

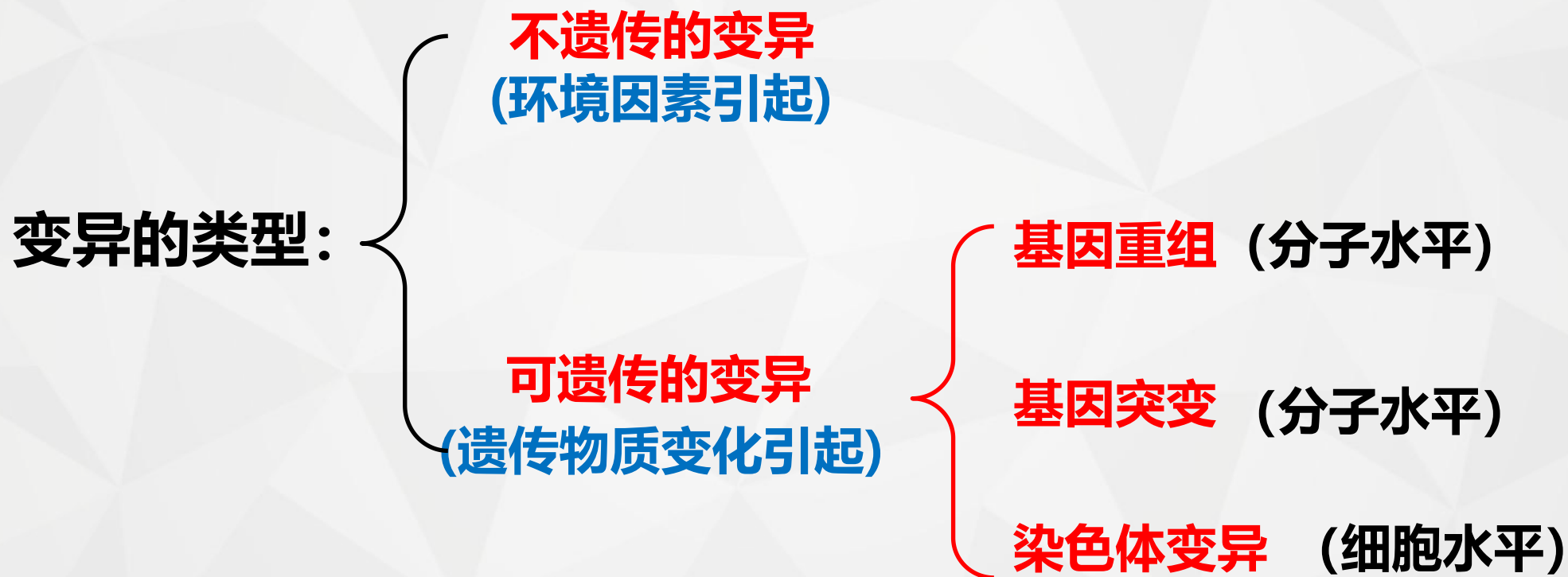
# 3. 1 基因重组造成变 异的多样性

---



# 变异

**变异的概念：**同种生物之间，亲代与子代之间，既有相似的一面，又存在一定的差异，这种差异就是变异。



**可遗传的变异：**由**遗传物质发生改变**所引起的变异。  
**来源：**基因重组、基因突变、和染色体变异。

# 变异

不可遗传的变异

(遗传物质未发生改变)

表现型  $\xlongequal{\hspace{1cm}}$  基因型 + 环境条件  
(改变) (改变) (改变)

↑ (遗传物质发生改变)

可遗传的变异

基因重组：生物体在有性生殖过程中，控制不同性状的基因之间的重新组合结果使后代中出现不同于亲本的类型。

# 基因重组造成变异的多样性

在孟德尔遗传定律被重新发现之后，摩尔根的果蝇杂交实验对两对相对性状的研究中，得到了与孟德尔的自由组合定律不完全符合的实验结果；  
如何解释这些现象？减数分裂过程中，染色体的哪些行为会导致基因的重新组合，从而使子代出现变异？

