ГЕНЕТКИКА БАКТЕРИЙ

Генетика

наука, изучающая законы наследственности и изменчивости живых организмов

Наследственность – свойство живых существ сохранять и передавать в неизменённом виде свои свойства на протяжении ряда поколений от родителей потомству

Изменчивость – свойство живых существ изменять свои свойства, приспосабливаясь к изменяющимся

Геном бактерий

Состоит из генетических элементов, способных к саморепликации, т.е. репликонов

Репликонами являются хромосома и плазмиды бактерий

Хромосома бактерий - двойная кольцевая ДНК (существуют бактерии с линейной хромосомой **Borrelia burgdorferi)*

- ДНК состоит из нуклеотидов (нуклеозидтрифосфат): азотистое основание, пентоза, фосфорная кислота
- 4 типа азотистых основания: пуриновые (аденин, гуанин); пиримидиновые (тимин, цитозин)
- Сумма нулеотидов с пуриновыми основаниями в ДНК равняется сумме нуклеотидов с пиримидиновыми основаниями, т.е. А+Г=Т+Ц
- **(А + Т)/(Г + Ц)-соотношение** - процентное соотношение количества пар аденин-тимин (A-T) к числу пар гуанин-цитозин (G-C) в данном образце ДНК, характеризующее этот образец или геном в целом, является видоспецифичным. Соотношение было выявлено Э. Чаргаффом в 1949-1951 гг. и названо правилом Чаргаффа

Плазмиды - внехромосомные дополнительные факторы наследственности бактерий, представляющие кольцевые, реже линейной молекулы ДНК, способные с автономному существованию и автономной репликации, придающие бактериям дополнительные функции

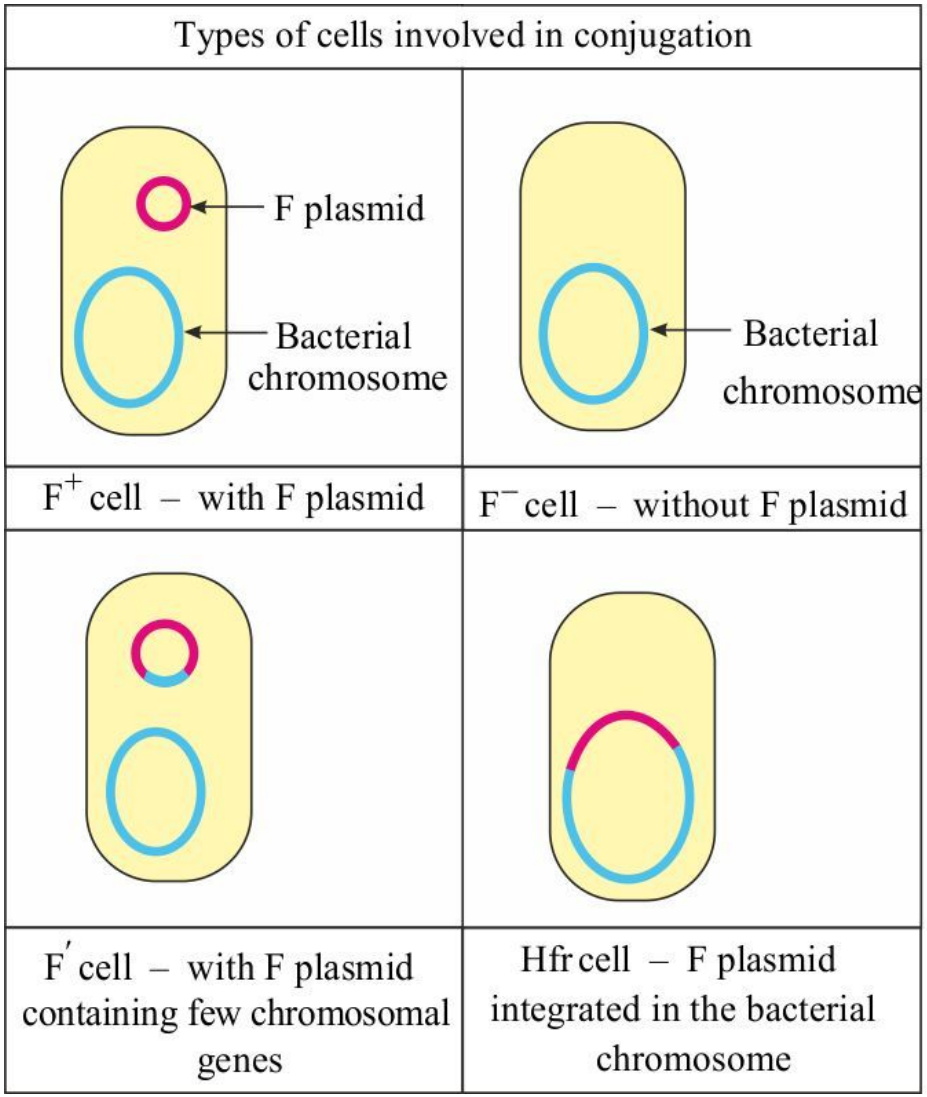
Плазмиды несут в своем составе от 40 до 50 генов, выполняют регуляторные и кодирующие функции.

