

# ТЕМА «ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ У МИКРООРГАНИЗМОВ»



**Рекомбинация** – совокупность процессов, связанных с замещением участка исходной нуклеиновой кислоты на гомологичный (сходный) участок.

У прокариот существует три способа включения в геном чужеродной ДНК:

- **трансформация**
- **конъюгация**
- **трансдукция**

**Трансформация** — направленный перенос генетической информации от донорских клеток в реципиентные с помощью изолированной ДНК.

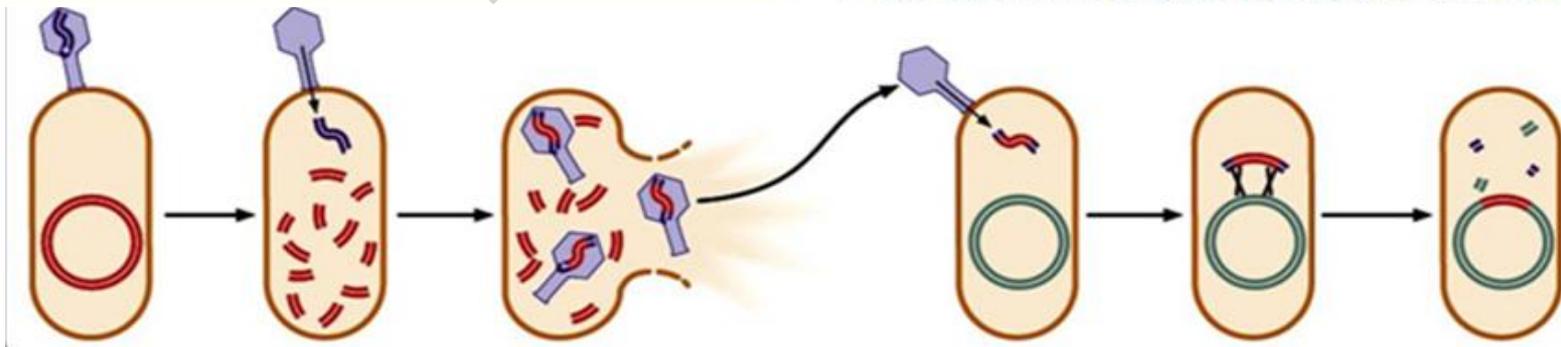
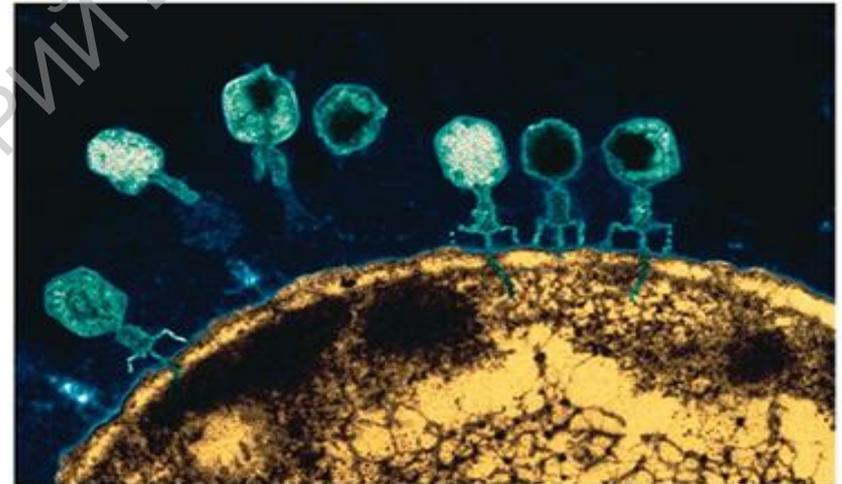
Способность ДНК проникать в клетку-реципиент зависит как от природы самой ДНК, так и от физиологического состояния клетки-реципиента.



# ТРАНСДУКЦИЯ

**Трансдукция** (от лат. *transductio* – перемещение) перенос генетической информации из одной бактериальной клетки в другую с помощью бактериофагов.

Трансдуцирующий бактериофаг обычно переносит лишь небольшой фрагмент ДНК хозяина от одной клетки (донора) к другой (реципиенту).



