

自我检测

一、概念检测

填表题

根据蛋白质合成中遗传信息的传递过程，在表格的空白处填入相应的英文字母。

DNA 双链	1			
	2			
mRNA				
tRNA				
氨基酸		丙氨酸（密码子为 GCA）		

选择题

1. 已知一段双链 DNA 分子中，鸟嘌呤所占的比例为 20%，由这段 DNA 转录出来的 mRNA 中，胞嘧啶的比例是：

- A. 10%₁ B. 20%₁
C. 40%₁ D. 无法确定。

答 []

2. 一条多肽链中有 500 个氨基酸，则作为合成该多肽链的 mRNA 分子和用来转录 mRNA 的 DNA 分子至少有碱基多少个？

- A. 1 500 个和 1 500 个；
B. 500 个和 1 000 个；
C. 1 000 个和 2 000 个；
D. 1 500 个和 3 000 个。

答 []

3. 转运 RNA 的密码子为 CAU，它所转运的氨基酸是：

- A. 缬氨酸 (GUA)； B. 组氨酸 (CAU)；
C. 酪氨酸 (UAC)； D. 甲硫氨酸 (AUG)。

答 []

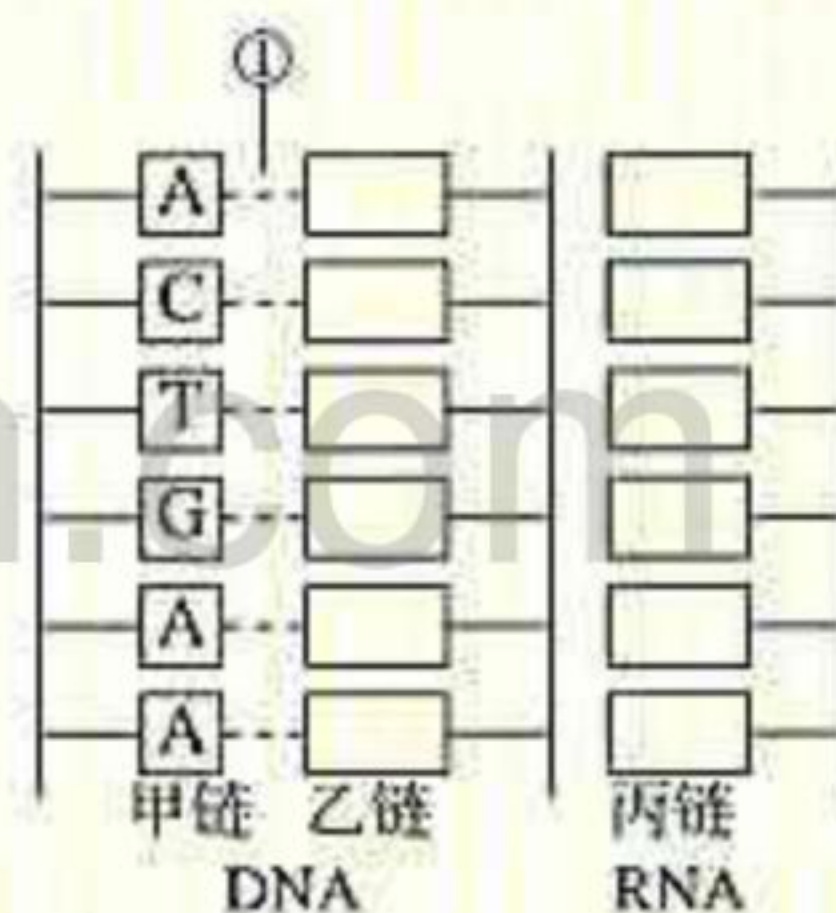
4. DNA 决定 mRNA 的序列是通过：

- A. mRNA 的密码； B. DNA 的自我复制；
C. 碱基互补配对； D. tRNA 的转运。

答 []

识图作答题

下图代表两个核酸分子的一部分，请根据下图回答问题。



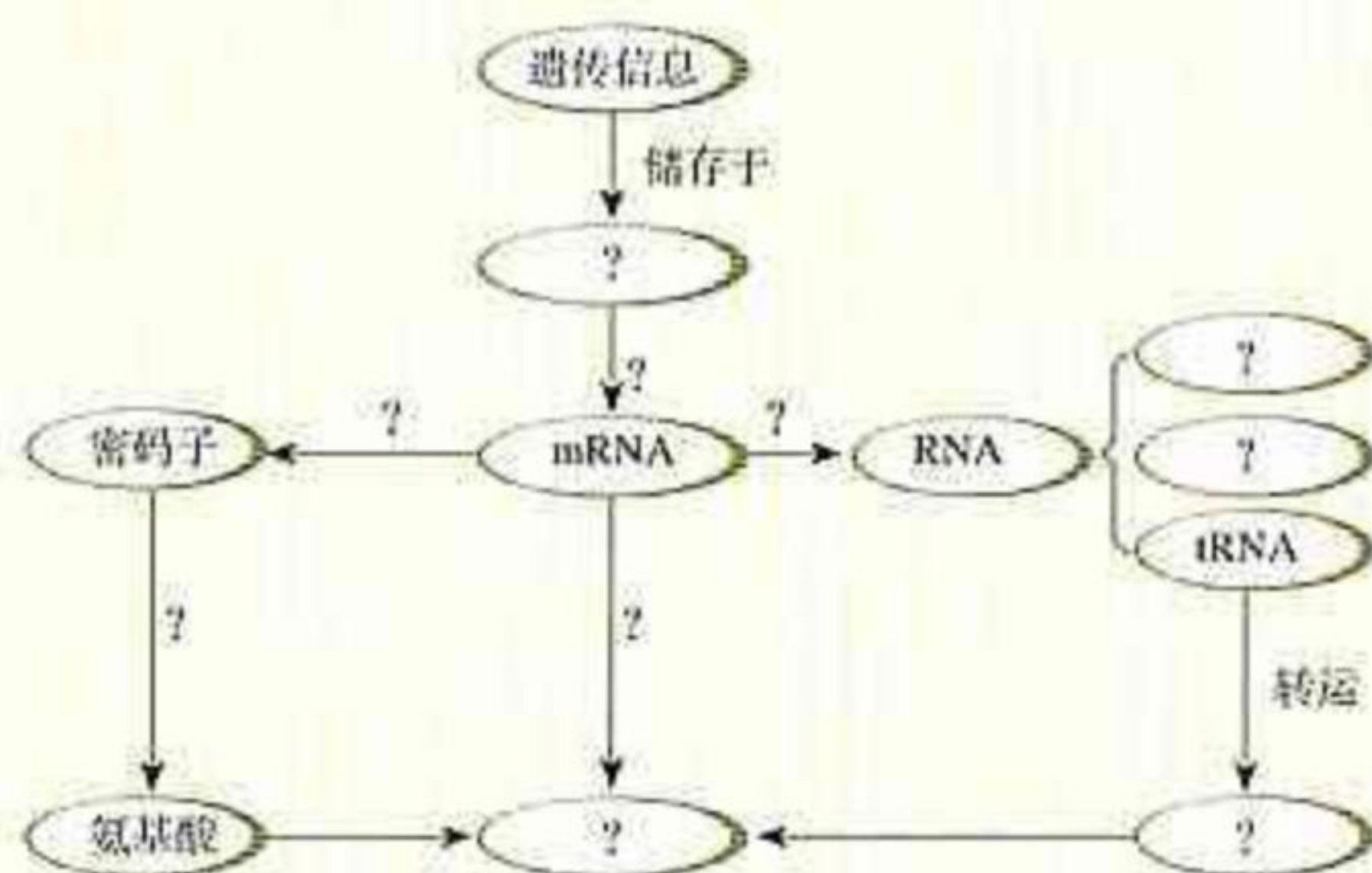
(1) DNA 分子复制时，图中①处的变化是 _____，条件是需要 _____ 和 _____。

(2) 以乙链为模板合成丙链，丙链上的碱基排列顺序自上面下应是 _____，这种遗传信息的传递叫 _____。

(3) 在甲、乙、丙三链中，共有密码子 _____ 个。

(4) 从图中所示过程分析，DNA 是通过 _____ 原则决定丙链的碱基序列的。

画概念图



二、知识迁移

四环素、链霉素、氯霉素、红霉素等抗生素能抑制细菌的生长,它们有的能干扰细菌核糖体的形成,有的能阻止tRNA和mRNA结合。请根据以上事实说明这些抗生素可用于一些疾病治疗的道理。

三、技能应用

某种蛋白质由1251个氨基酸组成,其中一段肽链的氨基酸序列是:—丙氨酸—丝氨酸—甲硫氨酸—亮氨酸—甘氨酸—丝氨酸—。

1. 请推测编码这段肽链的DNA双链的碱基序列。
2. 用这种方法推测基因的碱基序列可行吗?这种方法有什么优越性?
3. 推测能够代替用测序仪进行的基因测序

吗?为什么?

四、思维拓展

1. 人的胰岛细胞能产生胰岛素,但不能产生血红蛋白,据此推测胰岛细胞中:
A. 只有胰岛素基因;
B. 比人受精卵的基因要少;
C. 既有胰岛素基因,也有血红蛋白基因和其他基因;
D. 有胰岛素基因和其他基因,但没有血红蛋白基因。

答 []

2. 遗传密码的破译是理论推导和实验论证的结晶,你还能举出其他实例,说明理论与实验在科学发现中各自的重要作用及其相互关系吗?

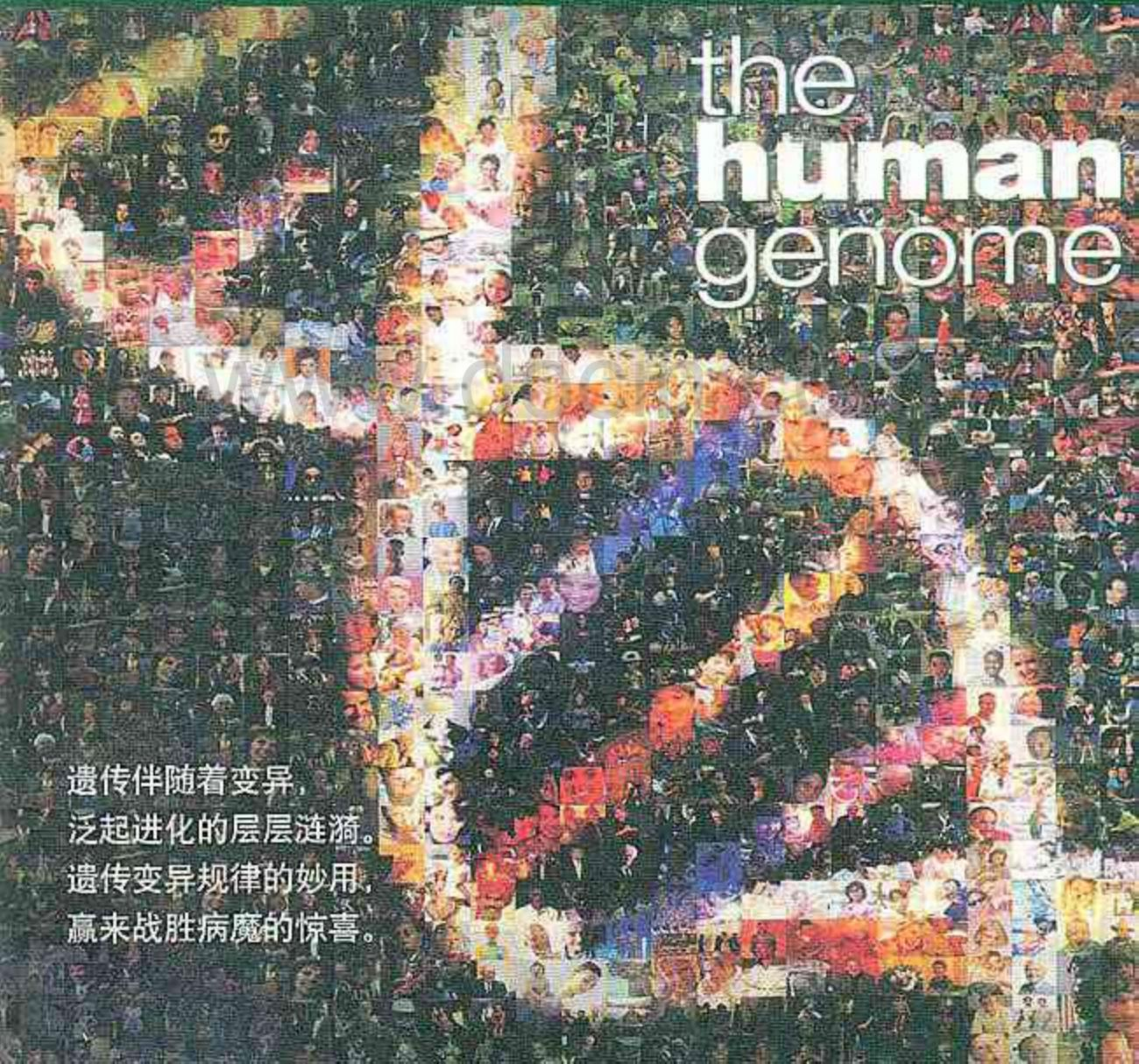
网站登录

<http://www.accessexcellence.org/AB/GG/protein-synthesis.html>
<http://tidepool.st.usm.edu/crswr/protsynthmov.html>
<http://web.jjay.cuny.edu/~acarpi/NSC/12-dna.htm>
http://www.eurekascience.com/ICanDoThat/protein_syn.htm

第5章 基因突变及其他变异

既然遗传物质能够稳定地传给后代，后代为什么会与亲代有一定差别？你已经知道，基因的自由组合会使后代产生变异。那么，在生物繁殖过程中，基因本身会不会改变呢？染色体的整体或局部会不会增加或减少呢？

人类自古以来就面临着遗传病的困扰。遗传病产生的原因是什么？怎样防治遗传病？人类基因组计划将帮助人们在基因水平上认识和防治各种遗传病，使人类更好地把握自己的命运。



the
human
genome

遗传伴随着变异，
泛起进化的层层涟漪。
遗传变异规律的妙用，
赢来战胜病魔的惊喜。

第1节 基因突变和基因重组

问题探讨

三位同学在抄写英语句子“THE CAT SAT ON THE MAT” (猫坐在草席上) 时, 分别抄成了左图中的句子。请将抄写的句子与原句进行比较, 看看意思发生了哪些变化。

讨论:

假如在DNA分子的复制过程中, 发生了类似的错误, DNA分子携带的遗传信息将会发生怎样的变化? 可能对生物体产生什么影响?



本节聚焦

- 镰刀型细胞贫血症形成的原因是什么?
- 基因突变的原因是什么?
- 基因突变有哪些特点?
- 基因突变和基因重组有哪些重要意义?

有性生殖的生物在通过减数分裂形成配子的过程中, 要进行染色体的复制, 实质是遗传物质DNA的复制。碱基互补配对原则, 能保证DNA复制的准确性, 使亲子代间的遗传信息, 保持一致。但类似抄错句子一样的错误, 会不会发生呢?

基因突变的实例

镰刀型细胞贫血症是一种遗传病。正常人的红细胞是中央微凹的圆饼状, 而镰刀型细胞贫血症患者的红细胞却是弯曲的镰刀状(图5-1)。这样的红细胞容易破裂,

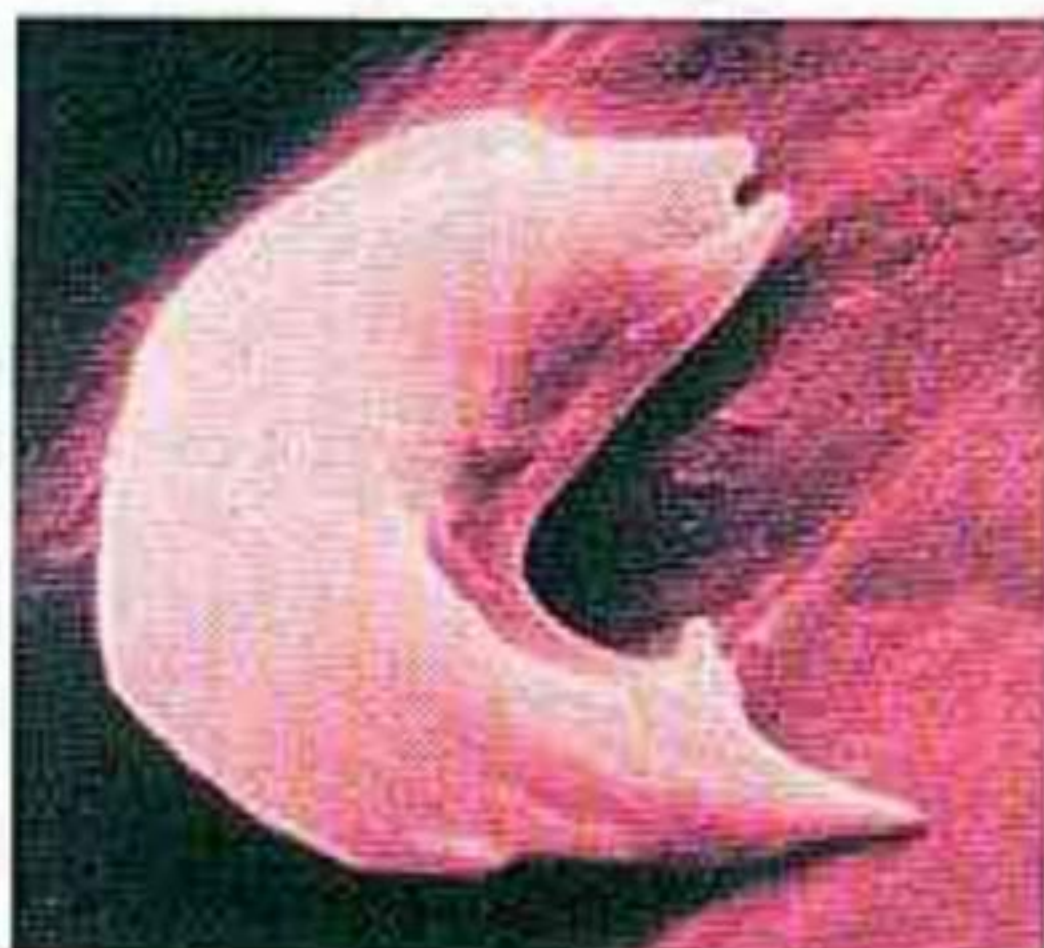


图5-1 正常红细胞(左)和镰刀型红细胞(右)

使人患溶血性贫血, 严重时会导致死亡。这种病是怎样形成的呢? 对患者红细胞的血红蛋白分子的分析研究发现, 在组成血红蛋白分子的多肽链上, 发生了氨基酸的替换(图5-2)。

缬氨酸—组氨酸—亮氨酸—苏氨酸—脯氨酸—**谷氨酸**—谷氨酸—赖氨酸…… 正常

缬氨酸—组氨酸—亮氨酸—苏氨酸—脯氨酸—**缬氨酸**—谷氨酸—赖氨酸…… 异常

图 5-2 血红蛋白分子的部分氨基酸顺序



思考与讨论

1. 图中哪一个氨基酸发生了改变?
2. 研究发现, 这个氨基酸的变化是由于控制合成血红蛋白分子的 DNA 的碱基序列发生了改变。右图是镰刀型细胞贫血症病因的图解, 请查阅密码子表, 完成右栏的图解。
3. 按图解说明镰刀型细胞贫血症的病因, 想一想它能否遗传? 怎样遗传?

蛋白质	正常	异常
氨基酸	谷氨酸	缬氨酸
mRNA	G A	G A
DNA	C T T G A A	C T G A

碱基的替换可导致基因的改变, 从而引起所编码的蛋白质的改变。那么, 若编码蛋白质的 DNA 的碱基序列发生碱基的增添或缺失, 是否也会导致蛋白质结构的改变, 从而引起性状的改变呢? 答案是肯定的。DNA 分子中发生碱基对的替换、增添和缺失, 而引起的基因结构的改变, 叫做基因突变 (gene mutation)。

基因突变若发生在配子中, 将遵循遗传规律传递给后代。若发生在体细胞中, 一般不能遗传。但有些植物的体细胞发生基因突变, 可通过无性繁殖传递。此外, 人体某些体细胞基因的突变, 有可能发展为癌细胞。

基因突变的原因和特点

基因突变是如何产生的呢?

1927年, 美国遗传学家缪勒 (H. J. Muller, 1890—1967) 发现, 用 X 射线照射果蝇, 后代发生突变的个体数大大增加。同年, 又有科学家用 X 射线和 γ 射线照射玉米和大麦的种子, 也得到了类似的结果。此后, 人们逐渐发现, 易诱发生物发生基因突变并提高突变频率的因素可分为三类: 物理因素、化学因素和生物因素。例如, 紫外线、X 射线及其他辐射能损伤细胞内的 DNA; 亚硝酸、碱基类似物等能改变核酸的碱基; 某些病毒的遗传物质能影响宿主细胞的

学科交叉

镰刀型细胞贫血症病因的发现, 在现代医学史上非常重要。它通过表明分子水平上的紊乱是怎样用来解释具体病症的, 而建立了分子医学。

为什么在强烈的日光下要涂抹防晒霜, 做 X 射线透视的医务人员要穿防护衣?