Выделяют плазмиды, находящиеся в виде отдельной замкнутой молекулы ДНК и встроенные в хромосому бактерий **(эписомы)**

Плазмиды классифицируют по фенотипическим признакам:

- Col-плазмиды кодируют синтез бактериоцинов (белков, вызывающих гибель бактерий того же или близкородственных видов
- R-плазмиды несут гены резистентности к антибиотикам
- D-плазмиды (плазмиды деградации) встречаются в основном у почвенных бактерий. Несут гены, контролирующие способность к деградации ксенобиотиков (соединений углеводорода, камфоры, толуола, хлора)
- F-плазмида кодирует наличие F-пили

- F-плазмида, находящаяся в интегрированном состоянии, носит название **Hfr-плазмиды** (high frequency of recombination – высокая частота рекомбинации
- F-плазмида, находясь в автономном состоянии, сама переходит при конъюгации в реципиентную клетку. При этом реципиентная клетка превращается из «женской» в «мужскую» (т.е. происходит смена «пола»), но внедрившийся в реципиентную клетку генетический материал, представленный плазмидным генами, редко рекомбинирует с бактериальной хромосомой, потому что имеет по отношению к хромосомному генетическому материалу сравнительно низкую степень гомологии
- Половой фактор может переходить из автономного состояния в интеграционное и из интеграционного – в автономное. Последний процесс может сопровождаться обменом прилегающих частей плазмиды и нуклеотида, в результате чего перешедшая в автономное состояние плазмида окажется рекомбинационной – будет содержать фрагмент нуклеоида, оставив в нем взамен него свой фрагмент. Такая плазмида обозначается как **F'-плазмида**. Если донорская клетка при конъюгации несет F'-плазмиду, то она переходит в реципиентную клетку, производя у последней «смену пола», но при этом и обуславливает высокую частоту рекомбинации (благодаря включенному



Изменчивость

- Фенотипечкская
- Генотипическая (маутационная, рекомбинационная)

Мутации

Изменения числа хромосом (перестройки генома)

- Полиплоидия
  - Кратное увеличение основного (гаплоидного) числа хромосом
- Анеуплоидия
  - Потеря или добавление одной или нескольких хромосом
- Гаплоидия
  - Уменьшение диплоидного набора хромосом в 2 раза

Изменения структуры хромосом (хромосомные аберрации)

- Нехватки (делеции)
  - Потеря какого-либо участка хромосомы
- Дупликации
  - Удвоение какого-либо участка хромосомы
- Инверсии
  - Поворот какого-либо участка хромосомы на 180°
- Транслокации
  - Обмен участками между двумя негомологичными хромосомами

Изменения структуры гена (генные мутации)

- Потеря нуклеотидов
- Удвоение нуклеотидов
- Вставка нуклеотидов
- Изменение порядка чередования нуклеотидов

Генетическая рекомбинация

- Конъюгация
- Трансформация
- Трансдукция

Конъюгация
(лат. conjugatio соединение)

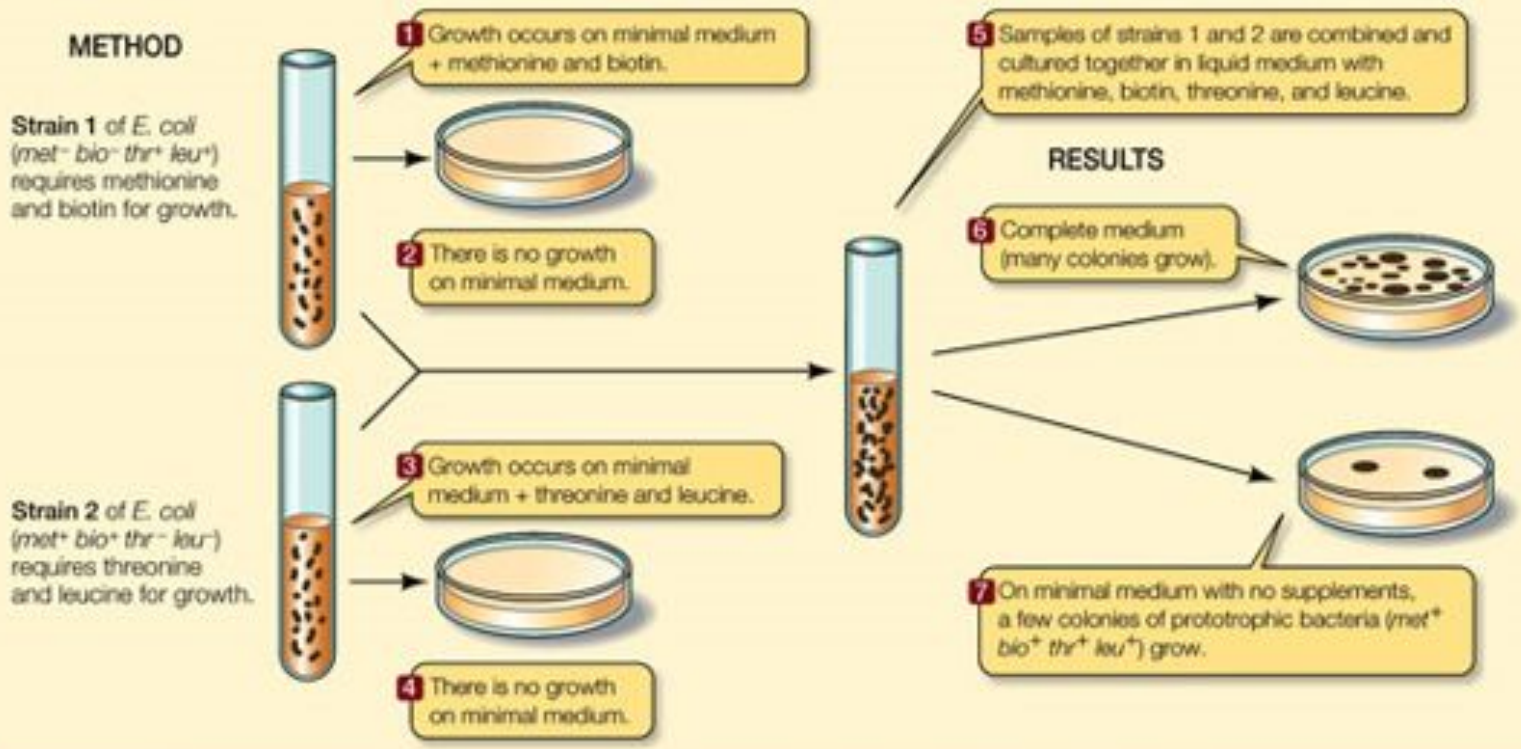
форма обмена генетическим материалом между бактериями при их клеточном контакте