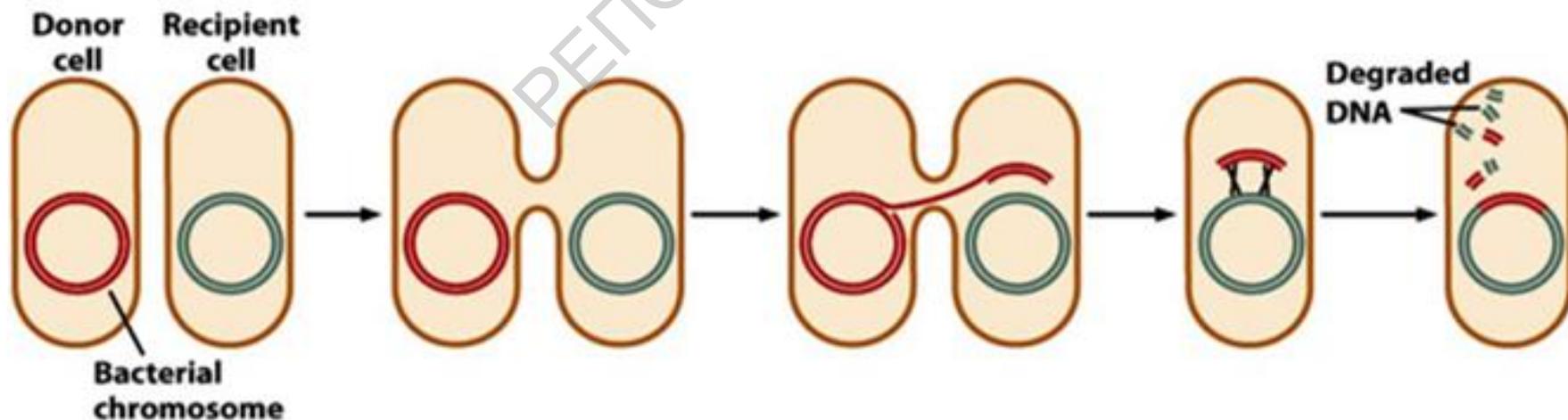
## **Трансдукция используется:**

- **для переноса генов в другие клетки;**
- **для картирования бактериальных генов;**
- **для получения делеций в хромосомах бактерий.**

**Конъюгация** — однонаправленный перенос генетического материала (плазмид, бактериальной хромосомы) при непосредственном контакте двух бактериальных клеток.

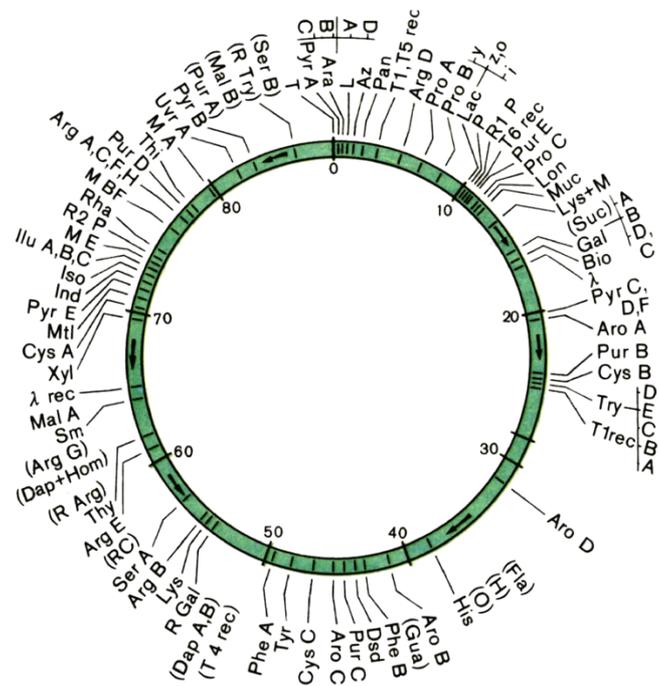
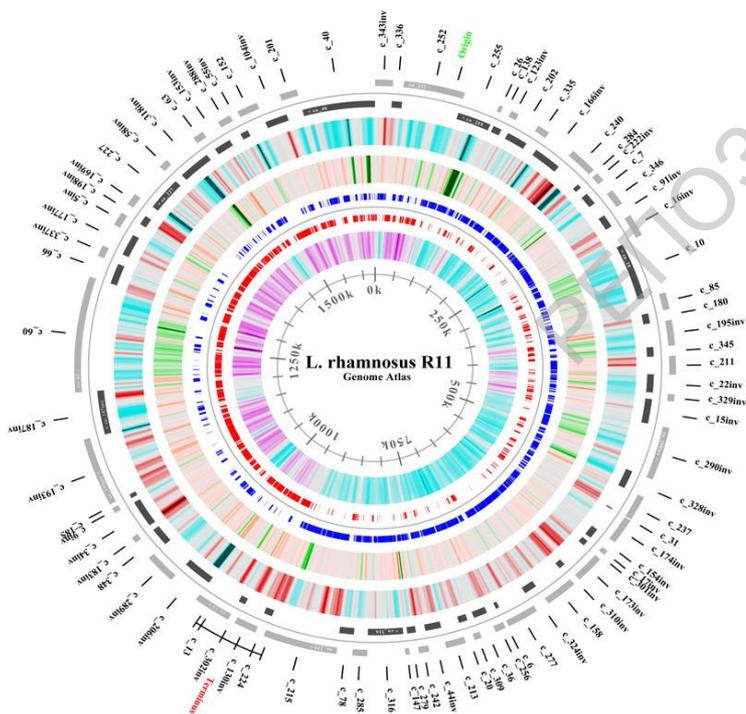
Открыта Джошуа Ледербергом и Эдвардом Татумом в 1946 г.

