

## 第二章 基因工程与食品产业

### 第一节 基因工程概述

# 基因工程概述

**Introduction to gene  
engineering**

# 一、基因及其表达的一般概念与主要内容

## 分类

## 分布

## 功能

脱氧核糖核酸  
(DNA)

细胞核、线粒体、叶绿体、质粒等

遗传信息的载体

# 核酸

核糖核酸  
(RNA)

核糖体RNA  
(rRNA)

核糖体的成分

转运RNA  
(tRNA)

细胞质、细胞核

转运氨基酸

信使RNA  
(mRNA)

传递DNA的遗传信息，指导蛋白质合成

# 核酸的化学组成

## ◆元素组成:

**C、H、O、N、P** (9% ~ 10%)

## ◆分子组成—三部分

{ 碱基(**base**): 嘌呤碱, 嘧啶碱  
戊糖(**ribose**): 核糖, 脱氧核糖  
磷酸(**phosphate**)

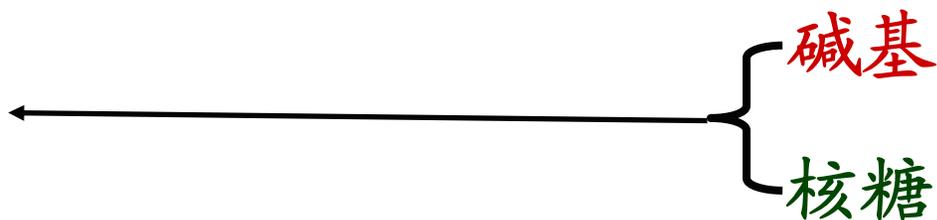
■构成核酸的基本单位为核苷酸

## 核酸中的碱基分两类:

(1) 嘧啶碱: 胞嘧啶 (C)  
尿嘧啶 (U)  
胸腺嘧啶 (T)

(2) 嘌呤碱: 腺嘌呤 (A)  
鸟嘌呤 (G)

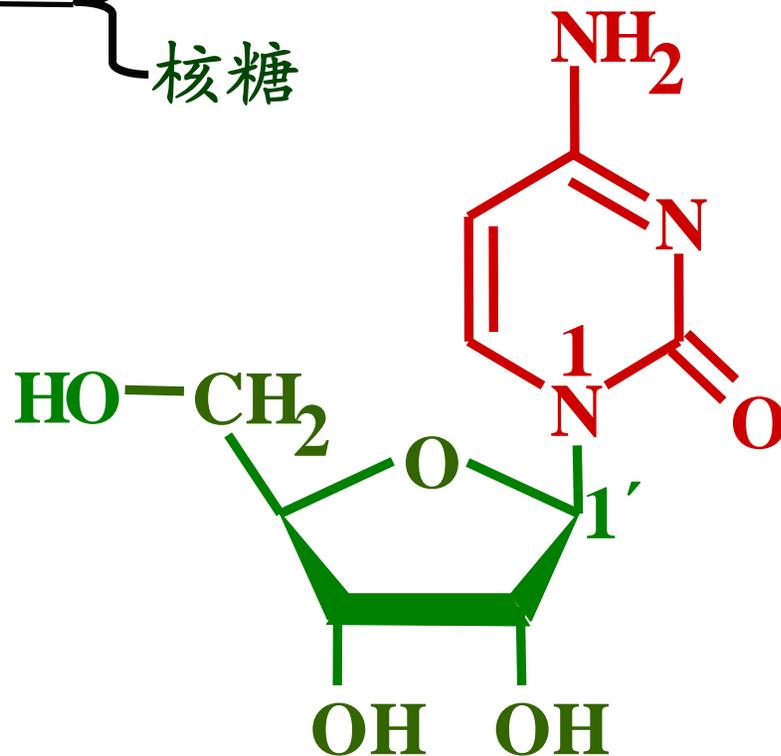
•核苷



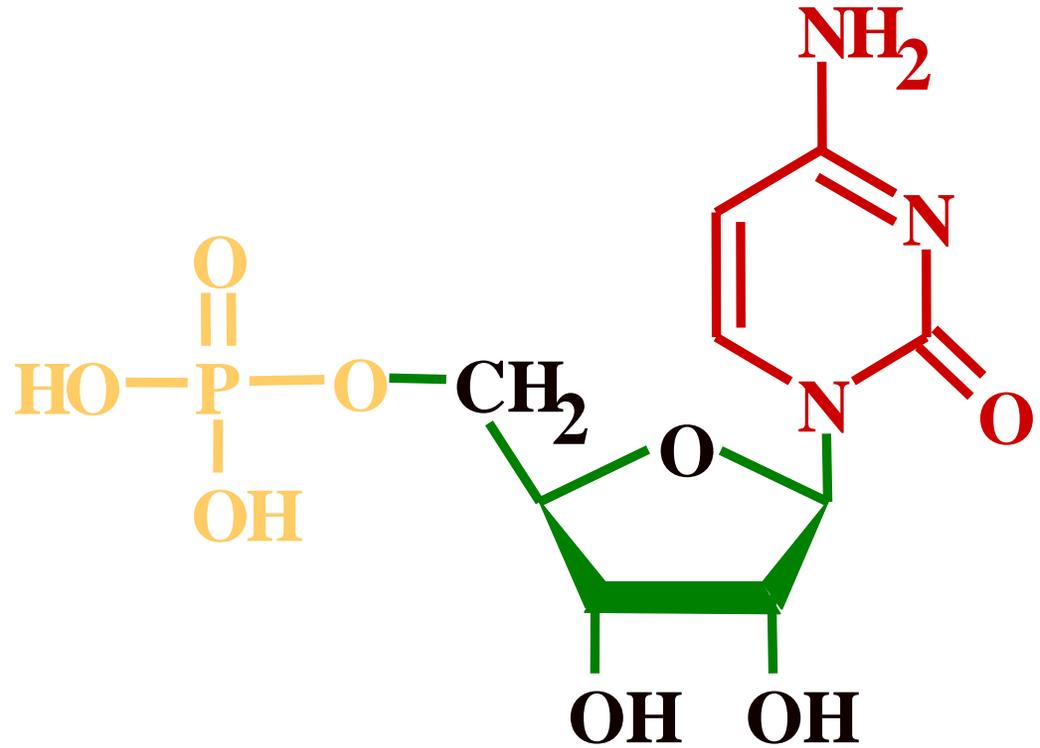
•种类:

...核苷

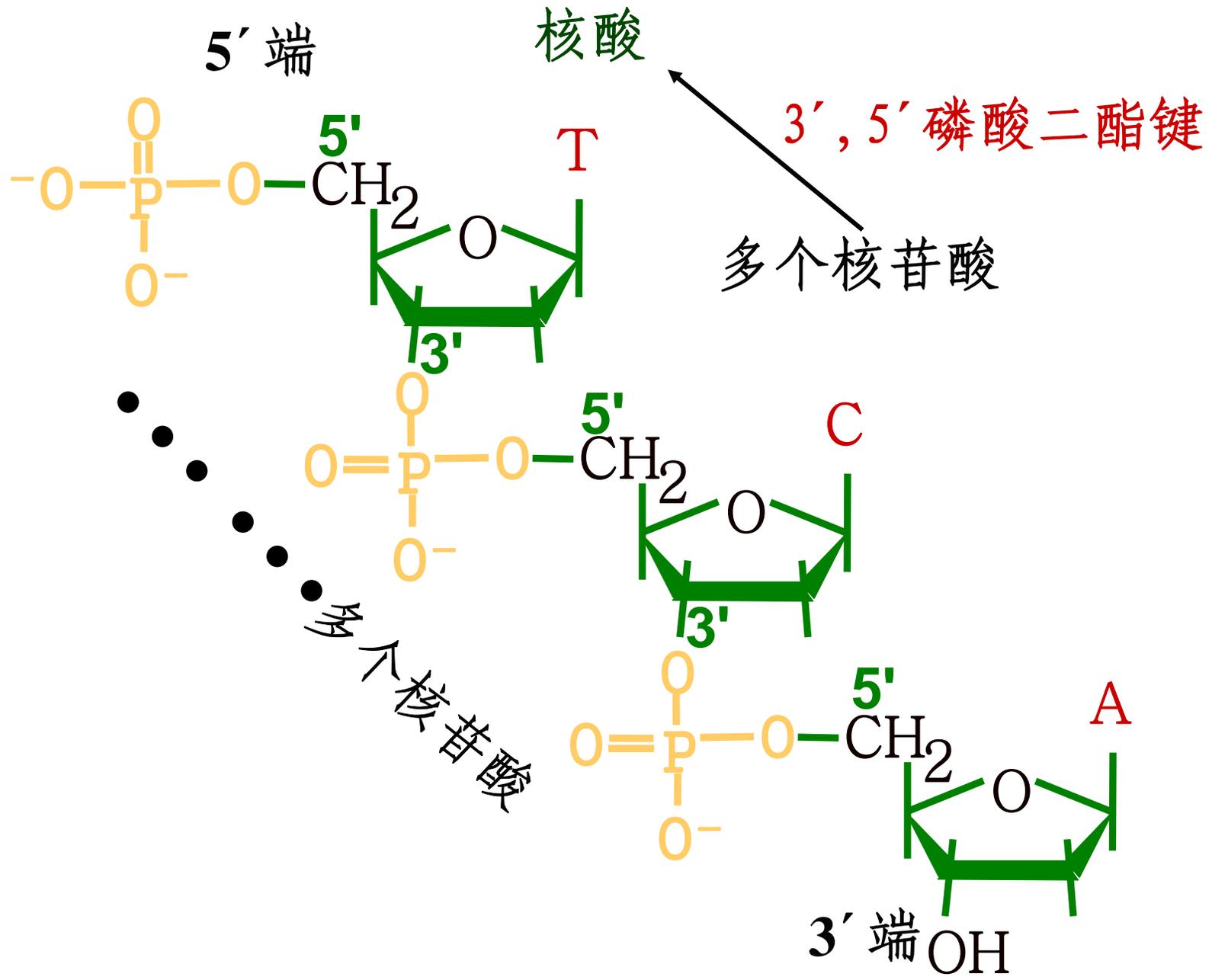
...脱氧核苷

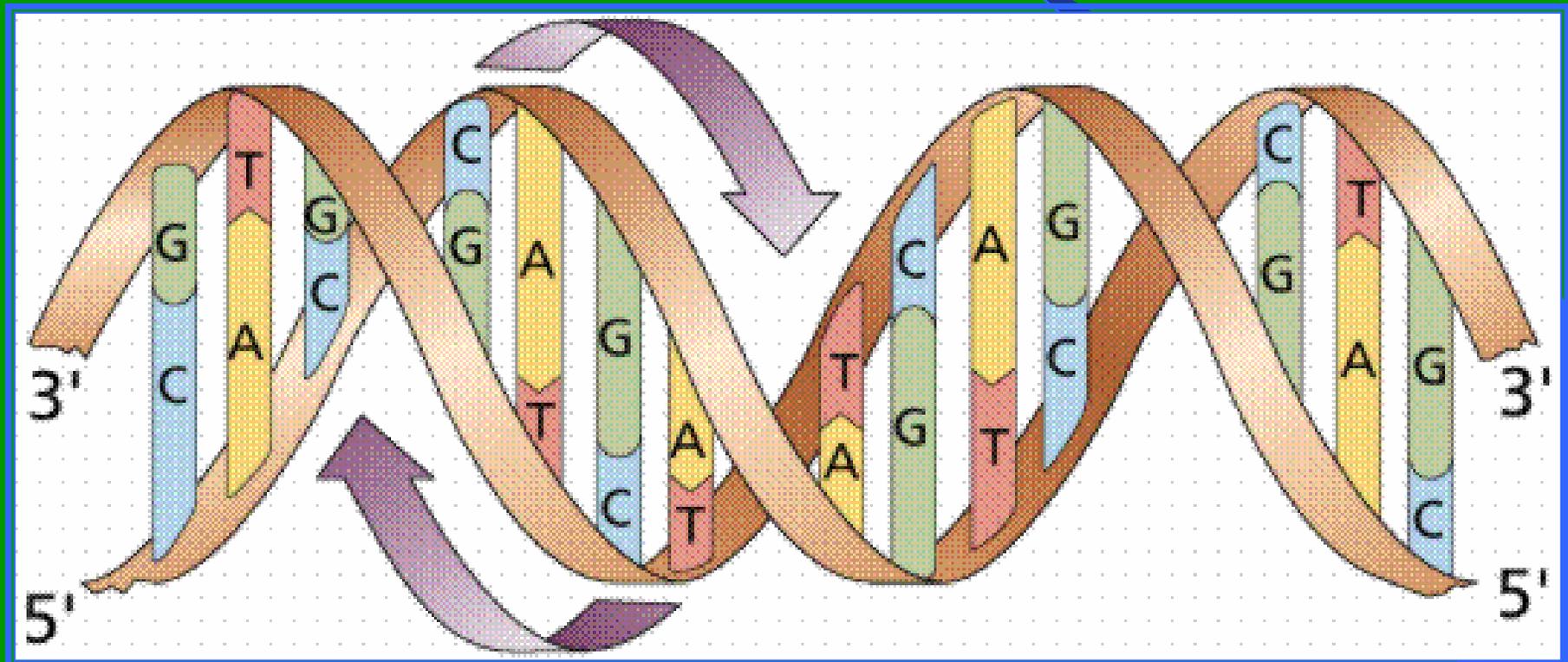


# 核苷酸(ribonucleotide)



- 核苷酸的结构：  
←磷酸酯键  
{ 核苷/脱氧核苷  
磷酸





# 复制(replication)

是指遗传物质的传代，以母链DNA为模板合成子链DNA的过程。



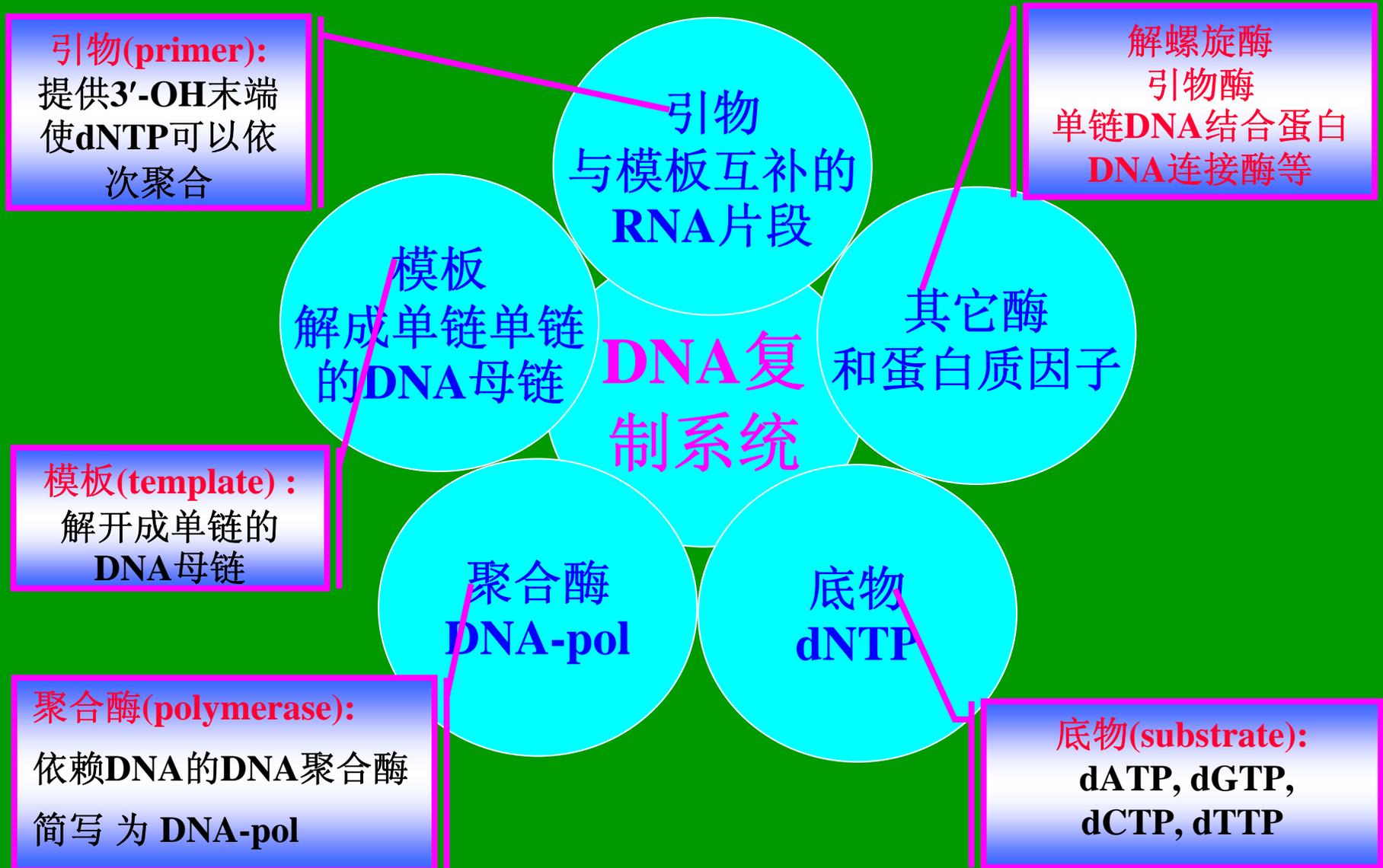
亲代DNA

复制



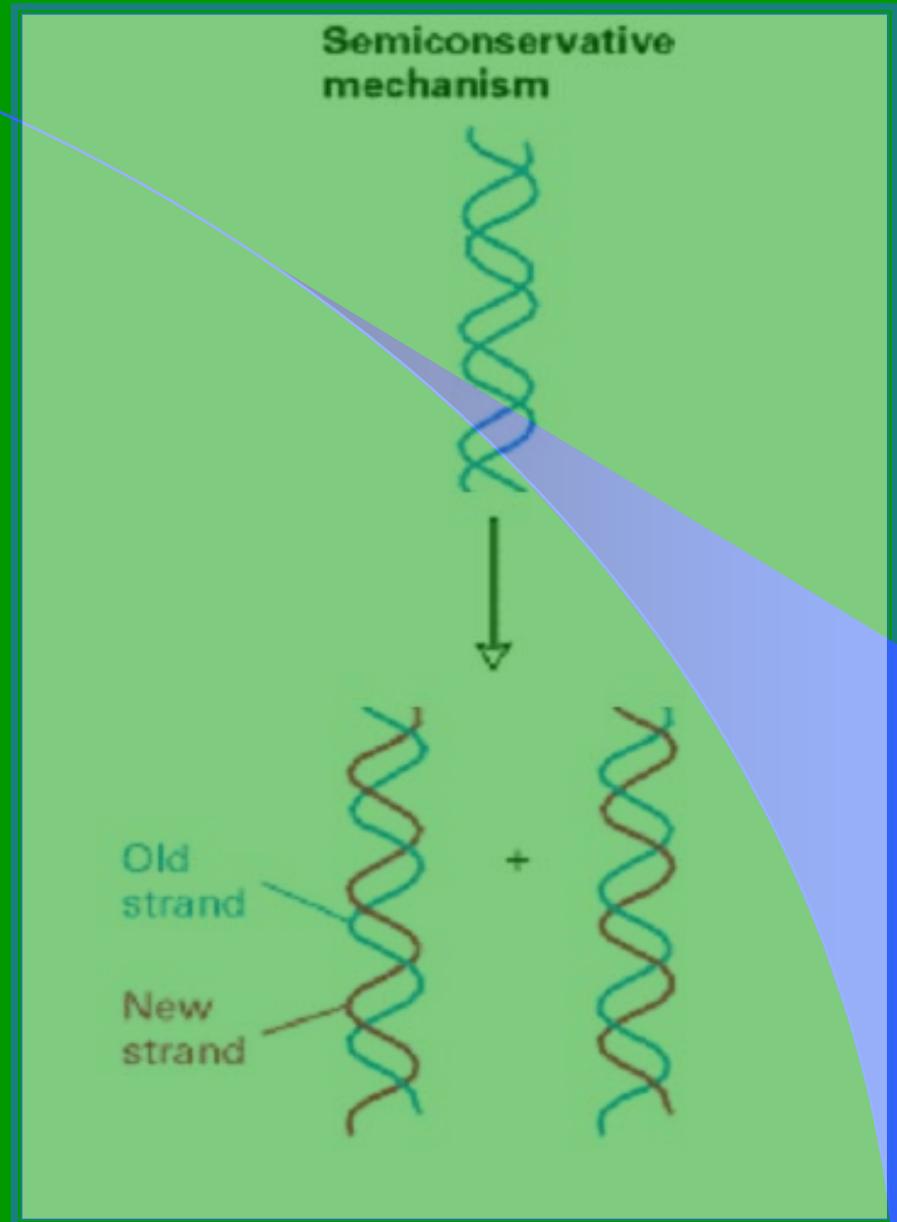
子代DNA

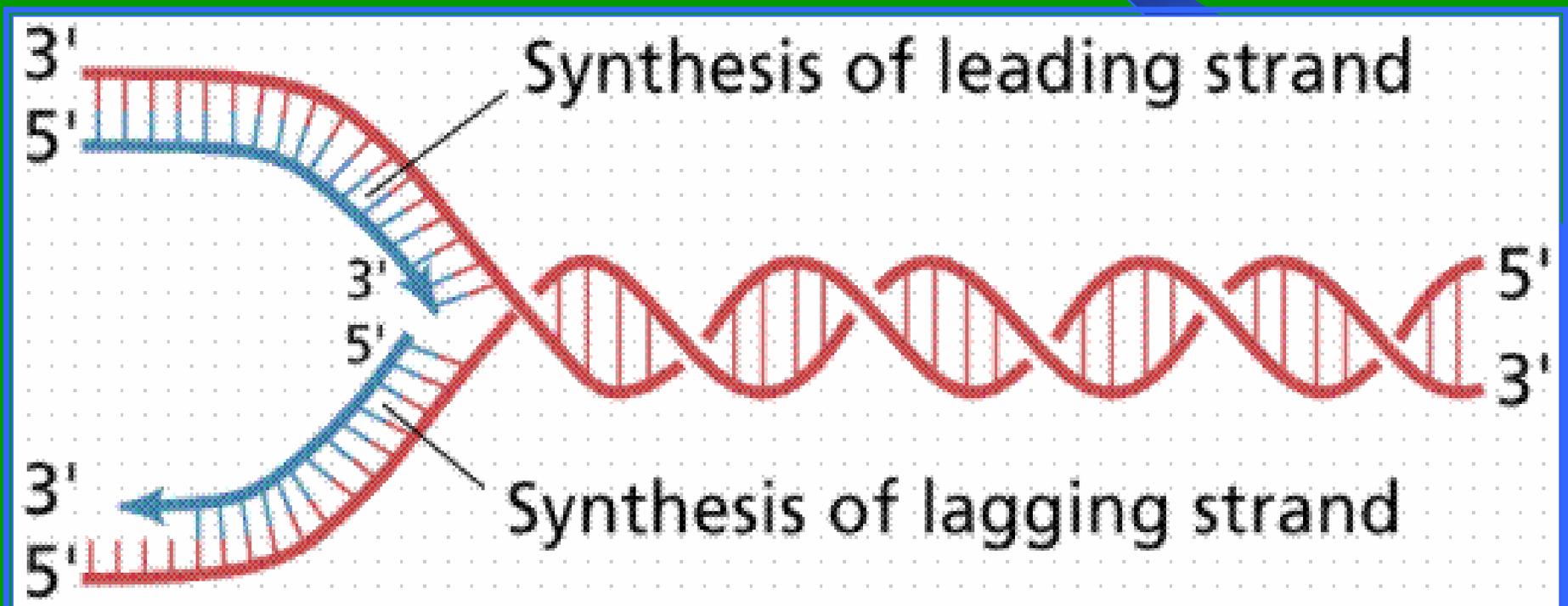
# 参与DNA复制的物质



半保留复制:

