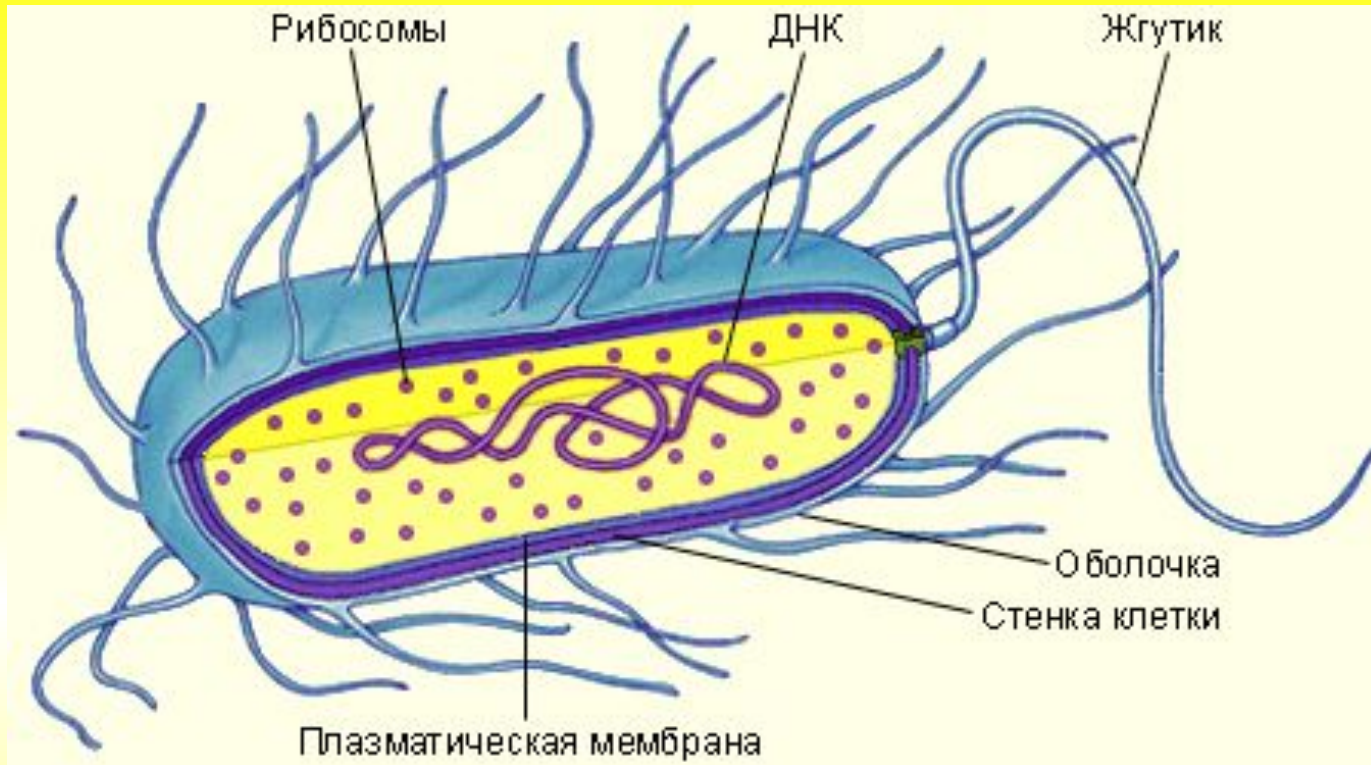


Клетки многих бактерий имеют нехромосомные генетические элементы — **плазмиды**. Они представляют собой небольшие кольцевые молекулы ДНК, способные реплицироваться независимо от хромосомной ДНК. Среди них различают *F-фактор* — плазмиду, контролирующую половой процесс.