В ходе конъюгации происходит контакт между двумя клетками и хромосома донора передается в реципиентную клетку. Затем участок донорской хромосомы (очень редко вся хромосома) рекомбинирует с гомологичным участком на хромосоме реципиентной клетки.



**Генетическое картирование** – это определение группы сцепления и положения картируемого гена относительно других генов данной хромосомы.

Позволяет определить частоту рекомбинации генов и используется для построения генетических карт, где единицей измерения служат проценты рекомбинации, или сантиморганды (сМ).



# Нехромосомная наследственность

**ИЛИ**

- ▶ **цитоплазматическая наследственность**
- ▶ **внеядерная наследственность**
- ▶ **генетика клеточных органелл**



## **Особенности нехромосомной наследственности:**

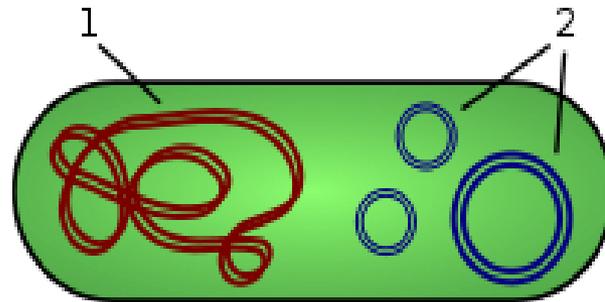
- **ядерные гены организм получает от обоих родителей, гены органоидов – чаще всего передаются только от матери;**
- **митохондрии и пластиды не распределяются при делении в дочерних клетках с абсолютной точностью;**
- **в цитоплазме количество митохондрий и пластид непостоянно, поэтому количество генов может изменяться;**
- **расщепление может происходить не только в мейозе, но и в митозе, а соотношения фенотипов – самые разные;**
- **независимость проявления признака от замены ядер в клетках.**

## История вопроса

- **1909 год:** Карл Корренс на ночной красавице и Эрвин Браун на герани показали, что наследование пестролистности данных растений не подчиняется законам Менделя.
- **1962-1964 год:** установлено, что носителем генетической информации в случае неядерной наследственности является ДНК цитоплазматических органелл – митохондрий и хлоропластов.



**ВЫВОД:** в клетке эукариот генетическая информация находится в ядре в хромосомах и в ДНК пластид и митохондрий. Нехромосомная ДНК имеется и у прокариот – плазмиды.



*1-хромосомная ДНК  
2-плазмиды в  
бактериальной клетке*

# ПЛАСТИДНЫЙ ГЕНОМ

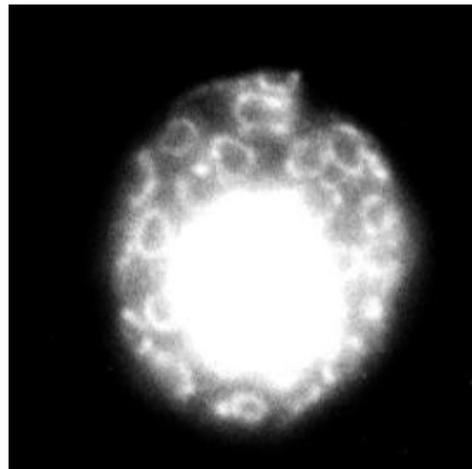
**хлоропласты** – цитоплазматические органеллы фотосинтезирующих организмов с собственной полуавтономной генетической системой  
**процессы функционирования хлоропласта** находятся под контролем **двух систем: ядра и хлоропласта**

