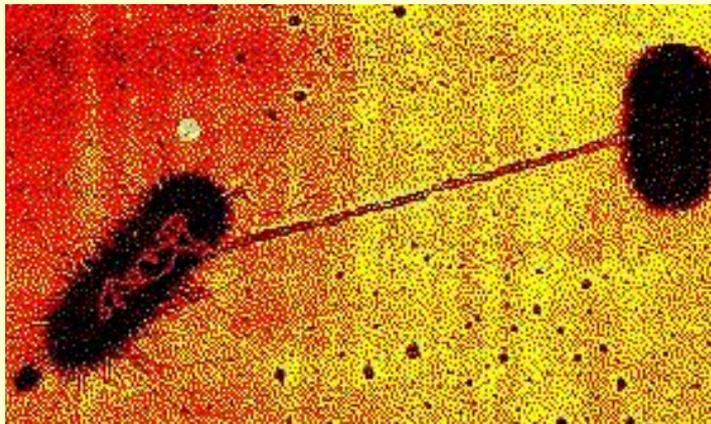
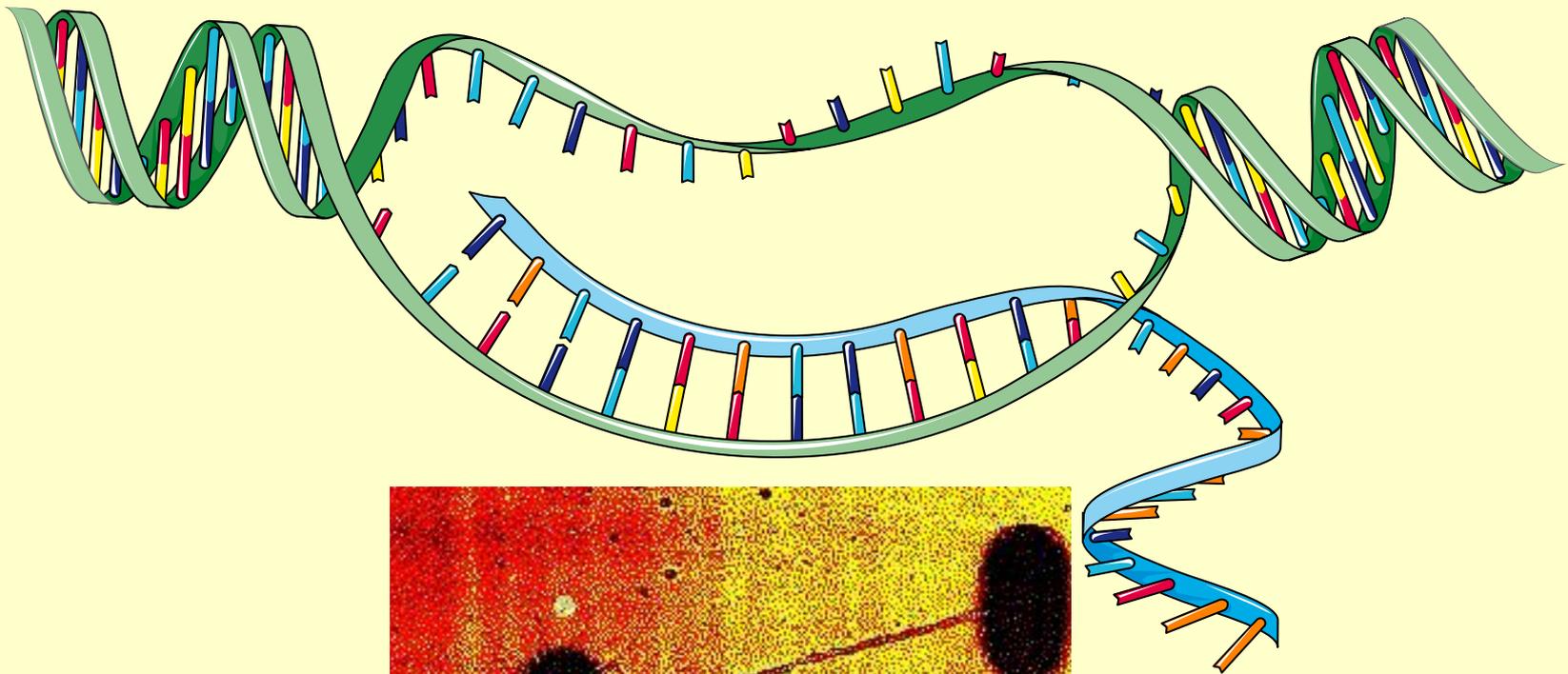


