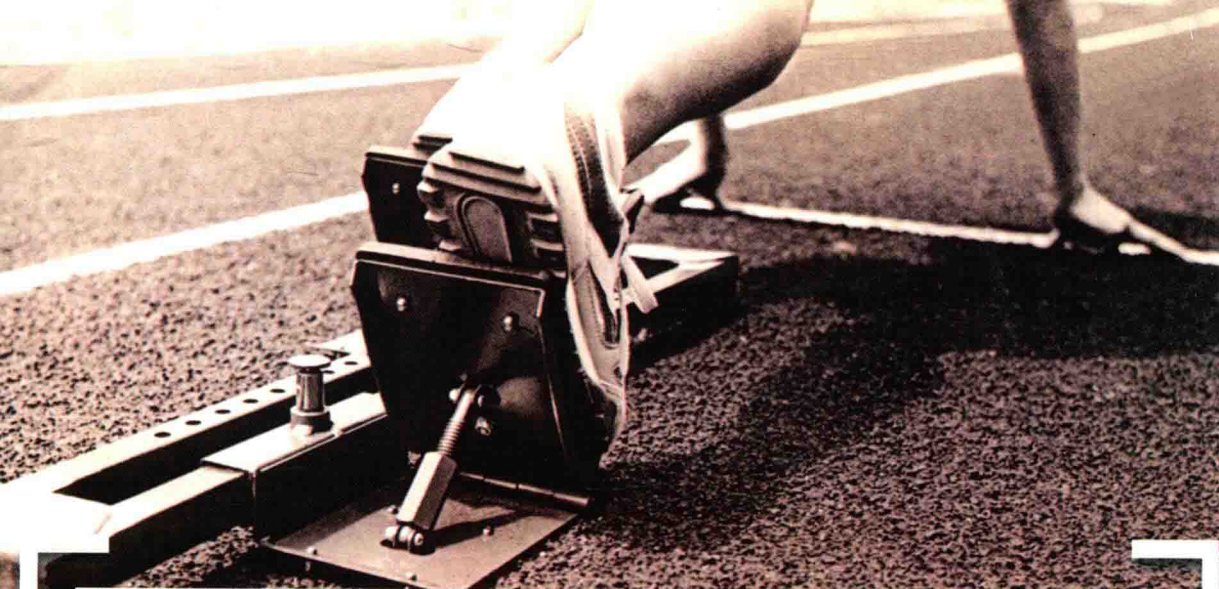




# 奥赛经典

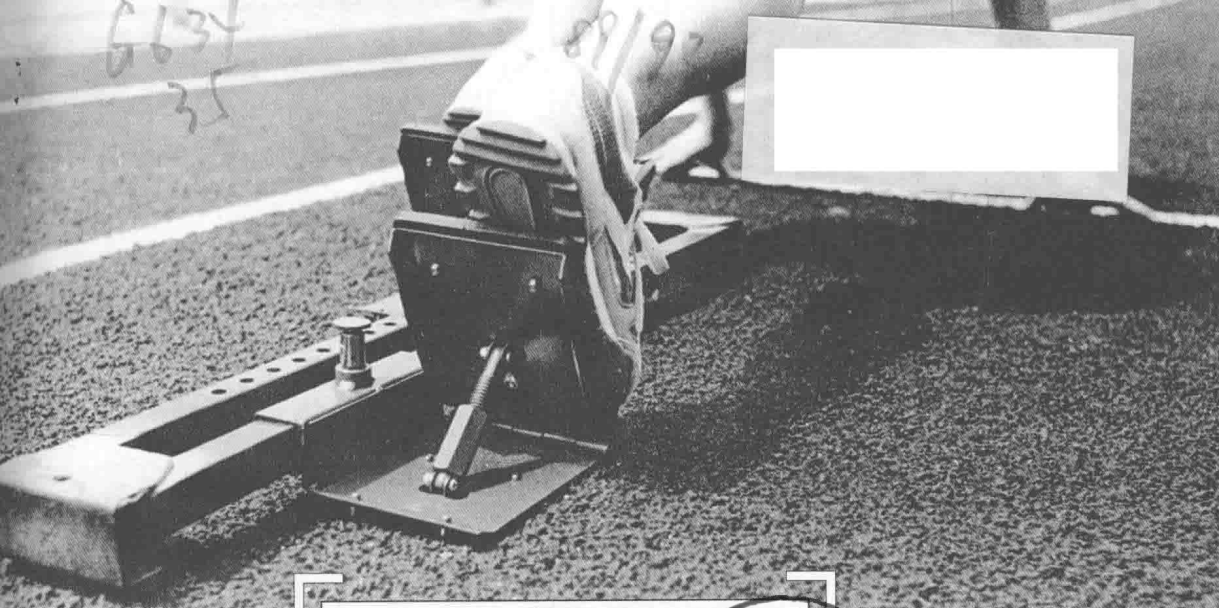
分级精讲与测试系列



## 高二生物

◇高建军 / 主编

◆湖南师范大学出版社



奥赛经典

分级精讲与测试系列

# 高二生物

◇高建军 / 主编

编写

高建军 陈新奇

张 鹏 段正军

◆湖南师范大学出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

分级精讲与测试系列·高二生物 / 高建军主编. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2004.5

(奥赛经典丛书)