Обнаружена в 1946 г. Ледербергом (J. Lederberg) и Тейтемом (E. L. Tatum) при исследовании штаммов двойных и тройных ауксотрофных мутантов E. coli K12. Смешивая культуры двух штаммов, для роста одного из которых было необходимо добавление в среду метионина (Met-) и биотина (Bio-), а для роста другого — треонина (Thr-), лейцина (Leu-) и тиамина (Thi-), и высевая затем образцы смешанных культур на минимальную, т. е. не содержащую необходимых соединений среду, они обнаружили на ней колонии прототрофных бактерий (Met+, Bio+, Thr+, Leu+, Thi+). Частота проявления таких бактерий была равна 1 на каждые 10^7 высеянных родительских клеток. Дальнейшее изучение показало, что они являются генетическими рекомбинантами, т. е. клетками, несущими комбинацию генов родительских клеток

АУКСОТРОФНОСТЬ (греческий auxö выращивать + trophe питание) — неспособность организма синтезировать необходимые для его роста вещества.

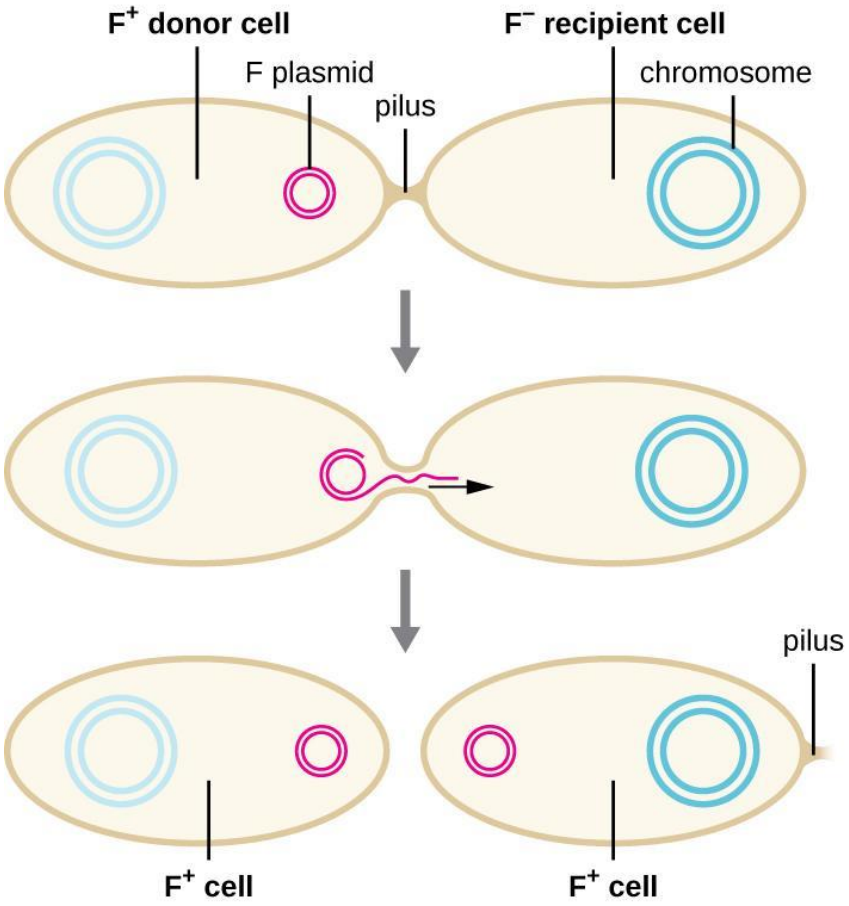
ПРОТОТРОФНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ (греч. protos первый — trophe питание) — микроорганизмы, способные расти на минимальной питательной среде, содержащей органические источники углерода, минеральные соли

HYPOTHESIS: Genetic recombination can occur in bacteria.



CONCLUSION: The prototrophic colonies growing on minimal medium could have arisen only by genetic recombination between the two different strains.