# ГЕНЕТИКА МИКРООРГАНИЗМОВ



# Наследственный аппарат бактерий

Бактерии — **гаплоидные организмы**, т. е. они имеют 1 хромосому. В связи с этим при наследовании признаков отсутствует явление доминантности, т.е. мутация всегда передается в следующее поколение (вертикальная передача генов)

**Хромосома бактерий** — это молекула ДНК, суперспирализована в петли и свернута в кольцо, которое в одной точке прикреплено к цитоплазматической мембране. На бактериальной хромосоме располагаются отдельные гены.

Функциональными единицами генома бактерий, кроме хромосомных генов, являются:

- **IS-последовательности;**
- **транспозоны;**
- **плазмиды.**

(горизонтальная передача генов)

***IS-последовательности*** — короткие фрагменты ДНК. Они не несут структурных генов, а содержат только гены, ответственные за транспозицию (способность IS-последовательностей перемещаться по хромосоме и встраиваться в различные ее участки). Самостоятельно не реплицируются.

Функции: *активация и инактивация генов*

***Транспозоны*** — это молекулы ДНК, более крупные, чем IS-последовательности. Помимо генов, ответственных за транспозицию, они содержат и структурный ген, кодирующий тот или иной признак.

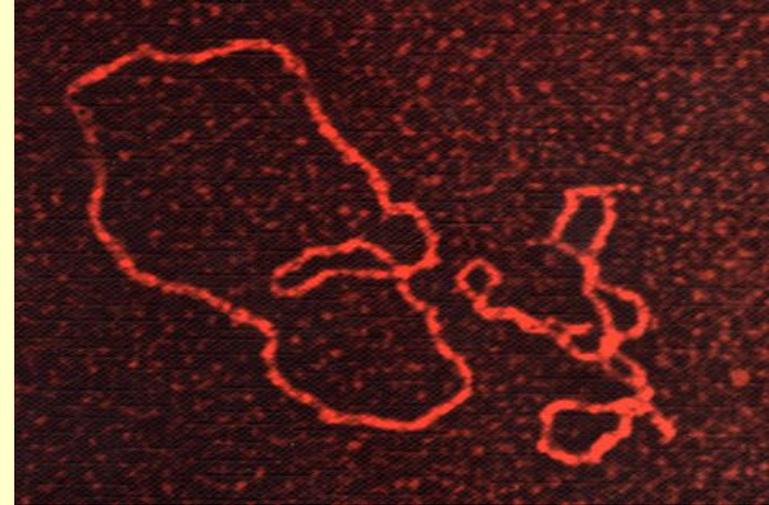
Транспозоны легко перемещаются по хромосоме.

Транспозоны могут существовать вне хромосомы, автономно, но неспособны к автономной репликации.

Функции: *кодируют образование токсинов и ферментов, разрушающих антибиотики.*

# Плазмиды

Плазмиды — кольцевые суперспиралевидные молекулы ДНК



Плазмиды содержат структурные гены и способны наделять клетку следующими признаками:

- лекарственной устойчивостью (R-плазмиды);
- способностью синтезировать бактериоцины;
- передавать генетическую информацию (F-плазмиды);
  - синтезировать токсины;
- разрушать тот или иной субстрат (плазмиды биodeградации )

Плазмиды могут быть интегрированы в хромосому (в отличие от IS-последовательностей и транспозонов, встраиваются в строго определенные участки), а могут существовать **автономно**. В этом случае они обладают **способностью к автономной репликации**.

Многие плазмиды имеют в своем составе гены трансмиссивности и способны передаваться от одной клетки к другой при конъюгации (обмене генетической информацией).