图 5-3 由于基因突变而产生的十分罕见的白色皮毛的牛犊，其父母的皮毛都是褐色的

► 批判性思维

有人认为，自然条件下基因突变率很低，而且大多数基因突变对生物体是有害的，因此，它不可能为生物进化提供原材料。你认为这样的看法正确吗？为什么？

DNA 等。但是，在没有这些外来因素的影响时，基因突变也会由于 DNA 分子复制偶尔发生错误、DNA 的碱基组成发生改变等原因自发产生。

基因突变有什么特点呢？

由于自然界诱发基因突变的因素很多，基因突变还可以自发产生，因此，基因突变在生物界中是普遍存在的。无论是低等生物，还是高等动植物以及人，都会由于基因突变而引起生物性状的改变。例如，棉花的短果枝，水稻的矮秆，牛犊的白色皮毛（图 5-3），果蝇的白眼，鸡的卷羽，以及人的红绿色盲，白化病等。

由于 DNA 碱基组成的改变是随机的、不确定的，因此，**基因突变是随机发生的，不定向的。**基因突变的随机性表现在基因突变可以发生在生物个体发育的任何时期；可以发生在细胞内不同的 DNA 分子上；同一 DNA 分子的不同部位。基因突变的不定向表现为一个基因可以向不同的方向发生突变，产生一个以上的等位基因，如控制小鼠毛色的灰色基因既可以突变成黄色基因，也可以突变成黑色基因，而且基因突变的方向和环境没有明确的因果关系。

在自然状态下，基因突变的频率是很低的。据估计，在高等生物中，大约 $10^5 \sim 10^8$ 个生殖细胞中，才会有 1 个生殖细胞发生基因突变。虽然基因突变的频率很低，但是当在一个种群内有许多个体时，就有可能产生各种各样的随机突变，足以提供丰富的可遗传的变异。例如，在适宜条件下生长 1~2 d 的大肠杆菌培养物的浓度约为 10^9 个细胞每毫升。虽然 DNA 复制的错误率约为 10^{-9} ，也就是说每连接 10^9 个核苷酸才可能发生一个错误，但是在含有 10^9 个细胞的培养物中，由于 DNA 复制的差错就可能发生几百万个突变，可能包含大肠杆菌基因的上千种变异形式。这些变异有些可能影响大肠杆菌的生存，但也有极少数可能增强大肠杆菌的生存能力，如获得对某些抗生素的抗性。

基因突变有什么意义呢？

对生物来说，基因突变可能破坏生物体与现有环境的协调关系，而对生物有害，但有些基因突变，也可能使生物产生新的性状，适应改变的环境，获得新的生存空间。还有些基因突变既无害也无益。总之，基因突变尽管是随机的、不定向的，在自然状态下，突变频率很低，但却是普遍存在的，它是新基因产生的途径，是生物变异的根本来

源：是生物进化的原始材料。

基因重组

基因重组 (gene recombination) 是指在生物体进行有性生殖的过程中，控制不同性状的基因的重新组合。基因的自由组合定律告诉我们，在生物体通过减数分裂形成配子时，随着非同源染色体的自由组合，非等位基因也自由组合，这样，由雌雄配子结合形成的受精卵，就可能具有与亲代不同的基因型，从而使子代产生变异 (图 5-4)。另一种类型的基因重组发生在减数分裂形成四分体时期，位于同源染色体上的等位基因有时会随着非姐妹染色单体的交换而发生交换，导致染色单体上的基因重组。

举例来说，人的同卵双胞胎，由于基因组成的相同，性状十分相像。除此之外，没有两个同胞兄弟或同胞姊妹在遗传上完全相同。

为什么会出现这种差异呢？



图 5-4 猫由于基因重组而产生的毛色变异



思考与讨论

1. 人的体细胞中有 23 对染色体，请你根据自由组合定律计算，一位父亲可能产生多少种染色体组成不同的精子，一位母亲可能产生多少种染色体组成不同的卵细胞？

2. 即使不考虑基因突变，如果要保证子女

中有两个所有基因完全相同的个体，子女的数量至少应是多少？

3. 你能从基因重组的角度解释人群中个体性状的多种多样吗？

基因重组有什么意义呢？

通常的解释是，有性生殖的基因重组有助于物种在一个无法预测将会发生什么变化的环境中生存。这是因为，基因重组能够产生多样化的基因组合的子代，其中可能有一些子代会含有适应某种变化的、生存所必需的基因组合。所以说，基因重组也是生物变异的来源之一，对生物的进化 also 具有重要的意义。



练习

一、基础题

1. 判断下列表述是否正确。

(1) 基因突变是广泛存在的, 并且对生物自身大多是有利的。 ()

(2) 基因突变一定能够改变生物的表现型。 ()

(3) 基因重组可以产生新的性状。 ()

2. 下列属于可遗传的变异的是:

- A. 由于水肥充足, 小麦出现穗多粒大的性状;
- B. 紫外线照射使人患皮肤癌;
- C. 在棕色猕猴的自然种群中出现了白色的猕猴;
- D. 人由于晒太阳而使皮肤变黑。

答 []

3. 同无性生殖相比, 有性生殖产生的后代具有更大的变异性, 其根本原因是:

- A. 基因突变频率高;
- B. 产生新的基因组合机会多;
- C. 产生许多新的基因;

D. 更易受环境影响而发生变异。

答 []

4. 下列有关基因重组的说法, 不正确的是:

- A. 基因重组是生物变异的根本来源;
- B. 基因重组能够产生多种基因型;
- C. 基因重组发生在有性生殖的过程中;
- D. 非同源染色体上的非等位基因可以发生重组。

答 []

二、拓展题

1. 癌细胞的特点之一是能进行无限增殖, 医学上通常使用一定量的辐射或化学药剂对癌症病人进行放疗或化疗。请分析这种治疗方法的原理及可能产生的副作用。

2. 具有一个镰刀型细胞贫血症突变基因的个体(即杂合体)并不表现镰刀型细胞贫血症的症状, 因为该个体能同时合成正常和异常的血红蛋白, 并对疟疾具有较强的抵抗力。镰刀型细胞贫血症主要流行于非洲疟疾猖獗的地区, 请根据这一事实探讨突变基因对当地人生存的影响。

第2节 染色体变异

问题探讨

你知道无子西瓜是怎样形成的吗？甲同学认为这是由于卵细胞没有受精；乙同学认为是因为受精卵没有正常发育。

讨论：
你的推测是什么？



基因突变是染色体的某一个位点上基因的改变，这种改变在光学显微镜下是无法直接观察到的。而染色体变异(chromosomal variations)是可以用显微镜直接观察到的，如染色体结构的改变、染色体数目的增减等。

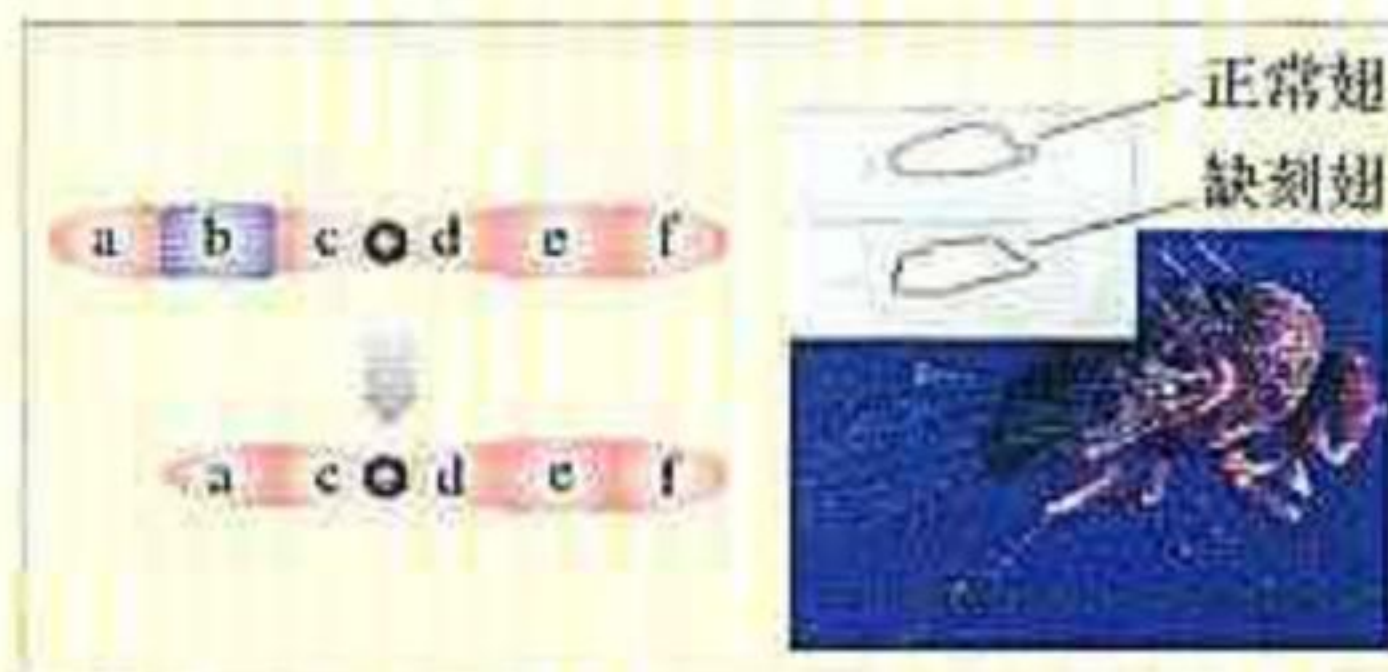
染色体结构的变异

人类的许多遗传病是由染色体结构改变引起的。例如，猫叫综合征是人的第5号染色体部分缺失引起的遗传病，因为患病儿童哭声轻，音调高，很像猫叫而得名。猫叫综合征患者的生长发育迟缓，而且存在严重的智力障碍。

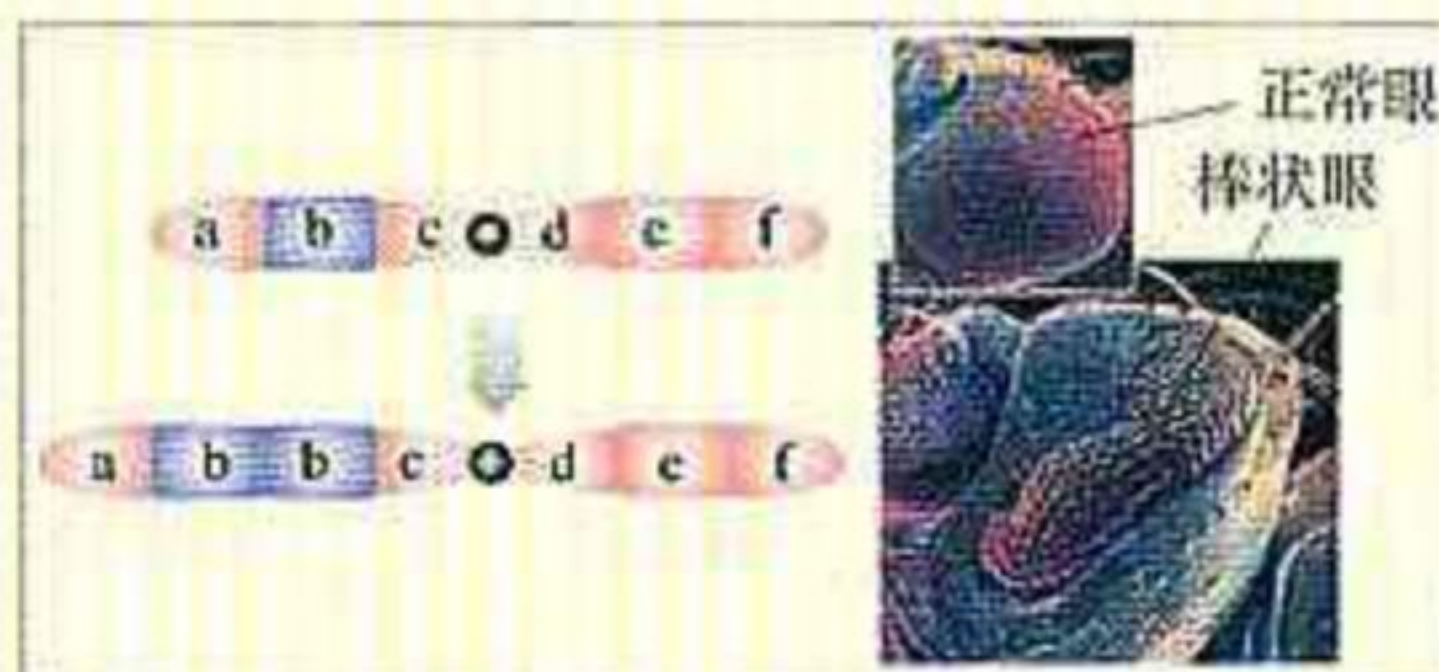
在自然条件或人为因素的影响下，染色体发生的结构变异主要有以下4种类型（图5-5，图5-6）。

本节聚焦

- 染色体结构的变异有哪些类型？
- 什么是二倍体和多倍体？
- 什么是染色体组？

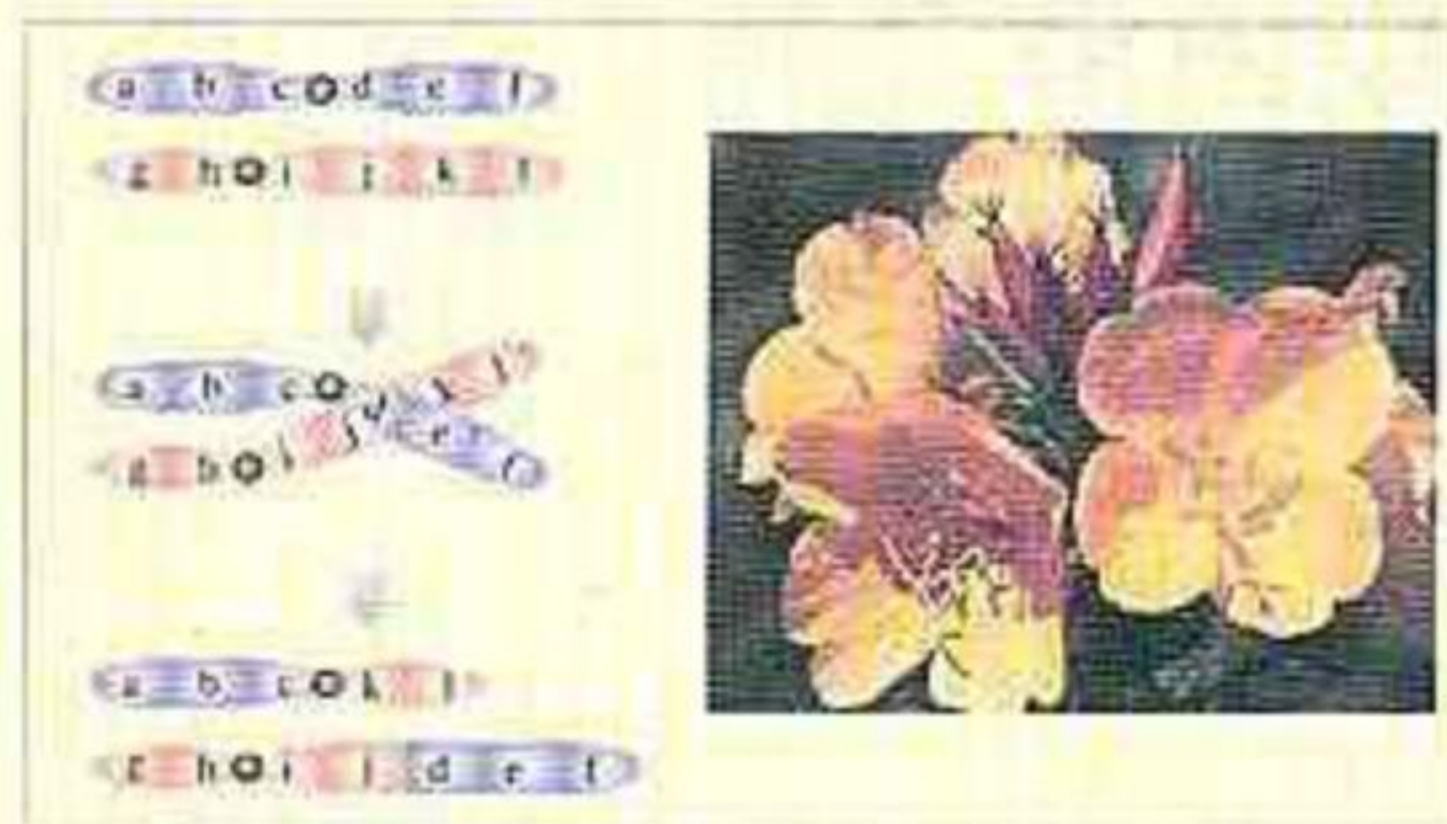


染色体中某一片段缺失引起变异。例如，果蝇缺刻翅的形成。



染色体中增加某一片段引起变异。例如，果蝇棒状眼的形成。

图5-5 染色体结构变异示意图（一）



染色体的某一片段移接到另一条非同源染色体上引起变异。上图所示的一种夜来香经常发生这种类型的变异。



染色体中某一片段位置颠倒也可引起变异。

图 5-6 染色体结构变异示意图 (二)

► 知识链接

个别染色体增加或减少的变异参见本章第 3 节。

上述染色体结构的改变，都会使排列在染色体上的基因的数目或排列顺序发生改变，从而导致性状的变异。大多数染色体结构变异对生物体是不利的，有的甚至会导致生物体死亡。

染色体数目的变异

一般来说，每一种生物的染色体数目都是稳定的，但是，在某些特定的情况下，生物体的染色体数目会发生改变，从而产生可遗传的变异。染色体数目的变异可以分为两类：一类是细胞内个别染色体的增加或减少，另一类是细胞内染色体数目以染色体组的形式成倍地增加或减少。

染色体组 在大多数生物的体细胞中，染色体都是两两成对的。例如，果蝇有 4 对共 8 条染色体（图 5-7，图 5-8），这 4 对染色体可以分成两组，每一组中包括 3 条常染色体和 1 条性染色体。以雄果蝇为例，在精子形成过程中，经过减数分裂，染色体的数目减半，雄果蝇的精子中只含有一组非同源染色体（X、II、III、IV 或 Y、II、III、IV）。

细胞中的一组非同源染色体，在形态和功能上各不相同，携带着控制生物生长发育的全部遗传信息，这样的一组染色体，叫做一个染色体组。例如，雄果蝇精子中的一组染色体就组成了一个染色体组（图 5-9）。



图 5-7 果蝇的染色体照片

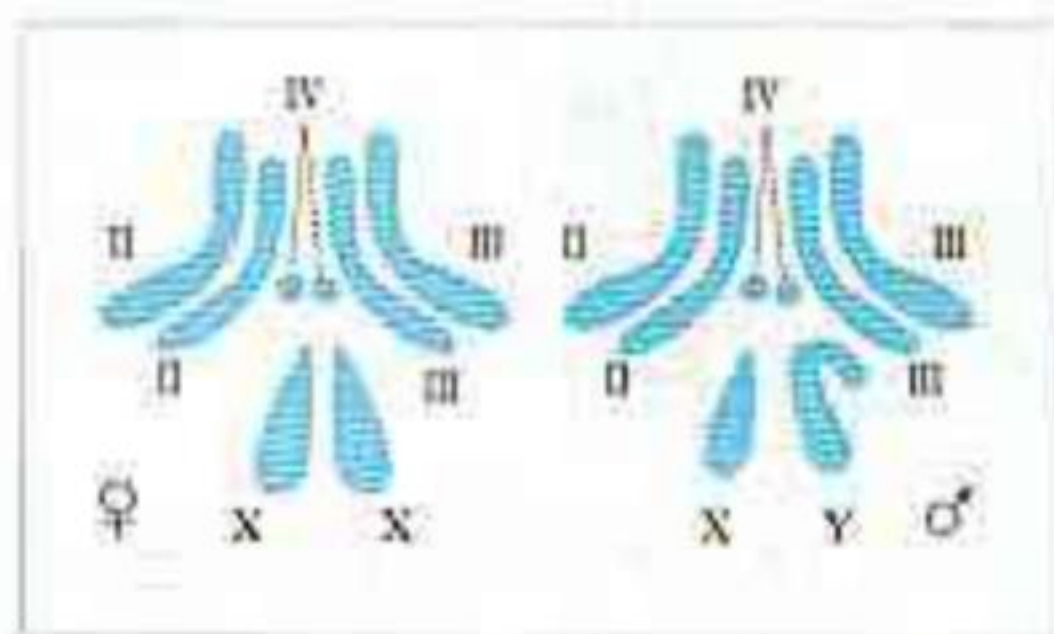


图 5-8 雌雄果蝇体细胞的染色体图解

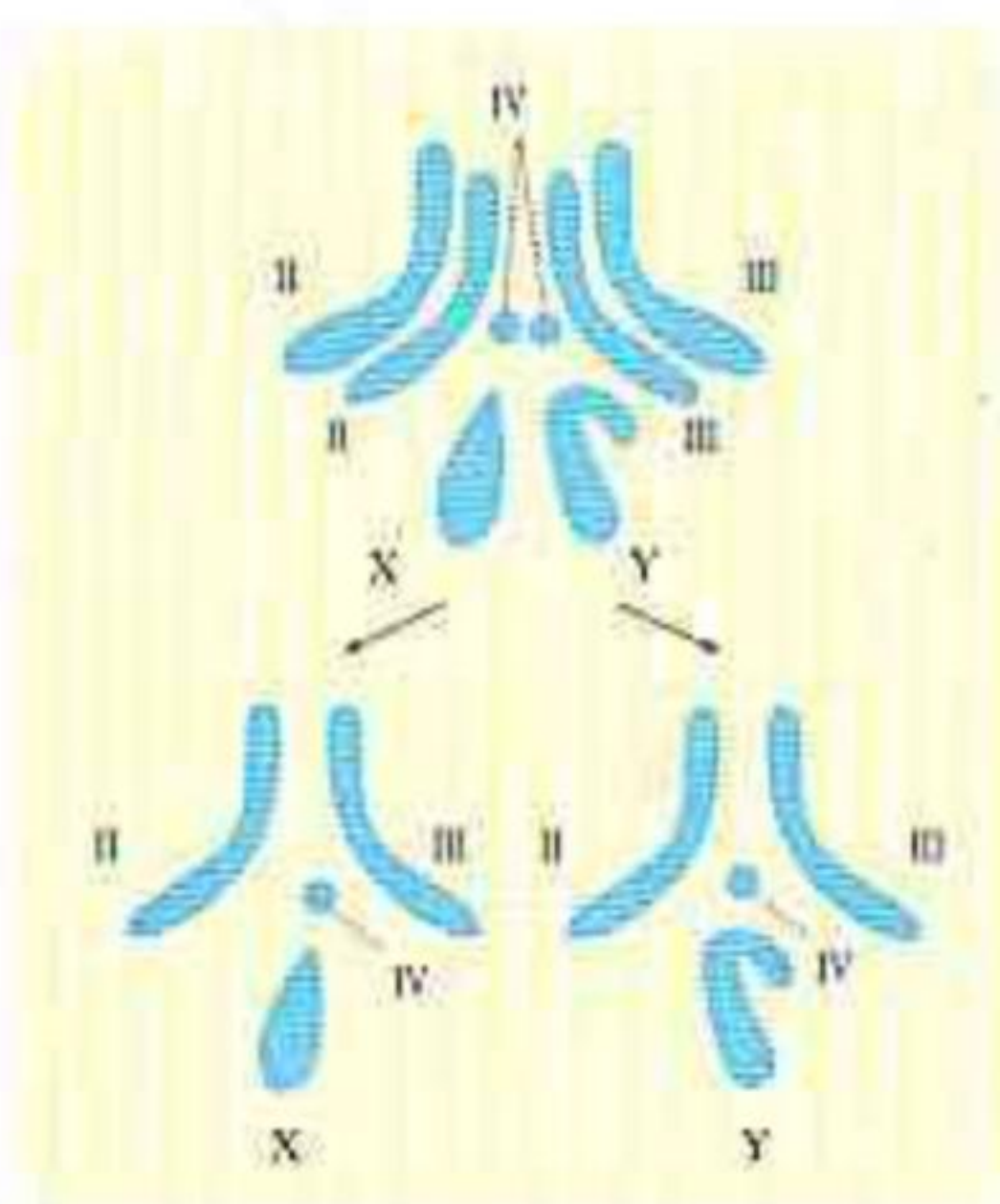


图 5-9 雄果蝇的染色体组图解

二倍体和多倍体
由受精卵发育而成的个体，体细胞中含有两个染色体组的叫做二倍体(diploid)；体细胞中含有三个或三个以上染色体组的叫做多倍体(polyploid)。其中，体细胞中含有三个染色体组的叫做三倍体；体细胞中含有四个染色体组的叫做四倍体。例如，人、果蝇、玉米是二倍

