



第九章 细菌和病毒的遗传

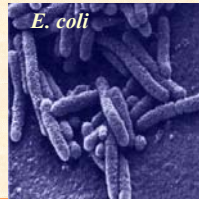


本章重点

1. 细菌影印法研究。
2. 细菌和病毒的四种种遗传分析方法：
转化、接合、性导、转导。
3. 掌握F⁺、F⁻、F'、Hfr×F⁺的特点。
4. 理解和掌握中断杂交和重组作图的原理。
5. 噬菌体结构和基因重组特点。

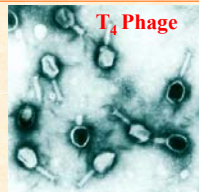
细菌和蓝绿藻：

一个线条状或环状染色体(单倍体结构)；
无典型的有丝分裂和减数分裂；
染色体传递和重组方式与真核生物不同。



病毒：

比细菌更简单；
在寄主细胞内以集团形式产生；
属于只有一条染色体的单倍体。



第一节 细菌和病毒遗传研究的意义



一、细菌：

- 1.大小：细胞较小、长约1~2μ (1μ=1/1000mm)、宽约0.5μ；
- 2.结构：鞭毛、细胞壁、质膜、间体、核质体、核糖体
- 3.遗传物质：单个主染色体、一个或多个小染色体(质粒)
- 4.涂布和繁殖：每个细胞在较短时间内(如一夜)能裂殖到10⁷个子细胞 → 成为肉眼可见的菌落或克隆(clone)。



5. 生理特性突变：

①. 营养缺陷型：

丧失合成某种营养物质能力，不能在基本培养基上生长；
原养型：野生菌株则可在基本培养基上生长。
用不同的选择性培养基 → 测知突变的特性。

②. 抗性突变型：

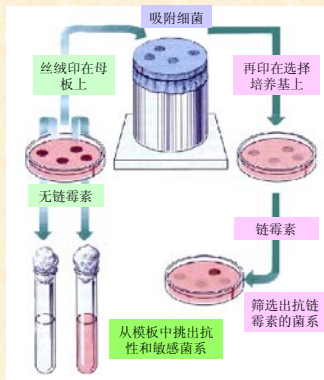
如抗药性或抗感染性。
例如：青霉素 (pen^r) 抗性突变的菌落。



培养基中
加有青霉素

测定突变的方法——影印法：

黎德伯格等 (Lederberg J. 和 Lederberg E. M., 1952) 设计。



Lederberg J., 1958
Nobel 奖获得者，
发现细菌转导和接合



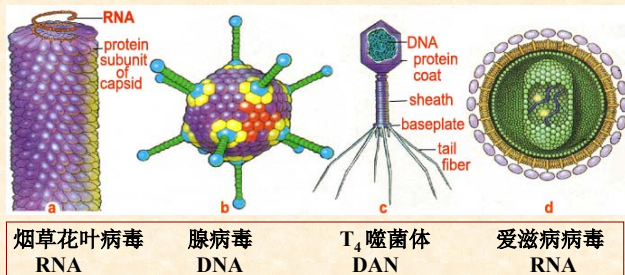
二、病毒：

单倍体，仅一条染色体。病毒 → 蛋白质外壳 + 核酸。

病毒分类：

寄主：动物、植物、细菌等；

遗传物质：DNA 或 RNA。



噬菌体对于分子生物学研究具有重要意义。

几种主要噬菌体的特性

噬菌体	宿主	类型	核酸类型	基因图	形态
T ₄	<i>E. coli</i>	烈性	ds-DNA (线状)	环状	蝌蚪状头部，收缩性尾部
λ	<i>E. coli</i>	温和	ds-DNA (在细胞外为线状，在细胞内为环状)	线状	蝌蚪状 20 面体头部，非收缩性尾部
Mu ₁	广范围宿主	温和	ds-DNA (线状)	线状	蝌蚪状 20 面体头部，收缩性尾部
T ₇	<i>E. coli</i>	烈性	ds-DNA (线状)	线状	蝌蚪状 8 面体头部，非收缩性短尾
P ₁	<i>E. coli</i>	温和	ds-DNA (线状，在细胞内为环状)	环状	蝌蚪状 20 面体头部，收缩性长尾
P ₂₂	<i>Salmonella</i>	温和	ds-DNA (线状)	环状	蝌蚪状，尾部基板上 6 个尖钉
MS ₂	<i>E. coli</i> F ⁻	烈性	s-RNA (线状)	线状	小 20 面体
ΦX174	<i>E. coli</i>	烈性	s-RNA (线状)	环状	小 20 面体
M ₁₃	<i>E. coli</i> F ⁺	不裂解从细胞中逸出	s-DNA (环状)	环状	丝状

注：ds 示双链，s 示单链。引自 Bambridge, 1987。

三、细菌和病毒在遗传研究中的优越性：

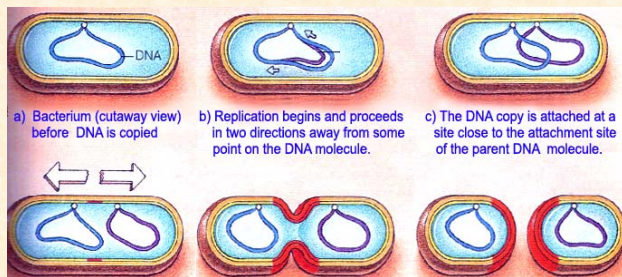


1. 世代周期短：

大肠杆菌 (*E. coli*) 20 分钟可繁殖一代。

2. 便于管理和生化分析：

个体小，一般在 1μ 至几 μ 之间，操作管理方便。



3. 便于研究基因突变：

裸露的 DNA 分子 (有的病毒为 RNA 分子)，容易受环境条件的影响而发生突变；单倍体生物，不存在显性掩盖隐性问题，隐性突变也能表现出来。

4. 便于研究基因的作用：

影印培养，易检出营养缺陷型突变，有利于从生化角度来研究基因的作用。

5. 便于研究基因重组：

细菌具有转化、转导和接合作用，可以进行精密的遗传分析。



6. 便于研究基因结构、功能及调控机制：

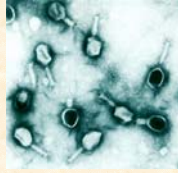
细菌和病毒的遗传物质简单，易于进行基因定位、结构分析和分离，基因的表达调控也适于采用生理生化的方法进行深入研究。