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

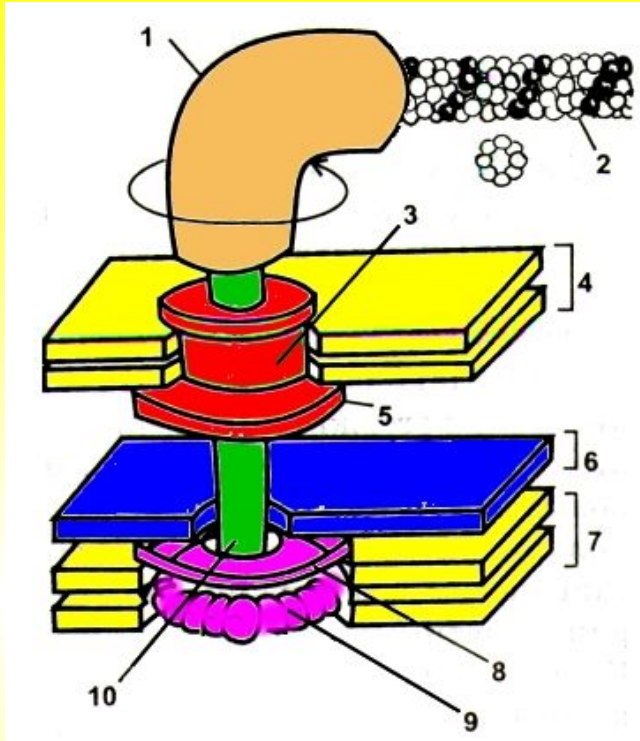
Жгутики бактерий только внешне похожи на жгутики эукариот, строение же их иное. Они имеют меньший диаметр и не окружены цитоплазматической мембраной. Нить жгутика состоит из 3-11 винтообразно скрученных фибрилл, образованных белком флагеллином.