ISBN 7-81081-430-3

I. 分... II. 高... III. 生物课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 038743 号

## 分级精讲与测试系列·高二生物

高建军 主编

◇丛书策划: 陈宏平 廖建军 周玉波 何海龙

◇组稿编辑: 何海龙

◇责任编辑: 刘琼琳

◇责任校对: 蒋旭东

◇出版发行: 湖南师范大学出版社

地址/长沙市岳麓山 邮编/410081

电话/0731.8853867 8872751 传真/0731.8872636

网址/[www.hunnu.edu.cn/press](http://www.hunnu.edu.cn/press)

◇经销: 湖南省新华书店

◇印刷: 长沙华中印刷厂

◇开本: 730×960 1/16

◇印张: 12.25

◇字数: 254 千字

◇版次: 2004 年 10 月第 1 版 2005 年 3 月第 2 次印刷

◇印数: 5001—10000 册

◇书号: ISBN 7-81081-430-3/G·278

◇定价: 13.00 元

# 目 录

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| <b>第六章 生物的遗传和变异</b> ..... | (1)   |
| 专题一 遗传的物质基础 .....         | (1)   |
| 专题二 遗传的基本规律 .....         | (26)  |
| 专题三 性别决定和伴性遗传 .....       | (64)  |
| 专题四 细胞质遗传 .....           | (77)  |
| 专题五 基因调控和基因工程 .....       | (86)  |
| 专题六 生物的变异 .....           | (97)  |
| 第六章参考答案 .....             | (113) |
| <b>第七章 生命的起源和进化</b> ..... | (115) |
| 专题一 生命的起源 .....           | (115) |
| 专题二 生物的进化 .....           | (120) |
| 专题三 人类的起源和发展 .....        | (128) |
| 第七章参考答案 .....             | (132) |
| <b>第八章 生物与环境</b> .....    | (133) |
| 专题一 生态因子 .....            | (133) |
| 专题二 种群 .....              | (147) |
| 专题三 群落 .....              | (159) |
| 专题四 生态系统 .....            | (169) |
| 专题五 人与生物圈 .....           | (183) |
| 第八章参考答案 .....             | (192) |

## 第六章 生物的遗传和变异

### 专题一 遗传的物质基础

#### 竞赛要点

#### 一、遗传的染色体学说

1903年萨顿和鲍维里提出了遗传的染色体学说,认为遗传因子(现称为基因)存在于染色体上。其要点是染色体和基因之间有平行现象,主要表现在:

- (1)染色体有一定的形态结构,每对基因在杂交中仍保持它们的完整性和独立性。
- (2)染色体成对存在,基因也成对存在。
- (3)个体中成对的基因一个来自母本,一个来自父本,染色体也是如此,两个同源染色体分别来自父本和母本。
- (4)不同基因对在形成配子时的分离与不同染色体在减数分裂后期的分离,都是独立分配的。

#### 二、作为遗传物质必须具备的条件

染色体与遗传的关系十分密切,化学分析的结果表明:真核生物染色体的主要成分是核酸和蛋白质,大致比例为:

|     |     |                    |
|-----|-----|--------------------|
| 染色体 | 核酸  | 脱氧核糖核酸(DNA)·····1  |
|     |     | 核糖核酸(RNA)·····0.05 |
|     | 蛋白质 | 组蛋白·····1          |
|     |     | 非组蛋白·····0.5~1.5   |

作为遗传物质至少具备以下4个条件:

- (1)在细胞生长和繁殖的过程中能够精确地复制自己。
- (2)能够指导蛋白质合成从而控制生物的性状和新陈代谢。
- (3)具有贮存巨大遗传信息的潜在能力。
- (4)结构比较稳定,但在特殊情况下又能发生突变,而且突变以后还能继续复制,并能遗传给后代。



### 三、DNA 是主要的遗传物质

#### (一)肺炎双球菌的转化实验

肺炎双球菌有两种类型:

R 型:无荚膜,无毒性,菌落表面粗糙。

S 型:有荚膜,有毒性,菌落表面光滑(由于荚膜的存在,能抵抗寄主的免疫机制,从而使寄主无法杀死细菌,而引起人得肺炎或小鼠得败血症)。

##### 1. 体内转化实验

1928 年英国细菌学家格里菲思(F. Griffith, 1877—1941)进行了如下的实验:

(1)用加热杀死的 S 型细菌或活的 R 型细菌分别注射到小鼠中,并不引起败血症。

(2)用加热杀死的 S 型细菌和活的 R 型细菌同时注射到小鼠中,很多小鼠因败血症而死亡,并在它们的心脏血液中找到活的 S 型细菌。这说明 S 型细菌中有某种物质能够进入 R 型细菌,并引起稳定的遗传。

实质:转化作用的实质是外源 DNA 与受体细胞 DNA 之间的重组,使受体细胞获得了新的遗传信息。

说明:上述实验中,R 型实际上是指品系 R<sub>II</sub>,S 型实际上是指品系 S<sub>III</sub>,在第(2)步中,从死鼠体内分离出来的肺炎双球菌有 S<sub>III</sub> 型,但无 S<sub>II</sub> 型,表明是 R<sub>II</sub> 型菌转化成了 S<sub>III</sub> 型菌,而不是 S<sub>II</sub> 型菌转化成了 S<sub>III</sub> 型菌。

##### 2. 体外转化实验

1944 年美国科学家艾弗里(O. Avery, 1877—1955)等,从 S 型活细菌中提取 DNA、蛋白质和多糖类等物质,分别加入到 R 型细菌的培养基中与 R 型细菌共同培养,结果发现,只有 DNA 才能够使 R 型细菌转化为 S 型细菌,而且 DNA 的纯度越高,这种转化过程越有效。