7. 便于进行遗传操作：

染色体结构简单，没有组蛋白和其它蛋白的结合，更宜于进行遗传工程的操作。



第二节 噬菌体的遗传分析



一、噬菌体的结构：

1. 结构简单：

蛋白质外壳、核酸、某些碳水化合物、脂肪等。

2. 多样性的原因：外壳的蛋白质种类、染色体类型和结构。

3. 两大类：

① 烈性噬菌体：T噬菌体系列（ $T_1 \sim T_7$ ）；

② 温和性噬菌体： P_1 和 λ 噬菌体。

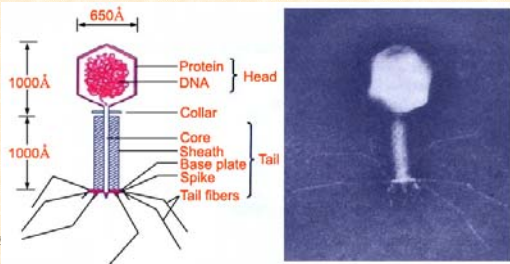
T_2 噬菌体从大肠杆菌中释放



(-)、烈性噬菌体：

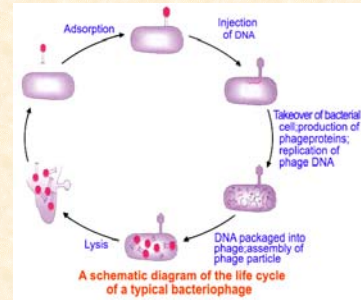
1. 结构大同小异，外貌一般呈蝌蚪状：

T偶列噬菌体 { 头部：双链DNA分子的染色体；
颈部：中空的结构及外鞘；
尾部：由基板、尾针和尾丝组成。



2. T偶列噬菌体的侵染过程（如 T_4 噬菌体）：

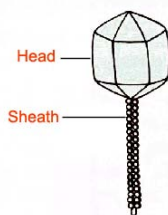
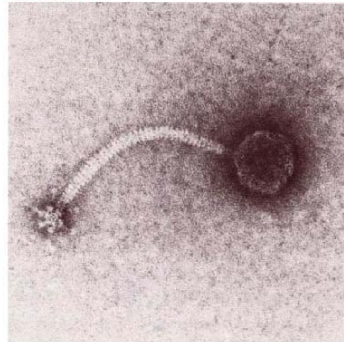
尾丝固定于大肠杆菌，
遗传物质注入 → 破坏寄主细胞遗传物质 → 合成噬菌体遗传物质和蛋白质 → 组装许多新的子噬菌体 → 溶菌酶裂解细菌 → 释放出大量噬菌体。



T_4 噬菌体侵染大肠杆菌的生活周期

(-)、温和性噬菌体：例如 λ 和 P_1 噬菌体， λ 和 P_1 各代表一种略有不同的溶源性类型。

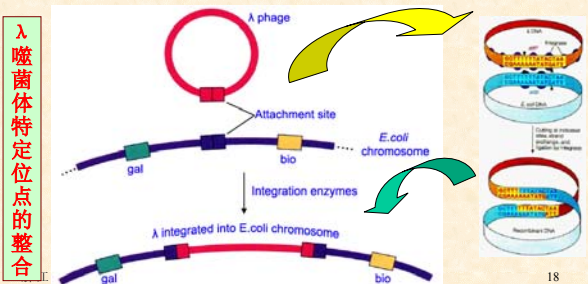
b) λ phage



λ 噬菌体结构

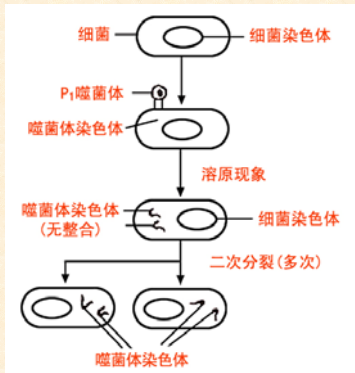
1. 溶源性噬菌体的生活周期：

① λ 噬菌体：噬菌体侵入后，细菌不裂解 → 附在E.coli染色体上的gal和bio位点间的att λ 座位上 → 整合到细菌染色体，并能阻止其它 λ 噬菌体的超数感染。



②. P₁噬菌体:

不整合到细菌的染色体上,而是独立存在于细胞质内。



遗传学第九章

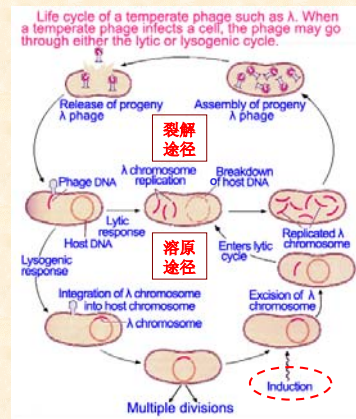
19



浙江大学

原噬菌体: 整合到宿主基因组中的噬菌体。仅少数基因活动,表达出阻碍物关闭其它基因。

原噬菌体经诱导可转变为烈性噬菌体 → 裂解途径。



遗传学第九章

20



浙江大学

2. P₁和λ噬菌体的特性:

①. P₁和λ各代表不同的溶源性类型:

P₁噬菌体: 侵入后并不整合到细菌的染色体上,独立存在于细胞质内;

λ噬菌体: 通过交换整合到细菌染色体上。

②. 溶源性细菌分裂 → 两个子细胞:

P₁噬菌体复制则使每个子细胞中至少含有一个拷贝;

λ噬菌体随细胞染色体复制而复制,细胞中有一个拷贝。

③. 共同特点: 核酸既不大量复制,也不大量转录和翻译。

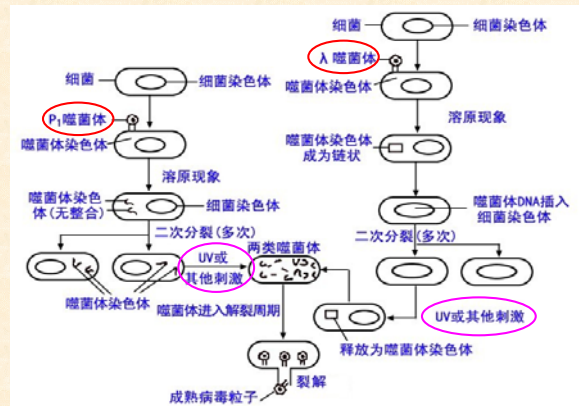


浙江大学

遗传学第九章

21

P₁和λ噬菌体的生活周期特性



二、T₂噬菌体的基因重组与作图:

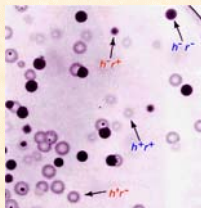
1. 噬菌体遗传性状分为两类:

形成的噬菌斑形状:

指噬菌斑大小、边缘清晰度、透明程度。

寄主范围:

指噬菌体感染和裂解的菌株范围。



浙江大学

遗传学第九章

23

2. T₂噬菌体的研究最为广泛:

①. 正常噬菌体r⁺:

噬菌斑小而边缘模糊。

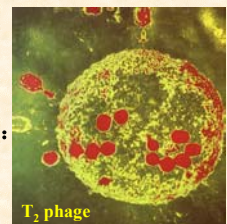
r⁻突变体 (rapid lysis, 速溶性): 噬菌斑大而边缘清楚。

②. 寄主范围突变体:

指能克服噬菌体抗性的突变体。

例: T₂h⁺噬菌体: 只侵染大肠杆菌B株 → 半透明噬菌斑。

T₂h⁻突变株: 能利用B株和B/2株 → 透明噬菌斑。



浙江大学

遗传学第九章

24

③. 双重感染:

h^- 和 h^+ 均能感染B株 → 可用 T_2
两个亲本 h^-r^+ 和 h^+r^- 同时感染B株。

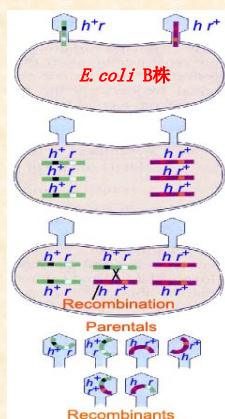
h^-r^+ (透明, 小) × h^+r^- (半透明, 大)

↓ 同时感染
B菌株

获得噬菌体子代

亲本型: h^-r^+ , h^+r^-

重组型: h^-r^- , h^+r^+



将亲本型和重组型混合子代

↓ 感染

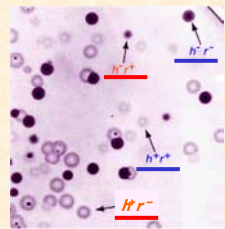
混合有B和B/2菌株的培养基

h^-r^+ (亲): 噬菌斑透明、小, 边缘模糊

h^+r^- (亲): 噬菌斑半透明、大, 边缘清楚

h^-r^- (重组): 噬菌斑透明、小, 边缘清楚

h^+r^+ (重组): 噬菌斑半透明、小, 边缘模糊



④. 重组值计算:

重组值 = 重组噬菌斑数/总噬菌斑数 × 100%

$$= \frac{[(h^+r^+ + h^-r^-)]}{(h^+r^- + h^-r^+ + h^+r^+ + h^-r^-)} \times 100\%$$

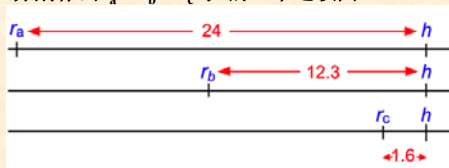
去掉%即可作为图距。



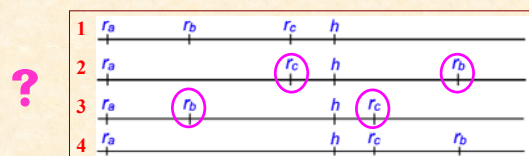
⑤. 不同速溶菌的突变型在表现型上不同, 可分别写成 r_a 、 r_b 、 r_c 等, 用 $r_x^-h^+ \times r_x^+h^-$ 获得试验结果列于下表:

杂交组合	各基因型 (%)				重组值
	r^-h^+	r^+h^-	r^+h^+	r^-h^-	
$r_a h^+ \times r_a^+ h^-$	34.0	42.0	12.0	12.0	24.0/100=24%
$r_b h^+ \times r_b^+ h^-$	32.0	56.0	5.9	6.4	12.3/100.3=12.3%
$r_c h^+ \times r_c^+ h^-$	39.0	59.0	0.7	0.9	1.6/99.6=1.6%

分别作出 r_a 、 r_b 、 r_c 与 h 的三个连锁图:



四种可能的基因排列连锁图:

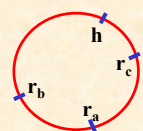


再做杂交: $r_c^-r_b^+ \times r_c^+r_b^-$

结果表明: $r_c^-r_b^-$ 的重组值 > r_b^-h

∴ h 位于 r_b 及 r_c 之间, 排列顺序 → r_c-h-r_b 。

由于 T_2 噬菌体的连锁图是环状的, 所以2、3排列都对。



三、λ噬菌体的基因重组与作图:

凯泽 (Kaiser A. D., 1955) 最先进入λ噬菌体的重组作图试验。紫外线照射处理 → 获5个λ噬菌体突变系, 产生不同噬菌斑:

s系: 小噬菌斑;

mi系: 微小噬菌斑;

c系: 完全清亮的噬菌斑;

co₁系: 中央环之外部分表现清亮的噬菌斑;

co₂系: 更浓密的中央环噬菌斑。



凯泽利用λ噬菌体sco₁mi与噬菌体+++进行杂交作图:

λ噬菌体sco ₁ mi × +++的杂交结果及分析作图				
类型	数目	占总数%	重组频率 %	
亲本类型 + + +	975	1899	2.9	√
sco ₁ mi	924			
单交换型 I s + +	30	112	5.3	√
+co ₁ mi	32			
单交换型 II s co ₁ +	61	18	0.86	√
+ + mi	51			
双交换型 s + mi	5	13	0.86	√
+co ₁ +	8			
合计	2091		3.76	6.16



第三节 细菌的遗传分析



一、转化 (transformation) :

概念: 某些细菌通过其细胞膜摄取周围供体的染色体片段, 将此外源DNA片段通过重组整合到自己染色体组的过程。

1928年, 格里费斯 (Griffith F.)
在肺炎双球菌中发现转化现象。

1944年, 阿委瑞 (Avery O. T.)
进行肺炎双球菌转化试验;
证实遗传物质是DNA;
转化是细菌交换基因的方法之一。



转化的条件: 细菌活跃摄取外源DNA分子;
具备重组程序所必需的酶。



转化三种细菌: 肺炎双球菌;
枯草杆菌;
流感嗜血杆菌。

转化的两个例子:

①. 用两个带有不同抗性的肺炎双球菌群体混合 → 可以发现带有双抗性的细菌。

细菌裂解 → DNA残留 → 其它细菌摄取转化。

②. 枯草杆菌活细胞表面分泌DNA, 可被其它细胞摄取。

(一)、供体与受体的互作:



①. 转化片断的大小:

肺炎双球菌转化: DNA片断至少有800bp;
枯草杆菌的转化: DNA片断至少有1600bp。

②. 供体DNA分子存在的数目:

供体DNA分子数目与特定基因的成功转化有关。
链霉素抗性基因转化: 每个细胞含有10个DNA分子之前,
抗性转化体数目一直与DNA分子
存在数目成正比。

原因: 细菌的细胞壁或细胞膜上有固定数量的DNA接受
座位, 故一般细菌摄取的DNA分子数<10个。

③. 受体的生理状态:

感受态是处于刚停止DNA合成、而蛋白质合成继续活跃进行时的状态。

活跃合成的蛋白质可使细菌细胞壁易于接受转化DNA。

只有感受态受体细胞才能摄取并转化外源DNA, 而这种感受态也只能发生在细菌生长周期的某一时间范围内。



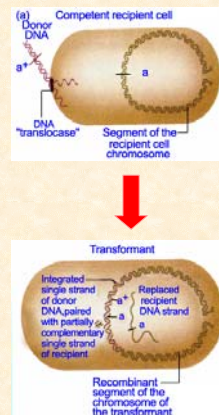
(二)、转化DNA的摄取和整合过程:

①. 结合与穿入:

DNA分子结合在接受座位上(可逆),
可被DNA酶降解; 接受座位饱和性。
DNA摄取(不可逆), 不受DNA酶破坏。
穿入后, 由外切酶或DNA移位酶降解
其中一条链。

②. 联会:

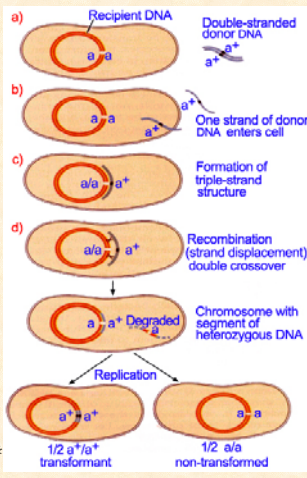
按各个位点与其相应的受体DNA片段
联会。亲缘关系越远, 联会越小、转化的
可能性越小。



③. 整合(重组):

是指单链的转化DNA与受体DNA对应位点的置换→稳定地进入到受体DNA。

对同源DNA具有特异性。异源DNA, 视亲缘关系远近也可发生不同频率整合。



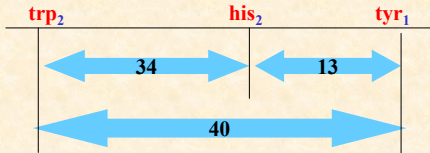
黎德伯格等用枯草杆菌进行转化和重组试验:

DNA 片段进入受体细胞后, 可与受体染色体发生重组。
紧密连锁的两个基因有较多的机会在同一个DNA片段中→同时整合到受体染色体中。

trp₂⁺his₂⁺tyr₁⁺ (供体) × trp₂⁻his₂⁻tyr₁⁻ (受体的转化子类型及重组值计算

座位	转化子类型						
trp ₂	+	-	-	-	+	+	+
his ₂	+	+	-	-	-	-	-
tyr ₁	+	+	+	+	-	-	-
数目	11940	3660	685	418	2600	107	1180
	亲本类型		重组类型			重组值	
trp ₂ -his ₂	11940	1180	2600+107	3660+418	6785	6785	0.34
trp ₂ -tyr ₁	11940	107	2600+1180	3660+685	8125	8125	0.40
his ₂ -tyr ₁	11940	3660	418+1180	107+685	2390	2390	0.13
						17990	

三者并发转化的频率高, 故这3个基因是连锁的, 其中his₂和tyr₁连锁最为紧密:

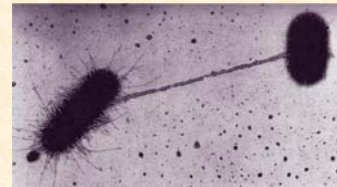


单交换时, 染色体开环易降解, 故不存在单交换类型; 只有双交换和偶数的多交换才有效。

二、接合 (conjugation):

1. 概念: 是指原核生物的遗传物质从供体 (donor) 转移到受体 (receptor) 内的过程。

特点: 需通过细胞的直接接触。



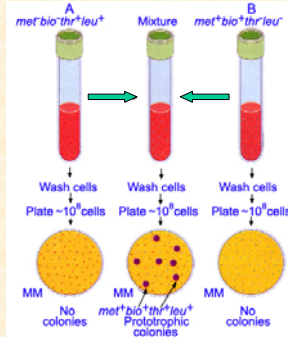
2. 实例: 黎德伯格和塔特姆 (1946年):

不同营养缺陷型的大肠杆菌:

A菌株: Met⁻ bio⁻ thr⁺ leu⁺, 需加甲硫氨酸和生物素。
B菌株: Met⁺ bio⁺ thr⁻ leu⁻, 需加苏氨酸和亮氨酸。

★ A菌株和B菌株营养缺陷型, 不能在基本培养基上生长。

★ A+B菌株混合培养, 在完全培养基上, 几小时后离心, 涂布基本培养基上, 长出原养型 (Met⁺ bio⁺ thr⁺ leu⁺) 菌落。



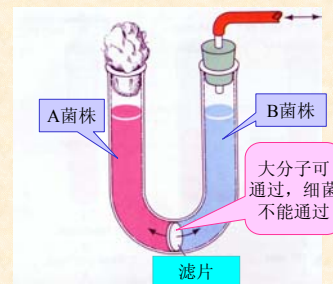
这种原养型细胞如何出现?