Конъюгация

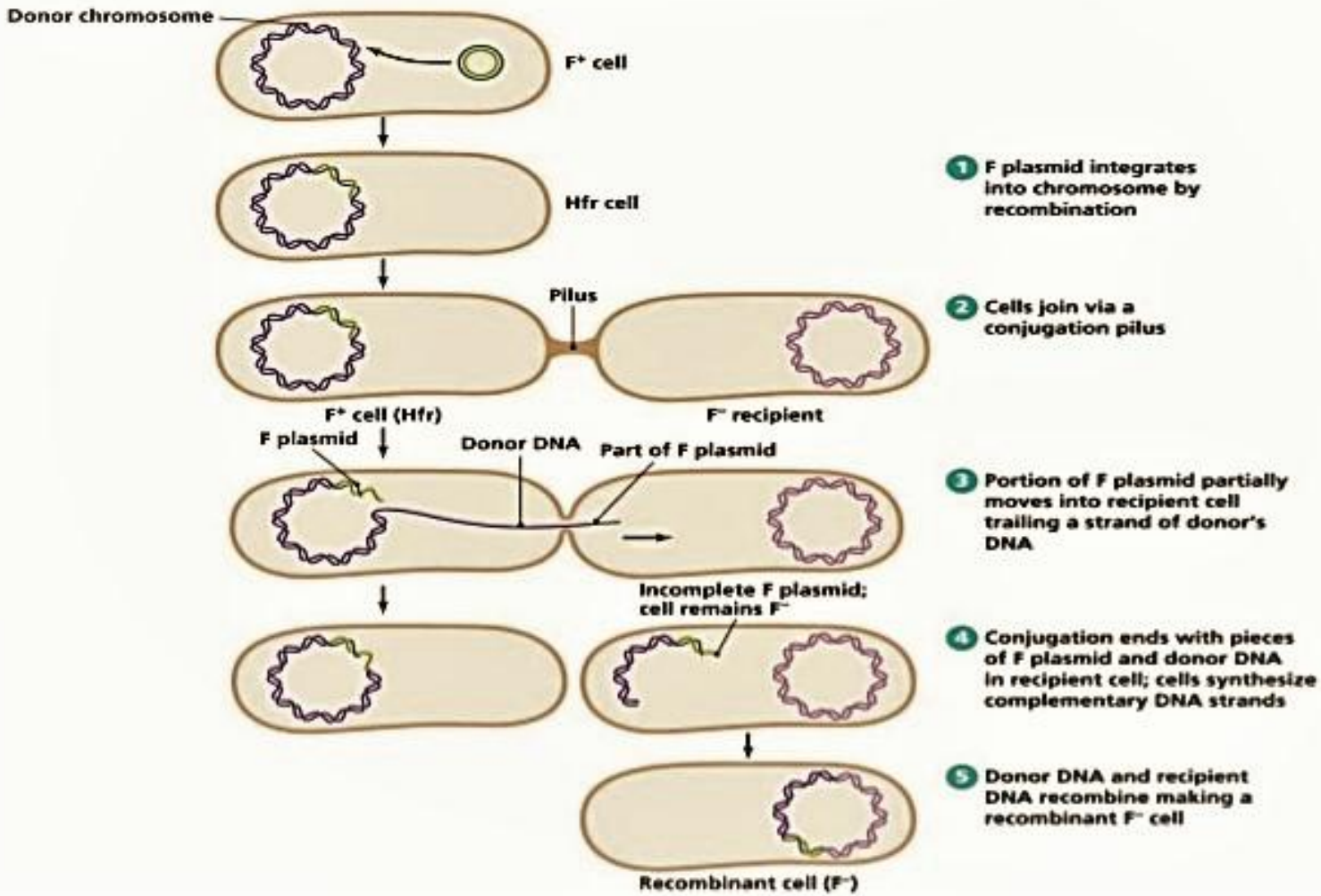


1 Pilus of donor cell attaches to recipient cell. Pilus contracts, drawing cells together to make contact with one another.

2 One strand of F plasmid DNA transfers from donor cell to recipient cell.

3 Donor synthesizes complementary strand to restore plasmid. Recipient synthesizes complementary strand to become F^+ cell with pilus.

Hfr conjugation



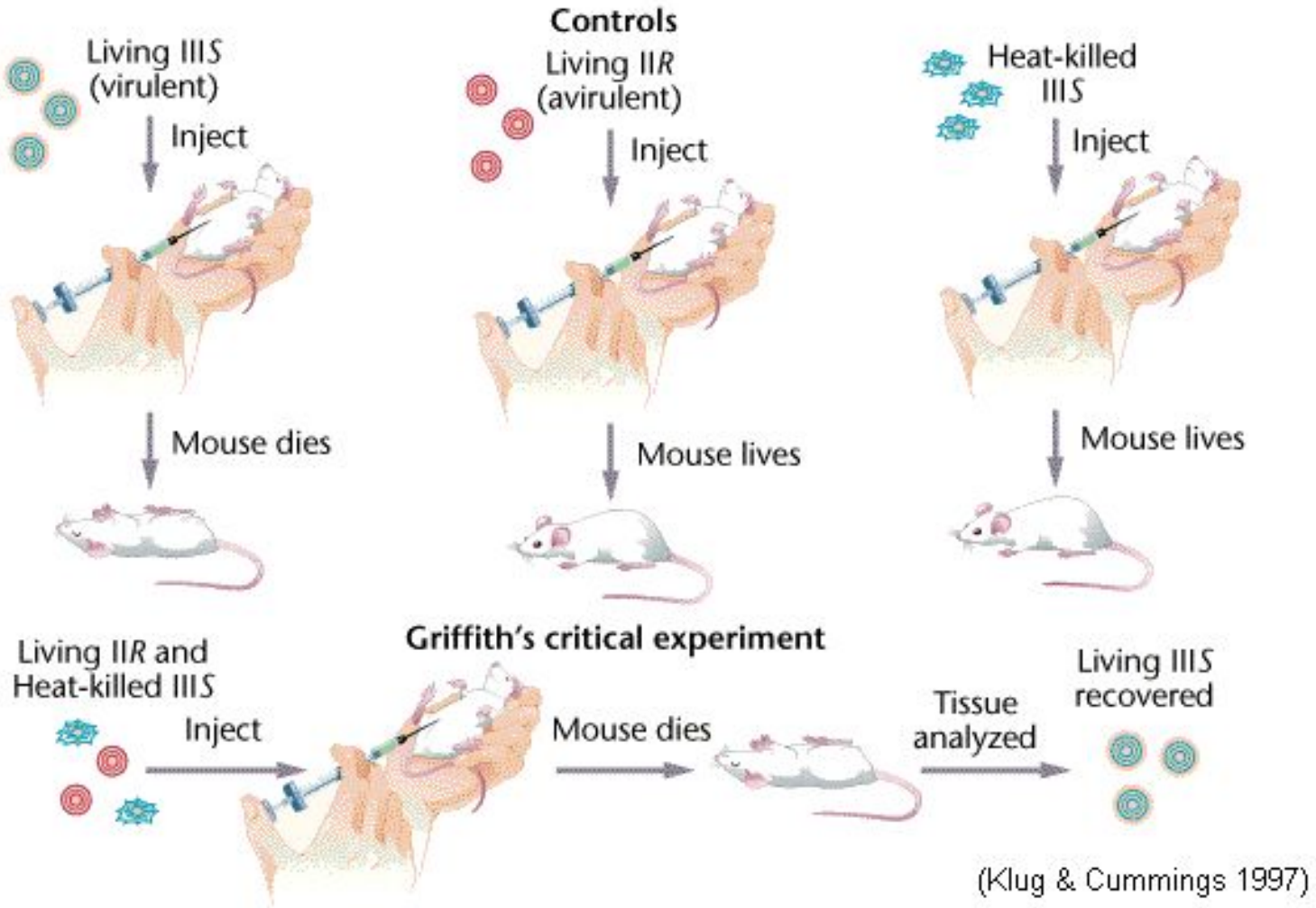
Трансформация (I) (лат. transformatio преображение)