结论:DNA 是遗传物质,蛋白质不是遗传物质。

提示 1 体内转化与体外转化实验有递进关系,体内转化实验证明有转化因子存在,体外转化实验证明转化因子就是 DNA。

提示 2 一种生物由于获取另一生物的 DNA 而发生遗传性状改变的现象称为转化。转化实验在多种细菌以及某些高等动植物(如果蝇、家蚕、金鱼、牵牛花等)中均获得成功。

#### (二)噬菌体侵染细菌的实验

1952 年,赫尔希(A. Hershey)和蔡斯(M. Chase)用 T<sub>2</sub> 噬菌体做了下列实验:

##### (1)标记噬菌体

噬菌体 + <sup>35</sup>S 培养基 → <sup>35</sup>S 标记的子代噬菌体

噬菌体 + <sup>32</sup>P 培养基 → <sup>32</sup>P 标记的子代噬菌体

## (2) 噬菌体侵染细菌

$^{35}\text{S}$  噬菌体 + 细菌 → 宿主细胞内几乎没有  $^{35}\text{S}$ ,  $^{35}\text{S}$  主要分布在宿主细胞外面;

$^{32}\text{P}$  噬菌体 + 细菌 → 宿主细胞外几乎没有  $^{32}\text{P}$ ,  $^{32}\text{P}$  主要分布在宿主细胞内。

结论:噬菌体侵染细菌实验能证明 DNA 分子在前后代中具有连续性,进而证明 DNA 是遗传物质。

补充 噬菌体侵染细菌的三个阶段:

## 1. 感染阶段

## (1) 吸附。

(2) 侵入:通过尾轴把 DNA 全部注入到细菌细胞中,蛋白质外壳留在细菌细胞外(注:可用同位素  $^{35}\text{S}$ 、 $^{32}\text{P}$  分别标记蛋白质、DNA)。

## 2. 增殖阶段

利用细菌细胞及其中的化学成分,大量地复制子代噬菌体的 DNA 和蛋白质(注:噬菌体 DNA 的侵入使细菌的 DNA 合成停止,噬菌体逐渐控制了细菌细胞的代谢)。

## 3. 成熟阶段

当噬菌体成熟后,溶酶菌逐渐增加,促使细菌细胞裂解,从而释放出子代噬菌体。

子代噬菌体在大小、性状等方面都保持着原来亲代噬菌体的特点,由此证明 DNA 是遗传物质。

## (三) 烟草花叶病毒的重建实验

烟草花叶病毒(TMV)的基本成分是蛋白质(94%)和 RNA(6%),如图 6-1-1。1956 年,格勒(Gierer)和施拉姆(Schramm)用水和苯酚(或石炭酸)处理这种病毒,把蛋白质去掉,只留下 RNA,再将 RNA 接种到正常烟草上,结果发生了花叶病,产生了病毒后代。如果用蛋白质部分侵染正常烟草,则不发生花叶病。

结论:在没有 DNA 的病毒内,RNA 起遗传物质的作用。

## 四、DNA 分子的结构和复制

## (一) DNA 分子的结构

1953 年沃森和克里克提出了 DNA 的双螺旋结构模型。

## 1. DNA 分子的化学组成

DNA 分子的化学组成的基本单位是脱氧核苷酸,DNA 分子包括:

五种元素:C、H、O、N、P。

四种碱基:A(腺嘌呤)、G(鸟嘌呤)、C(胞嘧啶)、T(胸腺嘧啶)。

三种分子:脱氧核糖、磷酸、碱基。

两条链:一个 DNA 分子由两条单链组成。

一个双螺旋:一条 DNA 分子能构成一个双螺旋结构。

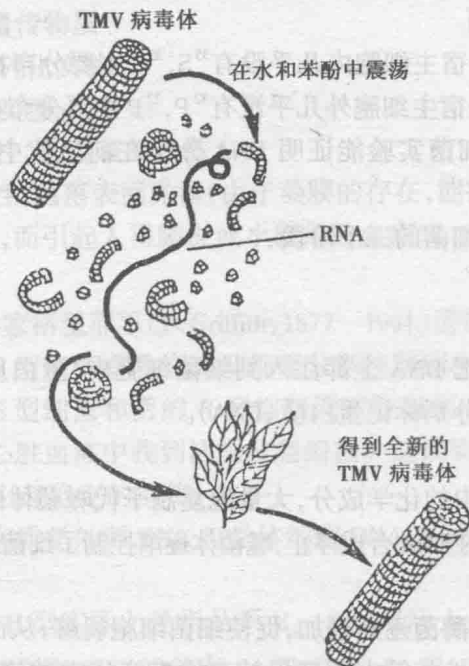


图 6-1-1

## 2. DNA 分子的双螺旋结构

DNA 分子是互相旋转的两条长链,成为一种双螺旋形式,两条链相互平行且反向(注:每一条链均具 3' - 末端和 5' - 末端)。

DNA 分子中脱氧核糖和磷酸交替连接,排列在外侧构成基本骨架,碱基排列在内侧。

两条链上的碱基通过氢键连接起来。

碱基互补配对原则:两条链间的空间是一定的,其距离均为 2nm。嘌呤是双环,嘧啶是单环,两个嘌呤配对空间不够,两个嘧啶配对距离太远,不能形成氢键,所以只能是嘌呤与嘧啶配对。4 个碱基中 A、T 只有 2 个氢键,G、C 有 3 个氢键可以配对,所以只能是 AT(A = T)、GC(G = C)。