◎ A、B菌株分别培养在基本培养基上 → 一边加压和吸引使培养液充分混合 → 结果任一臂的培养基上均未长出原养型细菌。

∴ 直接接触(接合)是原养型细胞出现的必要条件。

海斯 (Hayes W., 1952) 证明:

接合过程是一种单向转移, A菌株遗传物质 → B菌株, 从供体 (donor) 到受体 (receptor)。



U型管的实验 (Davis, 1950)

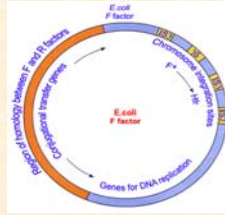
(一)、F因子及F⁺向F⁻的转移:

(1). F因子: 致育因子(性因子), 是一种附加体。

携带F因子的菌株称为供体菌或雄性, 用F⁺表示。
未携带F因子的菌株为受体菌或雌性, 用F⁻表示。

(2). F因子的组成:

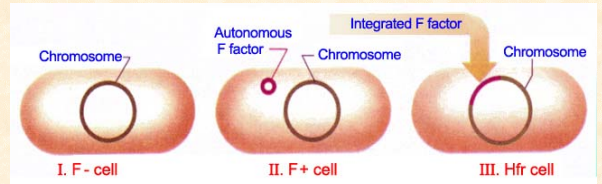
染色体外遗传物质, 环状DNA;
40-60个蛋白质基因;
2-4个/细胞(雌性内)。



(3). F因子的三种状态:

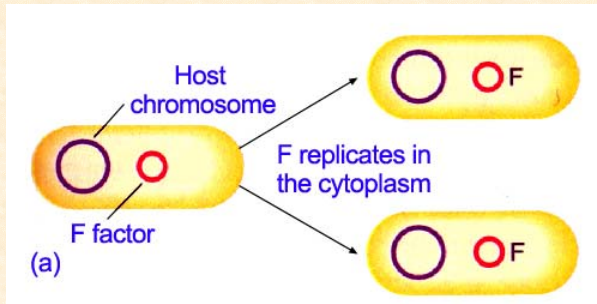
以大肠杆菌为例:

- ①. 没有F因子, 即F⁻;
- ②. 一个自主状态F因子, 即F⁺;
- ③. 一个整合到自己染色体体内的F因子, 即Hfr.



(4). 自主状态时

F因子独立进行分裂。

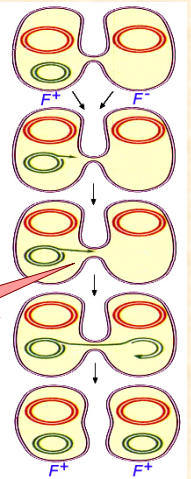


(5). F因子的传递:

带F因子的细菌较少。具有F因子的菌株可以作为供体。

∴ F因子中有形成F性伞毛(F pilus)的基因 → 接合管 → F⁺细胞中的F因子由接合管向F⁻传递 → F⁻受体变成F⁺。

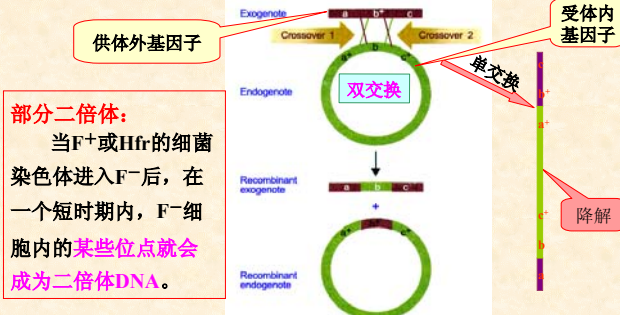
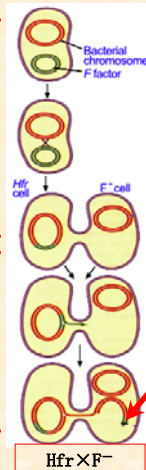
F⁺ × F⁻: 先形成接合管, F因子的DNA边转移边复制, F⁻细胞 → F⁺细胞。



(二)、Hfr细胞的形成及染色体的转移:

F因子整合到细菌染色体上(F⁺ → Hfr细胞), 其繁殖与细菌染色体同步进行。此时, 细菌基因的重组频率增加4倍以上, ∴ 染色体上整合有F因子的菌株, 称为Hfr菌株。

在Hfr × F⁻结合时, 细菌染色体由一小段单链的F因子为前导而转移到F⁻受体 → 边进入边合成。一般仅小部分细菌染色体能够转入, 接合中断 → 受体细胞为F⁻, F因子仍留在供体内。



部分二倍体:

当F⁺或Hfr的细菌染色体进入F⁻后, 在一个短时期内, F⁻细胞内的某些位点就会成为二倍体DNA。

部分二倍体中发生交换:

单数交换: 打开环状染色体, 产生一个线性染色体, 这种细胞是不能成活的。

偶数交换: 产生可遗传的重组体和片段。

三、中断杂交试验及染色体连锁图：

50年代，雅科（Jacob F.）和沃尔曼（Wollman E.）：

中断杂交试验：发现接合时遗传物质转移是直线进行。

其方法为：

(1). Hfr菌株与F⁻菌株混合培养。

Hfr菌株：str^r a⁺ b⁺ c⁺ d⁺ 对链霉素敏感

F⁻菌株：str^r a⁻ b⁻ c⁻ d⁻ 抗链霉素

(2). 不同时间取样 → 搅拌器中断杂交 → 稀释 →

含链霉素完全培养基 → 杀死Hfr细菌 → 抗str细菌

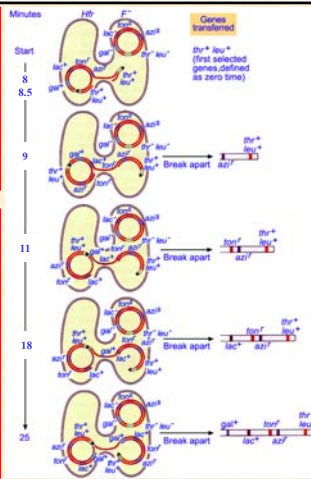
菌落 → 影印培养法：鉴定a⁺b⁺c⁺d⁺各基因转移时间。

(3). 实例：

Hfr菌株：苏氨酸(thr⁺)、亮氨酸(leu⁺)、抗叠氮化物(azi^r)、抗T₁噬菌体(ton^r)、半乳糖(gal b⁺)、乳糖(lac⁺)。

F⁻菌株：thr⁻、leu⁻、azi^s、ton^s、galb⁻、lac⁻型。

- 8分钟时：thr⁺进入F⁻细胞；
- 8.5分钟时：leu⁺进入F⁻细胞；
- 9分钟时：出现叠氮化物抗性的菌落，少数azi^r基因进入F⁻细胞；
- 11分钟时：出现抗噬菌体T₁的F⁻细菌；
- 18和25分钟时：分别出现乳糖和半乳糖发酵基因，即lac⁺和gal b⁺进入F⁻细胞。