体，香蕉是三倍体，马铃薯是四倍体。自然界中，几乎全部动物和过半数的高等植物都是二倍体。多倍体在植物中很常见，在动物中极少见。

与二倍体植株相比，多倍体的植株常常是茎秆粗壮，叶片、果实和种子都比较大，糖类和蛋白质等营养物质的含量都有所增加。例如，四倍体葡萄的果实比二倍体品种的大得多，四倍体番茄的维生素C的含量比二倍体的品种几乎增加了一倍。因此，人们常常采用人工诱导多倍体的方法来获得多倍体，培育新品种(图5-10)。

人工诱导多倍体的方法很多，如低温处理等。目前最常用而且最有效的方法，是用秋水仙素来处理萌发的种子或幼苗。当秋水仙素作用于正在分裂的细胞时，能够抑制纺锤体的形成，导致染色体不能移向细胞两极，从而引起细胞内染色体数目加倍。染色体数目加倍的细胞继续进行有丝分裂，将来就可能发育成多倍体植株。目前世界各国利用人工诱导多倍体的方法已经培育出不少新品种，如含糖量高的甜菜和三倍体无子西瓜等。在学完本节内容后，我们将自己动手做低温诱导染色体数目变化的实验。

单倍体 在生物的体细胞中，染色体的数目不仅可以成倍地增加，还可以成倍地减少。例如，蜜蜂的蜂王和工蜂的体细胞中有32条染色体，而雄蜂的体细胞中只有16条染色体。像蜜蜂的雄蜂这样，体细胞中含有本物种配子染

► 相关信息

被子植物中，约有33%的物种是多倍体。例如，普通小麦、棉、烟草、苹果、梨、菊、水仙等都是多倍体。



图 5-10 染色体数目加倍后的草莓(上)和野生状态下的草莓(下)

► 相关信息

秋水仙素($C_{22}H_{25}O_6N$)是1937年发现的，是从百合科植物秋水仙的种子和球茎中提取出来的一种植物碱。它是白色或淡黄色的粉末或针状结晶，有毒，使用时应当特别注意。

染色体数目的个体，叫做单倍体 (haploid)。

在自然条件下，玉米、高粱、水稻、番茄等高等植物，偶尔也会出现单倍体植株。与正常植株相比，单倍体植株长得弱小，而且高度不育。但是，利用单倍体植株培育新品种却能明显缩短育种年限。

育种工作者常常采用花药 (花粉) 离体培养的方法来获得单倍体植株，然后经过人工诱导使染色体数目加倍，重新恢复到正常植株的染色体数目。用这种方法培育得到的植株，不仅能够正常生殖，而且每对染色体上的成对的基因都是纯合的，自交产生的后代不会发生性状分离。



实验

低温诱导植物染色体数目的变化

进行正常有丝分裂的植物分生组织细胞，在有丝分裂后期，染色体的着丝点分裂，子染色体在纺锤丝的作用下分别移向两极，最终被平均分配到两个子细胞中去。用低温处理植物分生组织细胞，能够抑制纺锤体的形成，以致影响染色体被拉向两极，细胞也不能分裂成两个子细胞，于是，植物细胞染色体数目发生变化。

目的要求

1. 学习低温诱导植物染色体数目变化的方法。
2. 理解低温诱导植物细胞染色体数目变化的作用机制。

材料用具

洋葱或大葱、蒜 (均为二倍体，体细胞中的染色体数为 16)，培养皿，滤纸，纱布，烧杯，镊子，剪刀，显微镜，载玻片，盖玻片，冰箱，卡诺氏液，改良苯酚品红染液，体积分数为 15% 的盐酸溶液，体积分数为 95% 的酒精溶液。

方法步骤

1. 将洋葱 (或大葱、大蒜) 放在装满清水的广口瓶上，让洋葱的底部接触水面。待洋葱长出约 1 cm 左右的不定根时，将整个装置放入冰箱的低温室 (4 ℃)，诱导培养 36 h。
2. 剪取诱导处理的根尖约 0.5~1 cm，放入卡诺氏液中浸泡 0.5~1 h，以固定细胞的形态，然后用体积分数为 95% 的酒精冲洗 2 次。
3. 制作装片，包括：解离、漂洗、染色和制片 4 个步骤，具体操作方法与实验“观察植物细胞的有丝分裂”相同。
4. 先用低倍镜寻找染色体形态较好的分裂相。视野中既有正常的二倍体细胞，也有染色体数目发生改变的细胞。确认某个细胞发生染色体数目变化后，再用高倍镜观察。

结论

将实验得出的结论填写在实验报告册上。

讨论

秋水仙素与低温都能诱导染色体数目加倍，这两种方法在原理上有什么相似之处？



练习

一、基础题

1. 判断下列表述是否正确。

(1) 体细胞中含有两个染色体组的个体就是二倍体。 ()

(2) 用秋水仙素处理单倍体植株后得到的一定是二倍体。 ()

2. 秋水仙素诱导多倍体形成的原因是:

- A. 诱导染色体多次复制;
B. 抑制细胞有丝分裂时纺锤体的形成;

- C. 促进染色体单体分开, 形成染色体;
D. 促进细胞融合。

答: 1. 1

3. 填表

填表比较豌豆、普通小麦、小黑麦的体细胞和配子中的染色体数、染色体组数, 并且注明它们分别属于几倍体生物。

比较项目 生物种类	体细胞中的 染色体数	配子中的 染色体数	体细胞中的 染色体组数	配子中的 染色体组数	属于几倍体 生物
豌豆		7	2		
普通小麦	42			3	
小黑麦		28			八倍体

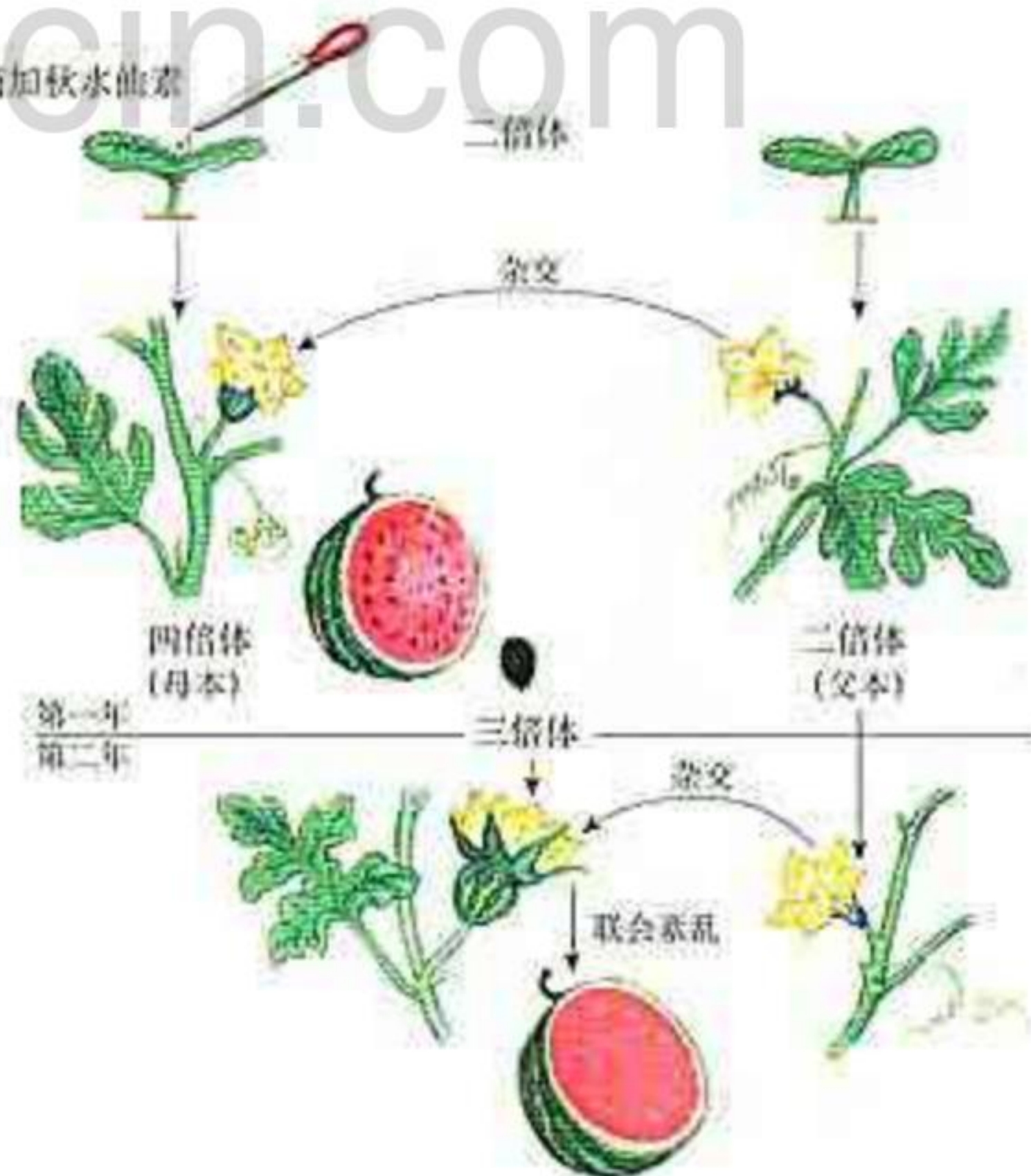
二、拓展题

人们平常食用的西瓜是二倍体。在二倍体西瓜的幼苗期, 用秋水仙素处理, 可以得到四倍体植株。然后, 用四倍体植株作母本, 用二倍体作父本, 进行杂交, 得到的种子细胞中含有三个染色体组。把这些种子种下去, 就会长出三倍体植株。

下面是三倍体无子西瓜的培育过程图解。

请回答下列问题:

1. 为什么以一定浓度的秋水仙素溶液滴在二倍体西瓜幼苗的芽尖?
2. 获得的四倍体西瓜为什么要和二倍体杂交? 联系第1问, 你能说出产生多倍体的基本途径吗?
3. 三倍体西瓜为什么没有种子? 真的一颗都没有吗?
4. 每年都要制种, 很麻烦, 有没有别的替代方法?



第3节 人类遗传病

问题探讨

人类的很多疾病,如红绿色盲、血友病、白化病都是遗传病。对人类基因的研究表明,人类的大多数疾病,甚至普通感冒和肥胖都可能与人类的遗传基因有关。

讨论:

1. 人的胖瘦是由基因决定的吗?
2. 有人认为“人类所有的病都是基因病”。你能说出这种提法的依据吗? 你同意这种观点吗?



随着生活水平的提高和医药卫生条件的改善,人类的传染性疾病已经逐渐得到控制,而人类的遗传性疾病的发病率和死亡率却有逐年增高的趋势,人类的遗传性疾病已成为威胁人类健康的一个重要因素。

人类常见遗传病的类型

人类遗传病通常是指由于遗传物质改变而引起的人类疾病,主要可以分为单基因遗传病、多基因遗传病和染色体异常遗传病三大类。

单基因遗传病 单基因遗传病是指受一对等位基因控制的遗传病。目前世界上已经发现的这类遗传病大约有6 500多种。单基因遗传病可能由显性致病基因引起,如多指、并指、软骨发育不全(图5-11)、抗维生素D佝偻病等;也可能由隐性致病基因引起,如镰刀型细胞贫血症、白化病、先天性聋哑、苯丙酮尿症等。引起苯丙酮尿症的原因是由于患者的体细胞中缺少一种酶,致使体内的苯丙氨酸不能沿正常途径转变成酪氨酸,而只能转变成苯丙酮酸。苯丙酮酸在体内积累过多就会对婴儿的神经系统造成不同程度的损害。

多基因遗传病 多基因遗传病是指受两对以上的等位基因控制的人类遗传病。多基因遗传病主要包括一些先天



图5-11 软骨发育不全的患儿

性发育异常和一些常见病,如原发性高血压、冠心病、哮喘病和青少年型糖尿病等。多基因遗传病在群体中的发病率比较高。

染色体异常遗传病 由染色体异常引起的遗传病叫做染色体异常遗传病(简称染色体病)。目前已经发现的人类染色体异常遗传病已有100多种,这些病几乎涉及人类的每一对染色体。21三体综合征又叫先天性愚型,是一种常见的染色体病。对患者进行染色体检查,可以看到患者比正常人多了一条21号染色体(图5-12)。21三体综合征患者的智力低下,身体发育缓慢。患儿常表现出特殊的面容(图5-13)。50%的患儿有先天性心脏病,部分患儿在发育过程中夭折。那么,这种遗传病是如何形成的呢?正常情况下,减数分裂时,同源染色体会相互分离,生殖细胞中的染色体数目减为体细胞的一半。但是,如果减数分裂时21号染色体不能正常分离,就可能形成21三体综合征。

在了解人类常见遗传病的类型之后,让我们通过调查来进一步认识人类遗传病。

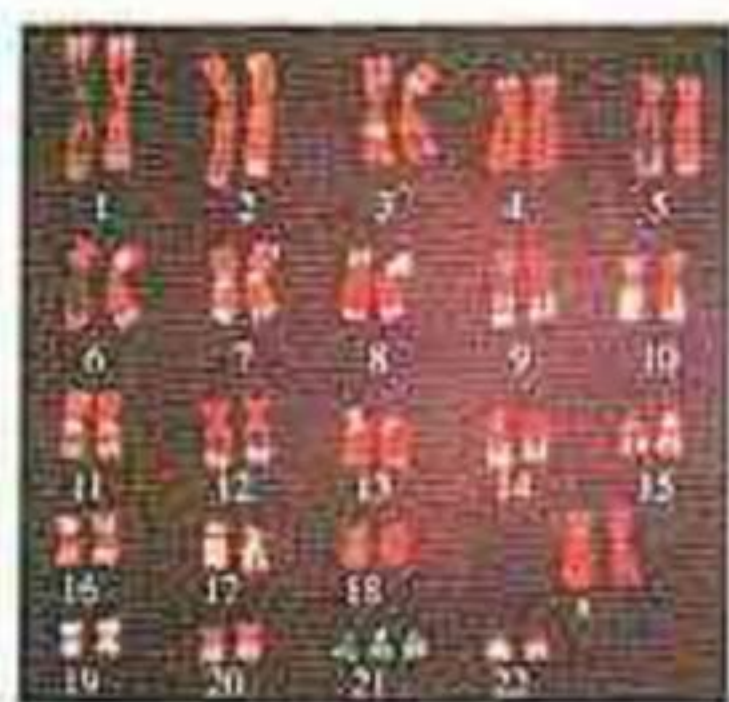


图5-12 21三体综合征患者的染色体组成



图5-13 21三体综合征患儿



调查

调查人群中的遗传病

目的要求

1. 初步学会调查和统计人类遗传病的方法。
2. 通过对几种人类遗传病的调查,了解这几种遗传病的发病情况。
3. 通过实际调查,培养接触社会,并从社会中直接获取资料或数据的能力。

提示

1. 可以以小组为单位开展调查工作,小组成员也可分工进行调查。
2. 每个小组可调查周围熟悉的4-10个家庭(或家系)中遗传病的情况。
3. 调查时,最好选取群体中发病率较高的单基因遗传病,如红绿色盲、白化病、高度近视(600度以上)等。
4. 为保证调查的群体足够大,小组调查的数据,应在班级和年级中进行汇总,这项工作可

由教师统一安排。

5. 根据全年级汇总的数据,可按下面的公式计算每一种遗传病的发病率。

$$\text{某种遗传病的发病率} = \frac{\text{某种遗传病的患病人数}}{\text{某种遗传病的被调查人数}} \times 100\%$$

讨论

1. 你们所调查的遗传病是否表现出家族遗传倾向?
2. 你们能否判断出被调查的这几种遗传病是显性的,还是隐性的?
3. 有关资料表明,我国人群中高度近视的发病率为1%;红绿色盲中男性发病率为7%,女性发病率为0.5%。你计算的发病率是否接近上述数据?如果不符,请分析原因。

遗传病的监测和预防

我国大约有20%~25%的人患有各种遗传病,仅21三体综合征的患者总数,估计就不少于100万人。遗传病不仅给患者个人带来痛苦,而且给家庭和社会造成负担。通过遗传咨询(图5-14)和产前诊断等手段,对遗传病进行监测和预防,在一定程度上能够有效地预防遗传病的产生和发展。



图5-14 遗传咨询的内容和步骤

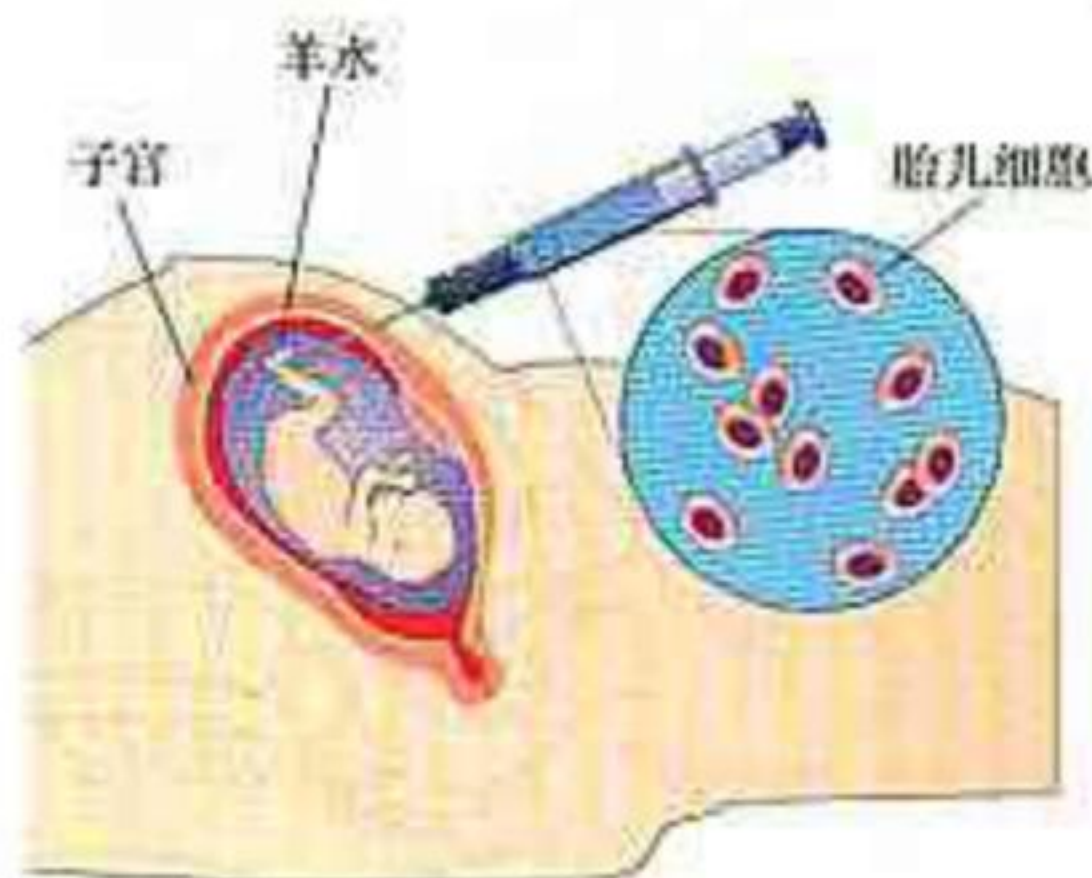


图5-15 羊水检查示意图

产前诊断是在胎儿出生前,医生用专门的检测手段,如羊水检查(图5-15)、B超检查、孕妇血细胞检查以及基因诊断等手段,确定胎儿是否患有某种遗传病或先天性疾病。

随着致病基因的不断发现和基因诊断技术的不断改进,人们能够更好地监测和预防遗传病,但是,另一方面,人们又会担心由于缺陷基因的检出,在就业、买保险等方面受到不平等的待遇。你认为该如何妥善处理这一问题呢?



资料搜集和分析

通过基因诊断来监测遗传病

搜集有关基因诊断方面的资料。

讨论:

1. 你能说出通过基因诊断来确定是否患

某种遗传病的实例吗?

2. 如果基因诊断的结果显示,某人将来可能发生某种较严重的遗传病,除医生和家人外,其他人有权知道这一信息吗?

人类基因组计划与人体健康

当旅行者来到一个新城市,往往会根据地图寻找要去的地方,设计最佳的出行路线。人类基因组计划(Human Genome Project,简称HGP)就好比绘制人类遗传信息的地图。根据这个地图,人类可以清晰地认识到人类

基因的组成、结构、功能及其相互之间的关系。我们知道,人类的许多疾病与基因有关。人类基因组计划的实施,对于人类疾病的诊治和预防具有重要意义。

人类基因组计划正式启动于1990年,目的是测定人类基因组的全部DNA序列,解读

其中包含的遗传信息。美国、英国、德国、日本、法国和中国参加了这项工作。中国是参与这一计划的惟一发展中国家,承担了其中1%的测序任务。2001年2月,人类基因组工作草图公开发表。截至2003年,人类基因组的测序任务已圆满完成。测序结果表明,人类

基因组由大约31.6亿个碱基对组成,已发现的基因约为3.0~3.5万个。

人类基因组计划的测序工作虽然已经顺利完成,但是,人类了解自己基因的历程还远远没有结束。对人类基因组研究的进展与影响,我们将密切关注。



资料搜集和分析

人类基因组计划及其影响

下面的资料列举了HGP的意义、可能造成的影响以及某些观点,请在此基础上,进一步搜

集有关HGP计划及其意义的资料,并针对讨论部分的问题发表自己的见解。

正面效应及相应观点

1. 了解与癌症、糖尿病、老年性痴呆、高血压等疾病有关的基因,对这些目前难以治愈的疾病进行及时有效的基因诊断和治疗。

2. 在人出生时就能通过遗传分析进行遗传病的风险预测和预防。

3. 有人惊叹:“基因就是钱啊!”随着HGP的进展,基因组工业正在兴起。一个肥胖基因的转让费,就要1.4亿美元。

4. 联合国教科文组织于1998年发表了《关于人类基因组与人类权利的国际宣言》,提出4条基本原则:人类的尊严与平等,科学家的研究自由,人类和谐,国际合作。

.....