# Фенотипическая и генотипическая изменчивость

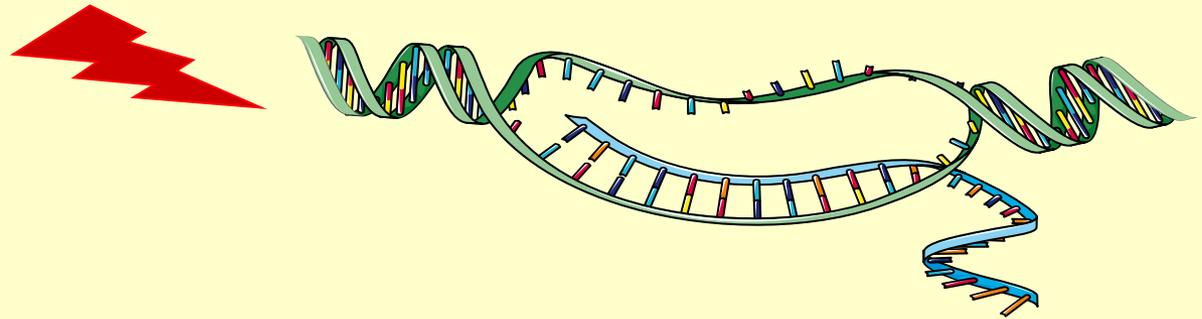
- **Генотип** – общая сумма генов, которыми обладает микробная клетка.
- **Фенотип** – общий комплекс морфологических признаков и физиологических свойств микроорганизма, и служит внешним проявлением генотипа.
- Наследственность – способность живых организмов сохранять определенные признаки на протяжении многих поколений.
- Изменчивость – приобретение новых признаков, отличающих их от других поколений под влиянием факторов внешней среды.
- У бактерий различают **2 вида изменчивости** — *фенотипическую и генотипическую*.
- **Фенотипическая изменчивость** — не затрагивает генотип. Модификации не передаются по наследству и с течением времени затухают, т. е. возвращаются к исходному фенотипу через большее (*длительные модификации*) или меньшее (*кратковременные модификации*) число поколений.
- **Генотипическая изменчивость** затрагивает генотип. В ее основе лежат **мутации и рекомбинации**.