由于 AT 对只有 2 个氢键,GC 对有 3 个氢键,所以含 GC 对丰富的 DNA 比含 AT 对丰富的 DNA 更为稳定。

DNA 双螺旋结构中每个螺旋包括 10 个碱基对,相邻的两个核苷酸之间的夹角为  $36^\circ$ ,相邻的两对碱基之间的距离为 0.34nm,所以一个螺旋高度为 3.4nm。

说明:图 6-1-2 表示脱氧核苷酸及一段 DNA 分子平面结构,其中 A 链和 B 链的正方向均为 5' → 3',从图中可见这两条链是反向平行的。碱基与脱氧核糖结合,构成



脱氧核糖核苷, 脱氧核糖核苷分子中的糖分子与磷酸结合, 构成脱氧核糖核苷酸。

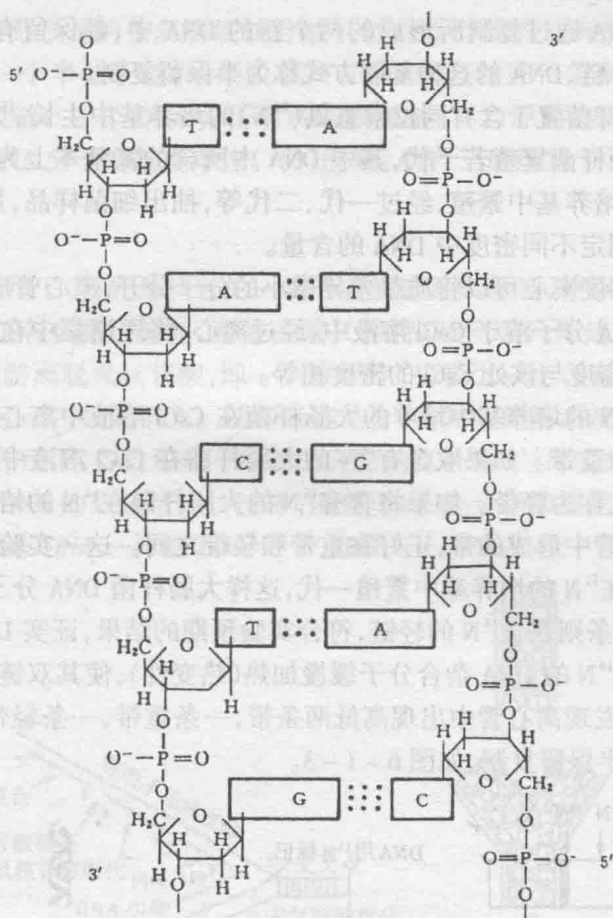


图 6-1-2

### (二) DNA 分子的复制

#### 1. 概念

以亲代 DNA 为模板合成子代 DNA 的过程。结果是 1DNA → 2DNA。

#### 2. 时间

细胞有丝分裂间期(分裂间期的 S 期)和减数第一次分裂前的间期。间期根据 DNA 的复制情况按先后顺序分为三个时期(G<sub>1</sub> 期、S 期、G<sub>2</sub> 期):G<sub>1</sub> 期(复制前期)时间最长,没有进行 DNA 合成,主要进行 RNA、蛋白质和酶的合成,为 S 期 DNA 的合成做准备;S 期(复制期)DNA 进行复制,保证分裂后子细胞的遗传性,复制一旦发生差错,便会引起变异,导致异常细胞或畸形的发生;G<sub>2</sub> 期(复制后期)DNA 合成已经终止,主要是 RNA、微管蛋白质及其他物质的合成。

## 3. 特点:半保留复制

概念:一个 DNA 通过复制所形成的两个新的 DNA 中,都保留有原来亲本的 DNA 双链分子的一条单链, DNA 的这种复制方式称为半保留复制。

证据:将大肠杆菌置于含有同位素重氮( $^{15}\text{N}$ )的培养基中生长。 $^{15}\text{N}$  比  $^{14}\text{N}$  多一个中子,质量稍重,大肠杆菌繁殖若干代,其中 DNA 中所含的氮基本上为  $^{15}\text{N}$ ,将含  $^{15}\text{N}$  的大肠杆菌移入  $^{14}\text{N}$  的培养基中繁殖,经过一代、二代等,抽出细菌样品,用氯化铯( $\text{CsCl}$ )密度梯度离心方法测定不同密度中 DNA 的含量。

氯化铯密度梯度离心可以将质量差异微小的分子分开,离心管底部溶液的密度最大,上部最小。DNA 分子溶于  $\text{CsCl}$  溶液中,经过离心,将逐渐集中在一条狭窄的带上,带上的 DNA 分子密度与该处  $\text{CsCl}$  的密度相等。