负面效应及相应观点

1. 遗传疾病家系、人群和患者的遗传材料,是具有经济意义的基因资源,而拥有这一资源的发展中国家成了发达国家争夺基因的“狩猎场”。有人曾这样愤怒地说:“你们曾抢走了我们的黄金,现在又要来抢我们的基因!”

2. HGP表明基因之间确实存在人种的差异,虽然这种差异不到千分之一。根据这一差异可以制造出“种族选择性生物灭绝武器”。

3. 有人曾悲观地预言:“HGP真正完成之时,就是人类灭亡之日!”世界上的歧视已经够多了,现在又有了“正常基因组”与“疾病基因组”的遗传歧视!

.....

讨论:

1. 人类基因组全部序列的测定获得了哪些数据和结果?人类基因组的研究取得了哪些新进展?我国承担的1%项目的具体内容是什么?完成情况如何?我国作为惟一的发展中国家参与HGP,有哪些重大意义?

2. 你如何理解《关于人类基因组与人类权利的国际宣言》的4条基本原则?

3. 你认为HGP将对科学发展、人类健康、社会伦理等方面产生哪些影响?你如何评价这些影响?

4. 科学是一把双刃剑,既可以为人类造福,又可能造成一些负面影响。为了保证人类基因组的研究不误入歧途,你认为,科学家与普通公民应该分别承担哪些社会责任?



练习

一、基础题

1. 判断下列表述是否正确。

- (1) 先天性心脏病都是遗传病。 ()
- (2) 单基因遗传病是由一个致病基因引起的遗传病。 ()
- (3) 人类基因组测序是测定人的 46 条染色体中的一半, 即 23 条染色体的碱基序列。 ()

2. 列表总结遗传病的类型和实例。

二、拓展题

白化病是一种隐性遗传病。已知一位年轻女性的弟弟患了此病, 那么她自己是否也携带了白化病的基因? 她未出生的孩子是否也可能患白化病? 如果你是一位遗传咨询医师, 你将如何向她提供咨询?



科学·技术·社会

基因治疗

基因治疗是指用正常基因取代或修补病人细胞中有缺陷的基因, 从而达到治疗疾病的目的。1990 年, 美国科学家实施了世界上第一例临床基因治疗。患者是一位患有严重复合型免疫缺陷疾病的 4 岁小姑娘艾珊蒂 (D. Ashanthi)。由于遗传基因的缺陷, 她的体内缺乏腺苷酸脱氨酶 (ADA), ADA 的缺乏导致她不具有正常人所具有的免疫力。科学家从她体内取出白血球细胞, 转入能够合成 ADA 的正常基因, 再将导入了正常基因的白血球细胞输入她体内。经过 2 年的持续治疗, 终于使她恢复了健康。此后不久, 科学家又运用这一疗法治疗了数十例严重复合型免疫缺陷疾病。

但是, 接踵而来的失败成为笼罩在这项新技术上空的阴影。2000 年 9 月, 一位 18 岁的男青年因基因治疗而死于美国费城。美国《科学》杂志曾连续刊登了美国食品和药品管理局 (FDA) 宣布暂时禁

止某大学进行基因治疗实验的报导。

经过十多年的发展, 基因治疗的研究已经取得了不少进展。但是, 目前都还处于初期临床试验阶段, 还不能保证稳定的疗效和安全性。尽管存在着许多障碍, 但基因治疗的发展趋势仍是令人鼓舞的。或许正如基因治疗的奠基者所预言的那样, 基因治疗这一新技术将会推动 21 世纪的医学革命。



严重复合型免疫缺陷疾病的患者生活在用玻璃隔离的无菌房中

本章小结

生物的变异,有的仅仅是由于环境的影响造成的,没有引起遗传物质的变化,是不遗传的变异;有的是由于生殖细胞内遗传物质的改变引起的,因而能够遗传给后代,属于可遗传的变异。基因突变、基因重组和染色体变异是可遗传变异的来源。

由于DNA分子中发生碱基对的替换、增添、缺失,而引起的基因结构的改变,叫做基因突变。基因突变既可以由环境因素诱发,又可以自发产生。基因突变在生物界中是普遍存在的,并且是随机发生的,不定向的。在自然状态下,基因突变的频率是很低的,但这一频率已足以使一个大的群体产生各种各样的随机突变,为生物进化提供丰富的原材料。基因重组是指在生物体进行有性生殖的过程中,控制不同性状的基因的重新组合,对生物的进化也具有重要意义。

染色体变异是可以用显微镜直接观察到的比较明显的染色体的变化,如染色体结构的改变、染色体数目的增减等。染色体组是指细胞中的一组非同源染色体,它们在形态和功能上各不相同,携带着控制生物生长发育的全部遗传信息。人们常常采用人工诱导多倍体的方法来获得多倍体植物,培育新品种。

人类遗传病通常是指由于遗传物质改变而引起的人类疾病,主要可以分为单基因遗传病、多基因遗传病和染色体异常遗传病三大类。遗传病的监测,如遗传咨询、产前诊断等,在一定程度上能够有效地预防遗传病的产生和发展。人类基因组计划将帮助人类认识自身生老病死的遗传秘密,使人类更好地把握自己的命运。

但是,科学是一把双刃剑,既可以为人类造福,又可能造成一些负面影响。为了保证现代科学的研究成果得到合理应用,身为现代公民,应该对科学的发展与影响给予密切的关注。

网站登录

<http://www.nih.gov/health/>

<http://archive.uwcm.ac.uk/uwcm/mg/hgmdo.html>

<http://www.mutationresearch.com/mutat/show/>

<http://www.doegenomes.org/>

自我检测

一、概念检测

判断题

1. 由环境引起的变异是不能够遗传的。()
2. 基因中脱氧核苷酸的种类、数量和排列顺序的改变就是基因突变。()
3. 基因重组发生在受精作用的过程中。()
4. 人工诱变所引起的基因突变或染色体的变异都是有利的。()
5. 细胞中含有两个染色体组的个体称为二倍体。()
6. 人类的大多数疾病与基因有关,也与生活方式和环境有关。()

选择题

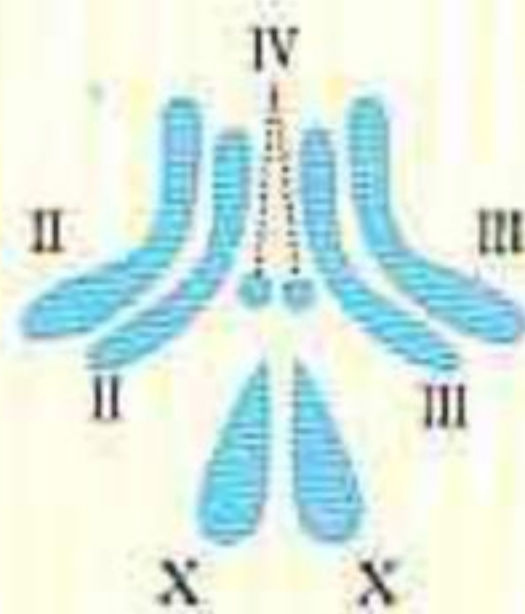
下列哪种情况能产生新的基因:

- A. 基因的重新组合; B. 基因突变;
C. 染色体数目的变异; D. 基因分离。

答: |

识图作答题

根据果蝇染色体组成的示意图,填充下列空白。



1. 该果蝇为_____性果蝇,判断的依据是_____。
2. 细胞中有_____对同源染色体,有_____个染色体组。

画概念图

以概念图的形式总结可遗传的变异包括哪些内容。

二、知识迁移

一对夫妇,其中女方由于X染色体上携带一对隐性致病基因而患有某种遗传病,男方表现型正常,这对夫妇想知道他们的胎儿是否会携带这个致病基因。你能够帮助这对夫妇进行分析吗?

三、技能应用

野生型链霉菌能在基本培养基上生长,而用X射线照射后的链霉菌却不能在基本培养基上生长。在基本培养基中添加某种维生素后,经过X射线照射的链霉菌又能生长了。请你对这一实验结果作出合理的解释。

四、思维拓展

下图表示人体内,苯丙氨酸的代谢途径。请根据图示讨论下列问题。



1. 哪些酶的缺乏会导致人患白化病?
2. 尿酸在人体内积累会使人的尿液中含有尿酸,这种尿液暴露于氧气会变成黑色,这种症状称为尿酸症。请分析缺乏哪种酶会使人患尿酸症?
3. 从这个例子可以看出基因、营养物质的代谢途径和遗传病这三者之间有什么关系?

第6章 从杂交育种到基因工程

自从人类开始种植作物和饲养动物以来，就从未停止过对品种的改良。传统的方法是选择育种，通过汰劣留良的方法来选择和积累优良基因。自从孟德尔发现了遗传规律之后，人工杂交的方法被广泛应用于动植物育种。人工诱变技术的应用，使育种方法得到了较大的改进。基因工程的诞生，使人们能够按照所设计的蓝图，进行跨越种间鸿沟的基因转移，从而定向地改变生物的遗传特性，创造出新的生物类型。



选育、杂交、诱变，
实践—理论—实践，
几多辉煌、几多遗憾。
基因工程异军突起，
朝阳产业，光明无限！

第1节 杂交育种与诱变育种

问题探讨

设想你是一位玉米育种专家,遇到这样的情况:品种A子粒多,但不抗黑粉病;品种B子粒少,但抗黑粉病。

讨论:

1. 你用什么方法既能把两个品种的优良性状结合在一起,又能把双方的缺点都去掉? 将你的设想用遗传图解表示出来。

2. 你预计在实际操作中可能会遇到哪些困难? 怎样才能解决这些困难?

3. 你还能说出哪些育种实例?



本节聚焦

- 杂交育种的原理是什么?
- 什么是诱变育种?
- 杂交育种和诱变育种各有哪些优点和不足?

大约在一万年以前,古人就开始驯化野生动物、栽培植物。在生产实践中,人们知道要挑品质好的个体来传种。这样利用生物的变异,通过长期选择,汰劣留良,就能培育出许多优良品种,比如产量高、能抗病虫害的粮食作物,产奶、产肉、产蛋较多的家畜、家禽,等等。

玉米起源于美洲大陆,15世纪传入欧洲,16世纪经葡萄牙传入中国,现在遍布全世界。远在古代,美洲的印第安人就选择和培育了许多穗大粒饱的玉米。原来他们把玉米奉为神灵,用作祭祀的玉米是在隔离条件下种植的,经过精心管理和认真选育,不仅果穗硕大、颗粒饱满,而且品质优良,无任何杂粒。这样就选育出了具有优良性状的玉米品种。

选择育种不仅周期长,而且可选择的范围是有限的。在实践中,人们逐渐摸索出杂交育种的方法。

杂交育种

当你完成上面的“问题探讨”的时候,你已经在尝试从理论上探索杂交育种的方法了。下面这个小麦的例子帮助你更好地理解杂交育种。

要想把两个小麦品种的优良性状结合在一起,育种上一个有效的方法就是把这两个品种杂交,使基因重组

(图 6-1)。从第二代中挑选高产、抗病的个体，将它们的种子留下来，下一年播种。再从后代中挑选出符合高产抗病条件的植株，采收种子留下来做种。如此经过几代汰劣留良的选择过程，就可以得到新的优良品种了。



图 6-1 两个小麦品种杂交示意图

由此可见，杂交育种 (cross breeding) 是将两个或多个品种的优良性状通过交配集中在一起，再经过选择和培育，获得新品种的方法。在农业生产中，杂交育种是改良作物品质，提高农作物单位面积产量的常规方法。现在，在小麦、水稻生产中大量推广的高产、矮秆品种就是通过杂交育种的方法培育出来的。

我国科学家袁隆平多年来一直致力于杂交水稻的研究，取得了骄人的成绩。据统计，我国有一半以上的稻田种植杂交水稻。通过推广杂交水稻，我国的水稻产量从原来的 $4\,500\text{ kg/hm}^2$ 增加到 $7\,500\text{ kg/hm}^2$ 。从 1976 年到 1998 年，累计增产粮食 $3.5 \times 10^8\text{ t}$ ，平均每年多解决约 6 000 万人的粮食问题。

杂交育种的方法也用于家畜、家禽的育种。将引进的优质种牛与本地品种杂交，可以培育出适应性强的乳用、肉用或乳肉兼用型优良品种。我国奶牛的主要品种中国荷斯坦牛（原称中国黑白花牛）（图 6-2），是将国外的荷斯坦—弗里生牛引进后，在我国经过长期驯化，与当地黄牛进行杂交和选育，逐渐形成的优良种。这种牛的泌乳期可达 305 d，年产乳量可达 6 300 kg 以上。

杂交育种依据的遗传学原理是什么？

► 相关信息

达尔文曾指出：“自然界提供延续性变异，人在对他有用的某些方向上把这些变异累加起来……人为地制造了有用品种。”

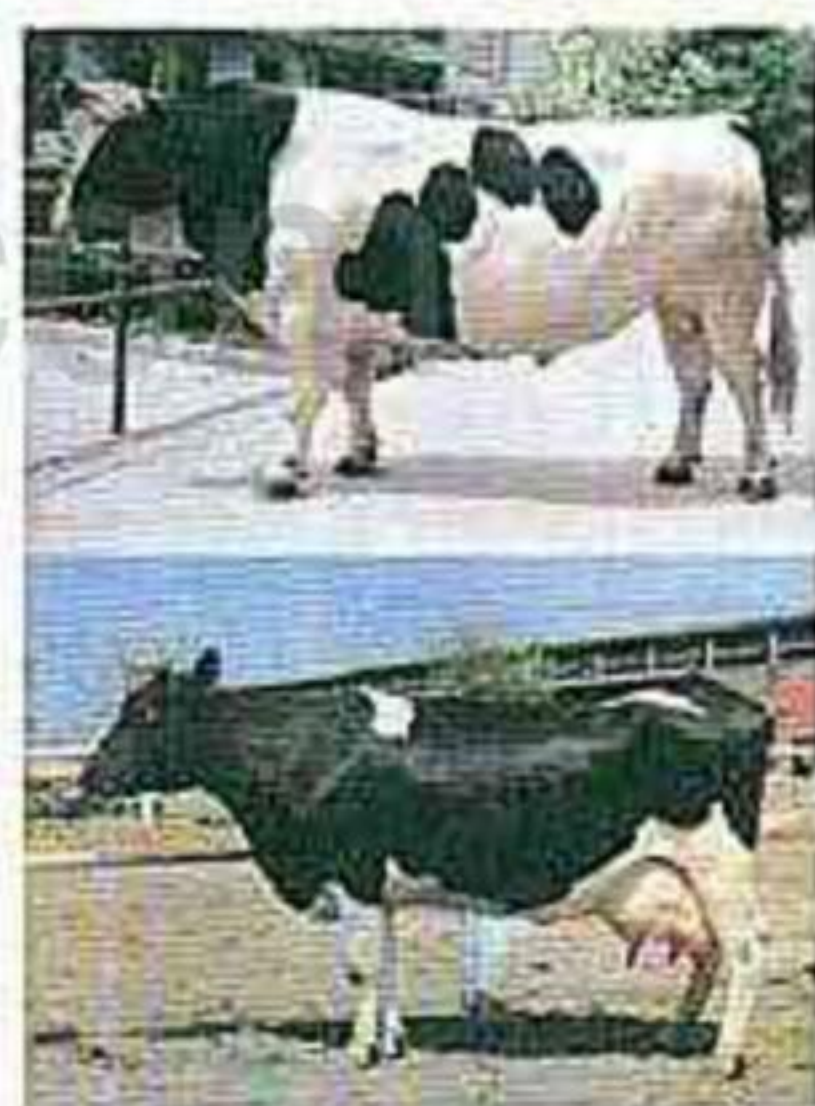


图 6-2 中国荷斯坦牛



思考与讨论

杂交育种的优点是明显的，但是在实际操作中会遇到不少困难。请从杂交后代可能出现各种类型，以及育种时间等方面，分析杂交育种方法的不足。

诱变育种

杂交育种只能利用已有基因的重组,按需选择,并不能创造新的基因。杂交后代会出现分离现象,育种进程缓慢,过程复杂。有没有更好的育种方法来弥补这些缺陷呢?

我们知道,物理因素或化学因素都能诱发基因突变。将这一原理应用在育种中,就发展为育种的新方法——诱变育种(mutation breeding),也就是利用物理因素(如X射线、 γ 射线、紫外线、激光等)或化学因素(如亚硝酸、硫酸二乙酯等)来处理生物,使生物发生基因突变。用这种方法可以提高突变率,在较短时间内获得更多的优良变异类型。

20世纪60年代以来,我国在农作物诱变育种方面取得了可喜的成果,培育出了数百个农作物新品种。这些新品种具有抗病力强、产量高、品质好等优点,在农业生产中发挥了巨大作用。例如,黑龙江省农业科学院用辐射方法处理大豆,培育成了“黑农五号”等大豆品种,产量提高了16%,含油量比原来的品种提高了2.5%。

20世纪50年代以前,我国大豆产量居世界首位。到了60年代末70年代初,我国大豆生产严重下滑,生产满足不了需求。后来,我国科学家应用X射线和化学诱变剂进行人工诱变处理,从诱变后代中选出抗病性强的优良个体,具有这些性状的大豆不断繁衍,至今仍然是我国抗病性最强和应用最广的种源。

在微生物育种方面,诱变育种也发挥了重要作用。青霉菌的选育就是一个典型的例子。现在世界各国生产青霉素的菌种,最初是在1943年从一个发霉的甜瓜上得来的。这种野生的青霉菌分泌的青霉素很少,产量只有20单位/mL。后来,人们对青霉菌多次进行X射线、紫外线照射以及综合处理,培育成了青霉素产量很高的菌株,目前青霉素的产量已经达到50 000—60 000单位/mL。



部分青霉素制剂

► 相关信息

常用的青霉素有青霉素钠盐和青霉素钾盐等。青霉素钠0.6 μg 为1单位,青霉素钾0.625 μg 为1单位。



思考与讨论

与杂交育种相比,诱变育种有什么优点?联系基因突变的特点,谈谈诱变育种的

局限性。要想克服这些局限性,可以采取什么办法?



练习

一、基础题

1. 杂交育种所依据的主要遗传学原理是:

- A. 基因突变; B. 基因自由组合;
C. 染色体交叉互换; D. 染色体变异。

答 []

2. 据你所知道杂交选育新品种之外, 杂交的另一个结果是获得:

- A. 纯种; B. 杂种表现的优势;
C. 基因突变; D. 染色体变异。

答 []

3. ^{60}Co 是典型的 γ 放射源, 可用于作物诱变育种。我国运用这种方法培育出了许多农作物新品

种, 如棉花高产品种“鲁棉1号”, 在我国自己培育的棉花品种中栽培面积最大。 γ 射线处理作物后主要引起_____, 从而产生可遗传的变异。除 γ 射线外, 用于诱变育种的其他物理诱变因素还有_____和_____。

二、拓展题

假设你想培育一个作物品种, 你想要的性状和不想要的性状都是由隐性基因控制的。试说明培育方法, 画出遗传图解, 并说明这种方法的优缺点。



与生物学有关的职业

育种工作者

就业单位: 农业科研单位(农科院、农科所等)、现代农业生产基地、园林设计单位、花卉生产企业等。

主要任务: 培育动植物新品种, 新品种应当具有符合生产需求, 如抗病虫害、抗盐碱、抗旱、抗寒、高产、优质等。

工作方式: 实验室或实验田是主要的工作场所, 活生生的动植物是操作的对象, 科学文献和相关仪器设备是必不可少的工具。

学历要求: 生物学、农学、林学等专业大学本科以上学历。

须具备的素质: 你是在创造自然界本来没有的动植物新品种, 首先要具有勇于创新的精神。当然, 还应当具有生物学知识基础, 特别是关于动植物

生殖和遗传的知识。要想培育一个新品种, 不可能一蹴而就, 失败往往多于成功, 因此, 你必须有承受挫折、永不气馁的心理素质。有时在试验田一蹲就是很多天, 怕苦怕累的人是难以胜任的。

职业乐趣: 你有更多的机会亲近自然。当你看到辛勤培育的新品种投入生产, 给农民带来丰收的喜悦时, 在精神上会获得丰厚的报偿。



育种专家袁隆平(左)和他的助手

第2节 基因工程及其应用

问题探讨

图中可不是普通的细菌，它是“嫁接”了人胰岛素基因的工程菌。虽然看起来与普通细菌没有什么不同，但它能大量合成人胰岛素，用来治疗糖尿病等疾病，使胰岛素的生产成本大大降低。

讨论：

你知道为什么能把人的基因“嫁接”到细菌上吗？你能推测出，这种基因的“嫁接”是怎么实现的吗？你能举出一些类似的、与你的生活关系很密切的例子吗？

转入胰岛素基因的大肠杆菌

本节聚焦

- 什么是基因工程？
- 基因工程的原理是什么？
- 基因工程有哪些应用？
- 转基因食品安全吗？

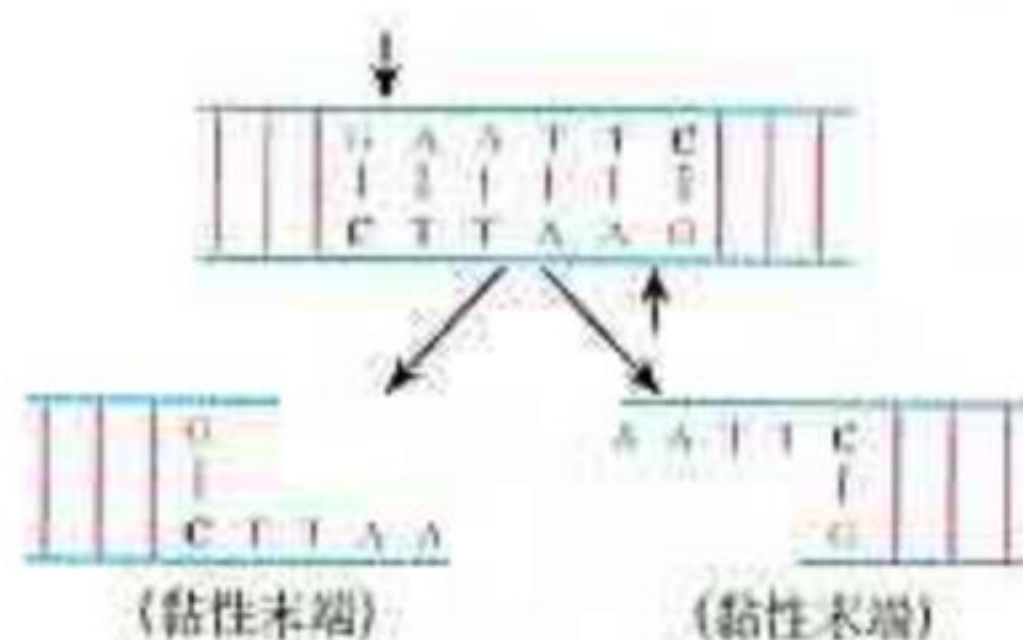


图6-3 限制酶切割DNA分子示意图

尽管作物和家畜的育种自史前开始一直延续至今，但是，传统育种的方法一般只能在同种生物中进行，很难将一种生物的优良性状，移植到另一种生物身上。基因工程的出现使人类有可能按照自己的意愿直接定向地改变生物，培育出新品种。