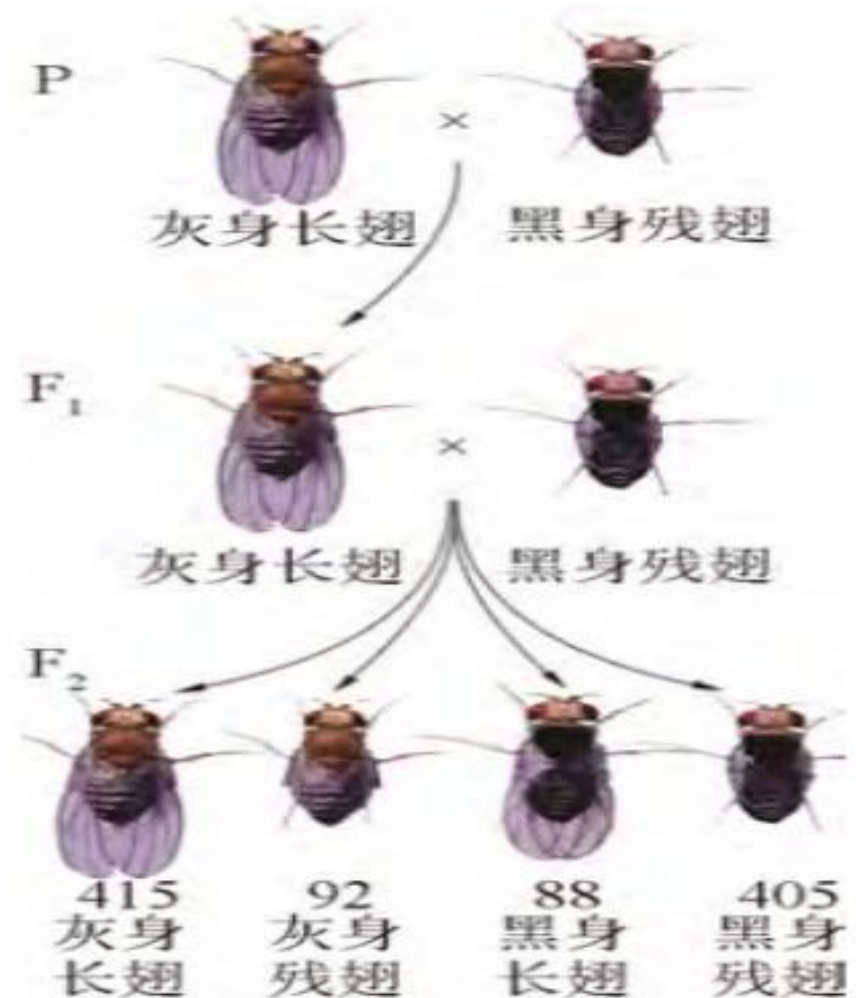


图 3-3 摩尔根果蝇杂交结果示意图

# 果蝇配子中的基因组合

果蝇体细胞中有4对同源染色体。假设有5对等位基因A/a、B/b、C/c、D/d和E/e，它们在染色体上的位置如图 3-1 所示。

## 思考与讨论：

- 1.就等位基因A/a、B/b、C/c和 D/d而言，该果蝇可产生多少种基因型的配子？
- 2.就等位基因A/a和E/e而言，该果蝇可产生多少种基因型的配子？为什么？



图3-1 雌果蝇细胞染色体示意图（1号位性染色体）



# 1. 染色体自由组合可导致基因重新组合

在减数分裂过程中，非同源染色体的自由组合可导致控制不同性状的基因重新组合，使产生的配子具有多种多样的基因组合类型。受精过程中配子的随机结合，使得子代产生不同于亲本的新基因型，从而使子代个体出现表型变异。