— изменение наследственных свойств клетки в результате переноса в нее генетического материала (ДНК, хромосом или генов) другой клетки

В 1928г. открыта Frederick Griffith

Frederick Griffith
1879-1941

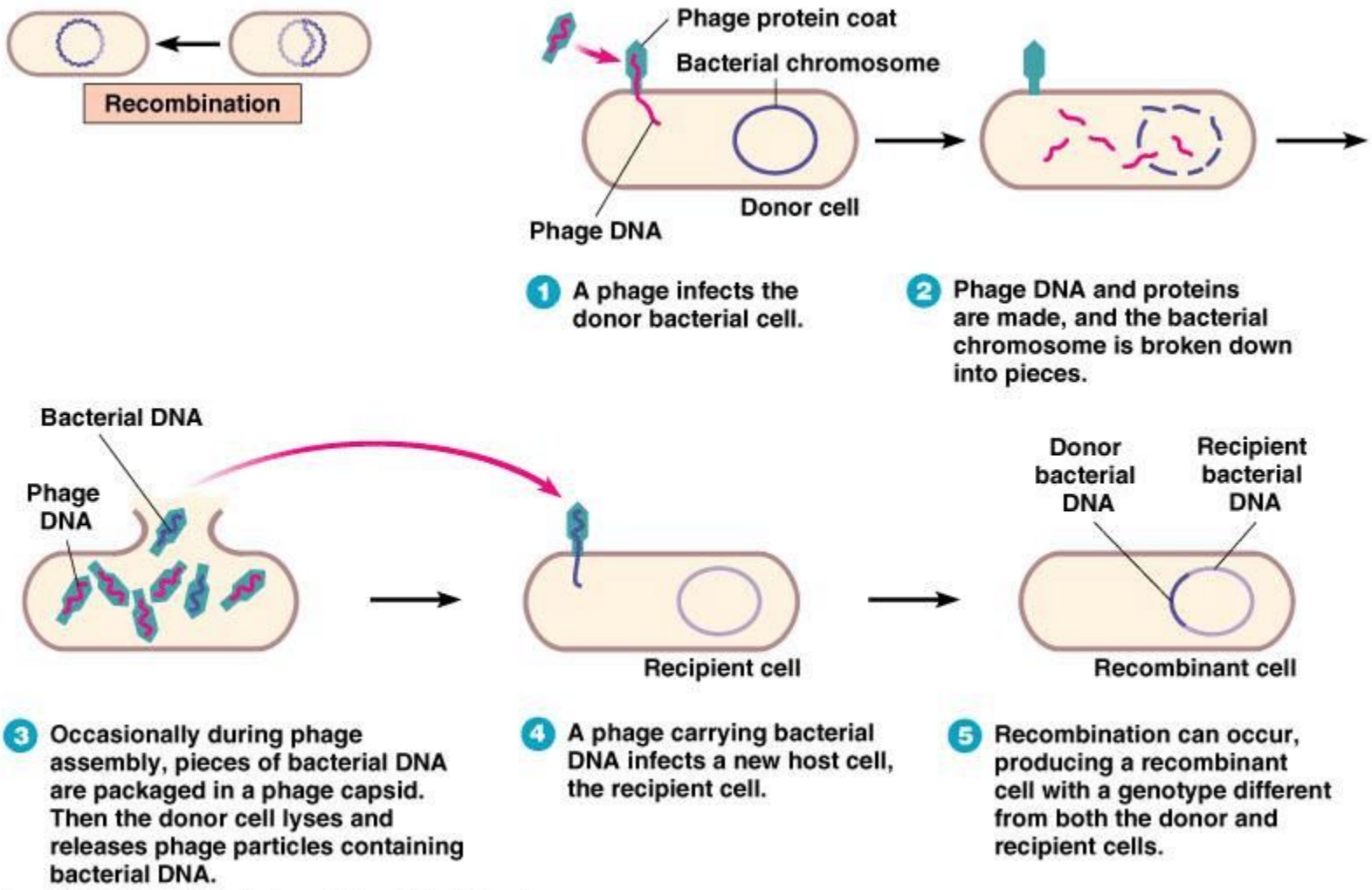
Трансформация (II)