# *Генотипическая изменчивость*

## 1. Мутации

Возникновение  
под действием

**физических  
химических и  
биологических  
мутагенов**

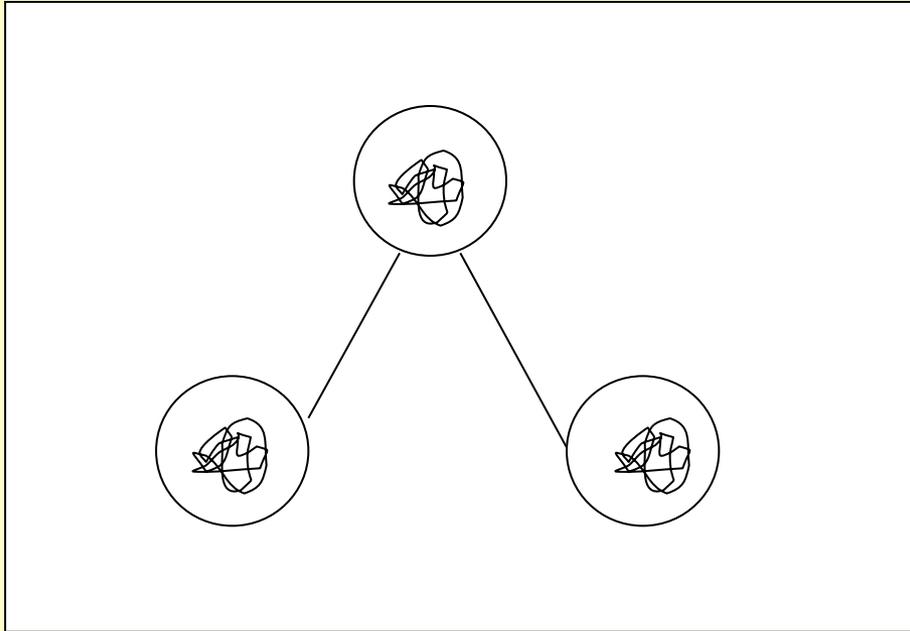


## 2. Рекомбинации:

- Конъюгация
- Трансдукция
- Трансформация

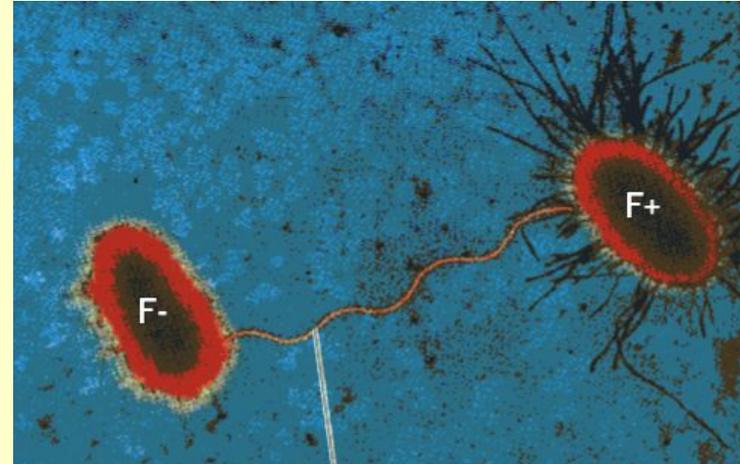
## Мутации:

### Вертикальная передача генов



## Рекомбинации:

### Горизонтальная передача генов



- Вертикальная передача генов – от «родителя» к потомству.
- Горизонтальная передача генов происходит между двумя различными микроорганизмами.

**Мутации**

**Горизонтальная  
передача генов**



**Разнообразие  
бактериального генома**

**Эволюция**

# Мутации бактерий

По происхождению мутации могут быть:

- **спонтанными** – причина возникновения неизвестна;
- **индуцированными** – направленное действие физических, химических, биологических факторов.

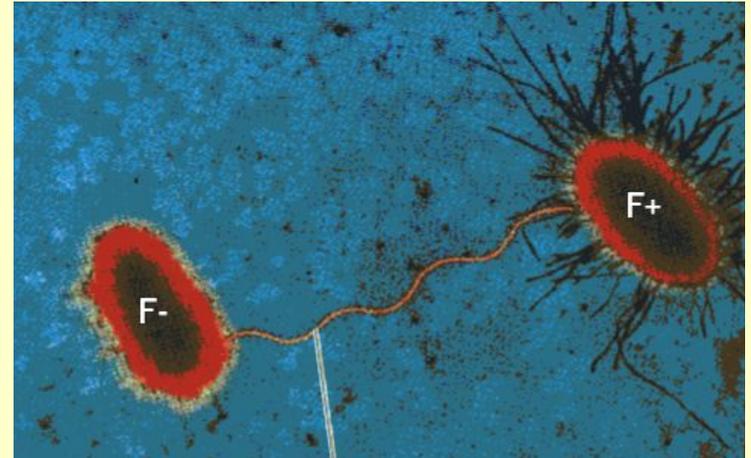
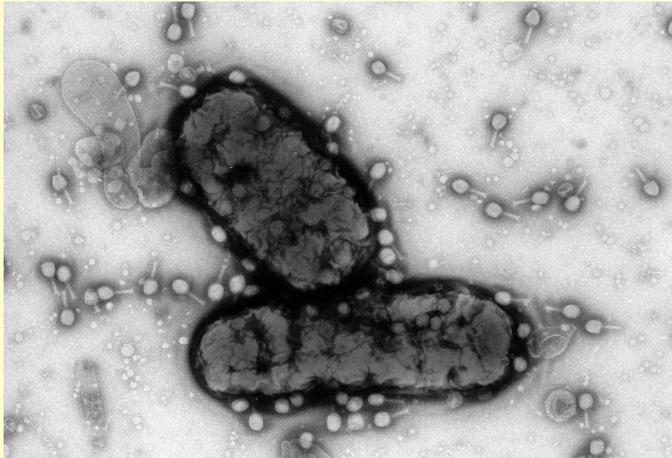
По протяженности:

- **точечными** - изменение одного или нескольких нуклеотидов ДНК;
- **генными** – изменение гена;
- **хромосомными** – перестройки целых фрагментов ДНК.

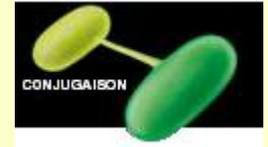
По направленности:

- **прямыми** – появление мутантного генотипа, возврата к нормальному генотипу не происходит;
- **обратными** (реверсии) – происходят в мутантном генотипе и вызывают его возврат к нормальному .