## Каковы молекулы?

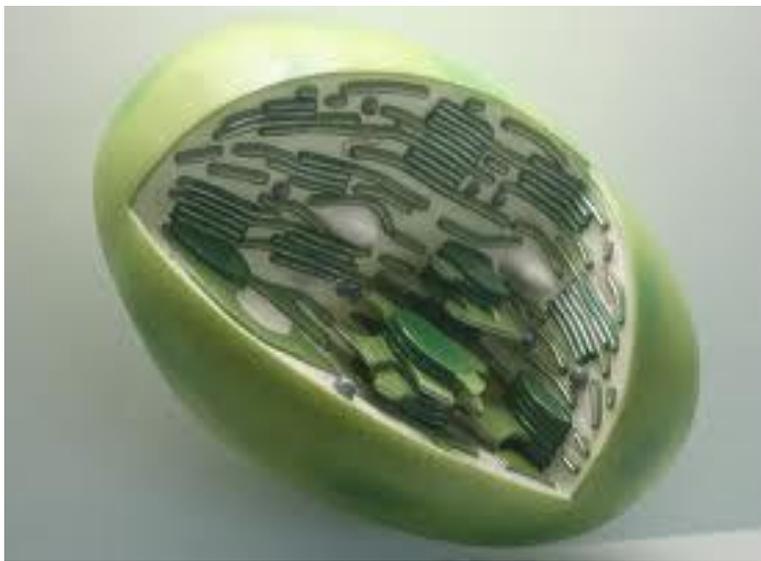
- Хлоропластные ДНК чаще всего кольцевые, но встречаются и линейные молекулы.
- Длина кольца – от 36 до 62 микрон и постоянна для каждого вида растений.
- У табака и арабидопсиса обнаружены мультимеры: включают 6-10 геномных копий.

## Сколько их в клетке ?

- Пластид в клетке от нескольких десятков до сотен; копий пластидной ДНК на органеллу 20-1000
- Число пластидных геномов на клетку – от 2000 до 50000



*Кольцевые ДНК пластид одноклеточной водоросли*



## **Зеленые растения содержат в хлоропластной ДНК около 100-120 генов:**

- **30 генов транспортной РНК**
- **гены рибосомальной РНК**
- **20 генов рибосомных белков**
- **ген трансляционного фактора**
- **часть генов, кодирующих белковые компоненты фотосистемы I и II**
- **гены белков электрон-транспортной системы**
- **ген субъединицы никотинамидадениннуклеотид-дегидрогеназы**

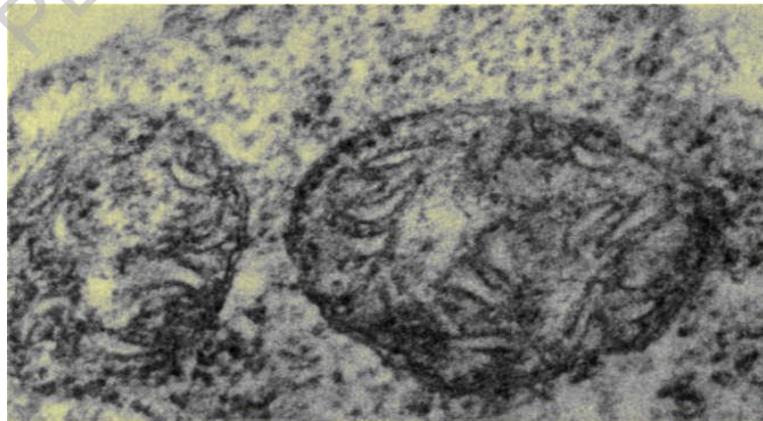


# МИТОХОНДРИАЛЬНЫЙ ГЕНОМ

**митохондрии** – цитоплазматические органеллы клеток животных и растений, выполняющие функцию энергетической фабрики клетки за счет синтеза молекул АТФ