基因工程的原理

基因工程又叫做基因拼接技术或DNA重组技术。通俗地说，就是按照人们的意愿，把一种生物的某种基因提取出来，加以修饰改造，然后放到另一种生物的细胞里，定向地改造生物的遗传性状。基因工程是在DNA上进行的分子水平的设计施工，需要有专门的工具。“基因剪刀”、“基因针线”和“基因的运载体”是基因工程最基本的工具。

基因的“剪刀” 基因的“剪刀”指的是限制性核酸内切酶（以下简称限制酶）。一种限制酶只能识别一种特定的核苷酸序列，并在特定的切点上切割DNA分子（图6-3）。例如，大肠杆菌中的一种叫做 *EcoRI* 的限制酶，能够专一识别 GAATTC 的序列，并在 G 和 A 之间将这段序列切开。

基因的“针线” 两种来源不同的DNA用同种限制酶切割后，末端可以相互黏合，但是，这种黏合只能使互补的碱基连接起来，脱氧核糖和磷酸交替连接而构成的DNA骨架上的缺口，需要靠DNA连接酶来“缝合”(图6-4)。

基因的运载体 要将外源基因送入受体细胞，还需要有专门的运输工具，这就是运载体。目前常用的运载体有质粒(图6-5)、噬菌体和动植物病毒等。质粒存在于许多细菌以及酵母菌等生物中，是细胞染色体外能够自主复制的很小的环状DNA分子。

基因工程的操作一般要经历如下图所示的四个步骤(图6-6)：提取目的基因、目的基因与运载体结合、将目的基因导入受体细胞和目的基因的表达和检测。

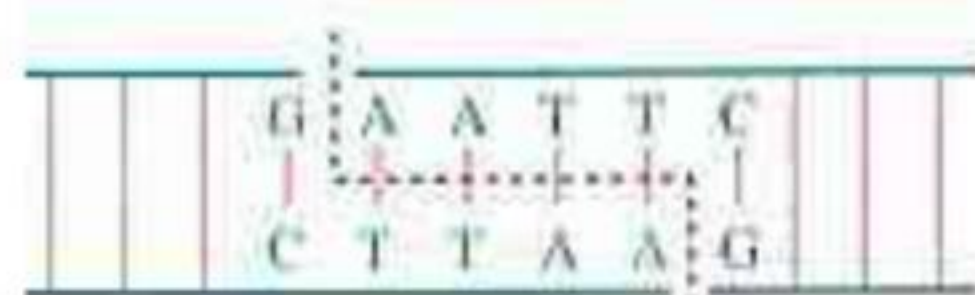


图6-4 DNA连接酶的连接作用示意图

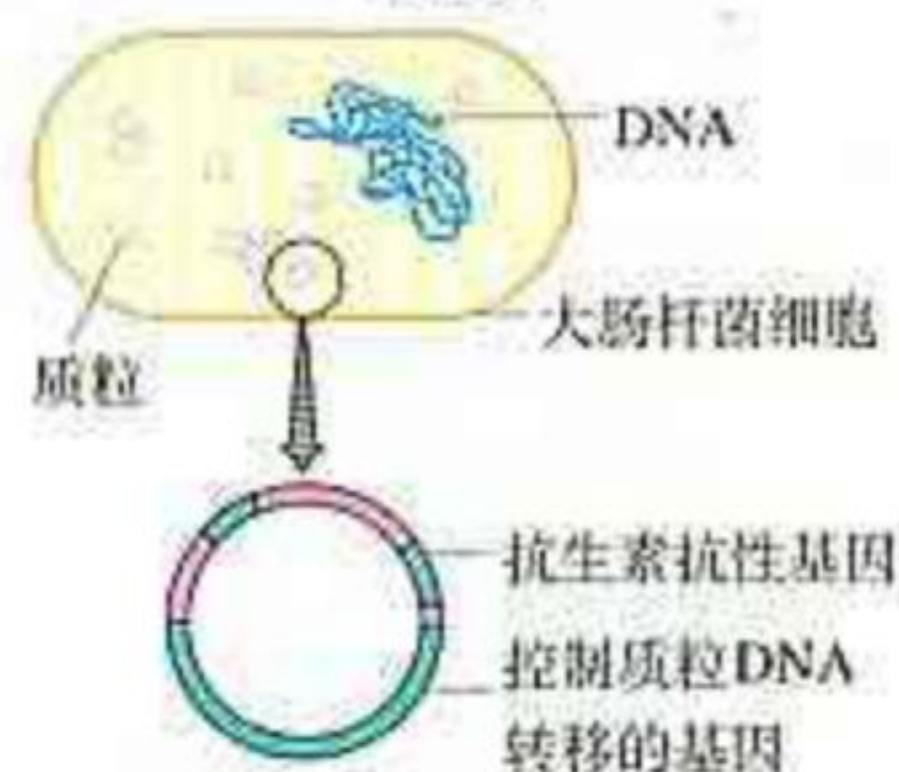


图6-5 大肠杆菌质粒的分子结构示意图

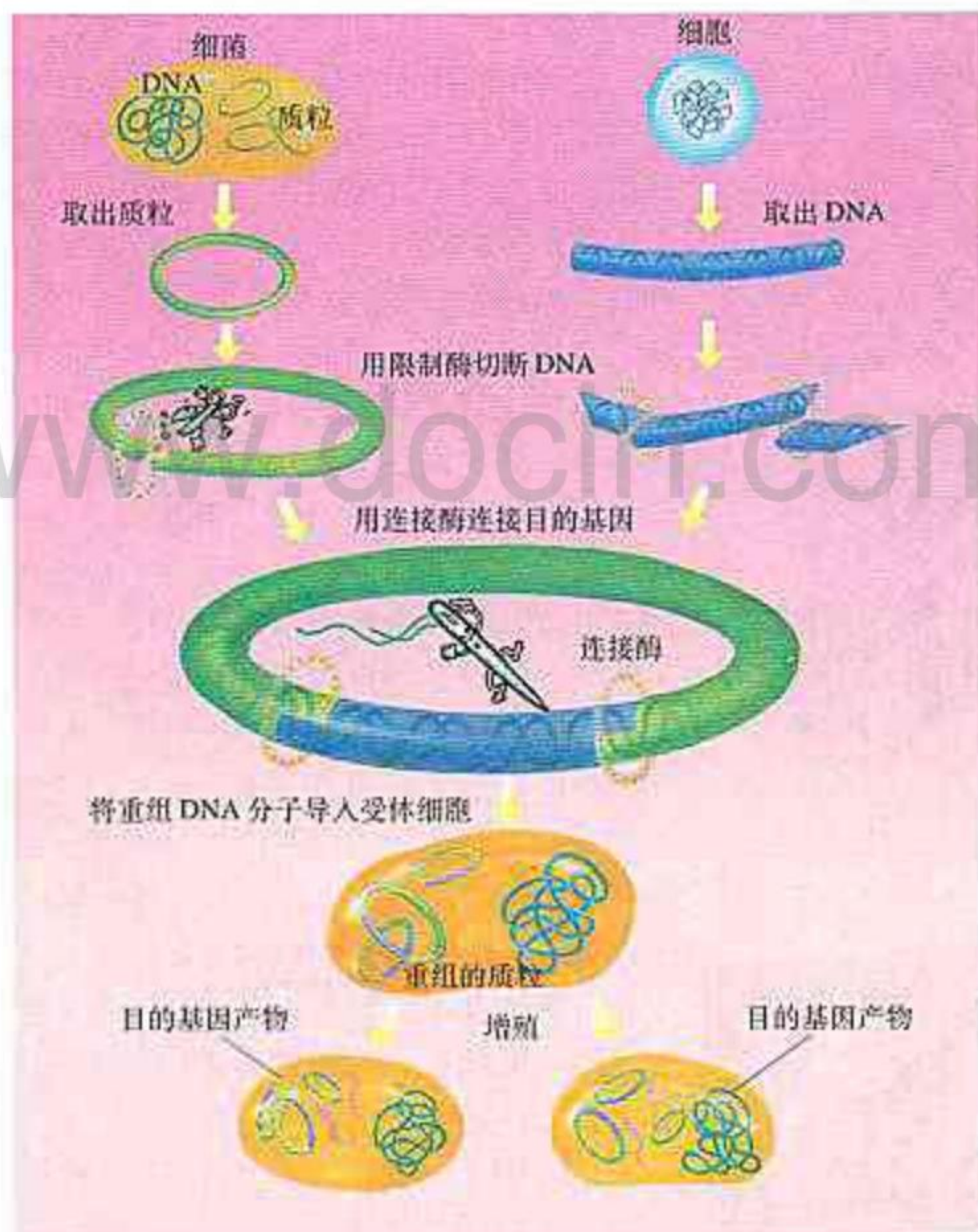


图6-6 基因工程操作的基本步骤示意图

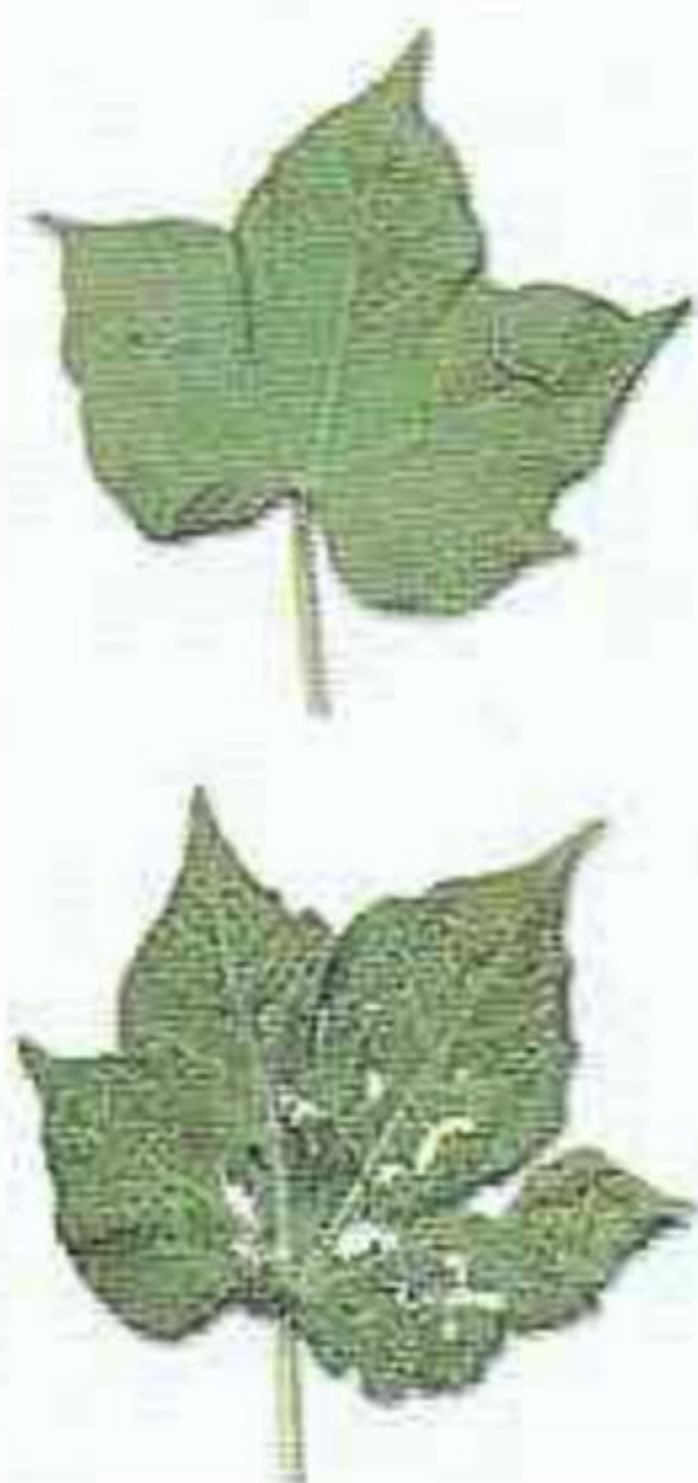


图6-7 抗虫棉(上)与普通棉(下)



图6-8 基因工程药品生产车间



图6-9 基因工程疫苗和药物

基因工程的应用

基因工程自20世纪70年代兴起以来,取得了突飞猛进的发展。基因转移、基因扩增等技术的应用不仅使生命科学的研究发生了前所未有的变化,而且在实际应用领域,如医药卫生、农牧业、食品工业、环境保护等方面也展示出美好的应用前景。

基因工程与作物育种 近几年来,人们利用基因工程的方法,获得了高产、稳产和具有优良品质的农作物,培育出具有各种抗逆性的作物新品种。

1993年,中国农业科学院的科学家成功地培育出了抗棉铃虫的转基因抗虫棉,抗虫的基因来自苏云金杆菌。苏云金杆菌形成的伴胞晶体是一种毒性很强的蛋白质晶体,能使棉铃虫等鳞翅目害虫瘫痪致死。科学家将编码这个蛋白质的基因导入作物,使作物自身具有抵御虫害的能力。如今,科学家已利用这一基因成功地培育出了抗虫的烟草、玉米、水稻和棉花(图6-7)等多种作物。抗虫基因作物的使用,不仅减少了农药的用量,大大降低了生产成本,而且还减少了农药对环境的污染。此外,人们还培育出了耐贮存的番茄、耐盐碱的棉花、抗除草剂的玉米、油菜、大豆等多种转基因作物。在畜牧养殖业上,科学家利用基因工程的方法培育出了转基因奶牛、超级绵羊等多种转基因动物。

基因工程与药物研制 在药品生产中,有些药品是直接来自生物体的组织、细胞或血液中提取的。由于受原料来源的限制,价格十分昂贵。用基因工程的方法能够高效率地生产出各种高质量、低成本的药品,如胰岛素、干扰素和乙肝疫苗等(图6-8,图6-9)。

胰岛素是治疗糖尿病的特效药。以往临床上给病人注射用的胰岛素主要从猪、牛等家畜的胰腺中提取,每100 kg胰腺只能提取4~5 g胰岛素。用这种方法生产的胰岛素产量低,价格昂贵,远远不能满足需求。1979年,科学家将动物体内能够产生胰岛素的基因与大肠杆菌的DNA分子重组,并且在大肠杆菌内获得成功的表达。这样,用2000 L大肠杆菌培养液就可以提取100 g胰岛素,相当于从2 t猪胰腺中提取的量。1982年,美国一家基因公司用基因工程方法生产的胰岛素开始投入市场。

用基因工程方法生产的药物还有干扰素、白细胞介素、溶血栓剂、凝血因子,以及预防乙肝、霍乱、伤寒、疟疾的疫苗,等等。

除了上述作用以外,基因工程技术还可用于环境保护,如利用转基因细菌降解有毒有害的化合物,吸收环境中的重金属,分解泄漏的石油,处理工业废水等。

转基因生物和转基因食品的安全性

当人类拥有了只有大自然才拥有的改造生物、创造生物的能力时,也感到了不安与困惑。人类是否有权利按照自己的意愿操纵地球上的生命?人类创造的转基因生物,转基因食品是否会危害整个生物圈,包括人类自身?这些问题曾引起了全球范围的大辩论,而辩论的起因源于对老鼠的实验。

1998年,英国一位生物学家在电视节目中宣布:老鼠食用了转基因土豆后,肾、脾和消化道都出现了损伤,体重和器官重量减轻,免疫系统遭到破坏。电视播出后,引起了人们对转基因食品的极度恐惧。尽管审查表明这一实验存在明显的漏洞,结果不可信,但仍无法消除人们的疑虑。下面的资料包含了对转基因生物和转基因食品的不同态度,请在此基础上,进一步搜集资料,并针对这一问题发表你的个人意见。



资料分析

转基因生物和转基因食品的安全性

一种观点 转基因生物和转基因食品不安全,要严格控制

1. 一个简陋的小实验室,就能把艾滋病病毒与感冒病毒组装到一起,使艾滋病病毒像感冒一样,大范围地传播。

2. 1999年5月20日的《自然》杂志报导:帝王蝶的幼虫在吃了某种转基因玉米的花粉沾染过的牛奶草叶子后,近一半的个体死亡,幸存的也不能正常发育。

3. 某些公司曾利用基因工程技术让细菌生产生长激素(BST),然后定期给奶牛注射BST,使奶牛分泌更多的乳汁。但是,注射BST的奶牛,乳房感染更为频繁,必须用抗生素治疗,结果导致乳汁中含有抗生素。

.....

另一种观点 转基因生物和转基因食品是安全的,应该大范围推广

1. 转基因食品的构成与非转基因食品一样,都是由氨基酸、蛋白质和碳水化合物组成的,从理论上分析是安全的。

2. 对转入了苏云金杆菌基因的西红柿进行毒性分析表明,这种转基因西红柿对人体健康没有影响。

3. 转基因作物能使贫穷国家的亿万人口摆脱饥饿,同时还能减少使用农药引起的环境污染。

4. 对于一种转基因食品,只要不能证明它不安全,就应该视为安全。否则就可能因为无休止的争论,而耽误了科学技术发展的时机。

.....

讨论

你认为应该如何对待转基因生物和转基因食品的安全性问题?

我国从一开始进行基因工程研究,就十分重视基因工程的安全性问题。2001年5月,国务院公布了《农业转基因生物安全管理条例》,对农业转基因生物的研究和试验、生产和加工、经营和进出口等作了具体规定。现在,我国越来越重视转基因生物及其产品的安全性,并且密切关注国际上有关管理法规的动向。



练习

一、基础题

1. 简述基因工程操作的几个步骤。
2. 假如用限制性内切酶 *EcoRI* 处理以下的DNA序列,会产生几个片段? 请先写出下面的DNA序列的互补链,然后标出酶切位点。
ATCTCGAGACTGATTGGCCCTTAAGCTCGA
GATGACCATGGCCAGGCTCGAGCTGATGA
3. 将外源基因导入受体细胞时,常用的运载体有哪些?

二、拓展题

1. 细菌和人是差异非常大的两种生物,为什么通过基因重组后,细菌能够合成人体的某些蛋白质呢?
2. 如果你是一个生产基因工程产品的农场的经营者,你将如何向客户解释你的产品,并让他们放心地购买你的产品呢?
3. 设计并制作一则关于转基因作物和转基因食品安全性的公益广告,形式不限。



与生物学有关的职业

生物技术产业的研发人员

基因工程技术的飞速发展和广泛应用,使许多与之有关的产业正在悄然发生改变。其中最显著的要数制药工业、农业和食品工业。各种基因工程药物如激素、疫苗等研制成功,使千百万患者受益,“生物医学工程师”随之应运而生。在日本,种植业和养殖业的从业人员中,也出现了“生物工学农夫”等高新技术从业者;在我国,现代农业生产基地,对生物技术人才的需求也越来越大。在食品工业中,转基因食品的开发、生产和销售正在占有越来越大的市场份额。基因工程技术与这些传统产业的结合,催生了一种新兴产业的产生——生物技术产业。

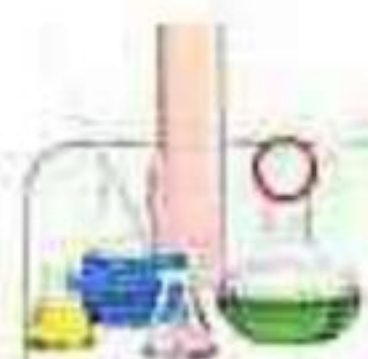
生物技术产业的研发人员一般都须具

有较高的学历,掌握生命科学和生物工程技术的基本知识和操作技能,具有较强的实践能力和创新能力。这些新兴职业虽然现在还难以给出准确的名称,却已经显示它的魅力和前景。

像信息技术革命的突飞猛进一样,新的生物技术产业群体正等待着聪明的你去开拓。你做好准备了吗?