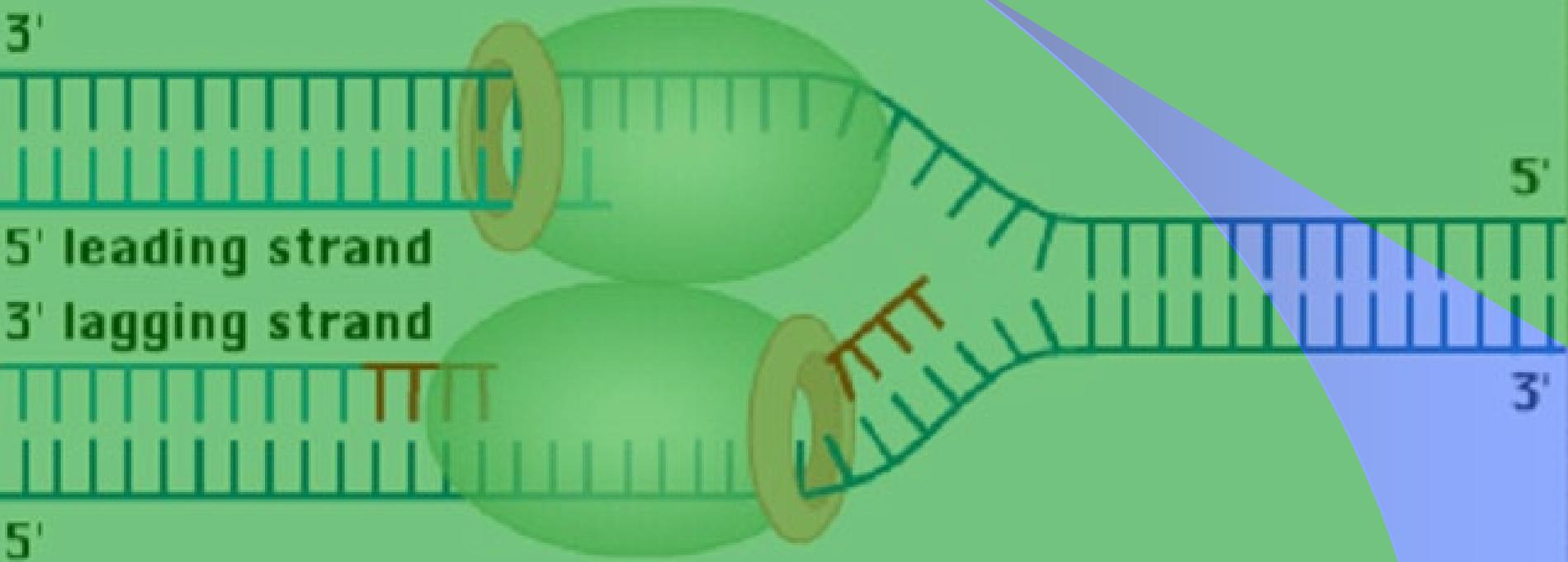
新DNA分子中的  
两条链, 一条来自  
亲代DNA分子, 另  
一条是新合成的





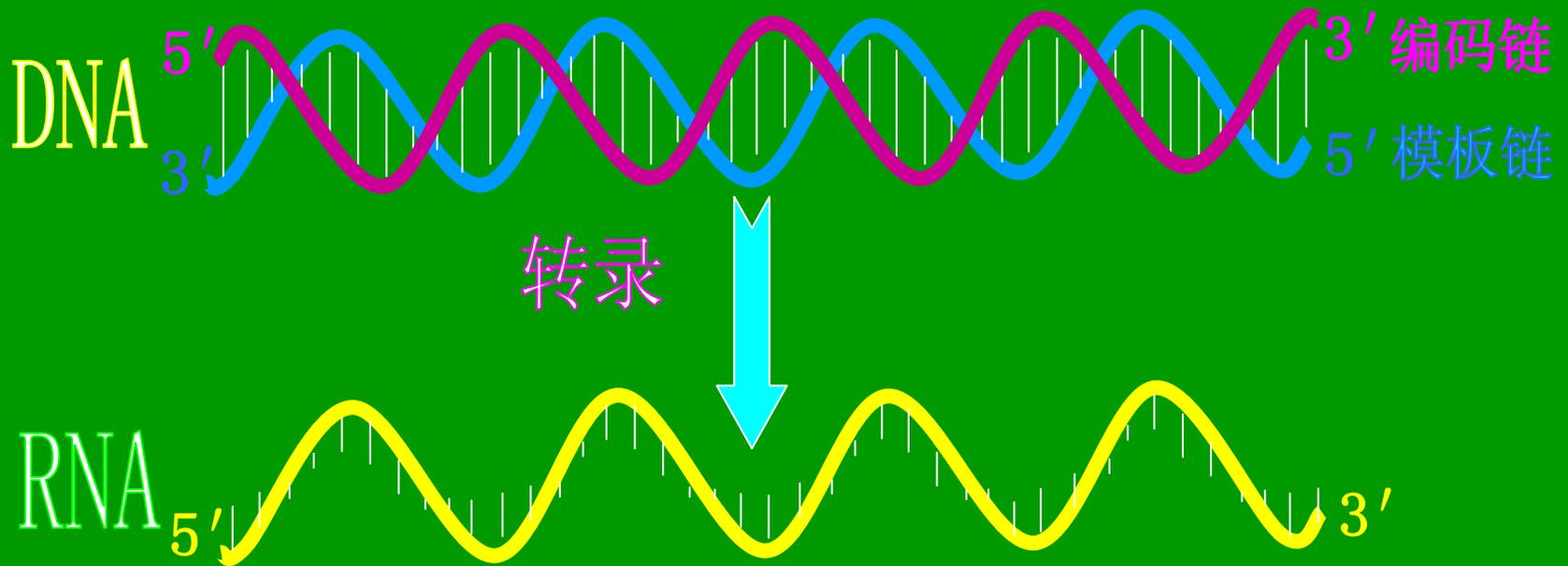
Synthesis of leading strand

Synthesis of lagging strand



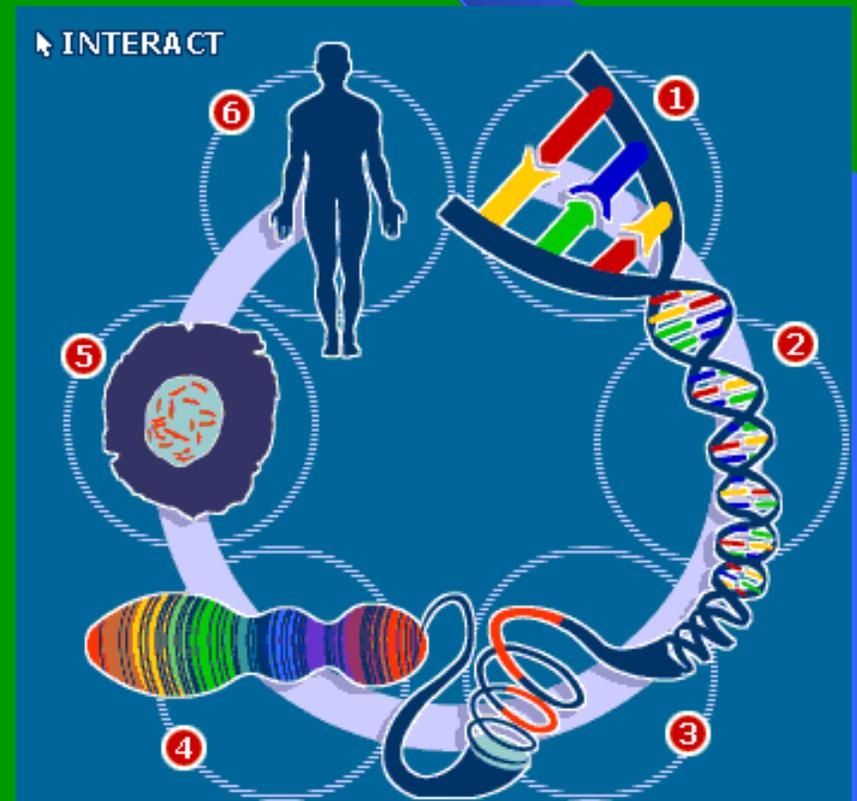
# 转录 (transcription)

- ◆ 生物体以DNA为模板合成RNA的过程。



- ◆ 此过程把DNA的碱基序列转抄成RNA。

# 基因（组）与遗传：



# 从遗传学史的角度看，基因概念大致分 以下几个阶段

- 泛基因（或者称前基因）阶段
- 孟德尔的遗传因子阶段
- 摩尔根的基因阶段
- 顺反子阶段
- 操纵子阶段
- 现代基因阶段

# 现代基因阶段

## ——重新认识基因的阶段

- 基因是DNA分子中含有特定遗传信息的一段核苷酸序列，是遗传物质的最小功能单位
- 对于编码蛋白质的结构基因来说，基因是决定一条多肽链的DNA片段

# 根据其是否具有转录和翻译功能可以把基因分为三类

- 第一类是编码蛋白质的基因，它具有转录和翻译功能，包括编码酶和结构蛋白的结构基因以及编码阻遏蛋白的调节基因
- 第二类是只有转录功能而没有翻译功能的基因，包括tRNA基因和rRNA基因
- 第三类是不转录的基因，它对基因表达起调节控制作用，包括启动基因和操纵基因

# 基因组 (genome)

- 基因组:

细胞内遗传信息的携带者DNA的总体

- 基因组中不同的区域具有不同的功能:

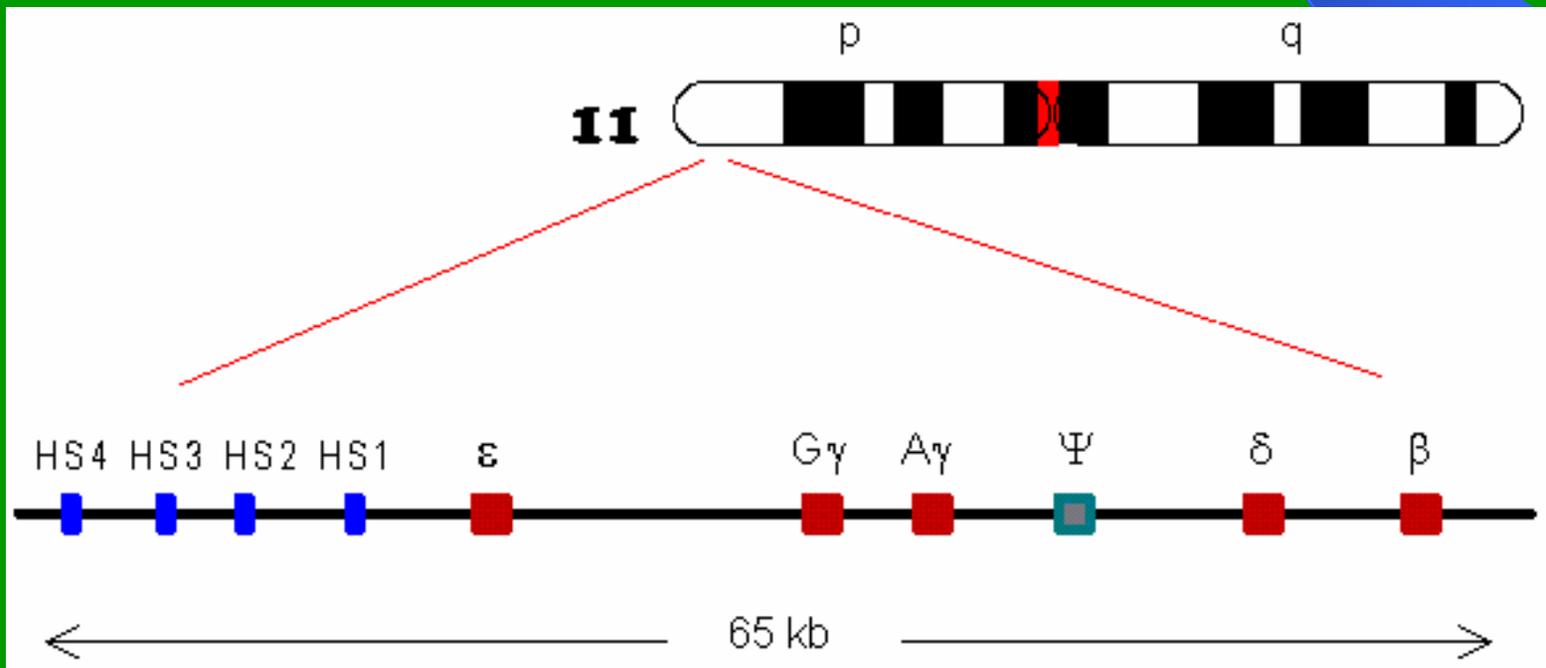
- ◎ 有些区域编码蛋白质的结构基因

- ◎ 有些区域复制及转录的调控信号

- ◎ 有些区域的功能尚不清楚

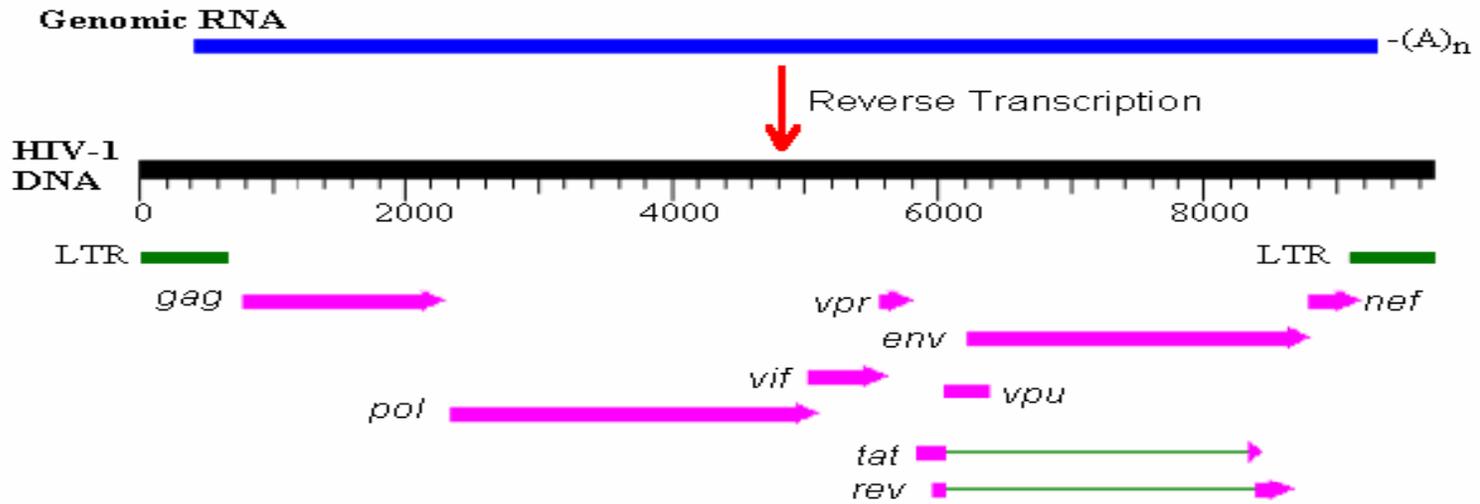
# 基因组的结构

- 不同的功能区域（DNA fragment）在整个DNA分子中的分布情况



# 基因组结构

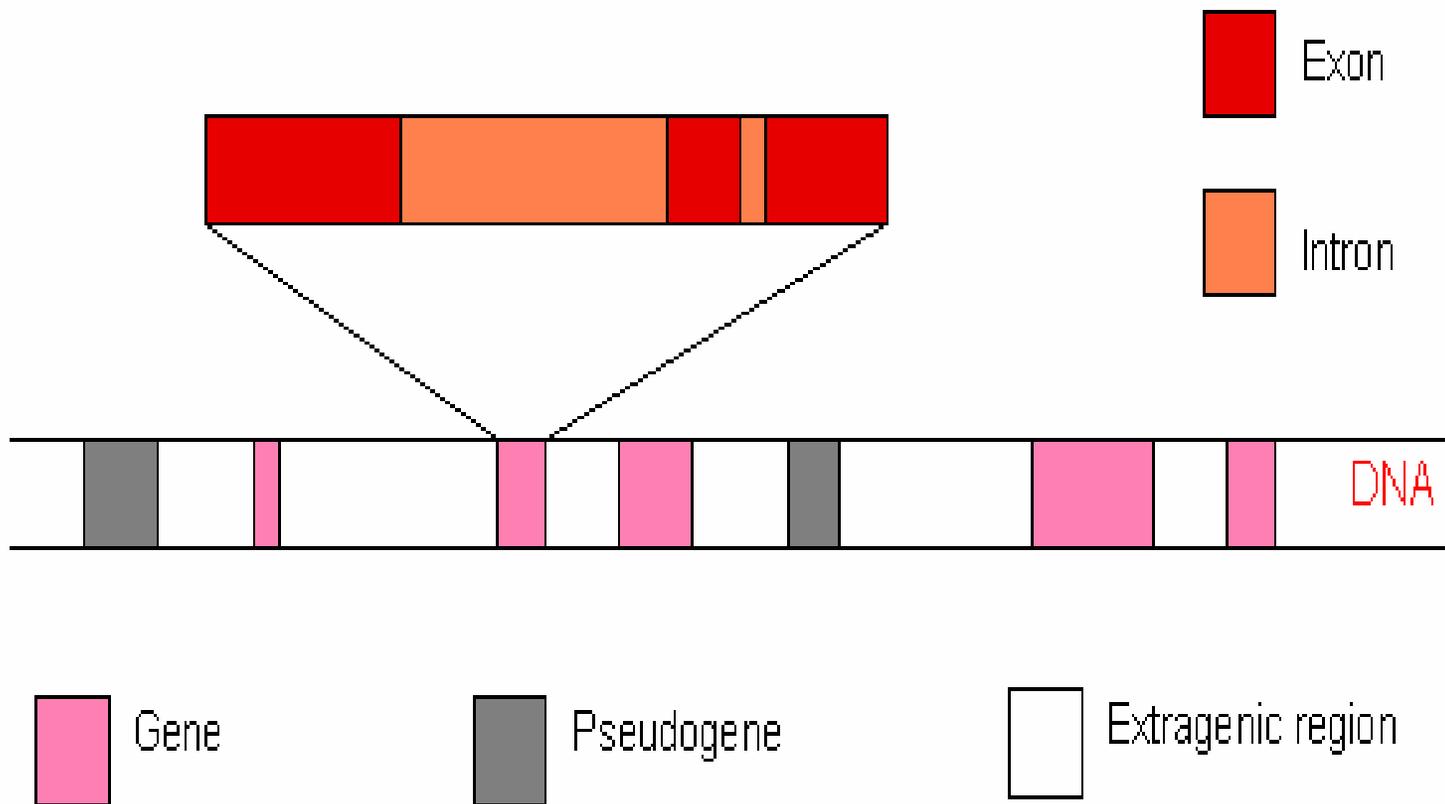
## (a) HIV-1



## (b) Retroviral DNA



# 基因组结构



## 二、二十一世纪是现代生命科学的世纪

## 二、二十一世纪是现代生命科学的世纪

- 生物学是当代自然科学中发展最迅速、对人类的生存和自身发展影响最大的学科领域之一。统计美国“科学引文索引 (SCI)”收录的4500余种学术刊物，发现有2350种左右为生物学相关杂志！统计全世界引用指数 (Impact factor, IF) 在10以上的超一流学术刊物，也发现80%左右 (97年48种刊物中有38种) 是生物学相关刊物。

表1. 引用指数IF在10以上的自然科学刊物分科比较

学 科	杂志总数	平均引用 指数	>30杂志数
总 论	3	17.8	0
化 学	2	11.8	0
物 理	5	22.0	2
数 学	1	18.2	0
生 物	38	19.1	7

分析1997年SCI收录的4500种期刊的IF发现:

Cell 48.0      Nature 28.4      Science 24.1

# 21<sup>st</sup> century crisis for human living

- 化石资源的枯竭与环境污染压力
- 人口压力与可持续发展
- 食物危机与生态恶化
- 森林锐减与土壤沙漠化扩大趋势
- 重大传染性疾病和老年病对健康与长寿威胁

# 前景与预测

- 基于碳氢化合物经济正转变为基于碳水化合物经济
- 物理学和化学时代转变为生物学时代
- 工业革命世纪转变到生物技术世纪
- 生命科学的进步与生物技术的发展带动生物经济的发展是人类实现可持续发展的必然选择。

# 现代现代基因工程中的主要里程碑

- 研究核酸、蛋白质等所有生物大分子的形态、结构特征及其规律性和相互关系的科学，是人类从分子水平上真正揭开生物世界的奥秘，由被动地适应自然界转向主动地改造和重组自然界的基础学科。
- 当人们意识到同一生物不同世代之间的连续性是由生物体自身所携带的遗传物质所决定的，科学家为揭示这些遗传密码所进行的努力就成为人类征服自然的一部分，成为现代科学中最具活力的学科领域。