# Строение бактерий





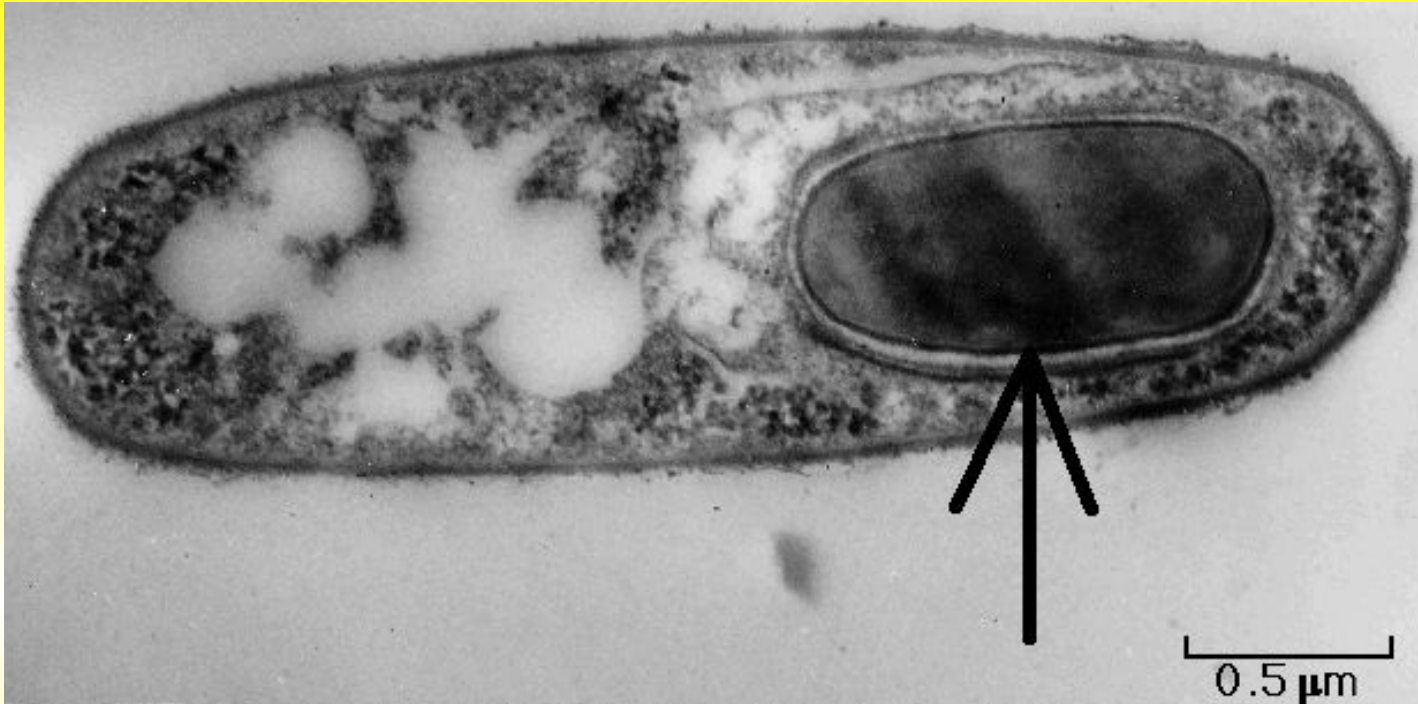
## Строение бактерий



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.

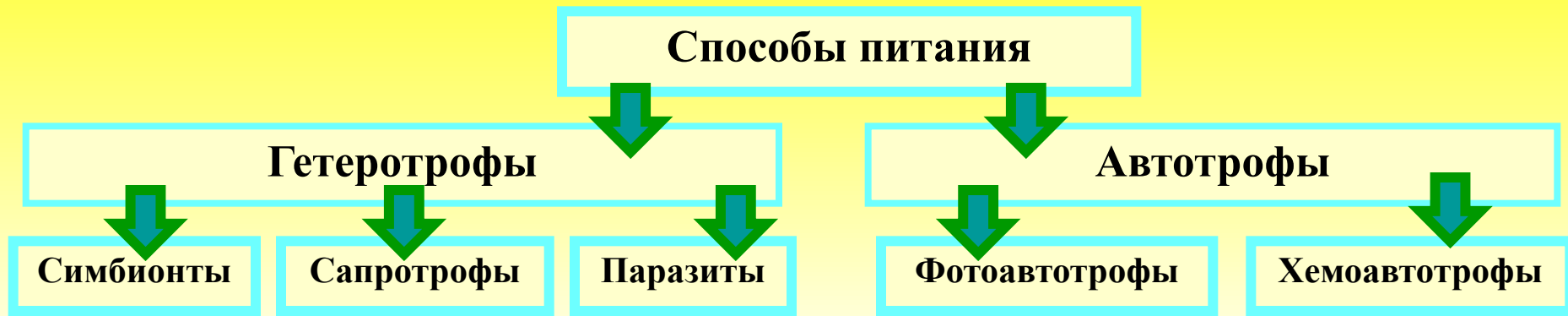
*Фимбрии* — это тонкие нитевидные структуры на поверхности бактериальных клеток, представляющие собой короткие прямые полые цилиндры, образованные белком пилином. Благодаря фимбриям, бактерии могут прикрепляться к субстрату или сцепляться друг с другом. Особые фимбрии — *половые фимбрии*, или *F-пили*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

## Строение бактерий



При наступлении неблагоприятных условий, у некоторых 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  $130^{\circ}\text{C}$ , сохраняют жизнеспособность десятки лет). При наступлении благоприятных условий спора прорастает, и образуется вегетативная клетка.

# Физиология бактерий. Питание



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

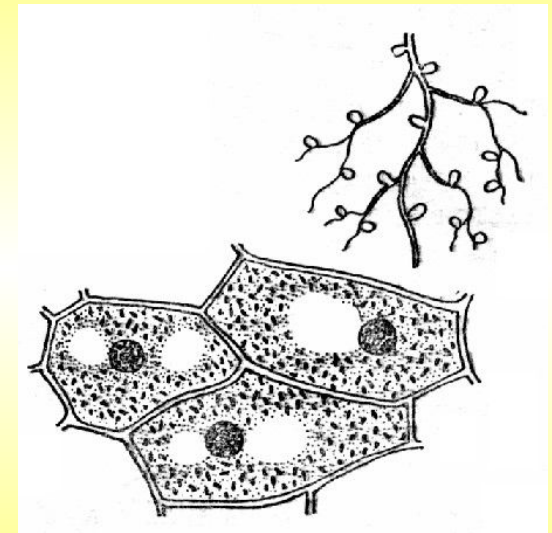
# Физиология бактерий. Питание

## 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 органическим веществом;
- паразитами*, то есть потреблять органическое вещество живых растений и животных;
- симбионтами*, живущими совместно с другими организмами (кишечная палочка, клубеньковые бактерии).