生物技术产业的研发人员



课外实践

调查转基因食品的发展现状

去超市调查，仔细看食品包装上的标签和说明，看看哪些是转基因食品。

去有关部门调查，了解我国转基因食品的研发和推广情况。

通过媒体调查等途径，了解我国或其他国家在对待转基因生物及转基因食品上有哪些法律规定，并解释这些法规所针对的安全性或其他问题，结合自己的观点，写一篇综述。

本章小结

改良动植物品种，最古老的育种方法是选择育种：从每一代的变异中选出最好的类型进行繁殖、培育。但是选择育种周期长，可选择范围也有限。

在生产实践中，人类摸索出杂交育种的方法。通过杂交，使基因重新组合，可以将不同生物的不良性状组合起来。但是，杂交后代会出现性状分离现象，育种过程繁杂而缓慢，效率低，亲本的选择一般限制在同种生物范围之内。

人工诱变的方法应用在育种上，大大提高育种的效率和选择范围。但是，基因突变的不定向性，导致诱变育种的盲目性。

基因工程可以实现基因在不同种生物之间的转移，迅速培育出前所未有的生物新品种，在医药卫生、农牧业、环境保护等领域有着广泛的应用。

基因工程在给人类的生产和生活带来益处的同时，也使人们产生关于转基因生物的安全性等方面的担忧。

从选择育种到基因工程的发展历程说明，生产实践产生对科技发展的需求，科学理论上的突破必然会带来技术上的进步，推动生产水平的提高和人类文明的发展。



自我检测

一、概念检测

连线题

- | | |
|------------------|--------------|
| 1. 基因工程中剪切基因的工具 | A. 细菌在发酵罐内发酵 |
| 2. 人工诱变常用的处理手段 | B. 限制性内切酶 |
| 3. 基因工程中拼接基因的工具 | C. 辐射 |
| 4. 杂交育种利用 | D. 基因的自由组合原理 |
| 5. 搬运目的基因的运载工具 | E. DNA 连接酶 |
| 6. 大量表达目的基因常用的手段 | F. 细菌质粒或噬菌体 |

判断题

1. 将两匹奔跑速度快、耐力持久的种马交配，所生小马一定能继承“双亲”的特征，不仅跑得快，而且耐力持久。 ()
2. 选择育种是一种古老的育种方法，它的局限性在于进展缓慢，可选择的范围有限。 ()
3. 人工诱变是创造动植物新品种和微生物新类型的重要方法，它突出的优点是可以提高突变率，加速育种工作的进程。 ()
4. 对于基因工程或分子生物学实验室向外排放转基因细菌等必须严加管制。 ()

画概念图

画出基因工程操作的常规方法流程图。

二、知识迁移

列举生产实践中用杂交育种、诱变育种和基因工程育种改良农作物或畜禽品种的实例。有条件的，请调查这些育种方法的经济效益或增产效果。

三、技能应用

仔细观察下面这幅卡通图。运用你学过的基因工程的知识，分析并评价这幅图的寓意。



四、思维拓展

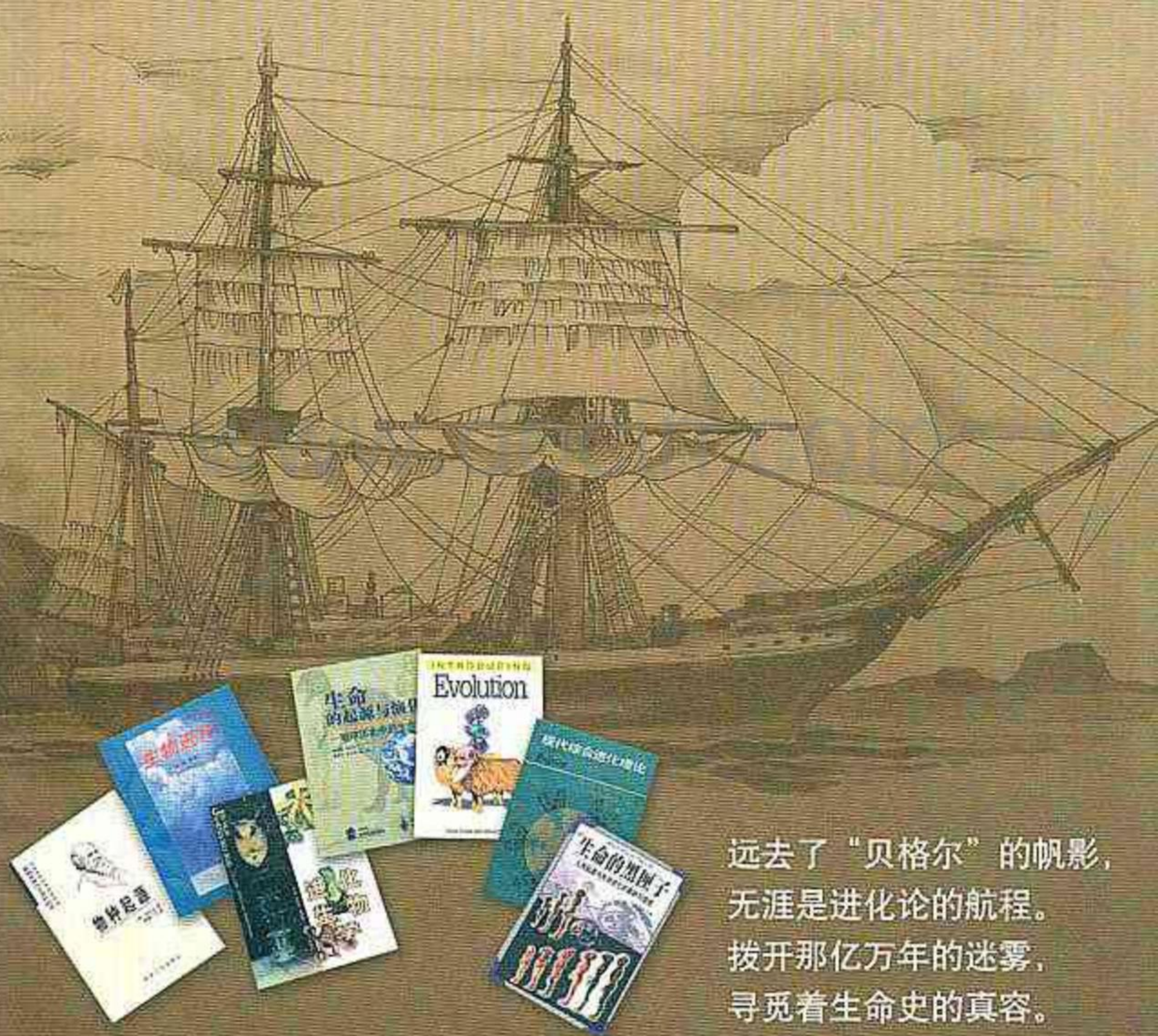
既然基因工程与传统的杂交育种和诱变育种相比有许多优势，为什么现在仍有许多人搞杂交育种和诱变育种的研究呢？

网站登录

<http://www.nova.gov.cn/kjb/kjzx/>
http://www.cast.ac.cn/cpyyy/yy_6.htm
<http://www.mit.edu:8001/esgbio/rdnadir.html>
<http://www.thinkquest.org/library/lib/>
<http://www.od.nih.gov/oba/>

第7章 现代生物进化理论

自达尔文的《物种起源》问世以来，人们普遍接受了生物是不断进化的这一科学观点。但是，生物为什么会不断地进化？生物是怎样进化的？达尔文的解释并未给人一个非常圆满的答案。随着生物科学的发展，人们对生物进化的解释也在逐步深入，并且不乏争论。在各种论点的交锋中，进化理论本身也在“进化”。



远去了“贝格尔”的帆影，
无涯是进化论的航程。
拨开那亿万年的迷雾，
寻觅着生命史的真容。

第1节 现代生物进化理论的由来

问题探讨

左图为同一环境中的两种蝴蝶。

讨论：

1. 枯叶蝶的翅很像一片枯叶，这有什么适应意义？
2. 从进化的角度，怎样解释这种适应的形成？
3. 同一环境中不乏翅色艳丽的蝴蝶，这与你刚才所做的解释有矛盾吗？如果有，又怎样解释？



枯叶蝶和翅色艳丽的蝴蝶

本节聚焦

- 在达尔文之前，人们是怎样看待生物的进化的？
- 达尔文的自然选择学说的要点是什么？
- 达尔文的自然选择学说有哪些局限性？

各种各样的生物是如何形成的？长期以来就存在着激烈的争论。即使在达尔文的《物种起源》出版后的这一百多年，关于这个问题的争论仍没有停止。科学的争论促进人们更深入地研究，使得生物进化的理论不断发展。

拉马克的进化学说

历史上第一个提出比较完整的进化学说的是法国博物学家拉马克 (J.B.Lamarck, 1744—1829)。他通过对植物和动物的大量观察，提出地球上的所有生物都不是神造的，而是由更古老的生物进化来的；生物是由低等到高等逐渐进化的；生物各种适应性特征的形成都是由于用进废退和获得性遗传。器官用得越多就越发达，比如食蚁兽的舌头之所以细长，是由于长期舔食蚂蚁的结果 (图 7-1)。器官废而不用，就会造成形态上的退化，比如鼹鼠长期生活在地下，眼睛就萎缩、退化。这些因用进废退而获得的性状是可以遗传给后代的。这是生物不断进化的主要原因。

拉马克的进化学说，在人们信奉神创论的时代是有进步意义的。由于反对神创论和物种不变论，他遭



图 7-1 食蚁兽

到了种种非难和攻击，但始终没有动摇自己的信念，而是把为科学事业作出贡献当做最大的乐趣。他曾经说过这样的话：“科学工作能予我们以真实的益处；同时，还能给我们找出许多最温暖、最纯洁的乐趣，以补偿生命场中种种不能避免的苦恼。”

达尔文的自然选择学说

拉马克的进化论提出以后，并没有引起社会的重视。就连达尔文（C.R.Darwin, 1809—1882）在开始他著名的5年航海旅程时，也还认为物种是不变的，而且都是神创造的。在5年的航海旅行中，他仔细观察了世界各地的动植物和化石，发现许多现象是传统的观点难以解释的，从而摒弃了神创论的观点，坚信生物是不断进化的。后来，他又通过大量的观察和思考，提出了自然选择（natural selection）学说（图7-2）。

下面是达尔文自然选择学说的解释模型（图7-3）。请你回忆初中所学的关于自然选择的知识，以长颈鹿的进化为例，对这一模型进行演绎说明。



图7-2 《物种起源》，达尔文手迹和几种标本



图7-3 达尔文自然选择学说的解释模型

达尔文创立的进化论从丰富的事实出发，论证了生物是不断进化的，并且对生物进化的原因提出了合理的解释。它使人们认识到，原来自然界的万千生物不是神灵预先设计好而永恒不变的，而是在客观规律的支配下不断发展变化的。这就使生物学第一次摆脱了神学的束缚，走上了科学的轨道。它揭示了生命现象的统一性是由于所有的生物都有共同的祖先，生物的多样性是进化的结果；生物界千

差万别的种类之间有一定的内在联系，从而大大促进了生物学各个分支学科的发展。这一科学理论的影响远远超出了生物学的范围，它给予神创论和物种不变论以致命的打击，为辩证唯物主义世界观提供了有力的武器。

达尔文的进化论在与神创论和物种不变论的斗争中传遍了全世界。用各种文字翻译的《物种起源》版本，不断地在世界各地出版。马克思和恩格斯对达尔文的理论给予高度评价。他们认为这是科学史上的一次革命，极大地推动着十九世纪自然科学的发展。马克思把他的《资本论》第一卷题赠给达尔文，郑重地在扉页中写道：“赠给查理士·达尔文先生。您真诚的钦慕者卡尔·马克思。”恩格斯将达尔文的进化论誉为十九世纪自然科学的三大发现之一。



思考与讨论

生物进化观点对人们思想观念的影响

1. 在达尔文提出生物进化论之前，人们对生物界的普遍看法是怎样的？

2. 达尔文的进化论与神创论的主要冲突是什么？达尔文提出生物进化论之后，为什么遭到许多人的攻击、谩骂和讥讽？

3. 达尔文的进化论对于人们正确认识人类在自然界的地位有什么启示？

4. 马克思读了达尔文的《物种起源》后，在写给恩格斯的一封信中说：“虽然这本书用英文写得很粗略，但是它为我们的观点提供了自然史的基础”。马克思所说“我们的观点”是指什

么观点？

5. 19世纪末，严复、梁启超等以达尔文自然选择学说中“物竞天择，适者生存”的观点，作为唤起同胞救国图强的警钟。这一做法在当时积贫积弱的中国起到了什么作用？

6. 有一本普及进化知识的英文书《Evolution》(Dylan Evans & Howard Selina 著，英国出版)中写道：“Science aims to discover facts, but leaves us free to choose our own values.”你同意这样的观点吗？作者为什么要在本书的最后一页写这句话？

❓ 提出自然选择学说的达尔文，为什么还同意获得性遗传呢？

由于受到当时科学发展水平的限制，对于遗传和变异的本质，达尔文还不能做出科学的解释。关于遗传的变异是怎样产生的，达尔文接受了拉马克关于器官用进废退和获得性遗传的观点，并且举了不少例子来说明。例如，家猪的腿和吻比野猪的短（图7-4），是由于家猪使用腿和吻较少的结果。他对生物进化的解释也局限于个体水平，而实际上，如果个体出现可遗传的变异，相应基因必须在群体里扩散并取代原有的基因，这样新的生物类型才可能形

成。达尔文强调物种形成都是渐变的结果,不能很好地解释物种大爆发等现象。这些都说明,即使像达尔文这样伟大的科学家,其思想观点也会有历史的局限性。

作为一位诚实的科学家,达尔文的优秀品质不仅表现在他从事科学研究的工作中,而且也反映在他实事求是地对待自己理论的缺陷上。他曾经说过:“关于变异的规律,我们实在是无知的,我们所能够说明这部分或那部分发生变异的任何原因,恐怕还不及百分之一。”

达尔文以后进化理论的发展

随着生物学的发展,关于遗传和变异的研究,已经从性状水平深入到基因水平,人们逐渐认识到遗传和变异的本质。获得性遗传的观点,已经被大多数学者所摒弃。关于自然选择的作用等问题的研究,已经从以生物个体为单位,发展到以种群为基本单位。这样就形成了以自然选择学说为核心的现代生物进化理论,从而极大地丰富和发展了达尔文的自然选择学说。



图 7-4 家猪(上)和野猪(下)

www.docin.com

练习

一、基础题

1. 下列表述中哪一项不是拉马克的观点:

- A. 生物的种类是随着时间的推移而变化的;
- B. 生物的种类从古到今是一样的;
- C. 环境的变化使生物出现新的性状,并且将这些性状传给后代;
- D. 生物的某一器官发达与否取决于用与不用。

答: []

2. 各种各样的抗生素对治疗细菌感染造成的疾病发挥着重要作用。一种抗生素使用一段时间

后,杀菌效果就会下降,原因是细菌产生了抗药性。试用达尔文的自然选择学说解释细菌产生抗药性的原因,并分析这一解释有什么不够完善之处。

二、拓展题

1. 人类对濒危动植物进行保护,会不会干扰自然界正常的自然选择?

2. “人们现在都生活在各种人工环境中,因此,人类的进化不再受到自然选择的影响。”你同意这一观点吗? 写一段文字阐明你支持或反对的理由。

第2节 现代生物进化理论的主要内容

问题探讨

你看过《自私的基因》这本书吗？作者为什么用这样的标题呢？基因是没有欲望的，但用拟人化的方式思考问题，有时却是有用的。

虎有成千上万个基因，有的决定牙齿的锐利程度，有的决定肌肉的粗壮程度……

讨论：

把自己想像成虎体内的一个基因。你不仅不愿意自己在虎的后代中消失，而且想让越来越多的虎拥有自己的拷贝。你怎样才能达到这一目的呢？你将选择做哪一种基因？



幼虎

本节聚焦

- 为什么说种群是生物进化的基本单位？
- 种群的基因频率为什么会发生变化？
- 自然选择与种群基因频率的变化有什么关系？



图7-5 一个猕猴种群的部分个体

一 种群基因频率的改变与生物进化

达尔文的自然选择学说指出，在一种生物的群体中，出现有利变异的个体容易存活，并且有较多的机会留下后代。也就是说自然选择直接作用的是生物的个体，而且是个体的表现型。但是，在自然界，没有哪个个体是长生不死的，个体的表现型也会随着个体的死亡而消失，决定表现型的基因却可以随着生殖而世代延续，并且在群体中扩散。可见，研究生物的进化，仅研究个体的表现型是否与环境相适应是不够的，还必须研究群体的基因组成的变化。

种群是生物进化的基本单位

生活在一定区域同种生物的全部个体叫做种群(population)。例如，一片树林中的全部猕猴是一个种群(图7-5)，一片草地的所有蒲公英也是一个种群。种群中的个体并不是机械地集合在一起，而是彼此可以交配，并通过繁殖将各自的基因传给后代。

种群在繁衍过程中，个体有新老交替，基因却代代相传。例如，许多昆虫的寿命都不足一年(如蝗虫)，所有的

蝗虫都会在秋风中死去,其中有些个体成功地完成生殖,死前在土壤中埋下受精卵(图7-6)。来年春夏之交,部分受精卵成功地发育成蝗虫。同前一年的蝗虫种群相比,新形成的蝗虫种群在基因组成上会有什么变化吗?你不妨根据前面所学遗传、变异和自然选择的知识,尝试做出自己的推测。

一个种群中全部个体所含有的全部基因,叫做这个种群的基因库(gene pool)。在一个种群基因库中,某个基因占全部等位基因数的比率,叫做基因频率。例如,在某昆虫种群中,决定翅色为绿色的基因为A,决定翅色为褐色的基因为a,从这个种群中随机抽取100个个体,测得基因型为AA、Aa和aa的个体分别是30、60和10个,就这对等位基因来说,每个个体可以看做含有2个基因,那么,这100个个体共有200个基因(图7-7)。由此可知:

A基因的数量是 $2 \times 30 + 60 = 120$ 个;

a基因的数量是 $2 \times 10 + 60 = 80$ 个;

A基因的频率为 $120 \div 200 = 60\%$;

a基因的频率为 $80 \div 200 = 40\%$ 。

这一种群繁殖若干代以后,其基因频率会不会发生变化呢?



图7-6 蝗虫的交配(上)和产卵(下)

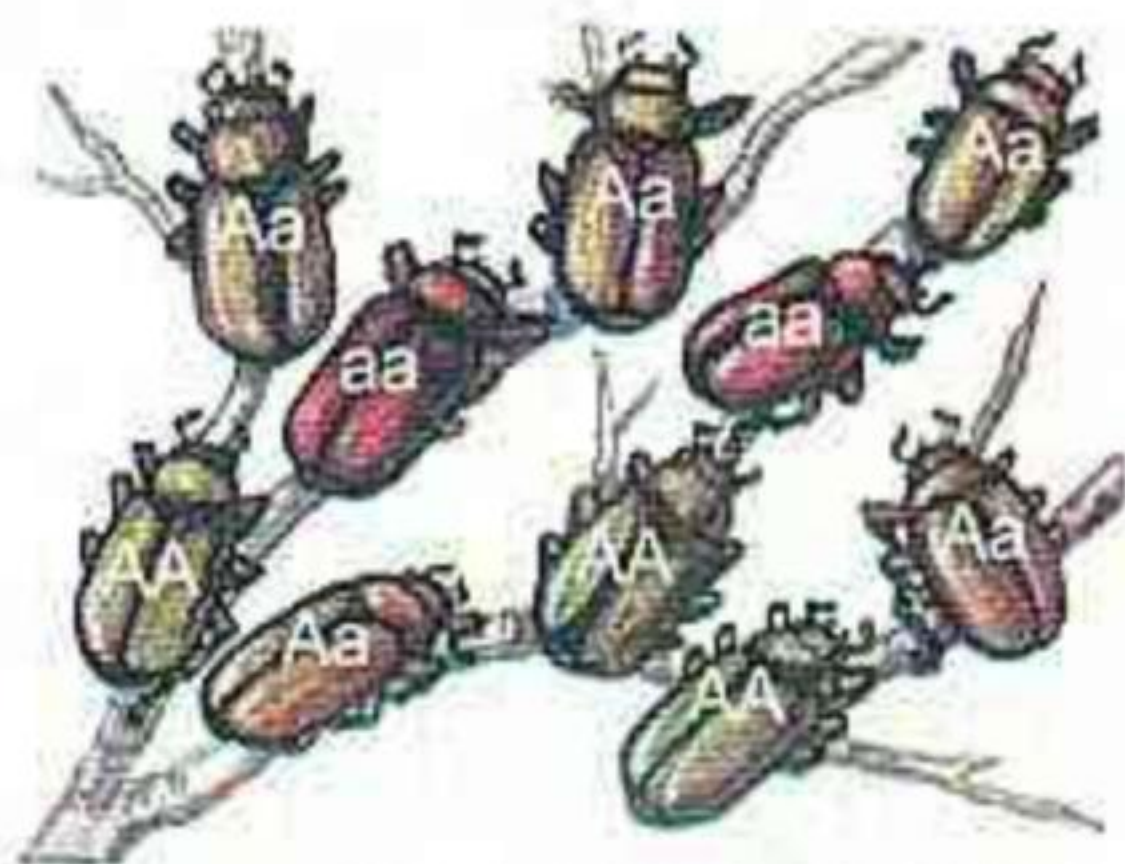


图7-7 某昆虫决定翅色的基因频率



思考与讨论

用数学方法讨论基因频率的变化

1. 假设上述昆虫种群非常大,所有的雌雄个体间都能自由交配并产生后代,没有迁入和迁出,自然选择对翅色这一相对性状没有作用,基因A和a都不产生突变,根据孟德尔的分离定律计算:

(1) 该种群产生的A配子和a配子的比率各是多少?

(2) 子代基因型的频率各是多少?

(3) 子代种群的基因频率各是多少?

(4) 将计算结果填入下表。想一想,子二代、子三代以及若干代以后,种群的基因频率会同子一代一样吗?

2. 上述计算结果是建立在五个假设条件基

亲代基因型的频率	AA(30%)	Aa(60%)	aa(10%)
配子的比率	A()	A() a()	a()
子代基因型频率	AA()	Aa()	aa()
子代基因频率	A()		a()

础上的。对自然界的种群来说,这五个条件都成立吗?你能举出哪些实例?

3. 如果该种群出现新的突变型(基因型为 A_2a 或 A_2A_2),也就是产生新的等位基因 A_2 ,种群的基因频率会变化吗?基因 A_2 的频率可能会怎样变化?

► 知识链接

回忆前面所学知识,想一想,染色体数目和结构的变异都能引起种群基因频率的变化吗?