1910年，德国科学家**Kossel**第一个分离了腺嘌呤，胸腺嘧啶和组氨酸。

**Griffith (1928)** 及 **Avery (1944)** 等人关于致病力强的光滑型（S型）肺炎链球菌DNA导致致病力弱的粗糙型（R型）细菌发生遗传转化的实验；

**Hershey和Chase (1952)** 关于DNA是遗传物质的实验；

**Crick**于1954年所提出的遗传信息传递规律（即中心法则）

Meselson和Stahl (1958) 关于DNA半保留复制的实验

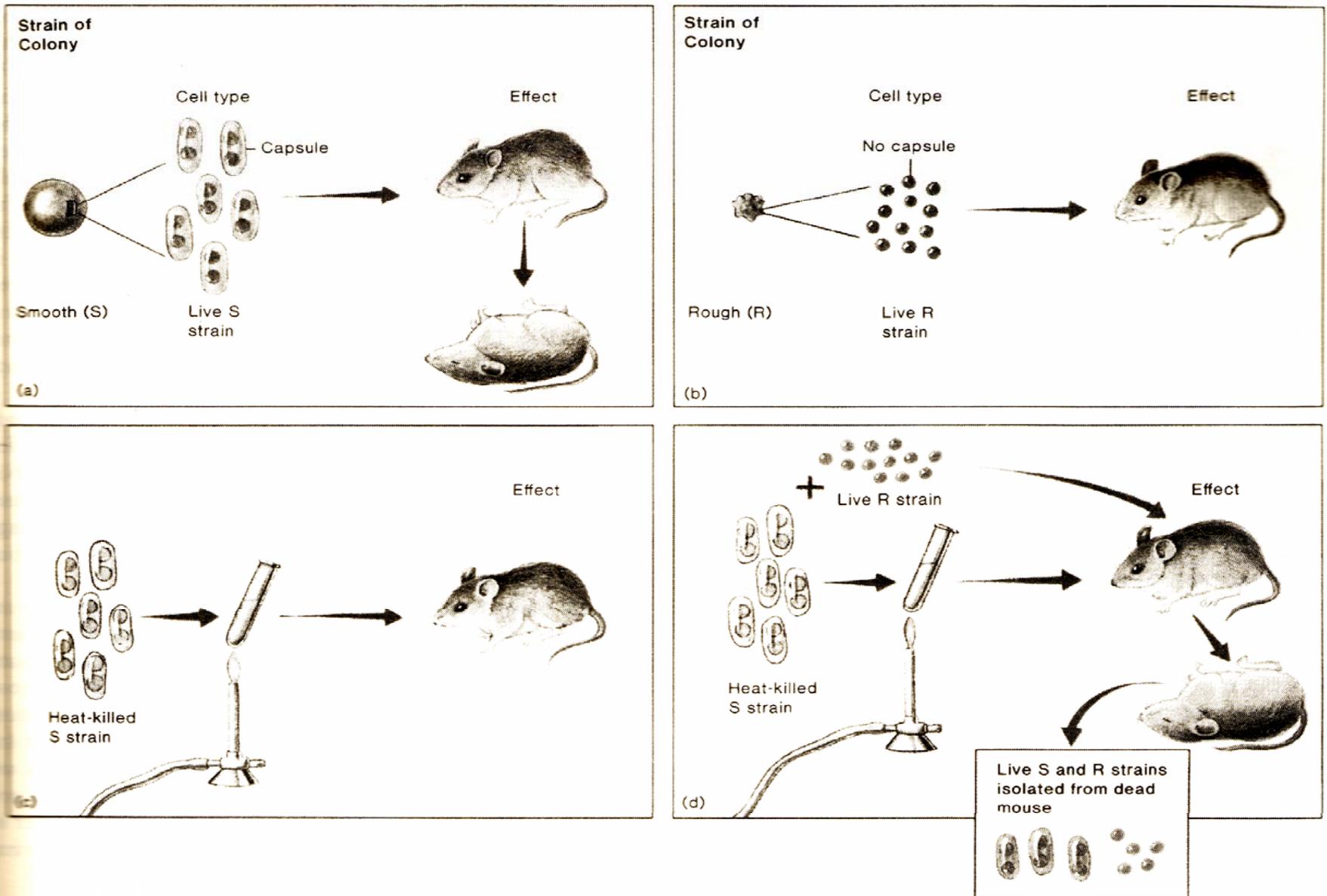
1959年，美国科学家**Uchoa**第一次合成了核糖核酸，实现了将基因内的遗传信息通过RNA翻译成蛋白质的过程。同年，**Kornberg**实现了试管内细菌细胞中DNA的复制。

**Yanofsky和Brener (1961)** 年关于遗传密码三联子的设想。

1962年，Watson (美) 和 Crick (英) 因为在1953年提出DNA的反向平行双螺旋模型而与**Wilkins**共获Noble生理医学奖，后者通过X射线衍射证实了Watson-Crick模型。

DNA双螺旋模型提出为分子生物学产生标志。

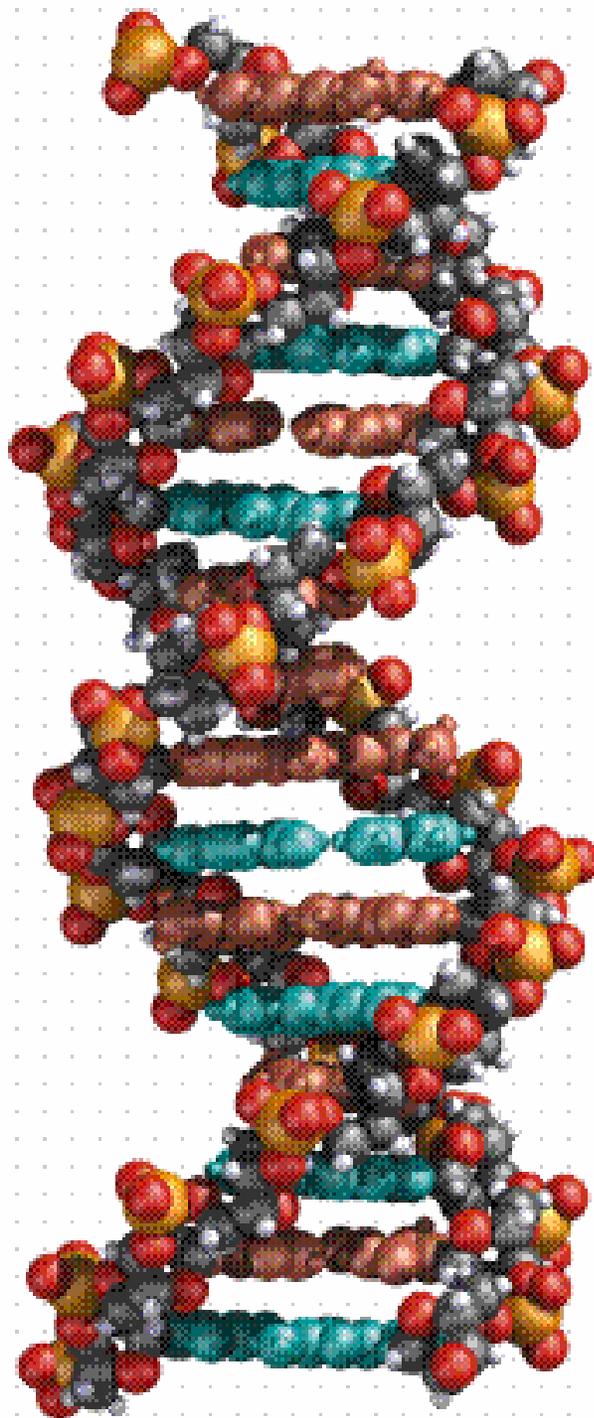


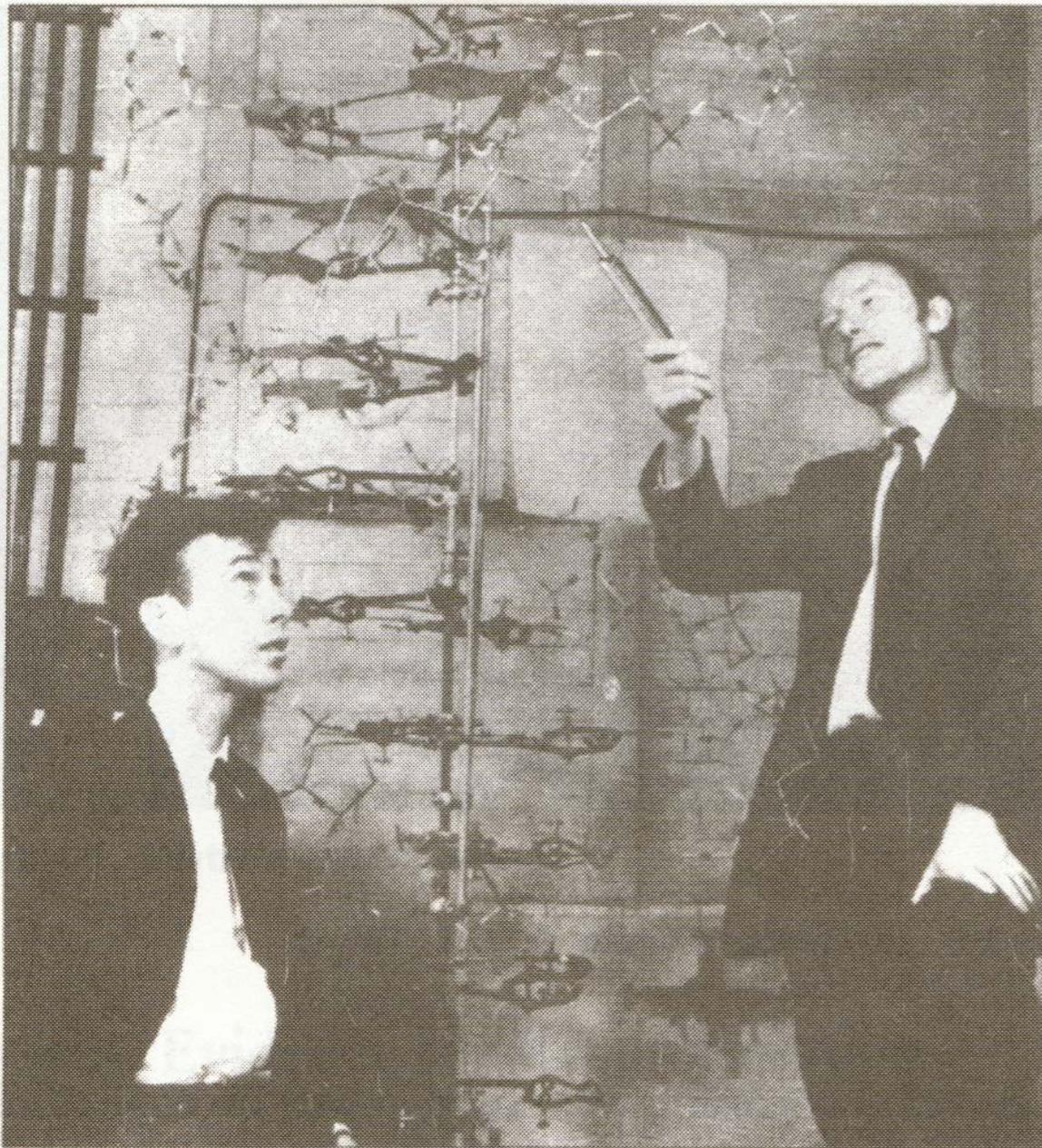


**Figure 2.2 Griffith's transformation experiments.** (a) Virulent strain S *S. pneumoniae* kill their host; (b) avirulent strain R bacteria cannot infect successfully, so the mouse survives; (c) strain S bacteria that are heat-killed can no longer infect; (d) a mixture of strain R and heat-killed strain S bacteria kills the mouse. The killed virulent (S) bacteria have transformed the avirulent (R) bacteria to virulent (S).