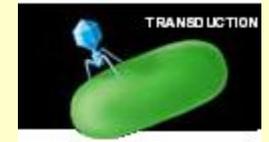
# ***Рекомбинации (обмен генетическим материалом) у бактерий***



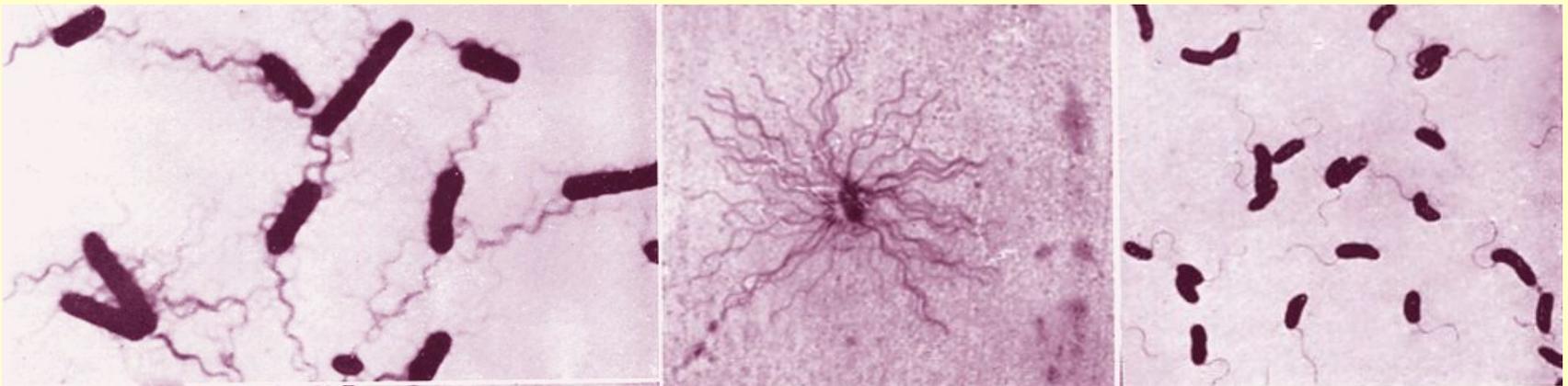
# 1. Конъюгация



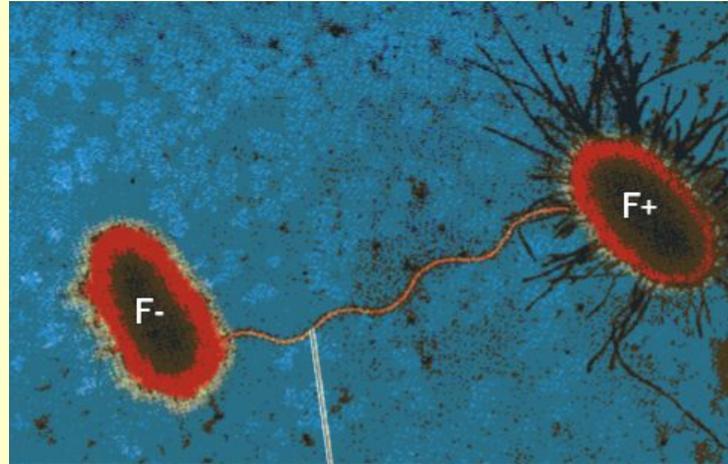
# 2. Трансдукция



# 3. Трансформация

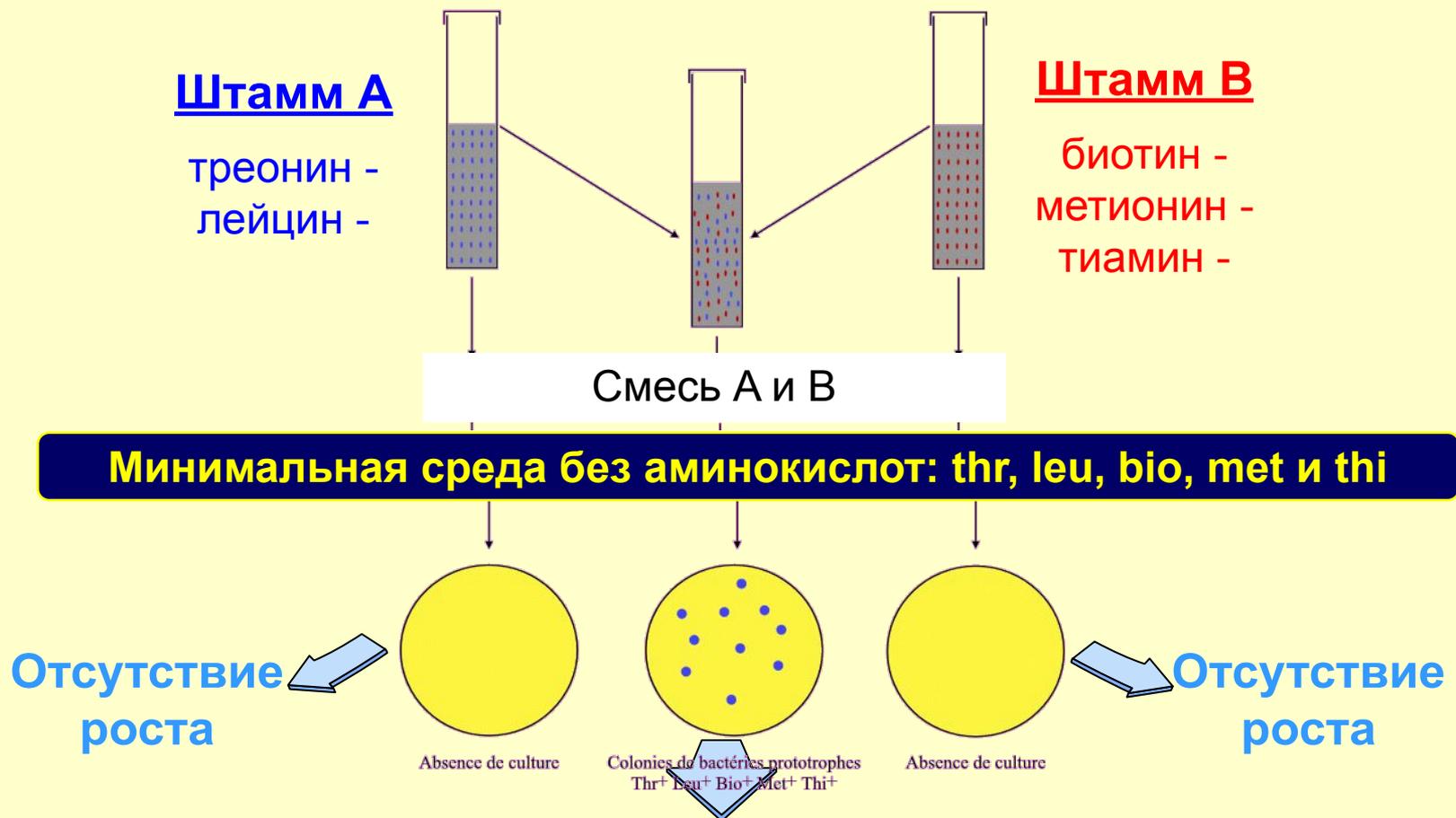


# Конъюгация



**Конъюгация** — обмен генетической информацией у бактерий путем передачи ее от донора к реципиенту при их прямом контакте. После образования между донором и реципиентом **конъюгационного мостика** одна нить ДНК клетки-донора поступает по нему в клетку-реципиент. Донорской функцией обладают  $F^+$ -клетки (содержащие **плазмиду фертильности**).