## Физиология бактерий. Питание

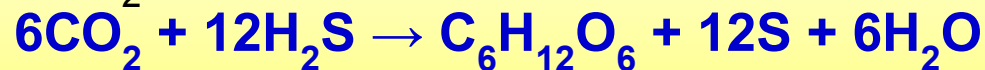
Другая группа, *автотрофы*, способна синтезировать органические вещества из неорганических. Среди них различают:

*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 –  $\text{H}_2\text{S}$ :



**У цианобактерий (синезеленых)** появилась фотосистема-2 и при фотосинтезе кислород выделяется, донором водорода для синтеза органики является  $\text{H}_2\text{O}$ :



# Физиология бактерий

## *Хемоавтотрофы:*

Хемосинтетики окисляют аммиак (нитрифицирующие бактерии) сероводород, серу, водород и соединения железа. Источником водорода для восстановления углекислого газа является вода. Открыт в 1887 году С.Н.Виноградским.

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



Азотная кислота, реагируя с минеральными соединениями почвы, образует нитраты, которые хорошо усваиваются растениями.

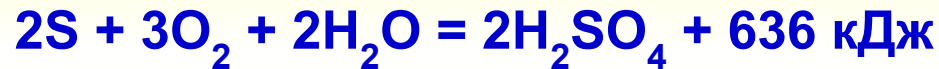
# Физиология бактерий

## *Хемоавтотрофы:*

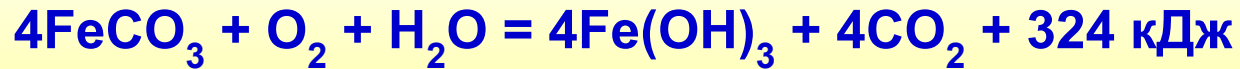
**Бесцветные серобактерии** окисляют сероводород и накапливают в своих клетках серу:



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:



## Физиология бактерий. Размножение

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

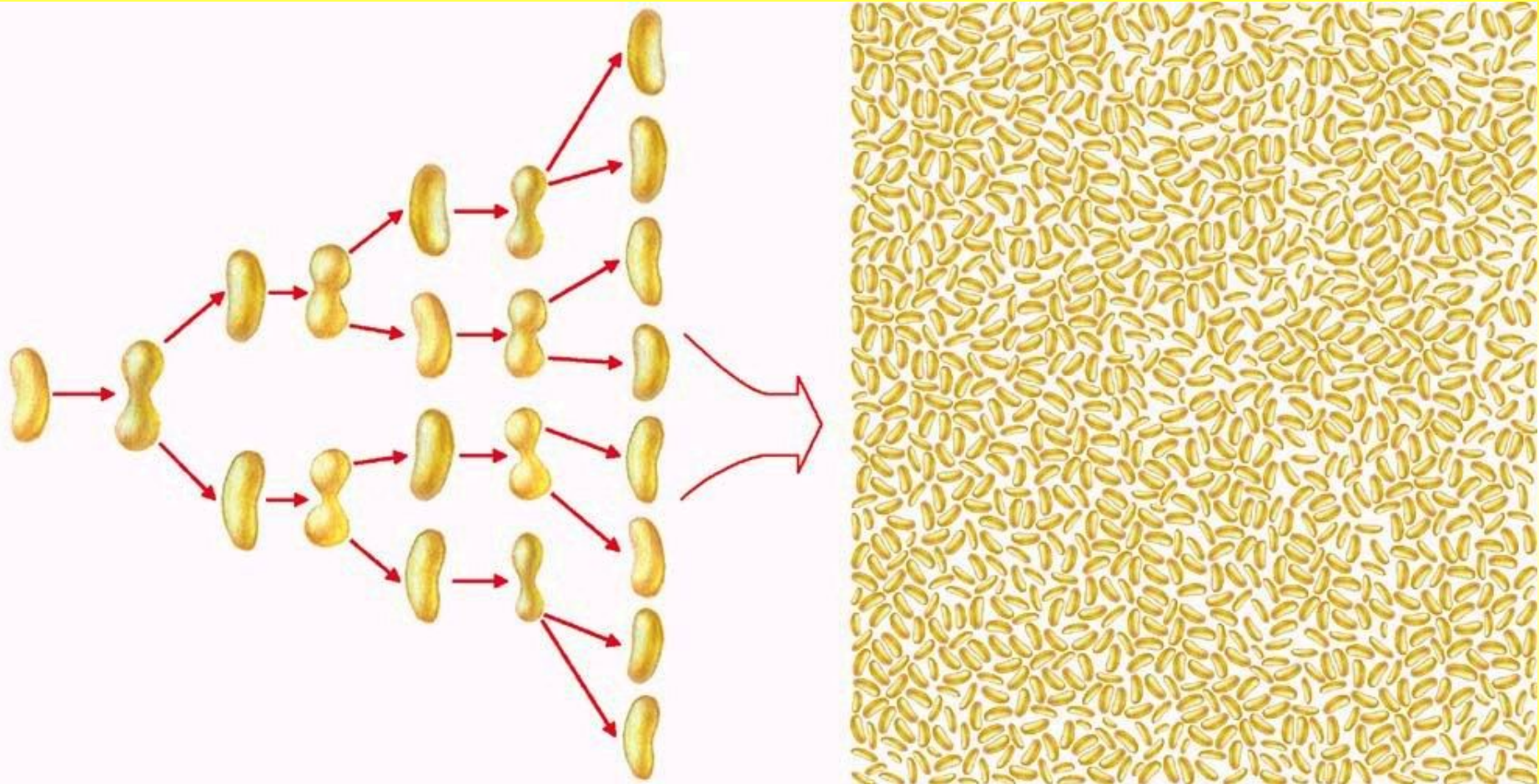
Бесполое размножение является основным способом размножения бактерий. Оно может осуществляться путем **бинарного деления и почкования.**