物种的染色体数目越多，通过染色体自由组合产生的新基因型就越多，子代的变异类型也就越多。从进化的角度来看，以减数分裂和受精作用为核心的有性生殖方式对生物多样性的产生具有重要意义。

育种工作者常通过将两个或多个不同动植物品种进行杂交，使它们的优良性状组合在一起，并通过筛选达到品种改良的目的。

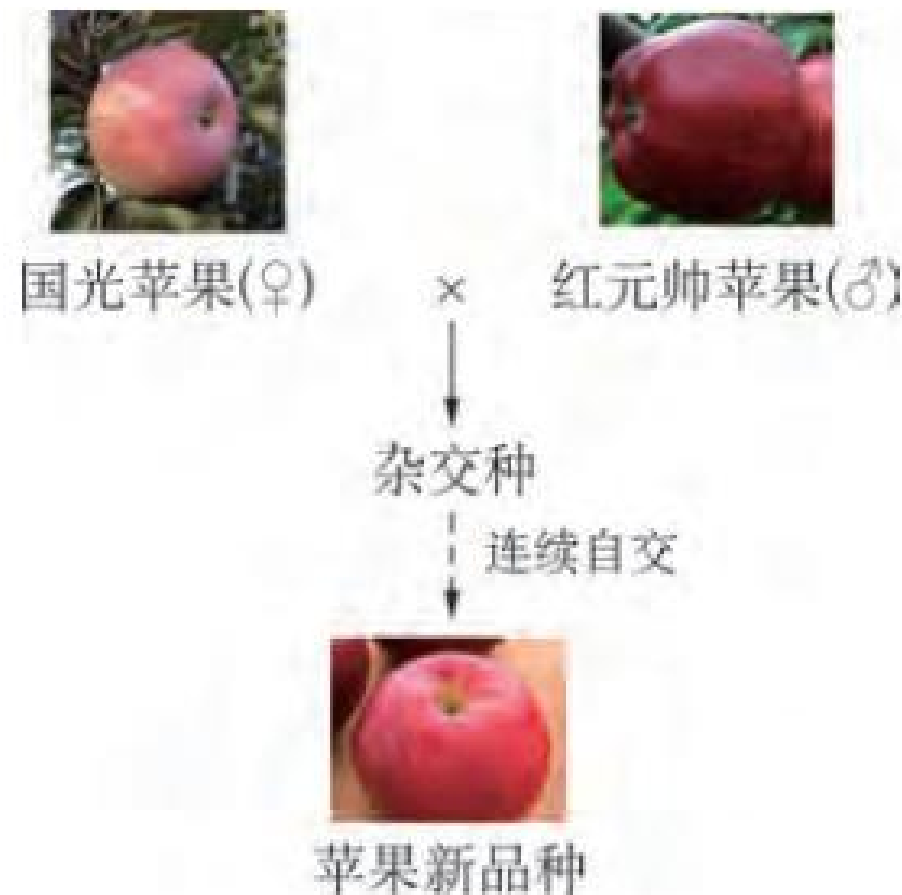


图 3-2 苹果新品种育种示意图

# 摩尔根果蝇杂交实验

摩尔根

纯种灰身长翅雌蝇与纯种黑身残翅雄蝇杂交实验