# Эксперимент Ледерберга и Татума, демонстрирующий рекомбинацию у *E. coli* (1946)

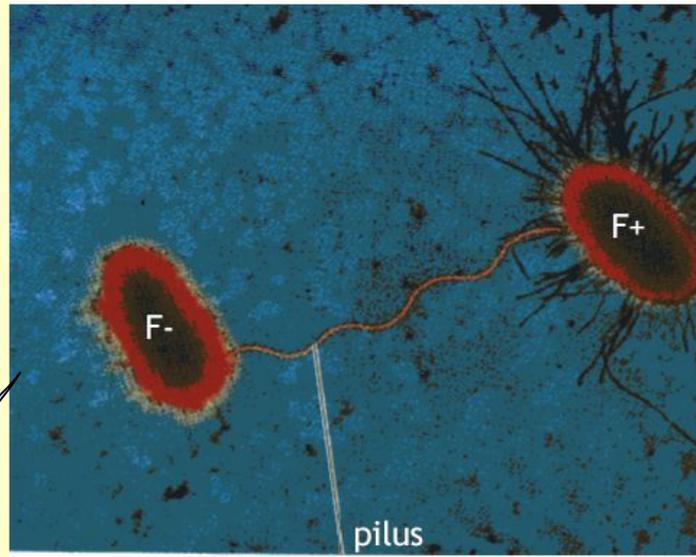


## Прототрофные колонии

Рекомбинация между двумя комплементарными ауксотрофными мутантами приводит к тому, что они становятся способными синтезировать все необходимые аминокислоты

1. Необходим **прямой** контакт между клетками.
2. При конъюгации возможна передача большого количества генетического материала.
3. Донорную способность определяют **плазмиды фертильности**, благодаря которым бактерии образуют **половые пили**, обеспечивающие контакт клеток друг с другом (цитоплазматический мостик).

**Реципиент генов**  
= «женская»  
клетка

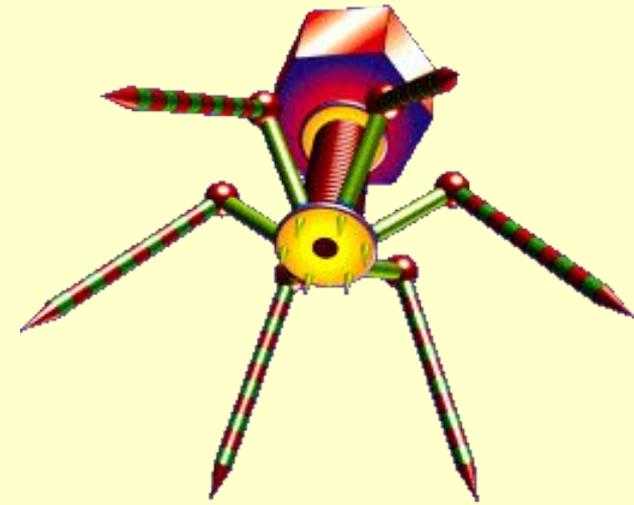


**Донор генов**  
= «мужская клетка»

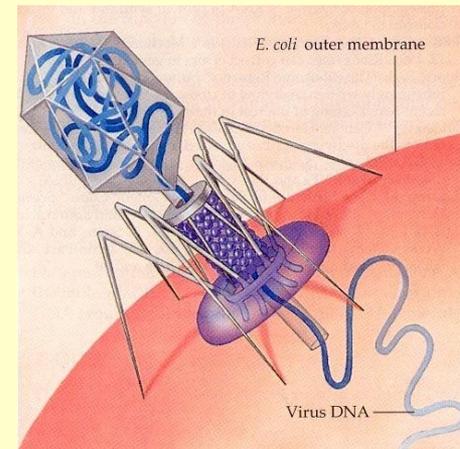
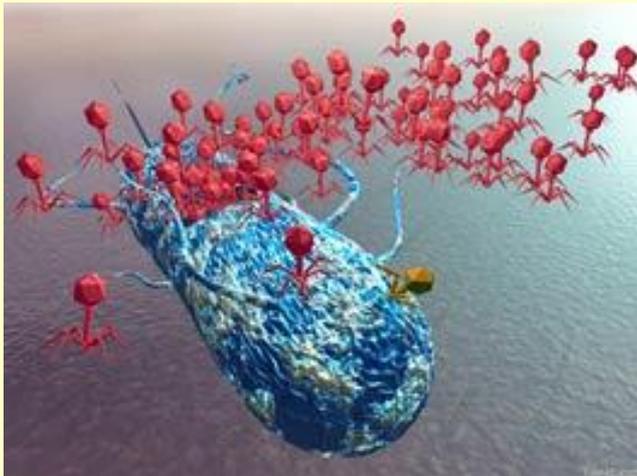
**Отсутствие плазмиды F**

**Наличие плазмиды F**

# Трансдукция



Перенос фрагмента ДНК одной бактерии в другую с помощью бактериофага



## Трансдукция



Переносятся любые гены, захваченные бактериофагом



Переносятся определенные гены. Вблизи от них встраивается и умеренный бактериофаг

### **Лизогенная конверсия**

Вследствие интеграции генов умеренного бактериофага в хромосому бактерии, изменяется ее генотип и бактерия приобретает новые свойства

# Трансформация

Это передача *генетической информацией* путем введения фрагмента свободной растворимой ДНК, выделенной из клетки-донора в бактериальную клетку-реципиент. Чаще всего передача генетической информации происходит при культивировании реципиента на питательной среде, содержащей ДНК донора.