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.



# Размножение бактерий



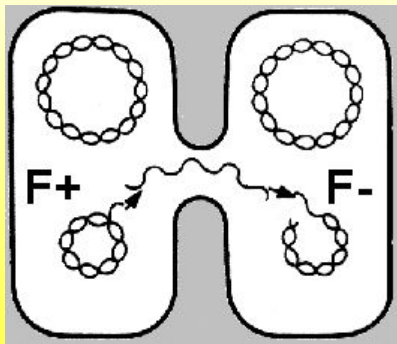
# Размножение бактерий

*Половой процесс, или генетическая рекомбинация.*

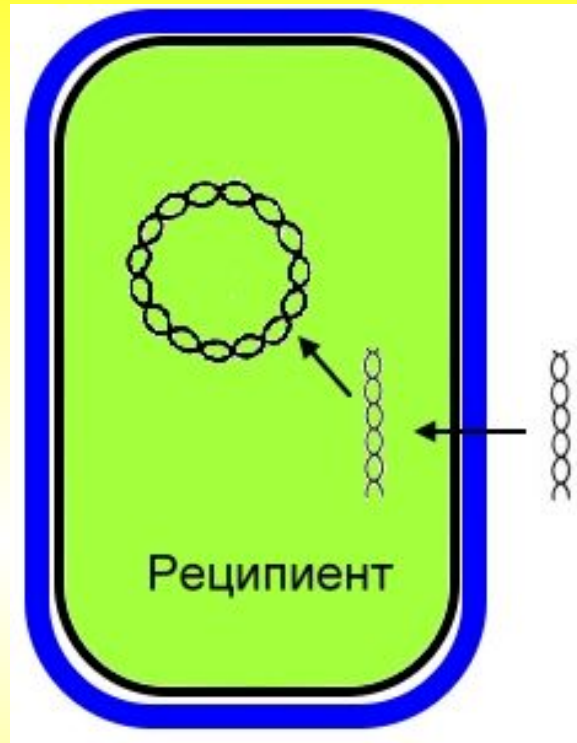
Половое размножение отсутствует, но известен половой процесс. Гаметы у бактерий не образуются, слияния клеток нет, но происходит главное событие полового процесса — обмен генетической информацией. Этот процесс называют *генетической рекомбинацией*. Часть ДНК (реже вся) клеткой-донором передает клетке-реципиенту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

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.

