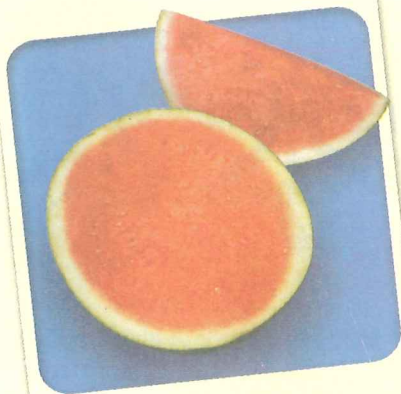


## 第2节 染色体变异

### 问题探讨



无子西瓜

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。

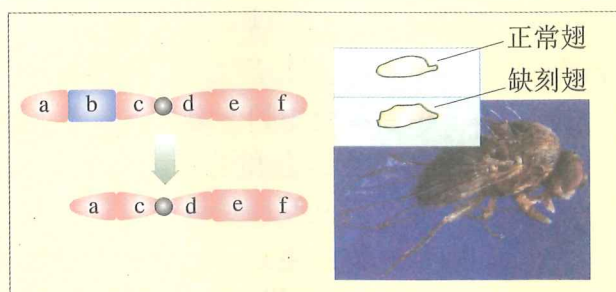
### 染色体结构的变异

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。

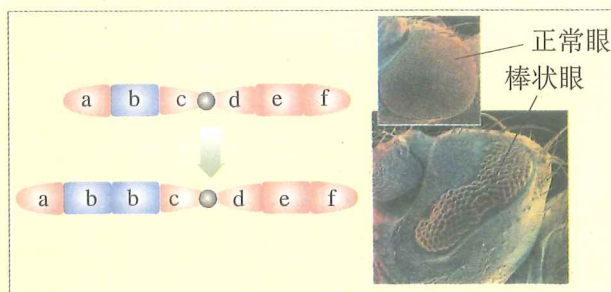
在自然条件或人为因素的影响下，染色体发生的结构变异主要有以下4种类型（图5-5，图5-6）。

### 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)

上述染色体结构的改变, 会使排列在染色体上的基因的数目或排列顺序发生改变, 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, 但又互相协调, 共同控制生物的生长、发育、遗传和变异, 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

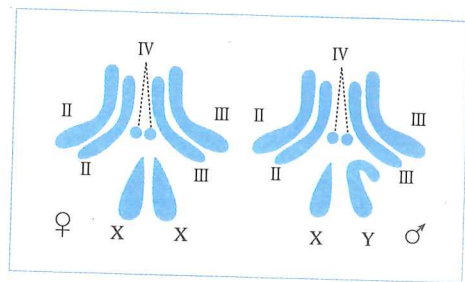


图 5-8 雌雄果蝇体细胞的染色体图解

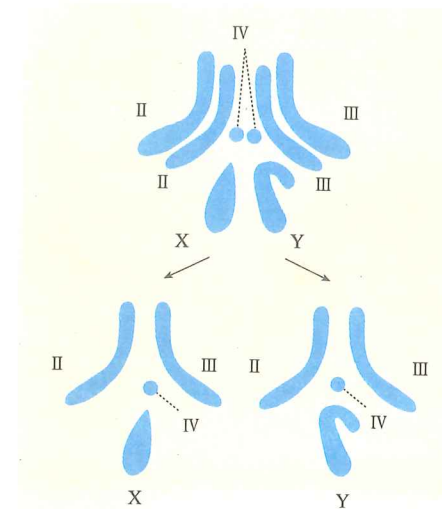


图 5-9 雄果蝇的染色体组图解

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, 还可以成套地减少。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。

### 二倍体和多倍体

由受精卵发育而来的个体, 体细胞中含有两个染色体组的个体叫做二倍体 (diploid); 体细胞中含有三个或三个以上染色体组的个体叫做多倍体 (polyploid)。其中, 体细胞中含有三个染色体组的个体叫做三倍体; 体细胞中含有四个染色体组的个体叫做四倍体。例如, 人、果

### 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。

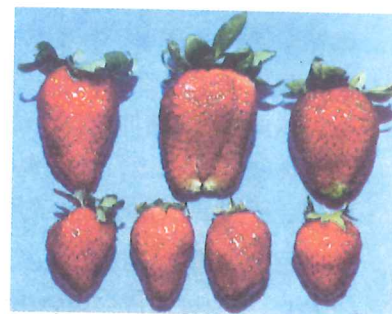


图 5-10 染色体数目加倍后的草莓 (上) 和野生状态下的草莓 (下)

### 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, 有剧毒, 使用时应当特别注意。

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。