При трансформации передаются единичные признаки.

Трансформация является самым объективным свидетельством связи ДНК или ее фрагментов с тем или иным фенотипическим признаком, поскольку в реципиентную клетку вводится чистый препарат ДНК.

# Условия, необходимые для трансформации

Трансформация зависит от :

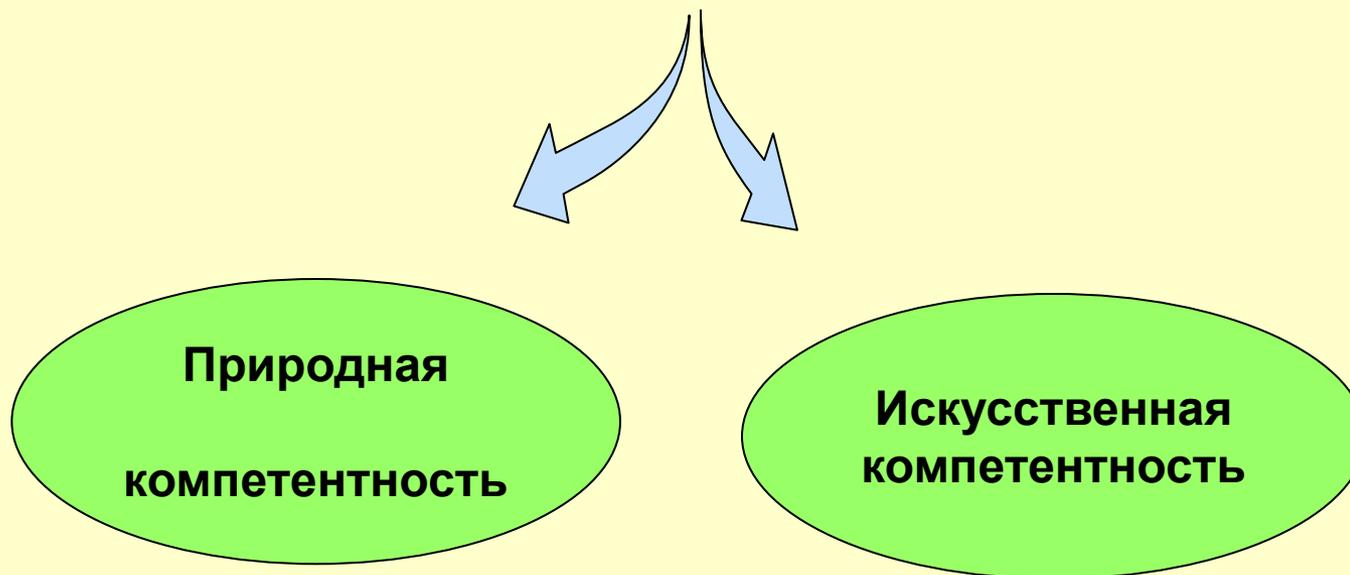
- самих бактерий и их способности быть реципиентами:  
понятие **компетентности**

**Компетентность** – это способность клеток поглощать ДНК бактерии-донора и включать ее в состав своей хромосомы

- **Вводимой ДНК и ее свойств**

Трансформирующая ДНК и ДНК бактерии-реципиента должны быть схожи. Трансформация возможна только между бактериями одного вида и родственных видов.

ДНК может проникать только в **компетентные** клетки



# Природная компетентность

Природная  
компетентность  
бактериальных клеток

*Bacillus subtilis*,  
*Streptococcus* spp,  
*Haemophilus influenzae*,  
*Neisseria* spp

Эти бактерии способны воспринимать свободную ДНК из внешней среды.

**В природе трансформация происходит спонтанно и очень редко**

# Искусственная компетентность