如果取含有  $^{15}\text{N}$  的培养基中培养的大肠杆菌在  $\text{CsCl}$  溶液中离心,在离心管中形成带,位置较低,称为重带。如果取含有  $^{14}\text{N}$  的大肠杆菌在  $\text{CsCl}$  溶液中离心,在离心管中形成带,位置较高,称为轻带。如果将含有  $^{15}\text{N}$  的大肠杆菌在  $^{14}\text{N}$  的培养基中培养一代,取出离心,在离心管中形成的带,正好在重带和轻带之间。这一实验结果表明,因为含有  $^{15}\text{N}$  的大肠杆菌在  $^{14}\text{N}$  的培养基中繁殖一代,这样大肠杆菌 DNA 分子中的一条链是含有  $^{15}\text{N}$  的重链,另一条则是含  $^{14}\text{N}$  的轻链,符合实验预期的结果,证实 DNA 的复制是半保留复制。若将  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  的 DNA 杂合分子缓慢加热(热变性),使其双链分开,再放入  $\text{CsCl}$  溶液中离心,结果发现离心管中出现高低两条带,一条重带,一条轻带。这一现象更加证实 DNA 复制是半保留复制,如图 6-1-3。

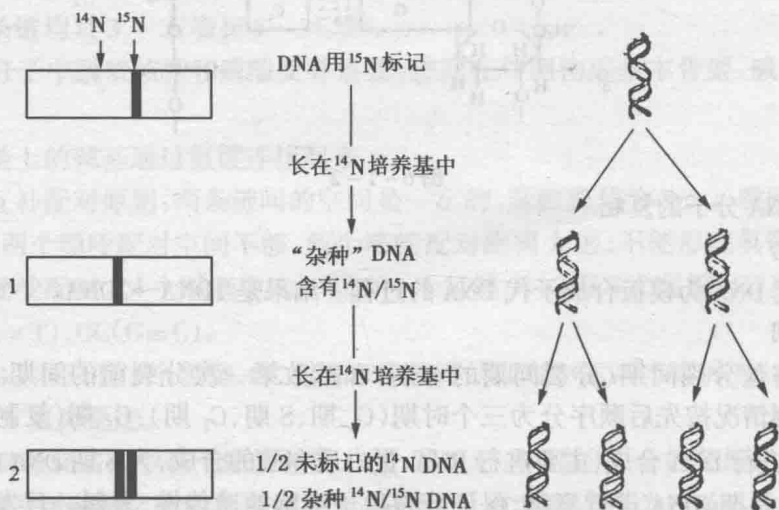


图 6-1-3

### 4. 条件

(1)模板:DNA 分子是两条多脱氧核苷酸长链盘旋而成的具有规则双螺旋结构的高分子化合物,每一个半分子链(一条脱氧核苷酸长链)与另一条半分子链互补(AT, GC),构成一副模板链。一个 DNA 分子有两条模板链。(2)原料:四种脱氧核苷酸,脱氧核苷酸是组成 DNA 分子的基本单位。(3)能量:ATP(三磷酸腺苷)。(4)酶:解旋酶,聚合酶。

### 5. 过程

在解旋酶的作用下,首先是从它的一端沿着氢键逐渐断裂,使双螺旋解开,形成复制分叉,使两条单链各自露出碱基,而另一端又保持双链状态,即边解旋边复制(如图 6-1-4)。互补的游离脱氧核苷酸,即一个腺嘌呤(A)吸引一个含有胸腺嘧啶(T)的脱氧核苷酸(或 G 吸引 C),如此下去。随即氢键结合,在复杂的酶系统(如聚合酶 I、II、III 和连接酶等)的作用下,各自形成一条新的完整的互补链,与原来的模板单链互相盘旋在一起,恢复了 DNA 的双链结构。这样,随着 DNA 分子双螺旋的完全解开并复制,就形成了两个与原来 DNA 一样的 DNA 分子,如图 6-1-4。

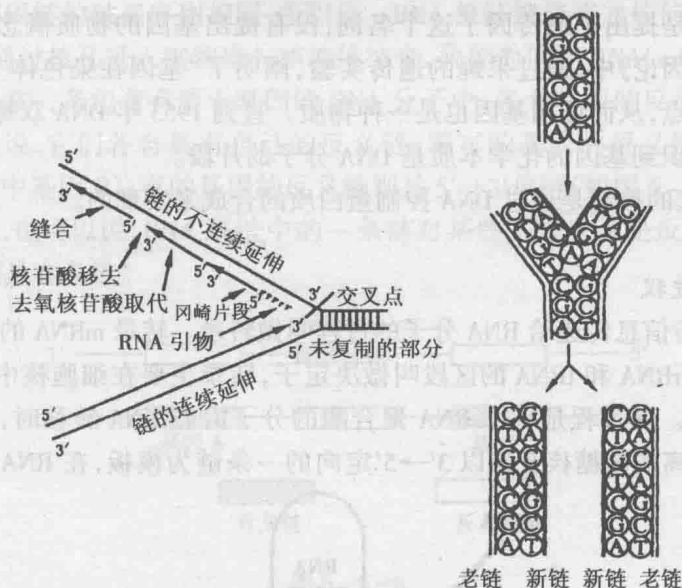


图 6-1-4

DNA 复制是一个非常复杂的过程,通过对 DNA 复制的进一步研究,相继发现了 DNA 分子复制过程中的一些细节:(1)DNA 复制的起始点:沿着一个 DNA 分子有多个起始点,即每条染色体有多个复制部位。(2)DNA 的不连续复制:复制过程中把相邻的脱氧核苷酸连接在一起的 DNA 聚合酶总是从 5' 到 3' 发挥作用。因此,在 DNA 的一条