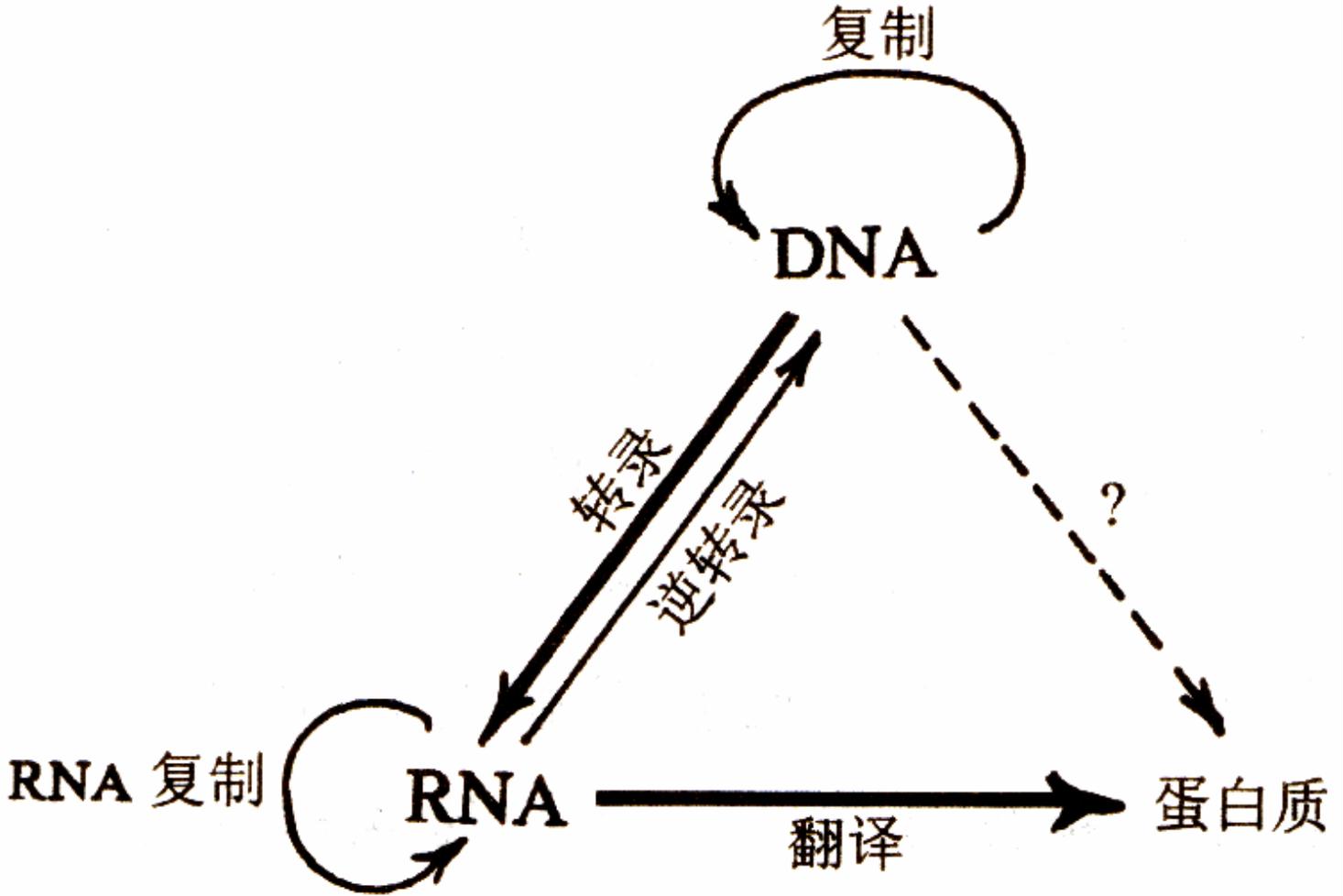
# DNA双螺旋结构模型，1953

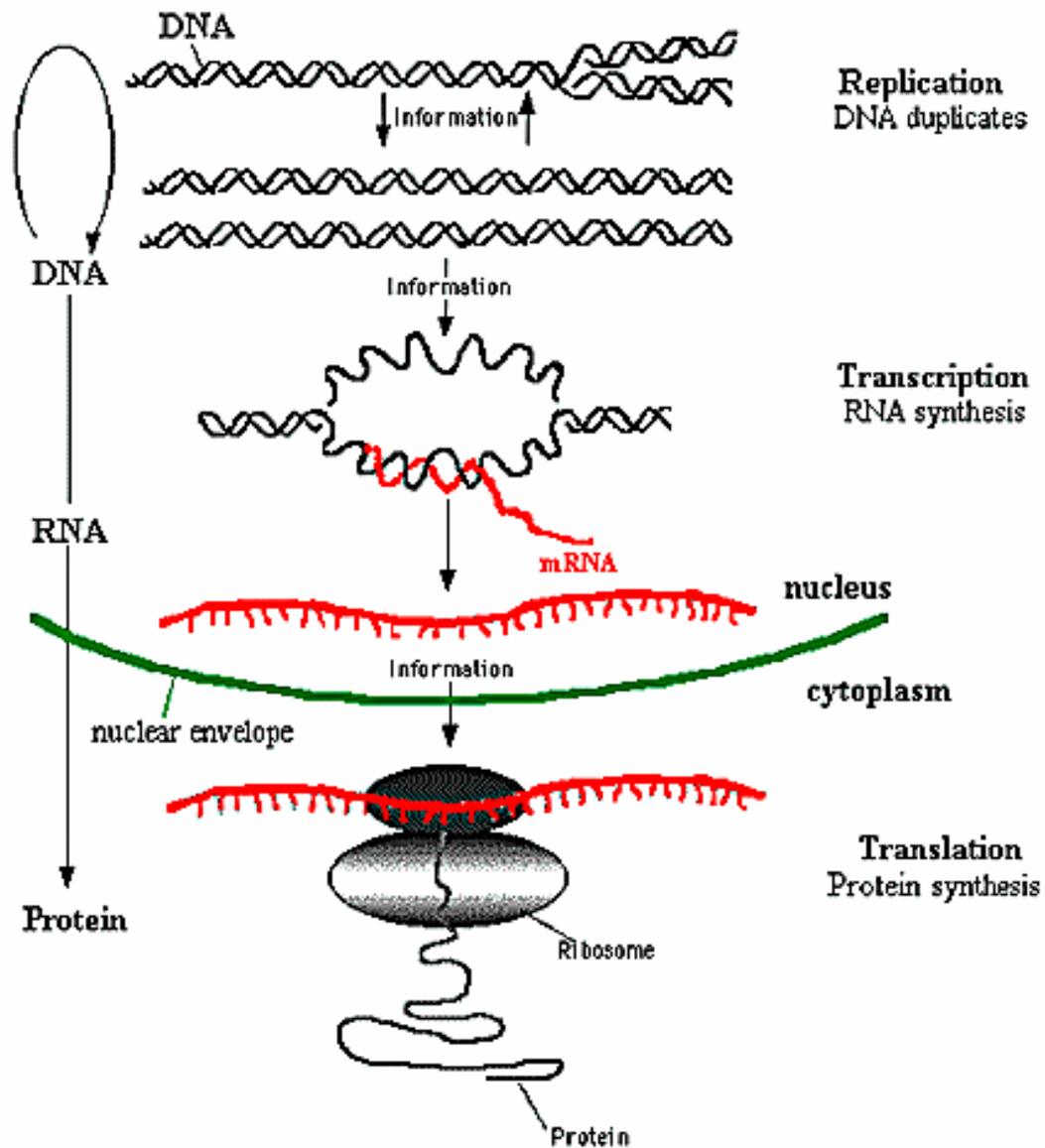




**Figure 1.9 James Watson (left) and Francis Crick.**







**The Central Dogma of Molecular Biology**

### 三、基因工程的概念、内容与发展概况

# 三、基因工程的概念、内容与发展概况

## （一）基因工程的概念

■ 基因工程：运用酶学方法，将外源基因与载体DNA在体外进行重组，将形成的重组DNA转入受体细胞，使外源基因在其中复制表达，从而改造生物特性，生产出人类所需要的产物的高新技术。