(Klug & Cummings 1997)

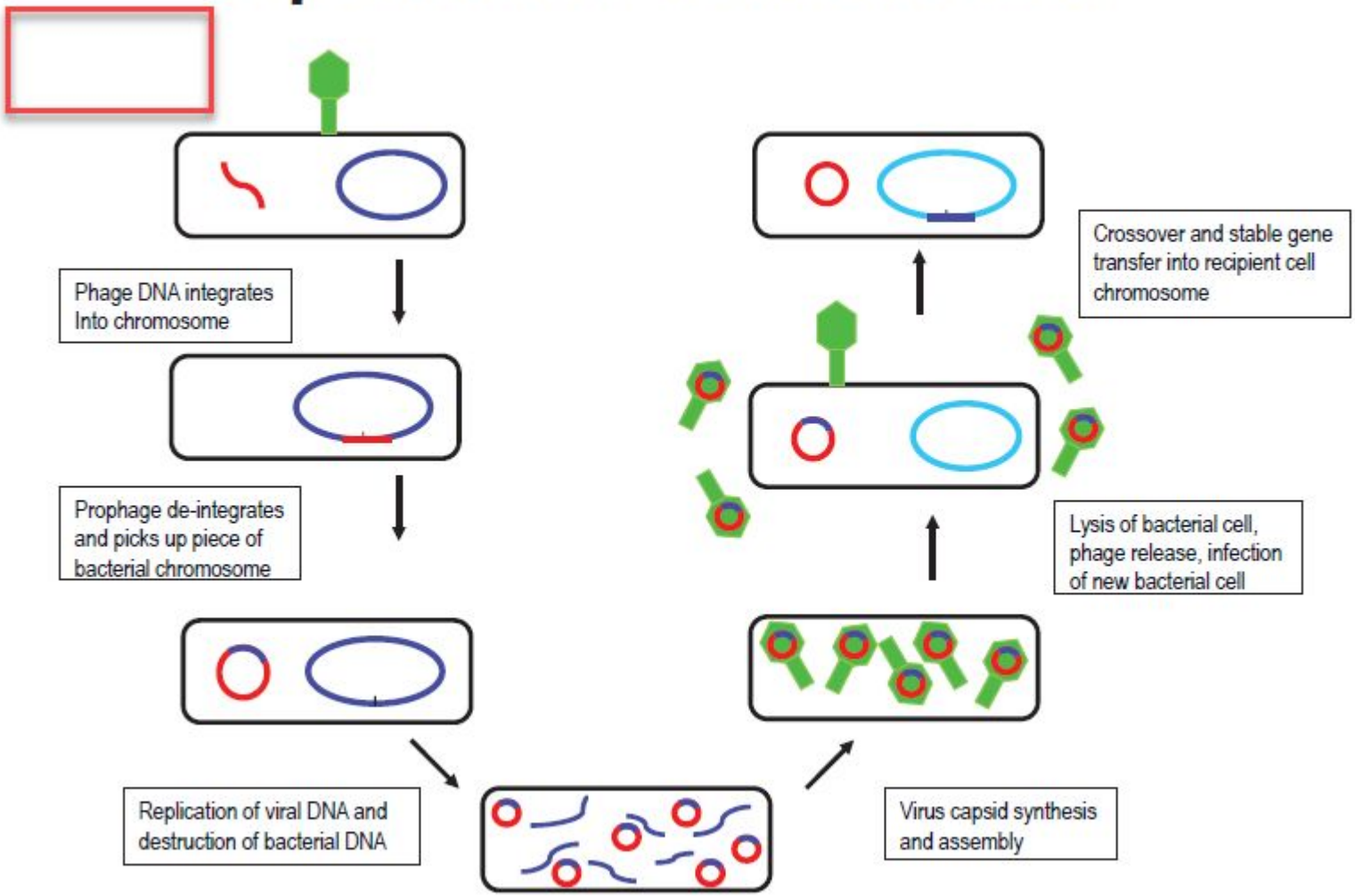
Трансдукция (лат. transductio перемещение)

— явление переноса генетического материала из одной бактериальной клетки в другую с помощью умеренных бактериофагов