亲本链( $3' \rightarrow 5'$ )上,新链的合成是按  $5' \rightarrow 3'$  方向连续进行的。另一条亲本链( $5' \rightarrow 3'$ )上,新链的合成是倒退进行的,即随着多聚酶离开分叉点的移动,通过一系列起始点合成一些新链片段,即“冈崎片段”(1 000 ~ 2 000 个脱氧核苷酸长链)。这些不相连的片段再由连接酶连接起来,形成一条连续的单链。(3)DNA 复制用 RNA 做引物:在合成 DNA 片段之前,先由一种特殊的 RNA 聚合酶以 DNA 为模板,合成一小段 RNA(约含几十个核糖核苷酸),它具有引物的作用,叫“引物 RNA”。然后, DNA 聚合酶合成 DNA 片段,它的  $5'$  端和引物 RNA 的  $3'$  端相连,新合成的 DNA 片段,叫做“冈崎片段”。最后, DNA 聚合酶 I 把冈崎片段中的 RNA 移去,替换上相应的一段 DNA,再由 DNA 连接酶把 DNA 片段连接成一条 DNA 链,这样一直到复制完成。

## 五、基因对性状的控制

### (一) 基因概念的提出及发展

19 世纪中期,经典遗传学之父孟德尔在解释植物杂交实验结果时提出了“遗传因子”这一概念。1903 年萨顿和鲍维里提出了遗传的染色体学说,认为遗传因子存在于染色体上。1909 年,丹麦遗传学家约翰逊创造了“基因”这个词,用来表述孟德尔的遗传因子,但还只是提出了遗传因子这个名词,没有提出基因的物质概念。1926 年摩尔根在发表的《基因论》中,通过果蝇的遗传实验,阐明了“基因在染色体上,并呈直线的形式排列”的观点,从而证明基因也是一种物质。直到 1953 年 DNA 双螺旋结构提出来以后,人们才认识到基因的化学本质是 DNA 分子的片段。

基因对性状的控制是通过 DNA 控制蛋白质的合成来实现的。

### (二) 转录

#### 1. 转录的过程

DNA 的遗传信息传递给 RNA 分子的过程叫做转录。转录 mRNA 的 DNA 区段叫做结构基因,转录 rRNA 和 tRNA 的区段叫做决定子,转录主要在细胞核中进行。转录过程如图 6-1-5。其过程是一个 RNA 聚合酶的分子沿着 DNA 转移时, DNA 两条链局部解开螺旋,游离的核糖核苷酸以  $3' \rightarrow 5'$  定向的一条链为模板,在 RNA 聚合酶的分子

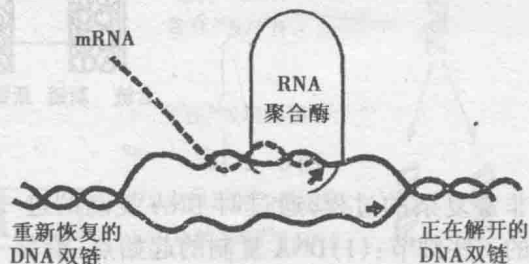


图 6-1-5

作用下,按照碱基 A 与 U, G 与 C, C 与 G 和 T 与 A 配对的原则合成一段与模板 DNA 互补的 RNA 链,它的走向是  $5' \rightarrow 3'$ ,而且  $A + U/G + C$  的比值和 DNA 的  $A + T/G + C$  的比值是相同的。最后,当聚合酶移至适当的地点时,新生的 RNA 链从 DNA 分子上脱离形成 mRNA, DNA 分子的遗传信息转移到 mRNA 分子上。解旋的两条 DNA 单链又盘旋形成双螺旋。

### 2. 有义链和反义链

1961 年, Weiss 等发现离体系统的双链的 DNA 都可以作为模板,合成不同的 RNA 分子。不难推想,如果活体内双链 DNA 的两条链像在体外那样都被转录,将会产生两种不同的 RNA 分子,从而决定两种不同的蛋白质。Marmar 等人通过侵染枯草杆菌的噬菌体实验发现,活体内通常只转录双链 DNA 分子中的一条链。这条具有转录功能的链叫做模板链或反义链,另一条无转录功能的链叫做编码链或有义链。需要强调的是,之所以将无转录功能的链叫有义链,是因为该链的碱基序列代表着遗传信息。它与转录形成的 mRNA 比较,除了碱基 T 和 U 的区别,其他都是完全相同的。(但很多参考书把这条链称为无义链,这是沿用了旧的概念。)转录形成的 mRNA 单链的碱基序列,与基因的编码链的碱基序列相同,所以说 mRNA 单链携带着遗传信息,又因为它能够从细胞核内通过核孔进入细胞质与核糖体结合,故称为信使 RNA (mRNA)。

应该指出,在一条包含有若干基因的 DNA 分子中,各个基因的反义链并不都在同一链上,也就是说,它们各自具有自己的反义链,即有的基因的反义链是  $3' \rightarrow 5'$  单链(如图 6-1-6 中基因 B),有的基因的反义链则是  $5' \rightarrow 3'$  单链(如图 6-1-6 中基因 A、基因 C)。所以,也可以说, DNA 双链中的一条链对某些基因来说是反义链,而对另一些基因来说,则是有义链。