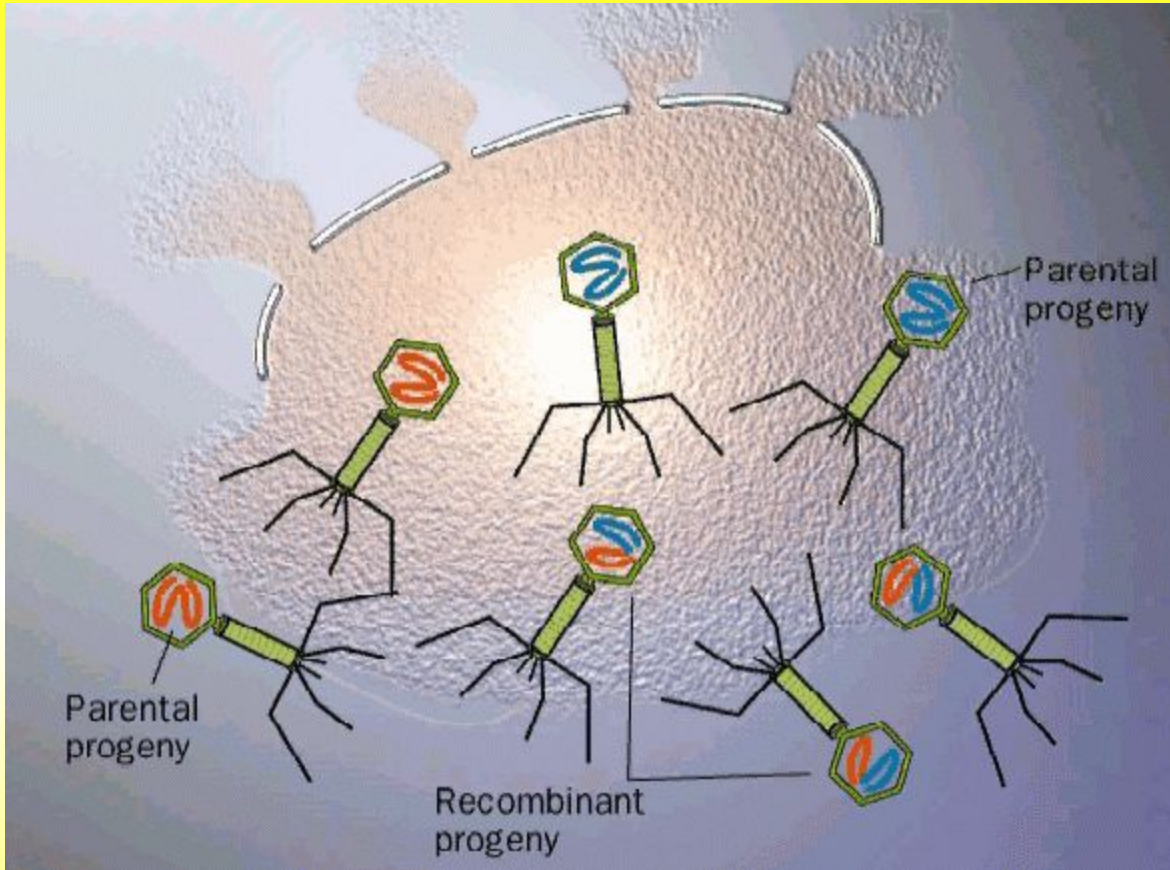


## Размножение бактерий



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

## Размножение бактерий



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

Бактериофаги – вирусы, паразитирующие в бактериях.

# Значение бактерий

Бактерии играют огромное значение и в биосфере, и в жизни человека. Бактерии принимают участие во многих биологических процессах, особенно в круговороте веществ в природе. Значение для биосферы:

*Гнилостные бактерии* разрушают азотсодержащие органические соединения неживых организмов, превращая их в перегной.

*Минерализующие бактерии* разлагают сложные органические соединения перегноя до простых неорганических веществ, делая их доступными для растений.