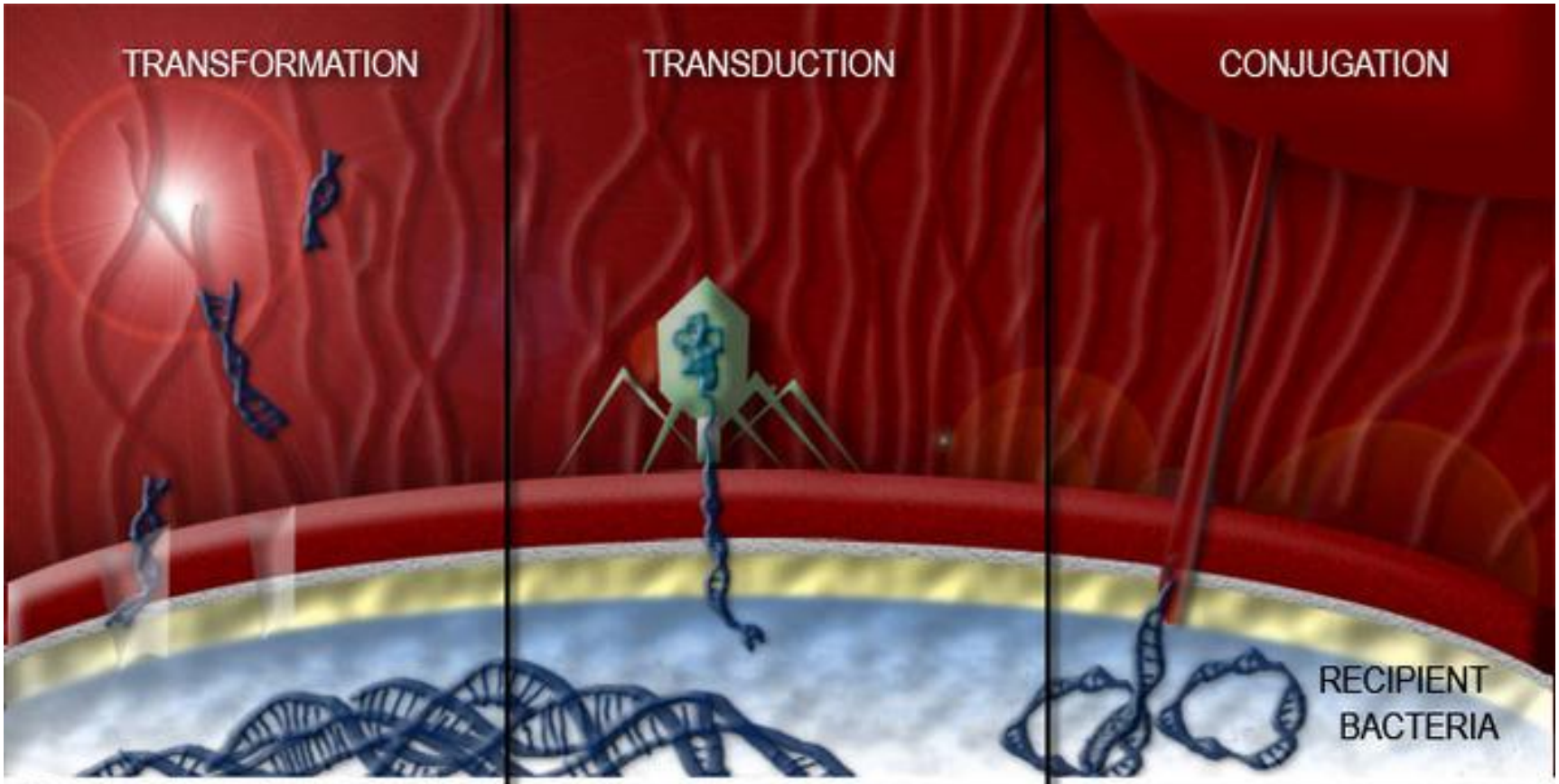


Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Specialized transduction



Courtesy of M. Mulks (MSU)



Transformation involves uptake of short fragments of naked DNA by naturally transformable bacteria.

Transduction involves transfer of DNA from one bacterium into another via bacteriophages

Conjugation involves transfer of DNA material via sexual pilus and requires cell-to-cell contact

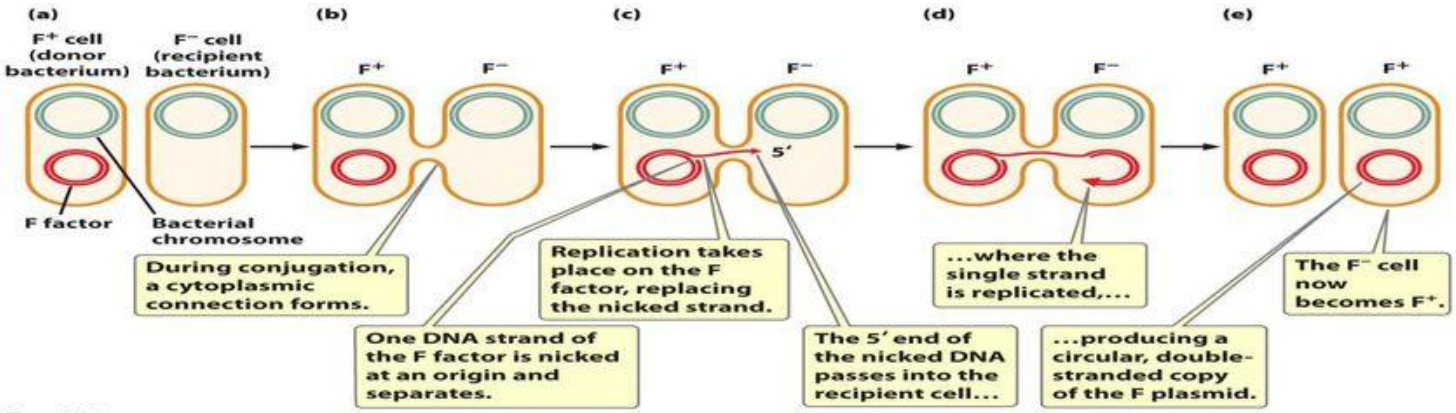


Figure 9.11
Genetics: A Conceptual Approach, Fifth Edition
© 2014 W. H. Freeman and Company