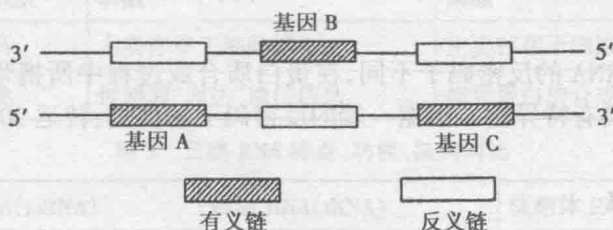


图 6-1-6

### (三) 翻译

#### 1. 转运 RNA (tRNA) 的结构

转运 RNA 是一类分子量很小的 RNA,由 70~80 个核糖核苷酸组成,基本上是单链结构,但常常部分扭曲成双螺旋状。tRNA 的种类较多,但其基本结构相似,一般呈三叶草形(如图 6-1-7)。每种 tRNA 的一端有三个碱基,这三个碱基与 mRNA 上相应的



密码子成互补关系,可以配对,称为反密码子。例如密码子是 UCU,反密码子是 AGA。不同的 tRNA 之间,其主要区别就在于反密码子环上的反密码子的不同。

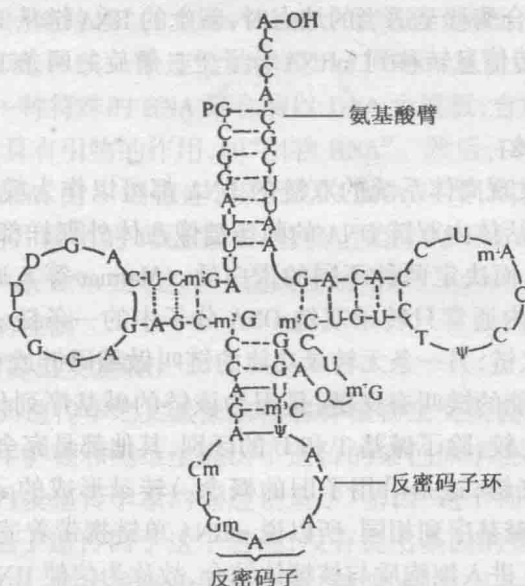


图 6-1-7

所有的 tRNA 都有一个氨基酸短臂,其末端都由相同的核糖核苷酸组成:  $-C-C-A$ ,其功能类似 tRNA 的“手臂”,能抓住所要转运的氨基酸,其末端的 A 碱基是氨基酸附着的部位。在核糖体上合成蛋白质时,反密码子能识别 mRNA 上的三联体密码子,并与之进行碱基互补配对。这就保证了 tRNA 所携带的氨基酸在合成蛋白质时被放到正确的位置上。

由于不同的 tRNA 的反密码子不同,在蛋白质合成过程中所携带的氨基酸的种类不同,所以, tRNA 具有特异性。根据一端的反密码子的种类,转运 20 种氨基酸的 tRNA 可分为 61 种。

### 2. 翻译的过程

翻译是以 mRNA 为模板,合成具有一定氨基酸顺序的蛋白质的过程。

(1)氨基酸先与 ATP 结合在一起被活化,被激活的氨基酸与特定的 tRNA 结合并被送到核糖体上去。

(2)核糖体与 mRNA 结合在一起。

(3)蛋白质合成时,核糖体在 mRNA 的长链上运行,方向是从  $5' \rightarrow 3'$ 。肽链的延伸方向为从  $N' \rightarrow C'$ 。

### 附1 转录与翻译的比较

| 步骤 | 场所  | 模板     | 条件           | 原料       | 碱基配对                     | 产物     | 产物去向                 |
|----|-----|--------|--------------|----------|--------------------------|--------|----------------------|
| 转录 | 细胞核 | 基因一条链  | RNA 聚合酶、ATP  | 4 种核糖核苷酸 | A—U<br>T—A<br>C—G<br>G—C | 信使 RNA | 从核孔中穿出, 结合到细胞质中的核糖体上 |
| 翻译 | 细胞质 | 信使 RNA | 酶、ATP、转运 RNA | 20 种氨基酸  | A—U<br>U—A<br>C—G<br>G—C | 多肽链    | 一条或几条多肽链经加工形成蛋白质     |

### 附2 DNA 与 RNA 在化学成分、结构及功能上的比较

| 核酸种类   |     | DNA                 | RNA                          |
|--------|-----|---------------------|------------------------------|
| 对比项目   |     |                     |                              |
| 结构类型   |     | 双链结构, 只有一种类型        | 单链结构, 有三种类型 (mRNA、tRNA、rRNA) |
| 基本组成单位 |     | 脱氧核苷酸               | 核糖核苷酸                        |
| 成分     | 碱基  | 嘌呤                  | 腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)                |
|        |     | 嘧啶                  | 胞嘧啶(C)、胸腺嘧啶(T)               |
|        | 五碳糖 | 脱氧核糖 $C_5H_{10}O_4$ | 核糖 $C_5H_{10}O_5$            |
| 无机酸    |     | 磷酸                  | 磷酸                           |
| 存在场所   |     | 主要存在于细胞核中           | 主要存在于细胞质中                    |
| 主要功能   |     | 传递和“表达”遗传信息         | 指导蛋白质合成                      |

### 附3 三类 RNA 特点、功能、结构对比

| 种类 | 信使 RNA(mRNA)                 | 转运 RNA(tRNA)                       | 核糖体 RNA(rRNA)               |
|----|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 特点 | 带有从 DNA 链上转录下来的遗传信息          | 一端能与氨基酸结合, 另一端有三个碱基与信使 RNA 的碱基互补配对 | 由核仁组织区的 DNA 转录而成, 是核糖体的组成物质 |
| 功能 | 携带着规定氨基酸序列的信息, 在蛋白质合成中起着模板作用 | 转运特定的氨基酸, 识别信使 RNA 上的遗传密码          | 是合成蛋白质的场所                   |
| 结构 | 单链结构                         | 呈三叶草形                              | 单链结构                        |