*Многие бактерии могут фиксировать атмосферный азот.*

Причем, *азотобактер*, свободноживущий в почве, фиксирует азот независимо от растений, а *клубеньковые бактерии* проявляют свою активность только в симбиозе с корнями высших растений (преимущественно бобовых), благодаря этим бактериям почва обогащается азотом и повышается урожайность растений.

## *Значение бактерий*

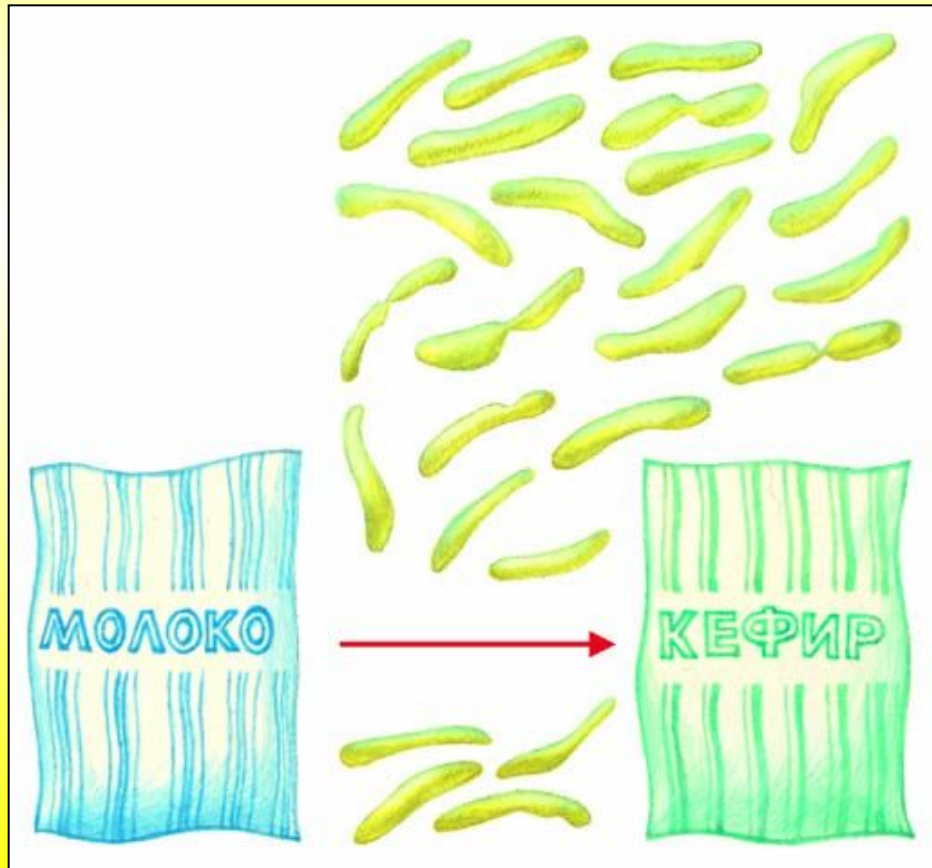
*Симбиотические бактерии* кишечника животных (прежде всего, травоядных) и человека обеспечивают усвоение клетчатки, образуют витамины (В<sub>12</sub>, К).

*Существенную роль играют бактерии и в процессах почвообразования* (разрушение минералов почвообразующих пород, образование гумуса).