。

### 三、基因工程的概念、内容与发展概况

#### ■ 食品基因工程：

利用基因工程的技术和手段，在分子水平上定向重组遗传物质，以改良食品的品质和性状，提高食品的营养价值、贮藏加工性状以及感官性状的技术。

## (二) 基因工程的主要内容

概括起来，基因工程的操作过程一般分4个步骤。

- 获得目的基因；
- 将目的基因与载体连接形成重组DNA；
- 将重组DNA导入受体细胞；
- 筛选出能表达目的基因的受体细胞

组织或细胞染色体DNA

限制性内切酶

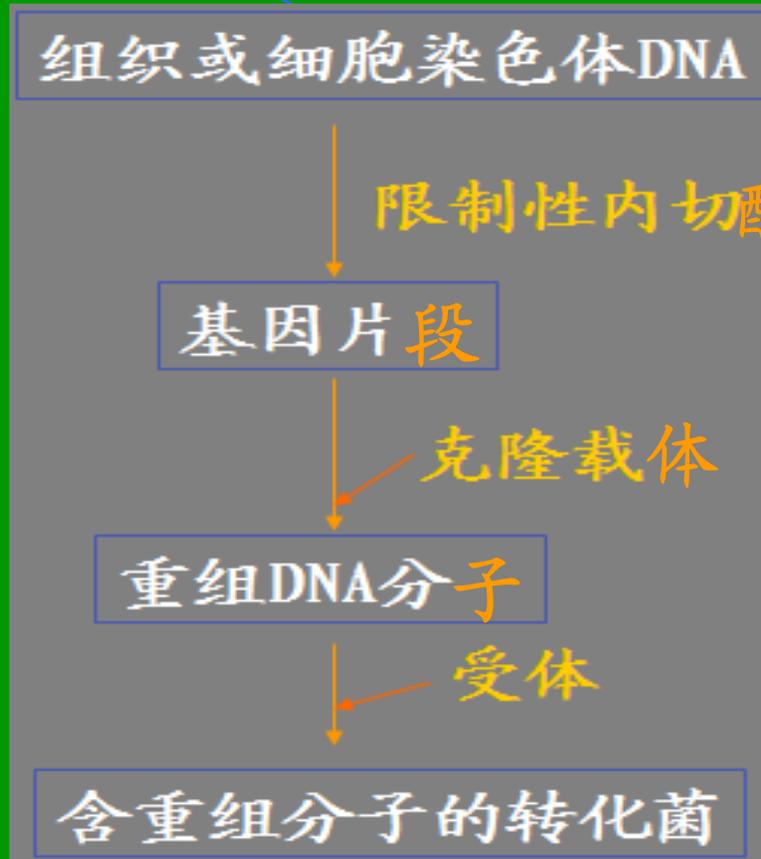
基因片段

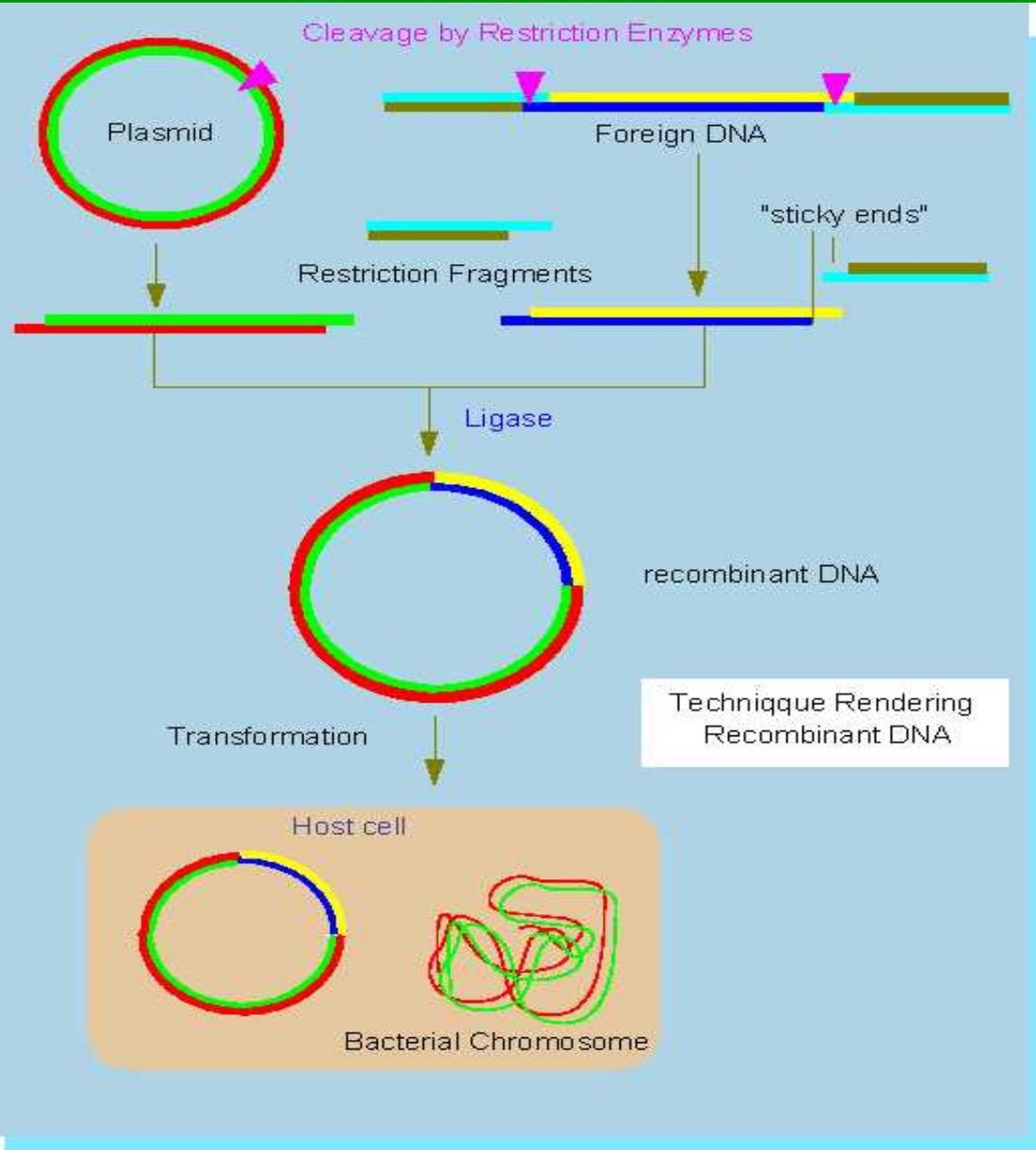
克隆载体

重组DNA分子

受体

含重组分子的转化菌



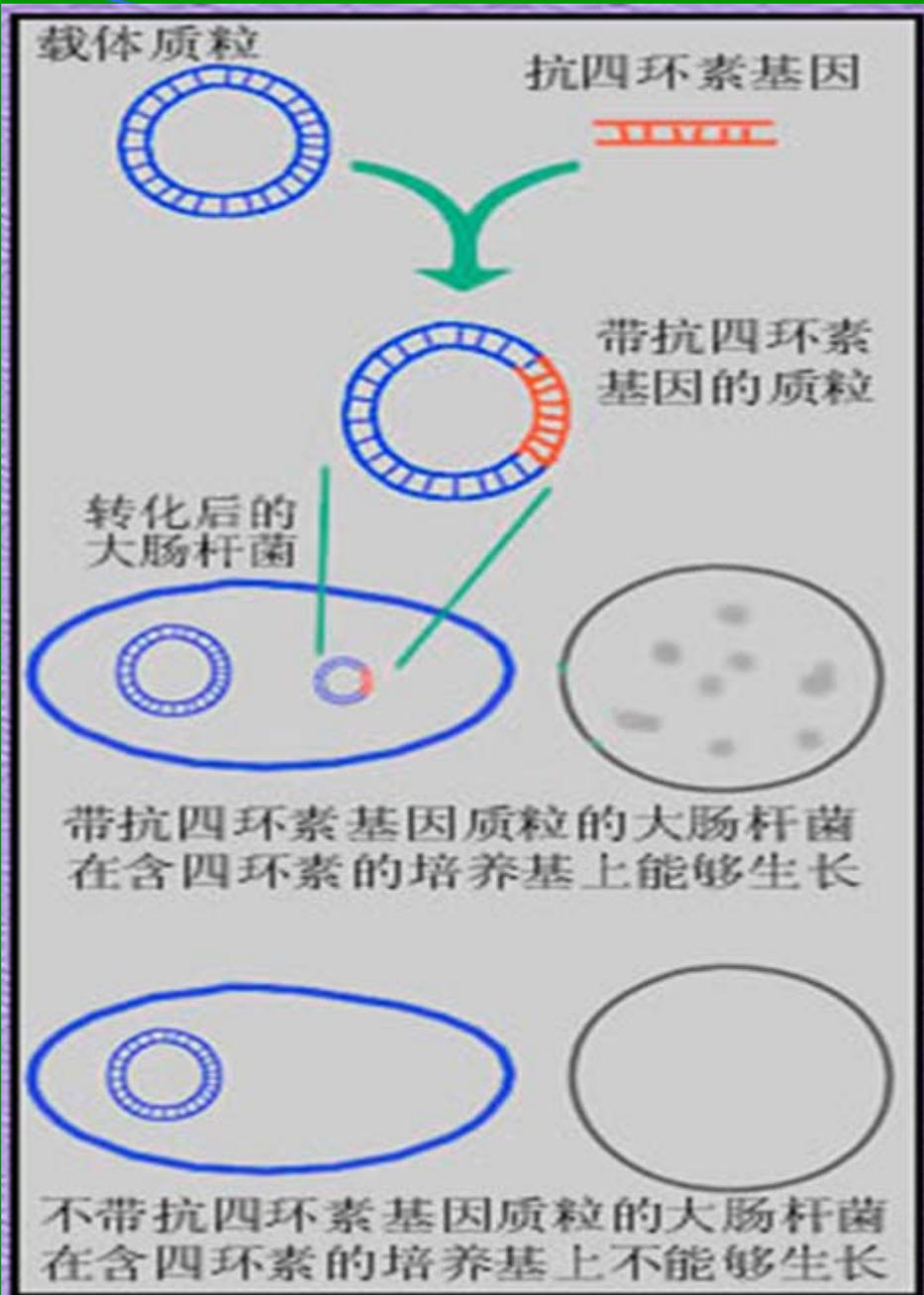


- 
-

### (三) 基因工程的发展概况

1972年，Berg等首次用限制性内切酶 *EcoRI* 切割病毒SV40 DNA和λ噬菌体DNA，经过连接，组成重组DNA分子。

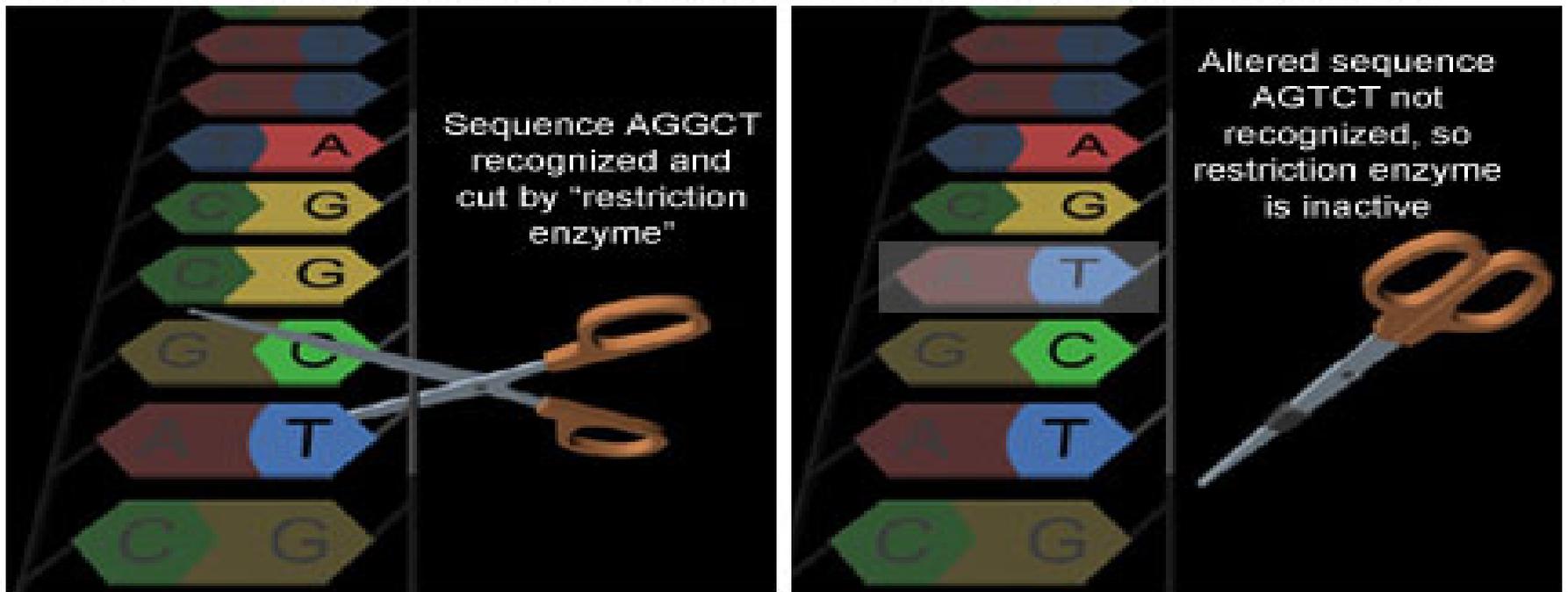
1973年，Cohen将伤寒沙门氏菌抗链霉素质粒与大肠杆菌抗四环素质粒在体外重组，获得异源的重组质粒DNA，并把重组质粒导入大肠杆菌中，建立了抗四环素和抗链霉素的大肠杆菌克隆体。



第一例基因工程实验

1972年美国加州大学的Boyer从大肠杆菌中发现了一种能够在特定位置上切割DNA分子的酶即限制性内切酶

Figure Y-3: Restriction Enzymes Are Sequence Specific



### (三) 基因工程的发展概况

1986年美国 and 法国的科学家在世界上第一次进行了抗除草剂转基因烟草的田间实验。

经过几十年的发展，基因工程技术已走出实验室，基因工程技术的应用已发展成为一个巨大的产业，基因工程在农业、医药、食品、环保等领域已显示出巨大的应用价值。

### (三) 基因工程的发展概况

在农业上，基因工程发展速度势头强劲。据统计，2000年全球转基因作物种植面积由1996年的170万 $\text{hm}^2$ ，增加到4 420万 $\text{hm}^2$ ，增加了25倍之多。

2000年美国、加拿大、阿根廷、中国4个国家转基因作物的种植面积占全球种植面积的99.9%。

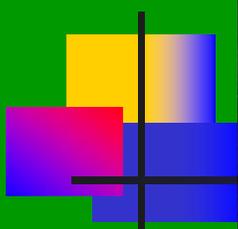
全世界转基因作物按种植面积排序分别为大豆、玉米、棉花、油菜籽。

### (三) 基因工程的发展概况

我国的农业基因工程研究于20世纪80年代初期开始启动，并于20世纪80年代中期开始将生物技术列入国家“863”高科技发展计划。

我国正在研究的转基因植物种类达47种以上，涉及各类基因103个以上。

目前我国被批准进行商品化生产的**6种转基因植物**：转基因耐贮藏的番茄、转查尔酮合成酶基因矮牵牛、抗病毒甜椒、抗病毒番茄、抗虫棉花和保龄棉等。



# DNA重组技术有着广阔的应用前景：

DNA重组技术可用于定向改造某些生物基因组结构，使它们所具备的特殊经济价值或功能得以成百上千倍地提高。

DNA重组技术还被用来进行基础研究。

如果说，研究的核心是遗传信息的传递和控制，那么根据中心法则，我们要研究的就是DNA到RNA，再到蛋白质的全过程，也即基因的表达与调控。在这里无论是对启动子的研究（包括调控元件或称顺式作用元件），还是对转录因子的克隆及分析，都离不开重组DNA技术的应用。

## 四、基因表达调控

因为蛋白质分子参与并控制了细胞的一切代谢活动，而决定蛋白质结构和合成时序的信息都由核酸（主要是脱氧核糖核酸）分子编码，表现为特定的核苷酸序列，所以基因表达实质上就是遗传信息的转录和翻译。

在个体生长发育过程中生物遗传信息的表达按一定的时序发生变化（时序调节），并随着内外环境的变化而不断加以修正（环境调控）。

## 四、基因表达调控

(1) 原核生物的基因组和染色体结构都比真核生物简单，转录和翻译在同一时间和空间内发生，基因表达的调控主要发生在转录水平。

(2) 真核生物有细胞核结构，转录和翻译过程在时间和空间上都被分隔开，且在转录和翻译后都有复杂的信息加工过程，其基因表达的调控可以发生在各种不同的水平上。基因表达调控主要表现在信号传导研究、转录因子研究及RNA剪辑三个方面。

转录因子是一群能与基因5'端上游特定序列专一结合，从而保证目的基因以特定的强度在特定的时间与空间表达的蛋白质分子。

真核基因在结构上的不连续性是近10年来生物学上的重大发现之一。当基因转录成pre-mRNA后，除了在5'端加帽及3'端加多聚A[polyA]之外，还要将隔开各个相邻编码区的内含子剪去，使外显子（编码区）相连后成为成熟mRNA。