突变和基因重组产生进化的原材料

你已经知道,基因突变在自然界是普遍存在的。基因突变产生新的等位基因,这就可能使种群的基因频率发生变化。

达尔文曾明确指出,可遗传的变异是生物进化的原材料。如果没有可遗传的变异,生物就不可能进化。但是,可遗传的变异是怎样产生的,达尔文限于当时生物学发展水平,不可能做出正确的解释。现代遗传学的研究表明,可遗传的变异来源于基因突变、基因重组和染色体变异。其中,基因突变和染色体变异统称为突变(mutation)。

我们知道,生物自发突变的频率很低,而且突变大多是有利的,那么,它为什么还能够作为生物进化的原材料呢?别忘了,种群是由许多个体组成的,每个个体的每一个细胞内都有成千上万个基因,这样,每一代就会产生大量的突变。例如,果蝇约有 10^4 对基因,假定每个基因的突变率都是 10^{-5} ,对于一个中等大小的果蝇种群(约有 10^8 个个体)来说,每一代出现的基因突变数将是:

$$2 \times 10^4 \times 10^{-5} \times 10^8 = 2 \times 10^7 \text{ (个)}$$

此外,突变的有害和有利也不是绝对的,这往往取决于生物的生存环境。例如,有翅的昆虫中有时会出现残翅和无翅的突变类型,这类昆虫在正常情况下很难生存下去。但是在经常刮大风的海岛上,这类昆虫却因为不能飞行而避免被风吹到海里淹死。

基因突变产生的等位基因,通过有性生殖过程中的基因重组,可以形成多种多样的基因型,从而使种群出现大量的可遗传变异。由于突变和重组都是随机的、不定向的,因此它们只是提供了生物进化的原材料,不能决定生物进化的方向。



某海岛上残翅和无翅的昆虫



探究

自然选择对种群基因频率变化的影响

英国的曼彻斯特地区有一种桦尺蠖,它们夜间活动,白天栖息在树干上。杂交实验表明,桦尺蠖的体色受一对等位基因S和s控制,黑色

(S)对浅色(s)是显性的。在19世纪中叶以前,桦尺蠖几乎都是浅色型的,该种群中S基因的频率很低,在5%以下。到了20世纪中叶,黑色型

的桦尺蠖却成了常见的类型，S基因的频率上升到95%以上。

19世纪时，曼彻斯特地区的树干上长满了地衣。后来，随着工业的发展，工厂排出的煤烟使地衣不能生存，结果树皮裸露并被熏成黑褐色。



长满地衣的树干上的桦尺蠖



黑褐色树干上的桦尺蠖

问题

桦尺蠖种群中s基因（决定浅色性状）的频率为什么越来越低呢？

作出假设

根据前面所学知识作出假设：_____

讨论探究思路

你可以用创设数字化问题情境的方法来探究。以下问题情境供参考。

创设情境示例（其中数字是假设的）：1870年，桦尺蠖种群的基因型频率如下：SS10%，Ss20%，ss70%，S基因的频率为20%。在树干变黑这一环境条件下，假如树干变黑不利于浅色桦尺蠖的生存，使得种群中浅色个体每年减少10%，黑色个体每年增加10%。第2~10年间，该种群每年的基因型频率是多少？每年的基因频率是多少？

提示：①基因型频率 = $\frac{\text{该基因型个体数}}{\text{该种群个体总数}}$

②不同年份该种群个体总数可能有所变化。

制定并实施探究方案

1. 创设数字化的问题情境。
2. 计算，将计算结果填入表中（如下表）。

		第1年	第2年	第3年	第4年	……
基因型 频率	SS	10%	11.5%			
	Ss	20%	22.9%			
	ss	70%	65.6%			
基因 频率	S	20%	23%			
	s	80%	77%			

3. 根据计算结果，对环境的选择作用的大小进行适当调整，比如，把浅色个体每年减少的数量百分比定高些，重新计算种群基因型频率和基因频率的变化，与步骤2中所得数据进行比较。

分析结果，得出结论

分析计算结果，是否支持你作出的假设，得出结论。

讨论

1. 树干变黑会影响桦尺蠖种群中浅色个体的出生率吗？为什么？
2. 在自然选择过程中，直接受选择的是基因型还是表现型？为什么？

自然选择决定生物进化的方向

在自然选择的作用下,具有有利变异的个体有更多的机会产生后代,种群中相应基因的频率会不断提高;相反,具有不利变异的个体留下后代的机会少,种群中相应基因的频率会下降。因此,在自然选择的作用下,种群的基因频率会发生定向改变,导致生物朝着一定的方向不断进化。

练习

一、基础题

1. 下列生物群体中属于种群的是:

- A. 一个湖泊中的全部鱼;
- B. 一个森林中的全部蛇;
- C. 卧龙自然保护区中的全部大熊猫;
- D. 一间屋中的全部蟑螂。

答 []

2. 某一瓢虫种群中有黑色和红色两种体色的个体,这一性状由一对等位基因控制,黑色(B)对红色(b)为显性。如果基因型为BB的个体占18%,基因型为Bb的个体占78%,基因型为bb的个体占4%。基因B和b的频率分别是:

- A. 18%, 82%;
- B. 36%, 64%;
- C. 57%, 43%;
- D. 92%, 8%。

答 []

3. 一种果蝇的突变体在21℃的气温下,生存能力很差,但是,当气温上升到25.5℃时,突变体的生存能力大大提高。这说明:

- A. 突变是不定向的;
- B. 突变是随机发生的;
- C. 突变的有害或有利取决于环境条件;
- D. 环境条件的变化对突变体都是有害的。

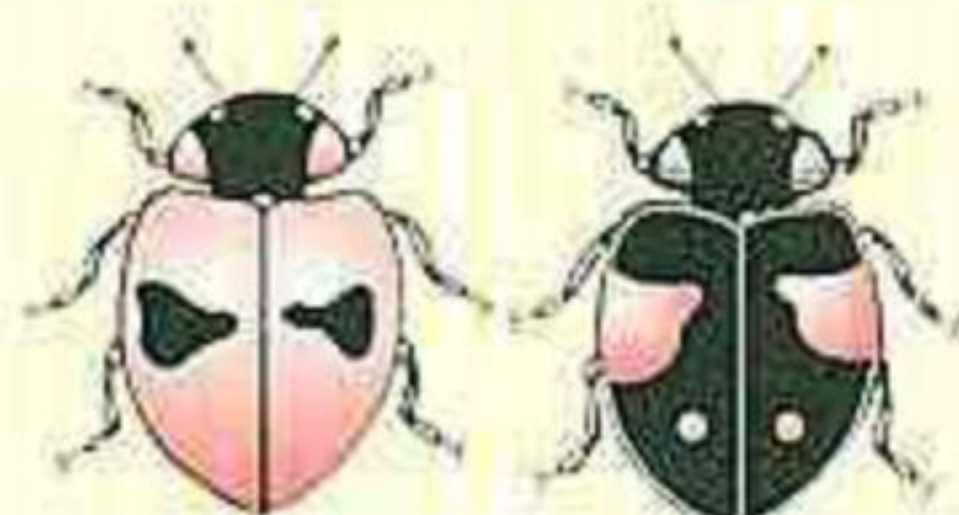
答 []

4. 如果没有突变,进化还能够发生吗? 为什么?

二、拓展题

1. 举出人为因素导致种群基因频率定向改变的实例。

2. 如果将一个濒临绝灭的生物的种群释放到一个新环境中,那里有充足的食物,没有天敌,这个种群将发生怎样的变化? 请根据所学知识作出预测。



二 隔离与物种的形成

曼彻斯特地区的桦尺蠖，虽然基因频率发生了很大变化，但是并没有形成新的物种。为什么说它们没有形成新的物种？怎样判断两个种群是否属于一个物种？

物种的概念

在遗传学和进化论的研究中，把能够在自然状态下相互交配并且产生可育后代的一群生物称为一个物种(species)，简称“种”。也就是说，不同物种之间一般是不能相互交配的，即使交配成功，也不能产生可育的后代，这种现象叫做生殖隔离(reproductive isolation)。例如，马和驴虽然能够交配，但是产生的后代——骡(图7-8)是不育的，因此，马和驴之间存在着生殖隔离，它们属于两个物种。

在自然界，同一物种的个体并不都是生活在一起的。由于高山、河流、沙漠或其他地理上的障碍，每一个物种总是分成一个一个或大或小的群体，这些群体就是不同的种群，比如两个池塘中的鲤鱼就是两个种群。同一种生物由于地理上的障碍而分成不同的种群，使得种群间不能发生基因交流的现象，叫做地理隔离(geographical isolation)。

隔离在物种形成中的作用

不同种群间的个体，在自然条件下基因不能自由交流的现象叫做隔离(isolation)。上面所说的地理隔离和生殖隔离，都是常见的隔离类型。下图是一个假想的情境，可以帮助你想像和思考。



在一个山谷中，有一个鼠种群在“快乐”地生活着。雌鼠和雄鼠之间可以自由交配，繁衍后代。后来山洪爆发了，山谷中形成一条汹涌的大河。鼠种群的个体，一半在河这边，一半在河那边。就这样过了几千年。



后来，河流干涸了，两个鼠种群又会合在一起。它们发现彼此大不相同。它们之间还能自由交配吗？

本节聚焦

- 什么是物种？
- 什么是地理隔离？什么是生殖隔离？
- 隔离在物种形成中起什么作用？



图7-8 骡



资料分析

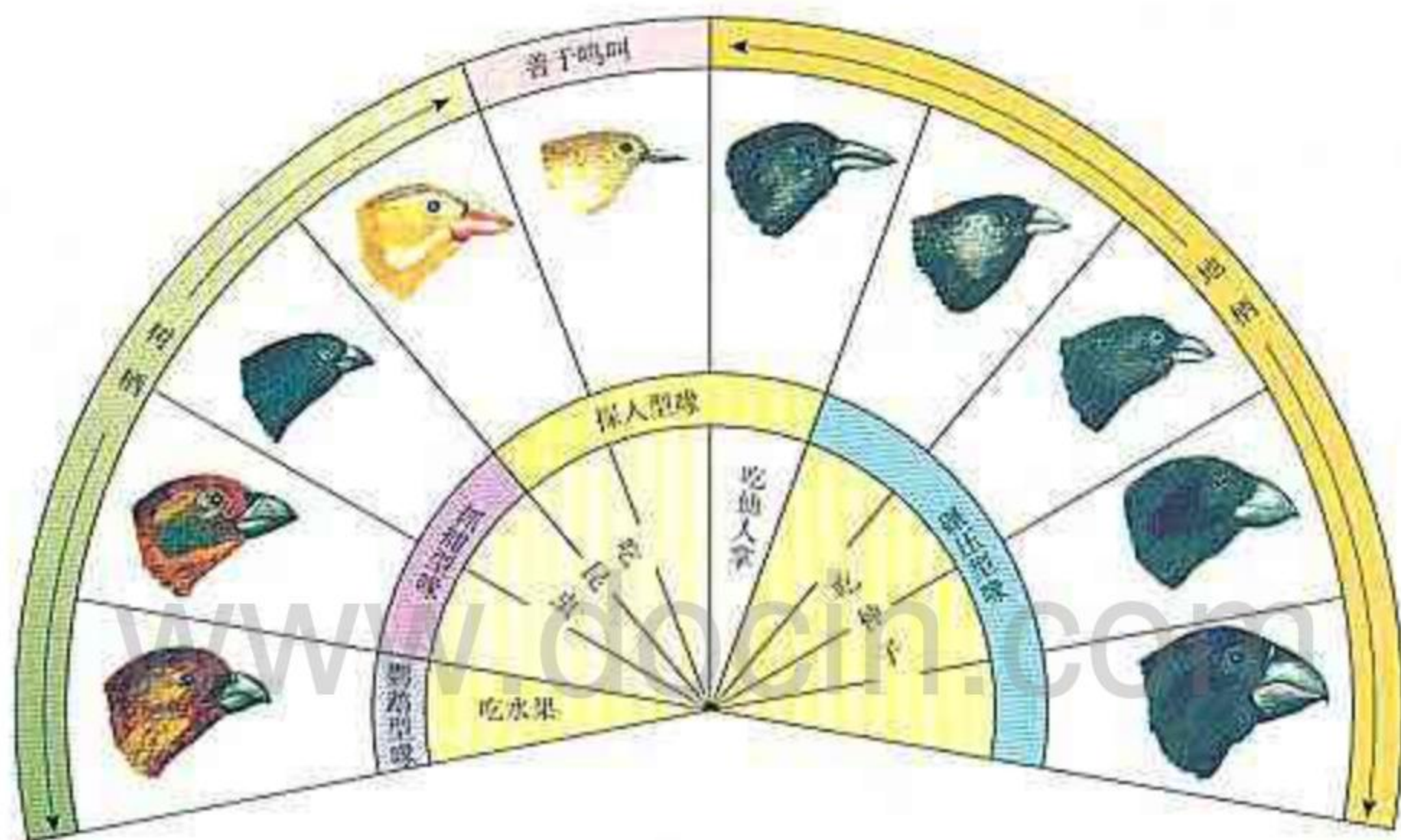
隔离在物种形成中的作用

这是达尔文在环球考察中观察到的现象。在加拉帕戈斯群岛生活着13种地雀。这些地雀的喙差别很大，不同种之间存在生殖隔离。而在辽阔的南美洲大陆上，却看不到这13种地雀的踪影。

加拉帕戈斯群岛位于南美洲附近的太平洋中，由13个主要岛屿组成，这些岛屿与南美洲大陆的距离在160~950 km之间。不同岛屿的环

境有较大差别，比如岛的低洼地带，布满棘刺状的灌丛；而在只有大岛上才有的高地，则生长着茂密的森林。

这些岛屿是500万年前由海底的火山喷发后形成的，比南美洲大陆的形成晚得多。因此，可以推测这些地雀的共同祖先来自南美洲大陆，以后在各个岛屿上形成不同的种群。



讨论：

1. 设想南美洲大陆的一种地雀来到加拉帕戈斯群岛后，先在两个岛屿上形成两个初始种群。这两个种群的个体数量都不多。它们的基因频率一样吗？

2. 不同岛屿上的地雀种群，产生突变的情

况一样吗？

3. 对不同岛屿上的地雀种群来说，环境的作用有没有差别？这对种群基因频率的变化会产生什么影响？

4. 如果这片海域只有一个小岛，还会形成这么多地雀吗？

加拉帕戈斯群岛的地雀是说明通过地理隔离形成新物种的著名实例。这些地雀的祖先属于同一个物种，从南美洲大陆迁来后，逐渐分布到不同的岛屿上。由于各个岛上的地雀种群被海洋隔开，这样，不同的种群就可能会出现

不同的突变和基因重组,而一个种群的突变和基因重组对另一个种群的基因频率没有影响。因此,不同种群的基因频率就会发生不同的变化。由于各个岛上的食物和栖息条件互不相同,自然选择对不同种群基因频率的改变所起的作用就有差别:在一个种群中,某些基因被保留下来,在另一个种群中,被保留下来的可能是另一些基因。久而久之,这些种群的基因库就会形成明显的差异,并逐步出现生殖隔离。生殖隔离一旦形成,原来属于一个物种的地雀,就成了不同的物种。由此可见,隔离是物种形成的必要条件。

物种形成本身表示生物类型的增加。同时,它也意味着生物能够以新的方式利用环境条件,从而为生物的进一步发展开辟新的前景。

被子植物的出现为传粉昆虫的形成创造了条件,后者又成为食虫鸟类繁盛的前奏。你还能举出其他例子吗?



练习

一、基础题

1. 判断下列表述是否正确。

- (1) 发生在生物体内的基因突变,都属于可遗传的变异。 ()
- (2) 两个种群间的生殖隔离一旦形成,这两个种群就属于两个物种。 ()
- (3) 物种大都是经过长期的地理隔离,最后出现生殖隔离而形成的。 ()

2. 大约1万年前,一条河流将生活在美国科罗拉多大峡谷的Abert松鼠分隔成两个种群,其中生活在峡谷北侧的种群在体色和形态等方面都发生了明显变化,人们叫它Kaibab松鼠。至于Kaibab

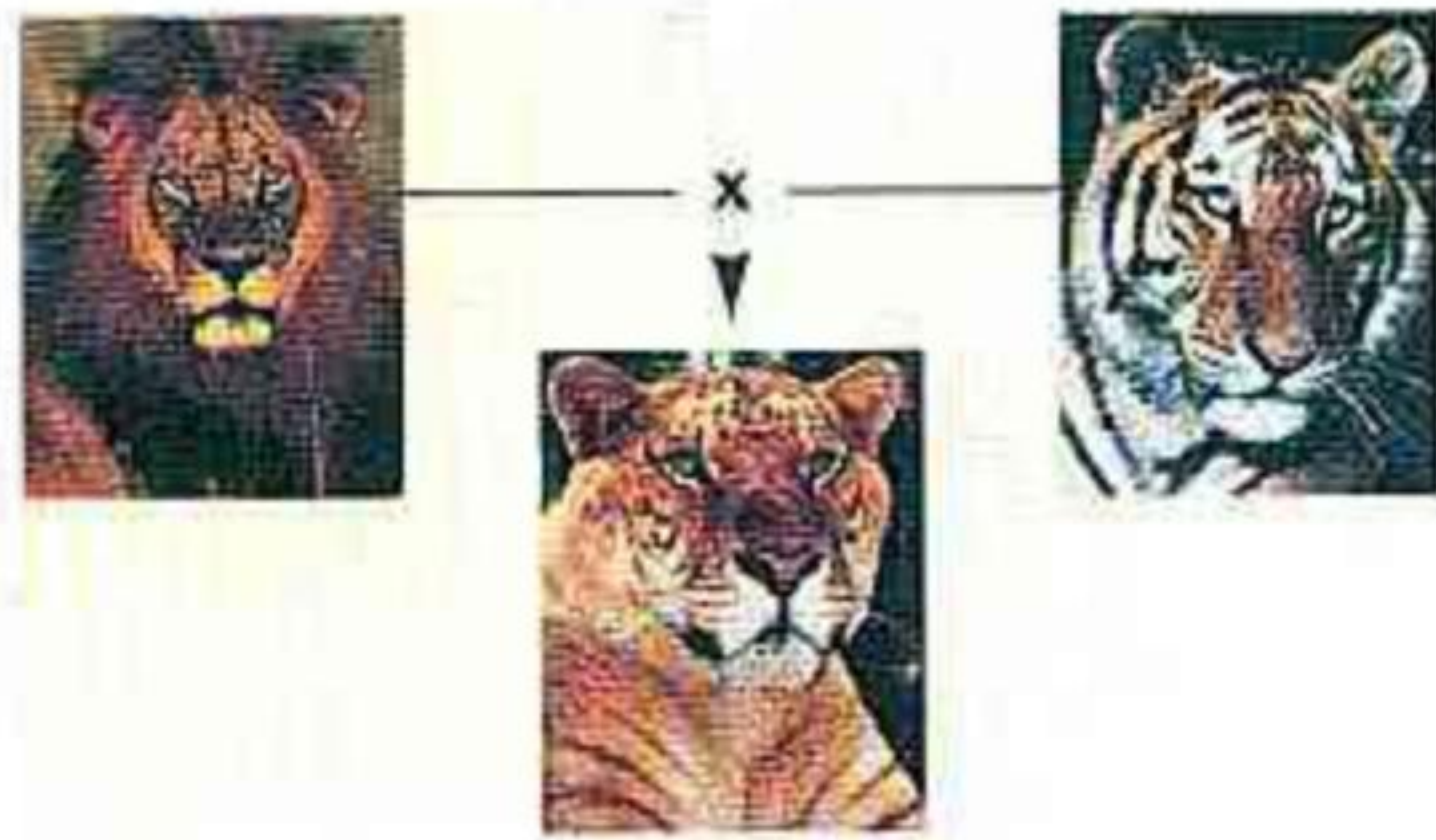
松鼠是一个独立的物种还是一个亚种,目前还没有定论。请详细说明这两个种群发生明显分歧的原因,并预测它们的进化趋势。

二、拓展题

你听说过狮虎兽或虎狮兽吗?

它们的父母分别是什么动物? 如果它们发育到成年,彼此能进行交配并产生可育的后代吗?

在自然界,狮和虎是不可能相遇的。在动物园里,一般也将这两种动物分开圈养。近年来才出现将它们的幼崽放在一起饲养的做法,目的是获得有观赏价值的杂交后代,你对这种做法有什么看法?





技能训练

分析图解

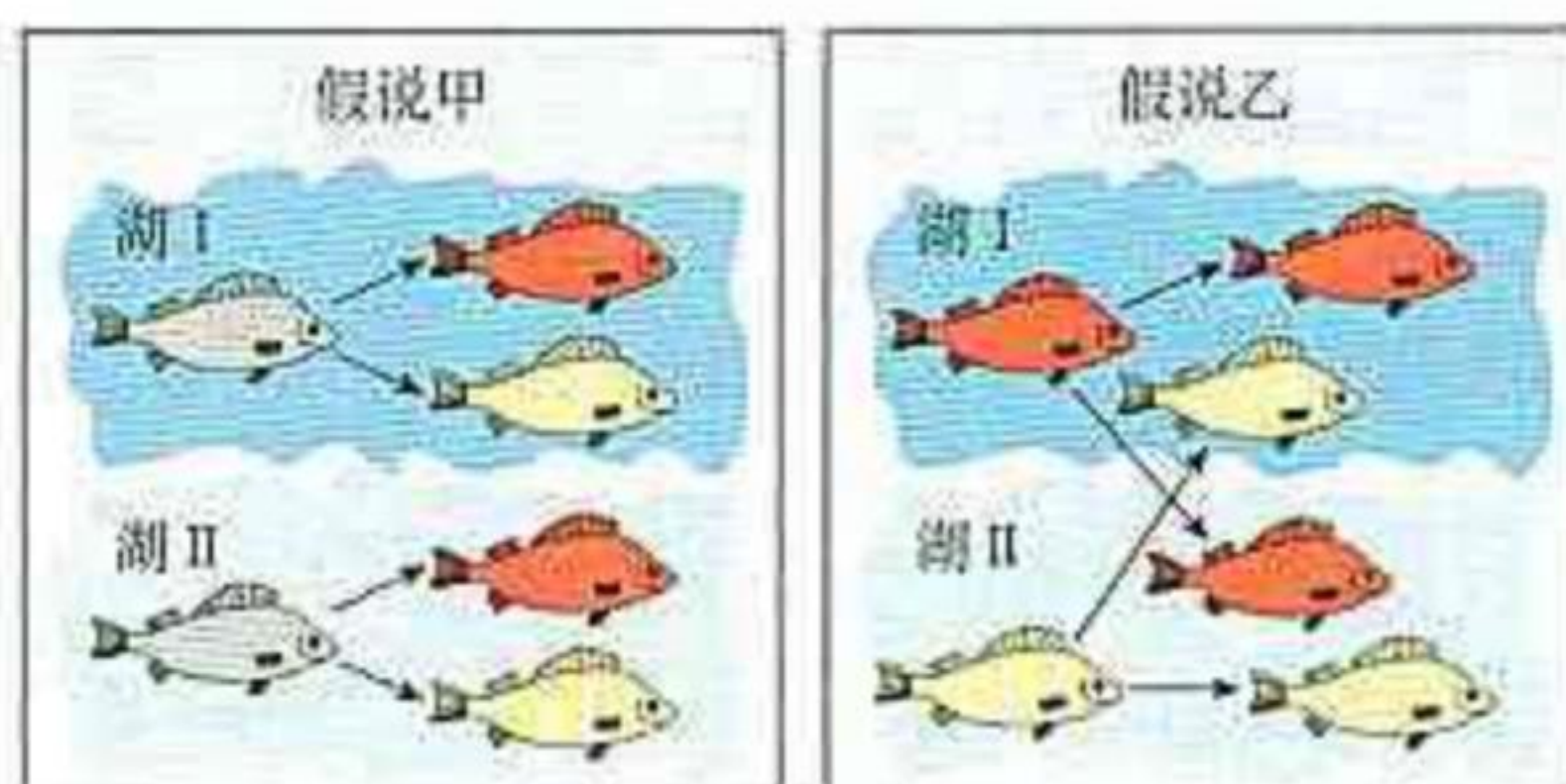
某研究小组研究了某地的两个湖泊。这一地区有时会发洪水。每个湖中生活着两种相似的鱼：红褐色的和金黄色的。他们不清楚这两种鱼之间的关系，于是作出两种假设，如图所示。