# Значение бактерий

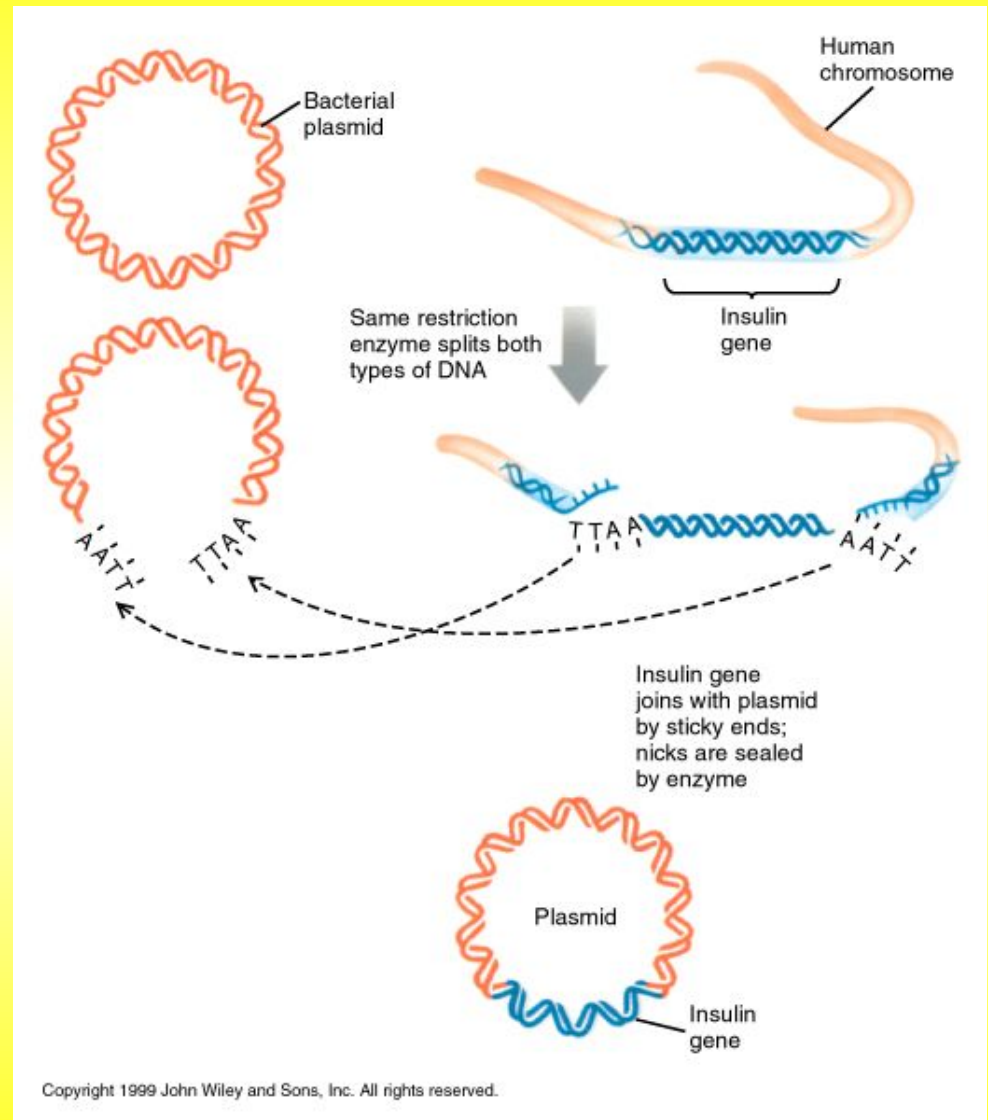
Значение для человека:

1. Получение молочнокислых продуктов, для квашения капусты, силосования кормов;
2. Для получения органических кислот, спиртов, ацетона, ферментативных препаратов;



# Значение бактерий

3. Активно используются в качестве продуцентов многих биологически активных веществ (антибиотиков, аминокислот, витаминов и др.), используемых в медицине, ветеринарии и животноводстве;
4. Благодаря методам генетической инженерии, с помощью бактерий получают такие необходимые вещества, как человеческий инсулин и интерферон;





## *Значение бактерий*

5. Человек использует бактерии и для очистки сточных вод.
6. Отрицательную роль играют патогенные бактерии, вызывающие заболевания растений, животных и человека.
7. Многие бактерии вызывают порчу продуктов, выделяя при этом токсичные вещества .

## *Повторение:*

Продолжите предложения:

1. Генетический материал у прокариот представлен ( ).
2. Рибосомы прокариот отличаются от эукариотических ( ).
3. Из одномембранных органоидов у прокариот отсутствуют: ЭПС? Комплекс Гольджи? Лизосомы? Вакуоли?
4. Из двумембранных органоидов у прокариот отсутствуют: Ядро? Митохондрии? Пластиды?
5. Размножаются прокариоты ( ).
6. По отношению к кислороду бактерии делятся на ( ).
7. Гетеротрофные организмы - ( ).
8. Автотрофные организмы - ( ).