## 3. 遗传密码

(1) 密码为 mRNA 上控制一个氨基酸的三个相邻的碱基。

(2) 密码子读取是从  $5' \rightarrow 3'$ , 即第一个碱基在  $5'$  一端, 最后一个碱基在  $3'$  一端(如密码子  $5'UCA3' = {}_pU_pC_pA_{OH}$ )。

(3) 遗传密码的基本特性。

a. 密码是无标点符号的: 从一个正确的起点开始, 一个不漏地挨着读下去, 直到碰到终止信号为止。

b. 密码是不重叠的: 在绝大多数生物中读码规则是不重叠的。但少数大肠杆菌噬菌体的 RNA 基因组中, 部分基因的遗传密码却是重叠的。

c. 密码的简并性: 几组不同的密码子编码同一种氨基酸的现象。这些密码子为同义密码子。密码子的简并性可以减少有害的突变。

d. 密码子中第三位碱基具有较小的专一性。

e. 密码子是近于完全通用的, 但线粒体 DNA 中的编码情形、动物纤毛虫 DNA 中的编码情形是例外。

f. 终止密码子: UAG、UAA、UGA 不编码任何氨基酸, 起始密码子 AUG、GUG 同时还分别编码甲硫氨酸、缬氨酸。



图 6-1-8

## 六、中心法则及其发展

中心法则是表示遗传信息的流动方向(信息流)的图解, 如图 6-1-8。最初由科学家克里克提出。(1)(3)(5)表示遗传信息的一般流动方向;(2)(4)表示在某些病毒中, 遗传信息的流动方向, 是对中心法则的补充和发展。遗传信息流包括五条线路:

1. DNA  $\rightarrow$  DNA: 以 DNA 作为遗传物质的生物的自我复制。

2. RNA  $\rightarrow$  RNA: 以 RNA 作为遗传物质的生物的自我复制。

3. DNA  $\rightarrow$  RNA: 细胞核中的转录过程。

4. RNA  $\rightarrow$  DNA: 个别病毒在肿瘤细胞中的逆转录过程。

5. RNA  $\rightarrow$  蛋白质: 细胞质核糖体的翻译过程。

不同的生物具有不同的遗传物质, 在以 DNA 为遗传物质的生物(包括生物界绝大多数的生物)中, 遗传信息的传递包括上述(1)(3)(5)表示的过程, 在以 RNA 为遗传物质的少数生物(某些病毒)中, 存在着(2)(4)表示的过程。

1996 年在英国蔓延的“疯牛病”成为国际社会关注的焦点。引起“疯牛病”的病原

体为朊病毒,是一种能致病的蛋白质,不含核酸。研究发现,朊病毒的复制倍增并不是以核酸为模板,而是以朊病毒自身(蛋白质)为模板。这一实例,使人们对“中心法则”的认识开阔了视野,对传统的遗传理论也提出了挑战。

### 名题精析

例1 下列不能表明基因与染色体的平行行为的是( )。

- A. DNA 主要分布在染色体上,是染色体的主要化学组成之一
- B. 在细胞分裂中,基因和染色体都能进行复制和保持连续性
- C. 减数分裂中,等位基因随着同源染色体的分离而分离
- D. 配子形成时,非同源染色体上的非等位基因间的分离或重组互不干扰

【解析】染色体的主要化学组成是 DNA 和组蛋白。虽然 DNA 是染色体的化学组成,但并不能证明基因与染色体的行为是平行的。

【答案】A。

例2 当健康的小鼠被肺炎双球菌感染时,导致小鼠可能生病且死亡的情况是( )。

- A. 肺炎双球菌被高温杀死
- B. 肺炎双球菌仍活着,但缺多糖荚膜
- C. 一些具有多糖荚膜而被高温杀死的肺炎双球菌和一些缺乏多糖荚膜的肺炎双球菌的混合物
- D. 既无多糖外壳又被高温杀死的肺炎双球菌

【解析】有荚膜的肺炎双球菌能致病,无荚膜的不能致病;高温杀死的有荚膜的肺炎双球菌不能致病,但其 DNA 分子能使无荚膜的肺炎双球菌发生转化,产生有荚膜的肺炎双球菌。

【答案】C。

例3 在一个双链 DNA 分子中含腺嘌呤为 22%,已知该 DNA 分子中的一条链含鸟嘌呤为 20%,则另一条链含鸟嘌呤应为( )。

- A. 20%
- B. 22%
- C. 36%
- D. 无法确定

【解析】解碱基比例计算题时,画出一个简单的图示可帮助解题。已知  $A = 22\%$ ,  $A + G = 50\%$ ,可得  $G = 28\%$ ;又知  $G_1 = 20\%$ ,则  $G_1$  占 DNA 分子的比率为  $10\%$ ,可得  $G_2$  占 DNA 分子的比率为  $28\% - 10\% = 18\%$ ,则  $G_2 = 36\%$ 。

|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| $G_1$ | $C_1$ | $A_1$ | $T_1$ |
|-------|-------|-------|-------|

|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| $C_2$ | $G_2$ | $T_2$ | $A_2$ |
|-------|-------|-------|-------|