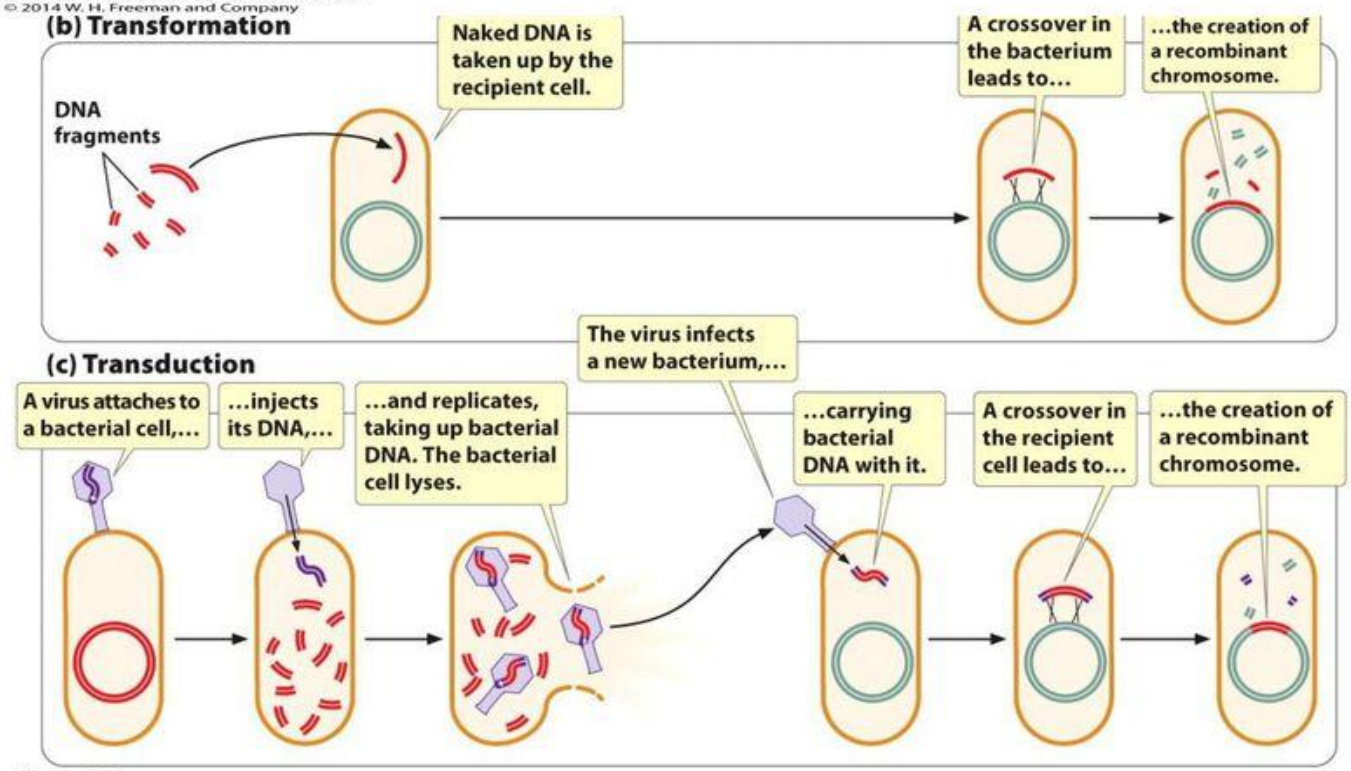


Figure 9.7
Genetics: A Conceptual Approach, Fifth Edition
© 2014 W. H. Freeman and Company

F-плазмиды называют *половым фактором* или фактором фертильности (откуда и название) потому что наличие F-плазмиды превращает клетку в возможного донора наследственного материала при конъюгации (т.е. в «мужскую» клетку), соответственно клетка, лишенная F-плазмиды, является потенциальным реципиентом генетического материала при конъюгации («женской» клеткой). Реципиентная клетка, получив при конъюгации F-плазмиду, превращается тем самым из женской в мужскую (т.е. происходит «смена пола»).

- F-плазмида, находящаяся в интегрированном состоянии, носит название **Hfr-плазмиды** (high frequency of recombination – высокая частота рекомбинации). Если донорская клетка при конъюгации содержит Hfr-фактор, то при конъюгации разрыв цепочки нуклеоида происходит в месте прикрепления этого фактора и в конъюгационный мостик начинает входить противоположенный от места нахождения Hfr-фактора конец ДНК. Так как конъюгационный мостик не стоек, контакт между клетками при конъюгации кратковременен и вся цепочка ДНК нуклеоида просто не успевает перейти в реципиентную клетку. Следовательно, сам Hfr-фактор при этом виде конъюгации не передается (не происходит смена «пола»), а внедрившийся в реципиентную клетку фрагмент нуклеоида с высокой частотой (т.к. конъюгация происходит, как правило, между клетками одного вида) рекомбинирует с хромосомой реципиентной клетки
- **F-плазмида**, находясь в автономном состоянии, сама переходит при конъюгации в реципиентную клетку. При этом реципиентная клетка превращается из «женской» в «мужскую» (т. е. происходит смена «пола»), но внедрившийся в реципиентную клетку генетический материал, представленный плазмидным генами, редко рекомбинирует с бактериальной хромосомой, потому что имеет по отношению к хромосомному генетическому материалу сравнительно низкую степень гомологии
- Половой фактор может переходить из автономного состояния в интеграционное и из интеграционного – в автономное. Последний процесс может сопровождаться обменом прилегающих частей плазмиды и нуклеотида, в результате чего перешедшая в автономное состояние плазмида окажется рекомбинационной – будет содержать фрагмент нуклеоида, оставив в нем взамен него свой фрагмент. Такая плазмида обозначается как **F’-плазмида**. Если донорская клетка при конъюгации несет F’-плазмиду, то она переходит в реципиентную клетку, производя у последней «смену пола», но при этом и обуславливает высокую частоту рекомбинации (благодаря включенному фрагменту нуклеоида).