## МИТОХОНДРИАЛЬНЫЙ ГЕНОМ РАСТЕНИЙ:

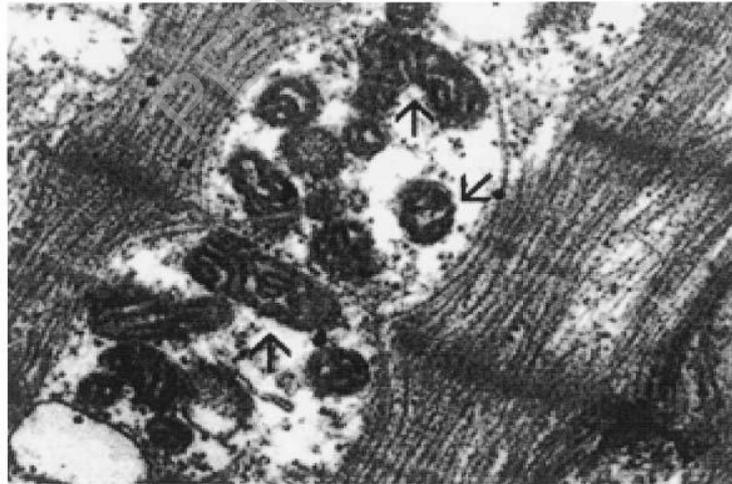
- форма молекулы кольцевая, размер – сотни, тысячи пар нуклеотидов
- содержит 50-60 генов
- крайне изменчив по структуре
- белок-кодирующие гены и-РНК гены составляют менее 20%
- функция половины мт-ДНК молекулы не выяснена
- необычно большие молекулы мт-ДНК образуются за счет интронов, повторяющихся последовательностей, ядерных, пластидных и вирусных фрагментов
- гены, обеспечивающие транскрипцию, процессинг и трансляцию мт-генома, локализованы в ядре



*Митохондрии  
растительных  
клеток*

## Митохондриальные ДНК животных:

- это кольцевые молекулы, которые отличаются чрезвычайно малым размером
- имеют практически постоянное число и набор генов – 37, порядок расположения которых относительно друг друга тоже достаточно консервативен
- митохондриальные геномы животных значительно уступают по размерам митохондриальной ДНК большинства грибов и растений
- митохондриальные геномы животных даже самых отдаленных филогенетических групп весьма сходны



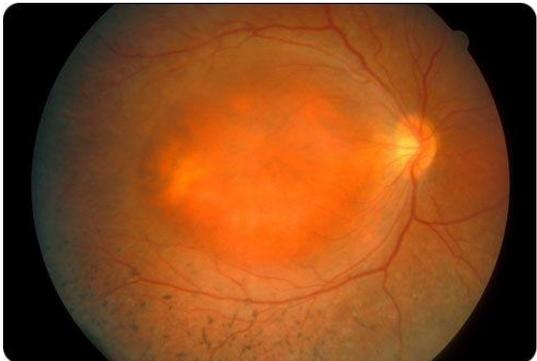
*Митохондрии  
кардиомиоцитов  
человека*

# МИТОХОНДРИАЛЬНЫЙ ГЕНОМ ЧЕЛОВЕКА

- 37 генов (2 гена рибосомальной РНК, 22 гена транспортной РНК, 13 белок-кодирующих генов)
- молекула ДНК замкнута в кольцо
- гены расположены очень плотно, на обеих цепочках ДНК, иногда перекрываются
- митохондрии имеют в основном материнское происхождение
- наличие гетероплазмы (присутствие различных молекул мт-ДНК) и гомоплазмы (все молекулы мт-ДНК одинаковые)
- мутации в митохондриальной ДНК человека происходят в пять раз чаще, чем в ядерной (*митохондрии поглощают более 90% клеточного кислорода, образуется большое количество ДНК-повреждающих свободных радикалов*)
- мутации, возникающие в мт-ДНК человека, приводят к изменению белков дыхательной цепи митохондрий, недостаточному синтезу молекул АТФ, что приводит к заболеваниям тканей и органов, в которых происходят наиболее энергоемкие процессы (*мозг, сердце, скелетная мускулатура, сетчатка глаза, почечные канальцы, эндокринные железы*)

# Примеры синдромов, возникающие в результате повреждения мт-ДНК

- СИНДРОМ ЛЕБЕРА
- СИНДРОМ ЛЕЯ
- СИНДРОМ КЕРНС-СЕЙРА
- СИНДРОМ РЕО
- СИНДРОМ ПИРСОНА
- СИНДРОМ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДЕПЛЕЦИИ



**Синдром Кернс-Сейра,  
проявление ретинита**

1998

1999

2000



2002

2003

2004



**Прогрессирующая  
наружная  
офтальмоплегия**



**Синдром Лея**



## Дистония



## Атрофия мышц