研究发现，有许多基因不是将它们的内含子全部剪去，而是在不同的细胞或不同的发育阶段有选择地剪接其中部分内含子，因此生成不同的mRNA及蛋白质分子。

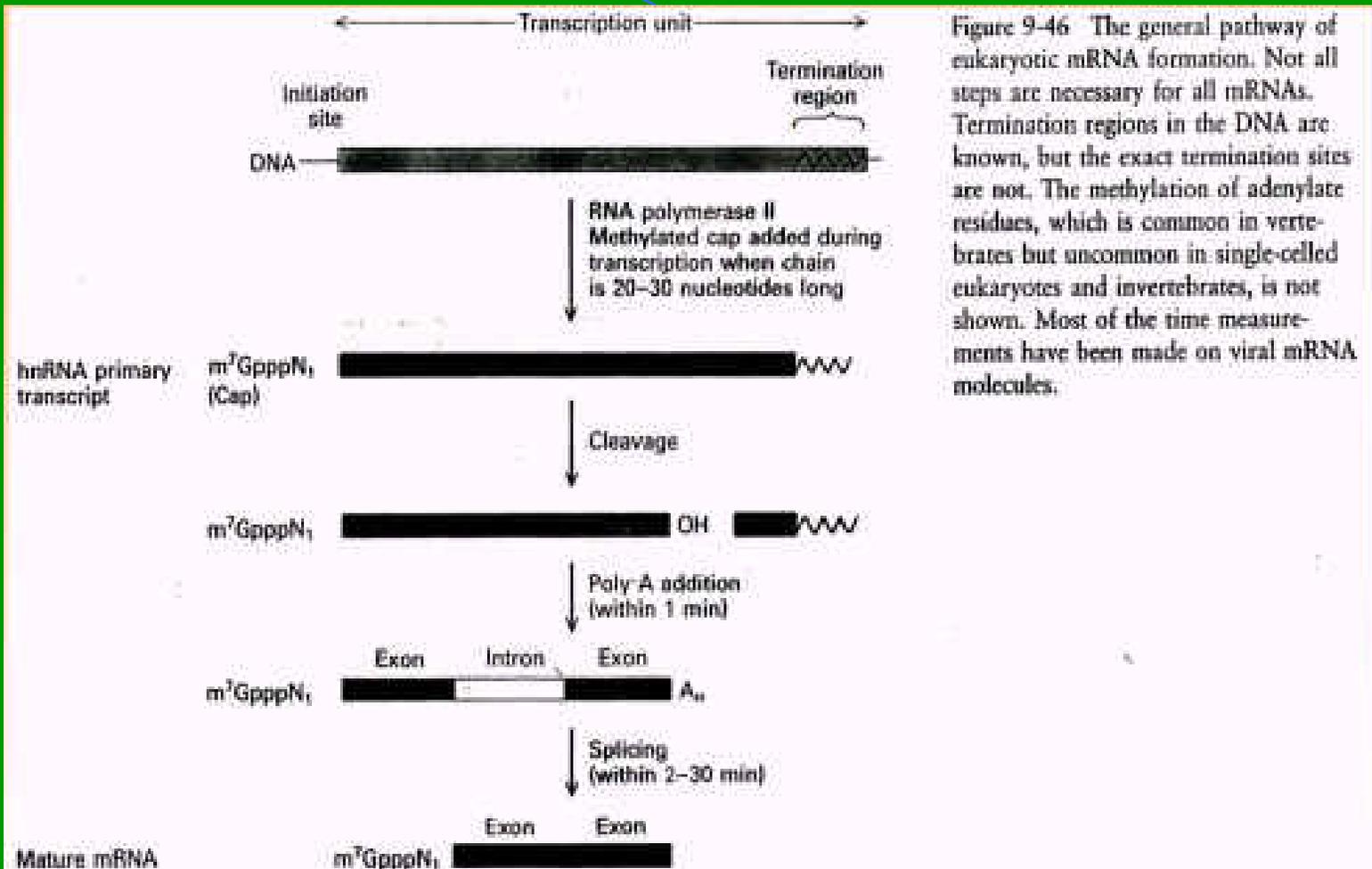
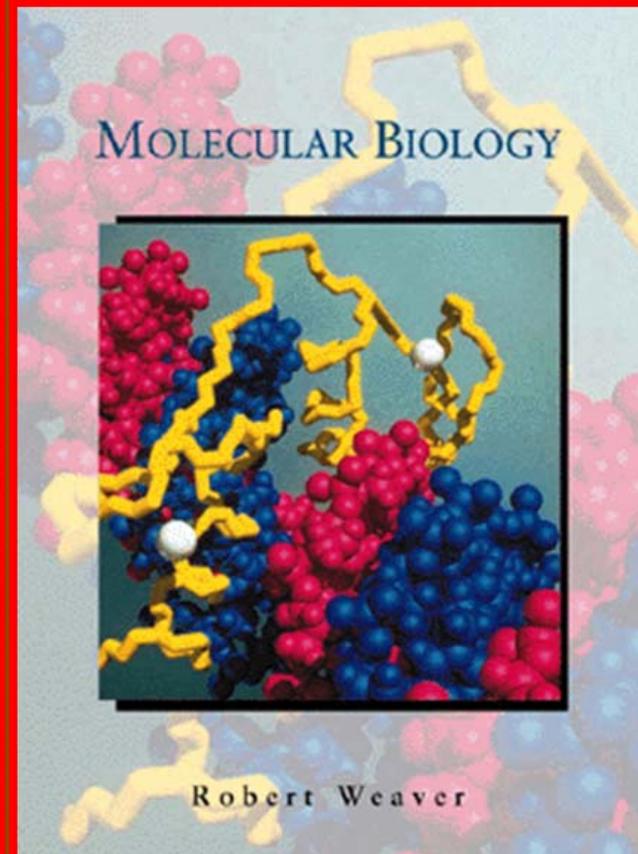
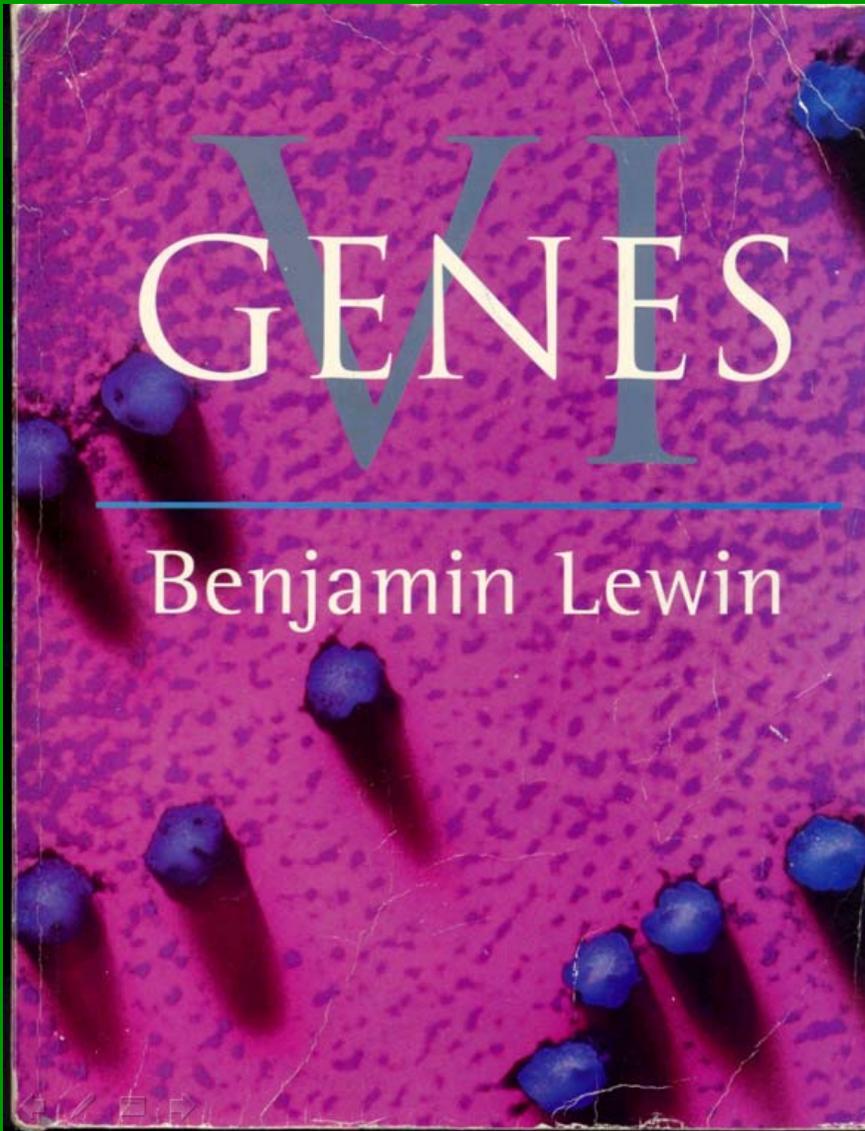


Figure 9-46 The general pathway of eukaryotic mRNA formation. Not all steps are necessary for all mRNAs. Termination regions in the DNA are known, but the exact termination sites are not. The methylation of adenylate residues, which is common in vertebrates but uncommon in single-celled eukaryotes and invertebrates, is not shown. Most of the time measurements have been made on viral mRNA molecules.

参考教材



高等院校选用教材系列·生物类

# 分子遗传学

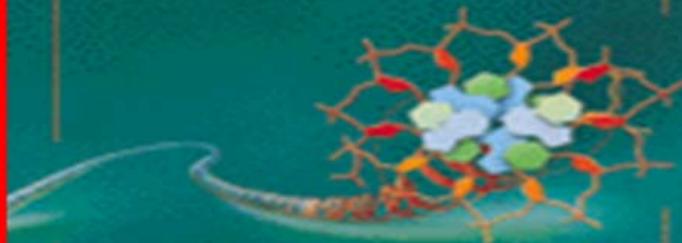
李振刚 编著



科学出版社

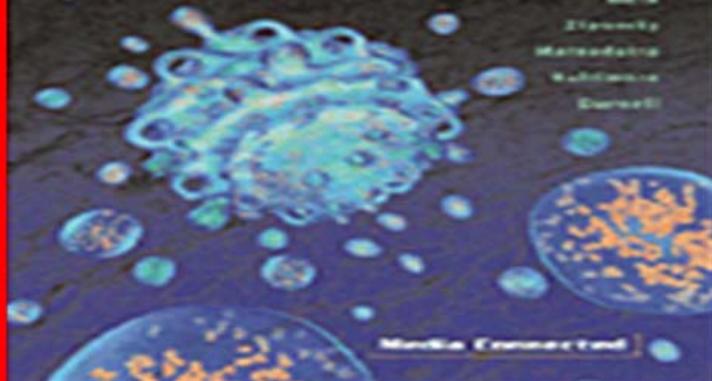
## BIOCHEMISTRY

FIFTH EDITION



## MOLECULAR CELL BIOLOGY

Lehlib  
Mullis  
Stambeck  
Mullendore  
Kublanow  
Durrell



Media Connected

**中国生物信息:** <http://www.biosino.org/>

**分子生物学信息网:** <http://www.37c.com.cn>

**生命科学商务网:** <http://www.e800b2b.com>

**生物软件网** <http://www.bio-soft.net/> [www.google.com](http://www.google.com)

**中华基因网:** <http://www.chinagenenet.com/>

**Celera Genomics Education (赛莱拉):**

<http://www.celera.com/genomics/geneed/c/c/geneed/geneed.cfm>

**Biology Animation Library (冷泉港):**

<http://vector.cshl.org/resources/BiologyAnimationLibrary.htm>

<http://vector.cshl.org/dnaftb/>

**Jeffrey Qinxi Shen's Page (沈庆喜教授):**

<http://www.unlv.edu/faculty/geffshen/>

**Beginner's Guide to Molecular Biology:**

<http://www.iacr.bbsrc.ac.uk/notebook/courses/guide/>

**Ergito (Genes VII 电子版):** <http://www.genes.net>

**Tutorials in Molecular Biology:** <http://www.locutus.lsic.ucla.edu/l3/tutorials/>

**Graphics Gallery from gene to function:**

<http://www.accessexcellence.org/AB/GC>

# 从事科研创新性工作的可贵品质

- “喜新厌旧”
- 喜欢冒险和富于挑战性的工作
- 好标新立异
- 极高的洞察力，不放过反常现象
- 突破常规的自信心，不迷信所谓权威
- 有新思维，有奇思妙想，常异想天开
- 极强的好奇心
- 不为名利所扰，矢志为兴趣而探索追求