①. 重组体中各标志基因进入F⁻细胞中时间不同，达到最高水平的的时间也不同；

②. 随时间的推迟，某个基因的重组率增加；一定程度后，重组率便不再增加。

如：10' ton^r首次出现，15'时40%、25'后80%。

∴ Hfr中基因是按一定的线性顺序依次进入F⁻菌株的。

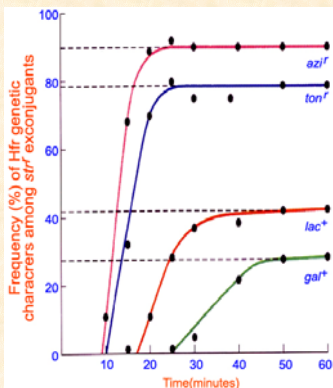
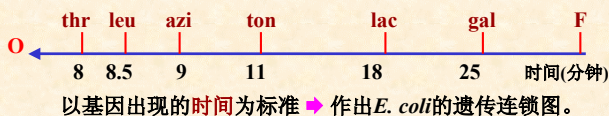


表 9-5 大肠杆菌 Hfr thr⁺leu⁺lac⁺gal⁺azi^rton^rstr^r × F⁻ thr⁻leu⁻lac⁻gal⁻azi^ston^sstr^s 的结果

标记基因	转入的时间(分钟)	频率
thr ⁺	8	100(经选择的)
leu ⁺	8.5	100(经选择的)
azi ^s	9	90
ton ^s	11	70
lac ⁺	18	40
gal ⁺	25	25

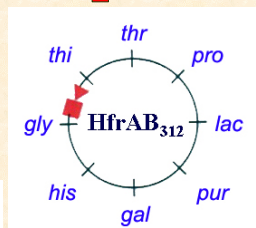
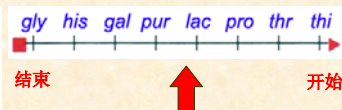
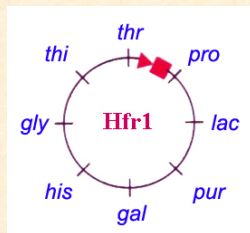


(4). 用一种大肠杆菌的不同Hfr菌株进行中断杂交实验，作出连锁图，其基因向F⁻细胞转移的顺序不同。

Hfr类型	原点	基因转移顺序
Hfr-H	0	thr pro lac pur gal his gly thi
1	0	thr thi gly his gal pur lac pro
2	0	pro thr thi gly his gal pur lac
3	0	pur lac pro thr thi gly his gal
AB ₃₁₂	0	thi thr pro lac gur gal his gly

转移的顺序是不是随机？例如：thr thi gly。

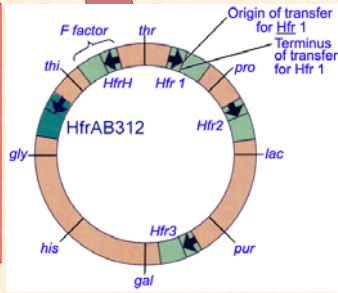
Hfr₁和HfrAB₃₁₂菌系的中断杂交试验及其连锁图：





差异：不同Hfr菌株转移的原点(O)和转移方向不同。

进一步说明F因子和细菌染色体都是环状。

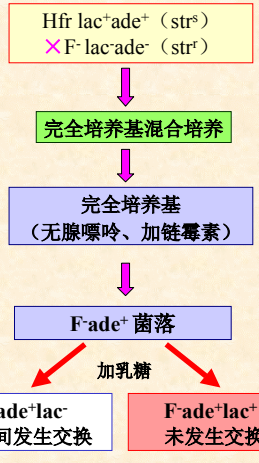
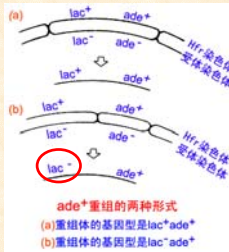


四、重组作图：

两基因转移时间间距 < 2分钟时，中断杂交法的图距不够精确，应采用传统的重组作图法。

例：二个基因紧密连锁：

lac⁻（乳糖不发酵）
ade⁻（腺嘌呤缺陷型）



基因间重组频率：

$$= \frac{\text{lac}^- \text{ade}^+}{(\text{lac}^+ \text{ade}^+) + (\text{lac}^- \text{ade}^+)} \times 100\% = 22\%$$

两个位点间的时间约为1分钟，约相当于20%的重组值。

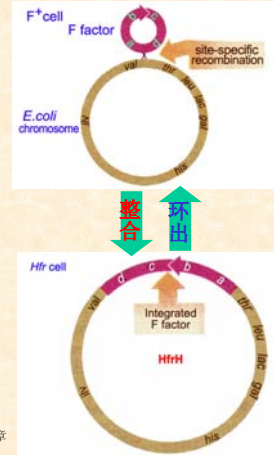


三、性导 (sexduction)：

性导：指接合时由F'因子所携带的外源DNA整合到细菌染色体的过程。

F'因子整合过程：

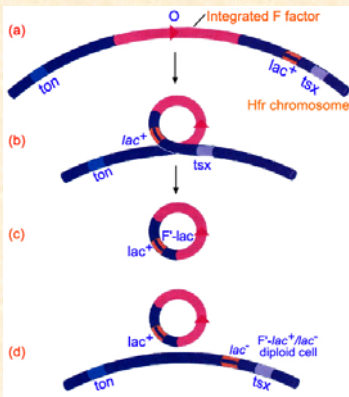
可逆：发生环出时，F因子又可重新离开染色体。



Adelberg和Burns(1959)：

● F'因子偶尔在环出时不够准确，会携带出染色体上的一些基因，这种因子称为F'因子。

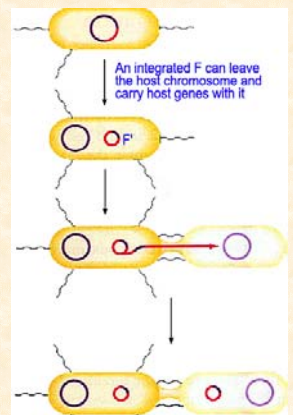
● F'因子携带染色体的节段大小：从一个标准基因到半个细菌染色体。



F'因子使细菌带有某些突出的特点：

- (1). F'因子转移基因频率极高，如同F⁺因子转移频率；
- (2). F'因子自然整合率极高，并且整合在一定的座位上。

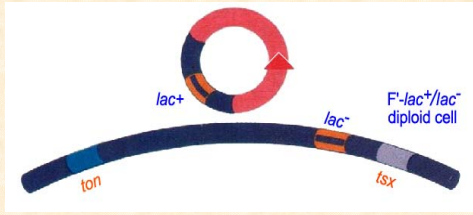
❖ 携带与细菌染色体一样的同源区段；而正常F因子可在不同座位整合。



雅科和阿代尔伯格发现:

特殊的Hfr菌株能把lac⁺等位基因高频率地转移到F⁻受体中。

- ①. lac基因位于远端, 中断杂交实验中只有1/1000重组率;
- ②. 由F'携带lac⁺基因进入受体后可在lac位点上形成部分二倍体F' lac⁺ / lac⁻。



性导在大肠杆菌遗传研究中的作用:

- ①. 分离出大量F'因子 (每个F'因子携带有不同大肠杆菌基因) → 利用不同基因在一起的并发性的频率来作图;
- ②. 通过性导产生部分二倍体 → 确定等位基因位置、显隐性关系;
- ③. 性导形成的部分二倍体可用作互补测验 → 确定两个突变类型是否属于同一个基因。



并发性导(co-sexduction):

是建立遗传图的另一手段, 两个位点必须密切相连才能处在同一个F'因子上。

获得两个位点间重组率 → 每个片段的连锁群。

性导作图法与转导作图法相同。



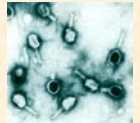
四、转导 (transduction):

1. 概念: 指以噬菌体为媒介进行的细菌遗传物质重组, 是细菌遗传物质传递和交换方式之一。

2. 特点:

以噬菌体为媒介 → 细菌的一段染色体被错误地包装在噬菌体的蛋白质外壳内 → 通过感染转移到另一个受体细胞内。

∴ 感染细菌的能力决定于噬菌体的蛋白质外壳。



3. 例如:

黎德伯格与津德 (1951) 发现鼠伤寒沙门氏菌中转导现象。

(1). 将两个沙门氏菌的营养缺陷型进行杂交:



↓ 混合培养

在基本培养基发现原养型的菌落

频率为1/10⁵



(2). 产生上述结果的原因:

①. 是否属于恢复突变?

高频率出现不可能是回复突变。

②. 是否属于接合、性导?

戴维斯U型管试验 (防止细胞直接接触) → 结果也获得野生型重组体, 排除由于接合或性导而产生基因重组可能性。

③. 是否属于转化?

结果表现为不受DNA酶的影响, 排除了由于DNA片断通过滤片经转化实现基因重组可能性。

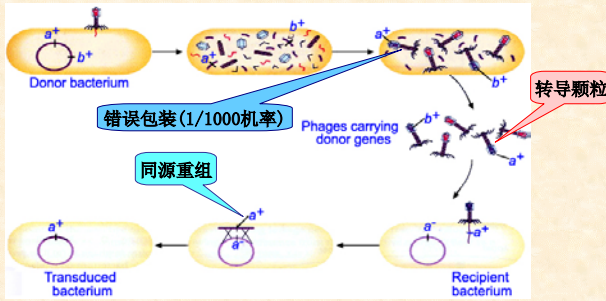
(3). 唯一可能的结论是: 这种重组通过一种过滤性因子实现。

这种过滤性因子称为FA, 不受DNA酶的影响。FA为噬菌体P₂₂ (溶源性)。



(一)、普遍性转导:

1. 作用: 可转导细菌染色体组的任何部分。



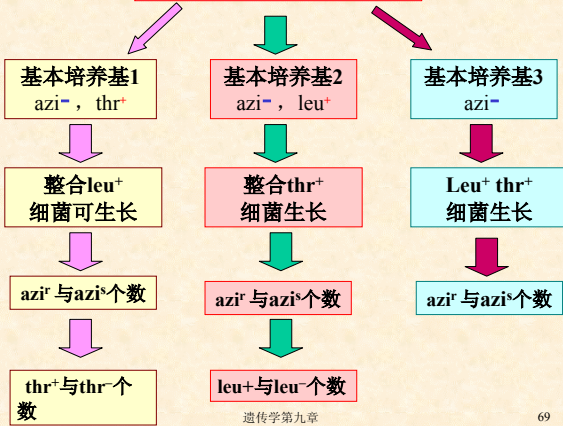
转导颗粒: 把细菌染色体片段包装在噬菌体蛋白质外壳内而产生的假噬菌体 (不包含噬菌体的遗传物质)。

2. 测定细菌基因间的连锁关系:

以普遍性转导噬菌体 P₁ 为例, 测定大肠杆菌的 leu (亮氨酸合成)、thr (苏氨酸合成)、azi (叠氮化钠抗性) 三个基因的顺序。



受体菌特定培养 (接上图)

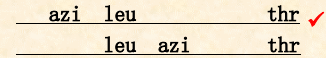


每个选择的标记基因进行多次试验:

实验	选择的标记基因	未选择的标记基因频率
1	leu ⁺	50%azi ⁻ 2%thr ⁺
2	thr ⁺	3%leu ⁺ 0%azi ⁻
3	leu ⁺ thr ⁺	0%azi ⁻

三个位点之间的连锁关系:

实验1: 2种可能排列:



实验2: 肯定三个基因的顺序是:



实验3:

证明这一顺序, 因为 leu⁺ 和 thr⁺ 片段之间从未携带有 azi⁻。

通过合转导关系求出两基因之间的物理距离:

$$d = L(1 - \sqrt{X})$$

d = 同一染色体上两基因之间的物理距离;

L = 转导DNA的平均长度;

X = 两个基因合转导的频率。

由以上公式可知:

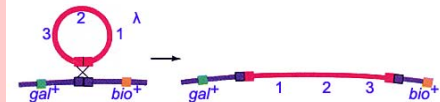
转导DNA的平均长度约为1个病毒基因组的大小;

通过试验测知两个基因的合转导频率, 就可估算出两个基因间的物理距离。

(二)、特殊性转导: 由温和噬菌体进行的转导。

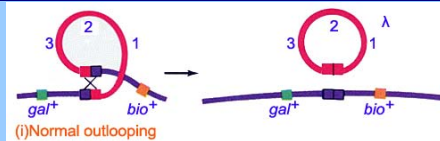
溶源起始:

在染色体的特定位点整合。



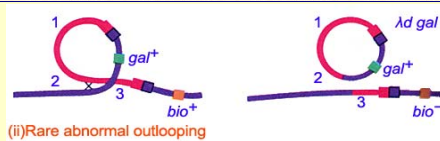
裂解起始:

正常环出。

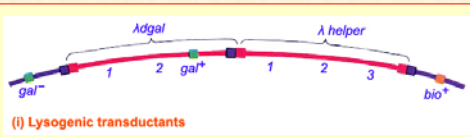


不正常的环出:

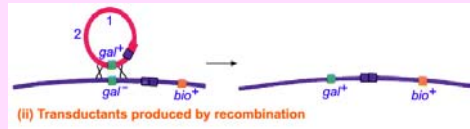
携带出部分细菌染色体区段的噬菌体, 又叫特殊性转导颗粒。



再次整合：
导致溶源性转导。

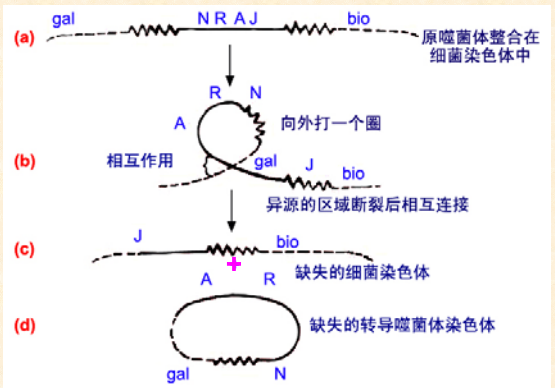


重组性转导：

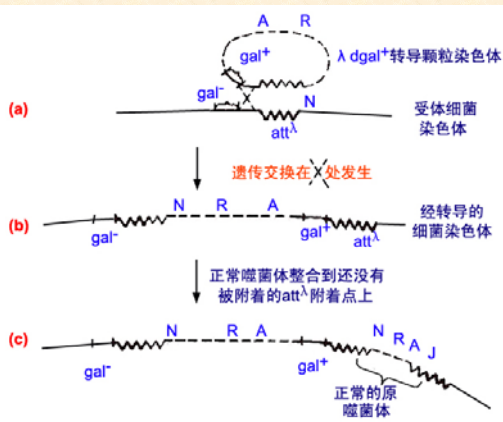


特点：转导仅限于靠近原噬菌体附着点的基因。

以λ噬菌体为例：λ dgal颗粒形成过程：



噬菌体的侵入，导致重组性转导。



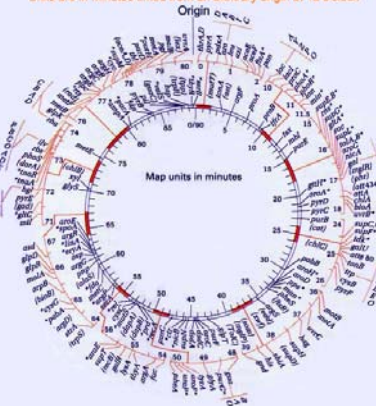
应用中断杂交技术、重组作图、转化和转导相结合→细菌非常详细的染色体连锁图谱。

1963年，E.coli已定位近100个基因(右图)；

1990年，定位基因已超过1400个；

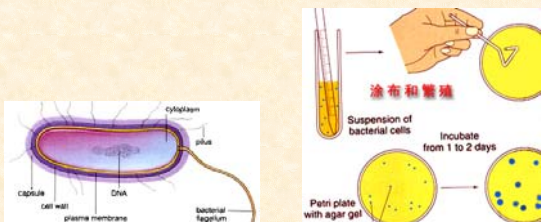
1997年完成全部测序：4639221对碱基，其功能基因已基本了解。

Russel, 1994 Genetic map of E.coli based on conjugation experiments. Units are in minutes timed from an arbitrary origin at 12 o'clock



本章小结

1. 细菌研究的影印培养法：



2. 噬菌体的类型：

(1). 烈性噬菌体：能破坏寄主细胞原有的遗传物质 → 组装成许多子噬菌体 → 使细菌裂解 → 释放出子噬菌体。

(2). 温和性噬菌体：

特点：

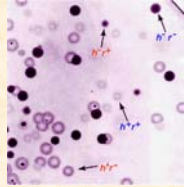
- ① 核酸不大量复制、转录和翻译，具有溶源性的生活周期；
- ② λ噬菌体能通过交换而整合到细菌染色体上；
- ③ P₁噬菌体独立存在于细菌细胞质内；
- ④ 通过诱导(如紫外线)可转变为烈性噬菌体。



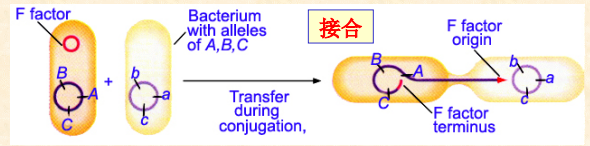
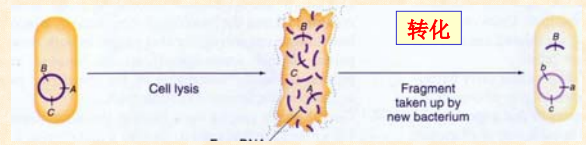
(3). 噬菌体的基因重组与作图:

通过双重感染 → 两种噬菌体进行杂交 →

重组的噬菌斑 → 两基因之间的遗传距离。

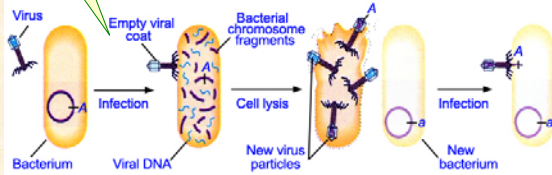
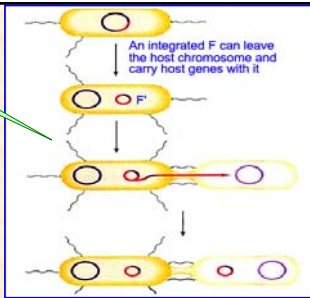


3. 细菌遗传分析中的基因转移:



性导

转导



- 第一章 绪言
- 第二章 遗传的细胞学基础
- 第三章 孟德尔遗传
- 第四章 连锁遗传和性连锁
- 第五章 数量性状遗传
- 第六章 基因突变
- 第七章 染色体变异
- 第八章 细胞质遗传
- 第九章 细菌和病毒的遗传
- 第十章 遗传物质的分子基础
- 第十一章 基因表达与调控
- 第十二章 基因工程与基因组学
- 第十三章 遗传与发育
- 第十四章 群体遗传与进化
- 返回首页