1. 在假说甲和假说乙中，湖泊 I 和湖泊 II 中的两种鱼的祖先各是哪种鱼？

2. 关于红褐色鱼和金黄色鱼种群的形成，假说甲和假说乙的主要区别是什么？

3. DNA 分析表明，湖泊 I 中红褐色鱼与湖泊 II 中的红褐色鱼亲缘关系最近，这一证据支持哪个假说？

4. 什么证据可以帮助你确定湖泊 I 中的红褐色鱼和金黄色鱼不是一个物种？



与生物学有关的职业

化石标本的制作

工作描述：工作环境主要是自然博物馆、大学或科研单位的古生物学研究室，主要任务是将化石从岩石中剥离出来，对于缺失的部分进行修复。

学历要求：生物学或地质学专业学士以上学历。

需要具备的素质：具有较广博的自然科学知识，具有在显微镜下运用工具进行精细操作的能力。由于化石往往不够完整而且易碎，整理和拼接过程中要有足够的耐心，一丝

不苟的工作态度以及丰富的想像力。

从事这项工作要同许多人打交道，从化石发掘人员到古生物学家，因此，还需要有良好的 interpersonal 沟通能力。

职业乐趣：化石标本的制作过程可能有些枯燥，但是，当你看到通过自己的双手，使一个几万年前乃至几千万年前的生物又栩栩如生地重现于世时，该是何等的愉悦！



三 共同进化与生物多样性的形成

共同进化

任何一个物种都不是单独进化的。达尔文曾发现一种兰花长着细长的花矩 (spur)，花矩的顶端贮存着花蜜，可以为传粉的昆虫提供食物。达尔文认为，这种花的形成绝不是偶然的，肯定存在这样的昆虫，它们生有同样细长的吸管似的口器，可以从花矩中吸到花蜜。否则，这种花就不能很好地完成传粉，这一物种也就不可能存在。大约50年以后，研究人员果然发现了这样的蛾类昆虫 (图7-9)。

在自然界，一种植物专门由一种昆虫传粉的情形并不少见。想一想，昆虫传粉的专门化对植物繁衍后代有什么意义？你还能提出什么问题吗？

你一定看过电视上猎豹追捕斑马的镜头 (图7-10)。自然选择有利于斑马种群中肌肉发达、动作敏捷的个体，同样也有利于猎豹种群中跑得快的个体。这两个物种的进化过程宛如一场漫长的“军备竞赛”。



图7-10 猎豹追捕斑马

你想过没有，捕食者的存在是否对被捕食者有害无益？实际上，捕食者所吃掉的大多是被捕食者中年老、病弱或年幼的个体，客观上起到促进种群发展的作用。此外，捕食者一般不能将所有的猎物都吃掉，否则自己也无法生存，这就是所谓“精明的捕食者”策略。

关于捕食者在进化中的作用，美国生态学家斯坦利 (S.M. Stanley) 提出了“收割理论”：捕食者往往捕食个体数量多的物种，这样就会避免出现一种或少数几种生物在生态系统中占绝对优势的局面，为其他物种的形成腾出空间。捕食者的存在有利于增加物种多样性。

本节聚焦

- 什么是共同进化？
- 为什么说生物多样性是进化的结果？
- 生物进化理论仍然在发展吗？



图7-9 某种兰花和专门给它传粉的蛾

► 与社会的联系

“精明的捕食者”策略对人类利用生物资源有什么启示？



图 7-11 生物进化的历程示意图

不仅不同种生物之间在进化上密切相关,生物的进化与无机环境的变化也是相互影响的。例如,地球上原始大气中是没有氧气的,因此,最早出现的生物都是厌氧(进行无氧呼吸)的;最早的光合生物的出现,使得原始大气中有了氧气,这就为好氧生物的出现创造了前提条件。

不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展,这就是共同进化(coevolution)。通过漫长的共同进化过程,地球上不仅出现了千姿百态的物种,而且形成了多种多样的生态系统。

生物多样性的形成

你已经知道,生物多样性主要包括三个层次的内容:基因多样性、物种多样性和生态系统多样性。生物多样性的形成经历了漫长的进化历程(图 7-11)。



思考与讨论

仔细观察图 7-11,就以下问题进行讨论。

1. 最早出现的生物是哪一类生物?它们生活在什么环境中?
2. 多细胞生物大约是什么时期出现的?它们生活在什么环境中?

3. 最早登陆的生物是植物还是动物?为什么?
4. 同今天你所看到的地球相比,寒武纪时地球上的生态系统有什么特点?
5. 恐龙是什么时候绝灭的?物种绝灭对生物多样性会产生怎样的影响?

了解这一进化历程的主要依据是化石。就目前所掌握的证据来看,最早的生物化石是距今35亿年前的古细菌化石(图7-12)。在此之后的大约20亿年的漫长岁月中,地球上的生物主要是海洋中的种数不多的蓝藻和细菌,它们都是原核生物。这一时期的生态系统是只有生产者和分解者的两极生态系统。在距今大约15亿年前,真核生物出现之后,有性生殖作为一种新的繁殖方式出现了。生物通过有性生殖,实现了基因的重组,这就增强了生物变异的多样性,生物进化的速度明显加快。在距今约5.7亿~5.0亿年前的寒武纪,海洋中有大量的无脊椎动物物种爆发式地迅速形成,这就是著名的寒武纪大爆发。大量的动物构成了生态系统的第三极——消费者,这一方面使生态系统具有更加复杂的结构,另一方面对植物的进化产生重要影响(图7-13)。



图7-12 古细菌化石

同热闹非凡的海洋生物世界相比,当时的陆地上却几乎没有生物。大约在距今4亿年前,由于造山运动使海洋缩小,陆地扩大,一些海洋植物开始适应陆地生活,形成原始的陆生植物,主要是蕨类植物(图7-14)。随后才出现了适应陆地生活的动物——原始的两栖类。生物的登陆改变着陆地的环境,陆地上复杂的环境又为生物的进化提供了广阔的舞台,裸子植物和被子植物先后扮演生产者中的主角,鸟类、哺乳类等成为地球上占优势的动物类群,复杂多样的陆地生态系统逐渐形成。



图7-13 寒武纪的海洋生物类群

在进化过程中,许多物种由于不适应环境的变化而绝灭了。例如,在中生代“统治”地球达1亿年之久的各种恐龙,由于目前尚未定论的原因,在白垩纪末全部绝灭。恐龙的绝灭为哺乳类的兴盛腾出了空间,使生物进化翻开了崭新的一页。



图7-14 4亿年前陆地景观想像图

与社会联系 家禽、家畜是人工培育的物种。城市生态系统和农田生态系统是人工或半人工的生态系统。人类越来越多地影响生物的进化和生物多样性。你还能举出其他实例吗？人类应该控制自身对生物进化的影响力吗？

► 相关信息

自1984年开始，在我国云南省澄江县，陆续发现了大量寒武纪早期（约5.3亿年前）的化石，其中包括藻类、海绵动物、腔肠动物以及大量现已绝灭的无脊椎动物类群。这些发现不但证实了“寒武纪大爆发”事件，而且为研究生物进化提出了不少新课题。

生物进化理论在发展

有些学者的研究表明，基因突变对生物适应性的影响并不是非益即害或非害即益的，大量的基因突变是中性的，自然选择对这些基因突变不起作用，这些基因突变经过长期积累，会导致种群间遗传物质出现较大的差别。因此有人主张，决定生物进化方向的是中性突变的逐渐积累，而不是自然选择。更多的学者则认为，基因突变并不都是中性的，有些基因突变反映在个体的性状上，与环境相适应的程度有差异，因此，不能否认自然选择的作用。

根据许多物种是在短时间内迅速形成的现象，有人提出物种形成并不都是渐变的过程，而是种群长期稳定与迅速形成新种交替出现的过程。关于生物进化的争论和疑点还有许多。

总之，生物的进化是如此复杂，现有的进化理论所不能解释的问题比已经解释的问题还要多。在这些理论中，以自然选择学说为核心的进化理论比其他学说的影响要广泛和深远，它仍然是以后各个方面研究的基础。同其他科学理论一样，生物进化理论不会停滞不前，而是在不断发展。



练习

一、基础题

1. 判断下列表述是否正确。

- (1) 一个物种的形成或绝灭，会影响到若干其他物种的进化。 ()
- (2) 物种之间的共同进化都是通过物种之间的生存斗争实现的。 ()
- (3) 生物多样性的形成也就是新的物种不断形成的过程。 ()

2. 球上最早出现的生物是：

- A. 单细胞生物，进行有氧呼吸；
- B. 多细胞生物，进行有氧呼吸；
- C. 单细胞生物，进行无氧呼吸；
- D. 多细胞生物，进行无氧呼吸。

答 1 1

3. 为什么说有性生殖的出现加快了生物进化的步伐？

二、拓展题

1. 假如生物物种之间没有一定的关系(如亲缘关系和相互影响),也不随时间而改变,那么我们的生物学观点会发生怎样的变化?生物学是更容易学习还是更难学习?

2. 用一位学者的话说,共同进化就是“生态的舞台,进化的表演”(The ecological theater and evolutionary play)。根据本节所学内容,谈谈你对这句话的理解。



科学·技术·社会

理想的“地质时钟”

我们知道研究不同年代形成的地层中的化石,可以获得生物进化的最好证据。那么,当人们获得一块生物化石以后,是怎样测算出它是多少年前形成的呢?放射性同位素的发现,使人们找到了理想的“地质时钟”。

科学家发现,在同年代形成的岩石中,所含铅和铀的比例是相同的。这是为什么呢?原来,岩石中的铅是由铀逐渐蜕变形成的。铅的相对原子质量是206,放射性铀的相对原子质量是238。铀(^{238}U)具有不稳定的原子核,能够自行放射出射线,最后衰变成质量较轻、稳定的元素铅(^{206}Pb)。这种蜕变的速率不受环境(如温度、湿度、压力等)的影响。放射性同位素在一定的单位时间内蜕变一半,这个单位时间叫做半衰期。例如, ^{238}U 的半衰期是45亿年, ^{14}C 的半衰期是5730年。假如现在将1百万个 ^{238}U 原子密封在一个玻璃瓶中,那么,45亿年后,就有50万个 ^{238}U 原子蜕变成铅,这个玻璃瓶中将只有50万个 ^{238}U 原子。假如现在发



现一块化石,经测定其中所含的 ^{238}U 和 ^{206}Pb 的比例是2:1,那么,我们就可以知道,这一块化石大约是在30亿年前形成的。同样的道理,测定了化石中 ^{14}C 和 ^{12}C 的比例,也可以知道化石中的生物所生存的年代。

用 ^{14}C 作“地质时钟”,测定的化石如果是五六万年以前的,结果就不可信了。想一想这是为什么?

读了这篇文章,你对学科之间的交叉、科学与技术的关系有什么新的认识?

本章小结

拉马克认为,生物是不断进化的;生物进化的原因是用进废退和获得性遗传。达尔文在大量观察的基础上提出自然选择学说,其要点是:生物都具有过度繁殖的倾向,而资源和空间是有限的,生物要繁衍下去必须进行生存斗争;生物都有遗传和变异的特性,具有有利变异的个体就容易在生存斗争中获胜,并将这些变异遗传下去;出现不利变异的个体则容易在生存斗争中被淘汰。经过长期的自然选择,微小的变异不断积累,不断形成适应特定环境的新类型。

随着科学的发展,人们对生物进化的认识不断深入,形成了以自然选择学说为核心的现代生物进化理论,其主要内容是:种群是生物进化的基本单位;突变和基因重组提供进化的原材料,自然选择导致种群基因频率的定向改变;通过隔离形成新的物种;生物进化的过程实际上是生物与生物、生物与无机环境共同进化的过程,进化导致生物的多样性。

关于生物进化的原因,目前仍存在着不同的观点。有人认为大量的基因突变是中性的,导致生物进化的是中性突变的积累而不是自然选择;有人认为物种的形成并不都是渐变的,而是物种长期稳定与迅速形成新种交替出现的过程。生物进化的理论仍在发展。

达尔文在科学上的成就得益于大量仔细的观察和严谨的逻辑推理。现代生物进化理论的形成是种群遗传学、古生物学等多学科知识综合的结果,数学方法的运用也起到重要作用。

生物进化理论深刻地改变了人们对自然界的看法,为辩证唯物主义观点奠定了生物学基础,也帮助人们正确地看待自己在自然界的地位,建立人与自然和谐发展的观念。

生物进化理论发展的历史和现状表明,科学的基本特点是以怀疑作审视的出发点,以实证为判别尺度,以逻辑作论辩的武器。科学是一个动态的过程,在不断地怀疑和求证,争论和修正中向前发展。

网站登录

<http://www.nipas.ac.cn/newpage7.htm>

<http://www.amnat.orgs2>

<http://www.bbc.co.uk/education/darwin>

<http://www.pbs.org/evolution>

自我检测

一、概念检测

判断题

1. 人的某一器官用得越多, 就会越发达, 反之就会退化; 由于使用多少而产生的变异是可以遗传的。 ()
2. 生物受环境影响而产生的变异都是不能遗传的。 ()
3. 在环境条件保持稳定的前提下, 种群的基因频率不会发生变化。 ()
4. 物种的形成必须经过种群之间的隔离。 ()

选择题

1. 下列哪项对种群的基因频率没有影响?
A. 随机交配; B. 基因突变;
C. 自然选择; D. 染色体变异。

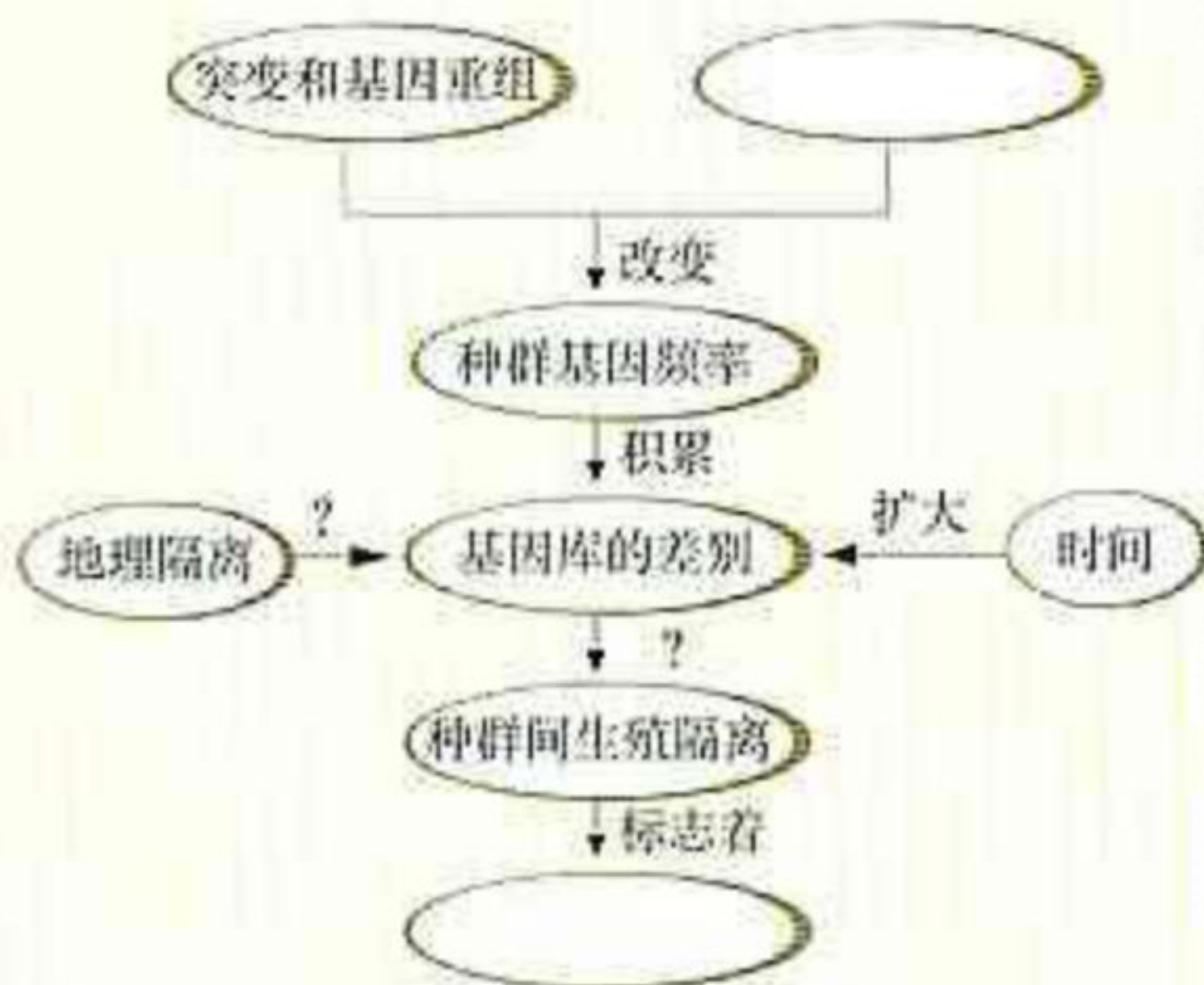
答 []

2. 生态系统多样性形成的原因可以概括为:
A. 基因突变和重组; B. 自然选择;
C. 共同进化; D. 地理隔离。

答 []

画概念图

在下图中空白框和问号处填写适当的名词。



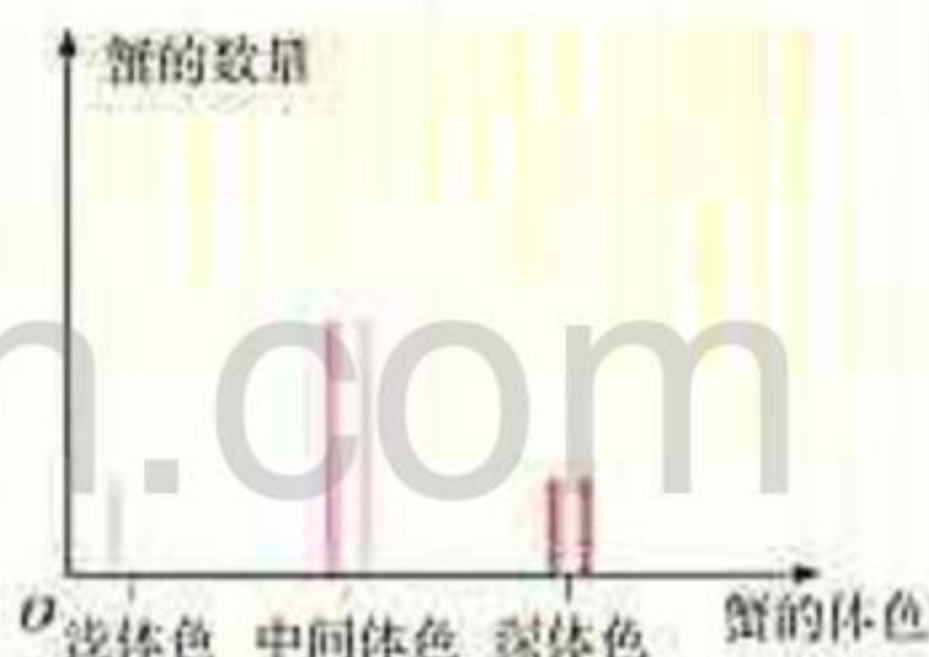
二、知识迁移

1. 植物学家在野外调查中发现, 在一片草原上有两个相邻的植物种群, 它们的植株形态并不相同, 花的颜色也不一样, 但是, 在这两个种群相遇处, 它们却产生了能育的杂交后代。你认为这两个不同的植物种群属于同一个物种吗?

2. 在20世纪40年代, DDT开始被用做杀虫剂, 起初非常有效。若干年以后, 人们发现它的杀虫效果越来越差。人们的解释是昆虫产生了抗药性。请你运用本章所学知识, 对昆虫产生抗药性作出进一步的解释。

三、技能应用

科学家对某地一种蟹的体色的深浅进行了研究, 结果如图所示。不同体色个体的数量为什么会形成这样的差别呢? 请提出假说进行解释。



四、思维拓展

1. 在进化地位上越高等的生物, 适应能力越强吗? 请说明你的观点和证据。

2. 与同种或类似的野生种类相比, 家养动物的变异较多 (例如狗的变异比狼多)。对此你如何解释?

3. 有关资料称孟德尔曾经给达尔文写过一封信, 信中说明了自己通过豌豆杂交实验所得出的结论。但是, 这封信没有引起达尔文的重视, 他甚至都没有将信封拆开。假如达尔文拆阅了这封信, 并接受了孟德尔的理论, 他会对自己的自然选择学说做怎样的修改? 设想你就是当年的达尔文, 请给孟德尔写一封回信。

后 记

根据教育部制订的普通高中各科课程标准(实验),人民教育出版社课程教材研究所编写的各学科普通高中课程标准实验教科书,得到了诸多教育界前辈和各学科专家学者的热情帮助和大力支持。在各学科教科书终于同课程改革实验区的师生见面时,我们特别感谢担任教科书总顾问的丁石孙、许嘉璐、叶至善、顾明远、吕型伟、王梓坤、梁衡、金冲及、白春礼、陶西平同志,感谢担任教科书编写指导委员会主任委员的柳斌同志和编写指导委员会委员的江蓝生、李吉林、杨焕明、顾泠沅、袁行霈等同志,并在此感谢所有对本套教材提出修改意见、提供过帮助和支持的专家、学者、教师和社会各界朋友。

为了保证本书的实验和探究等学生活动切实可行,湖北省教学研究室、武汉市教育科学研究院、华中师范大学第一附属中学、武汉市外国语学校、湖北省实验中学、武钢三中、湖北省黄冈高级中学、武汉市十一中、武汉市三中等做了大量的研究准备工作,在此一并表示感谢。

我们还要感谢使用本套教材的实验区的师生们。希望你们在使用本套教材的过程中,能够及时把意见和建议反馈给我们,对此,我们将深表谢意。让我们携起手来,共同完成教材建设工作。我们的联系方式如下:

电 话: 010-64016633-6235

E-mail: jcfk@pep.com.cn

www.docin.com

人民教育出版社 课程教材研究所
生物课程教材研究开发中心