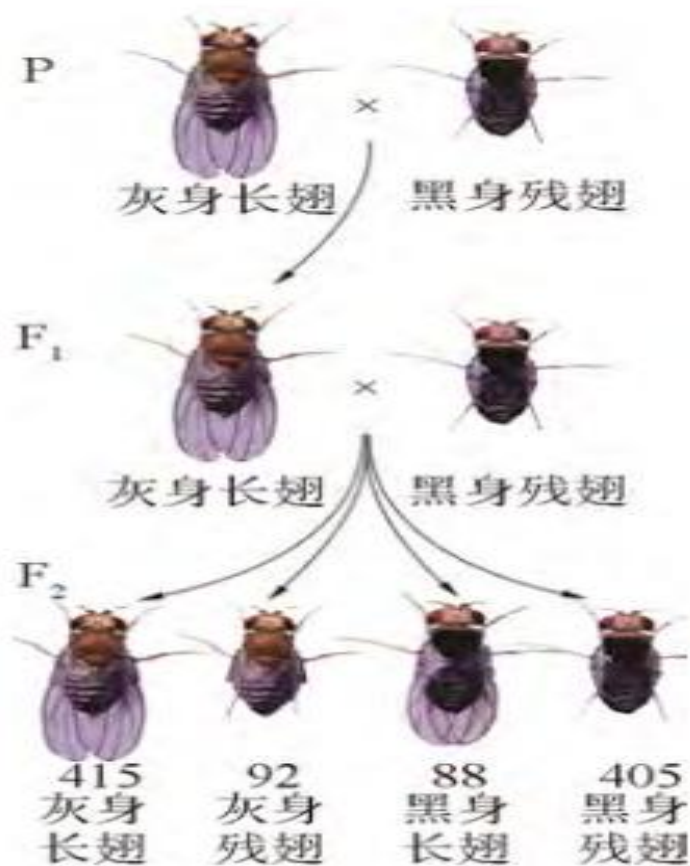


图 3-3 摩尔根果蝇杂交结果示意图

根据自由组合定律预测，F2 中应出现四种不同性状（灰身长翅、灰身残翅、黑身长翅和黑身残翅）

其数量比应为 1 : 1 : 1 : 1。

实际统计结果表明：F2 中与亲本表型相同（灰身长翅和黑身残翅）的个体数远多于预期，而与亲本表型不同（灰身残翅和黑身长翅）的个体数又远少于预期值

如何解释这种现象呢？

# 性状与基因

## 性状与基因角度

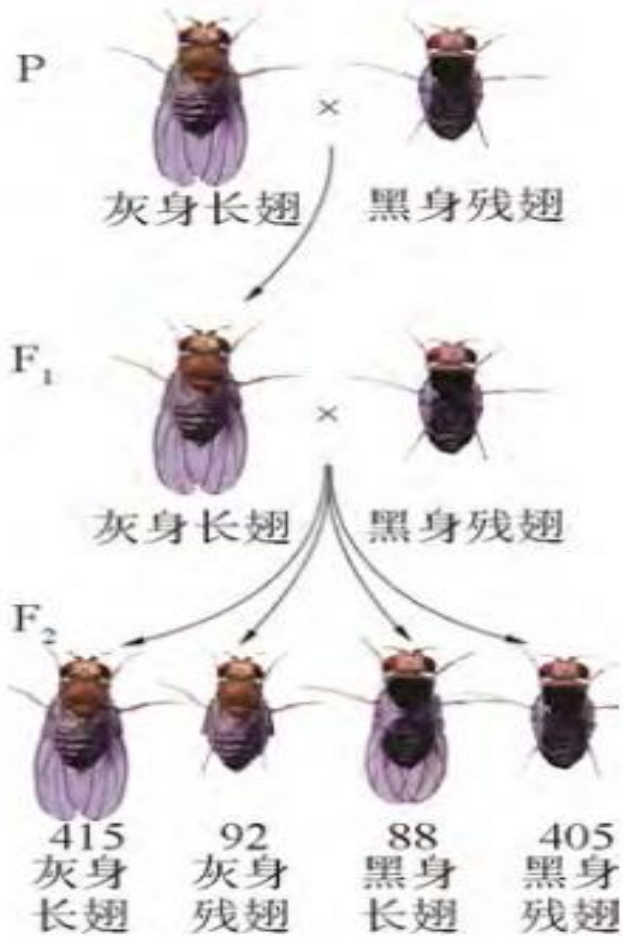


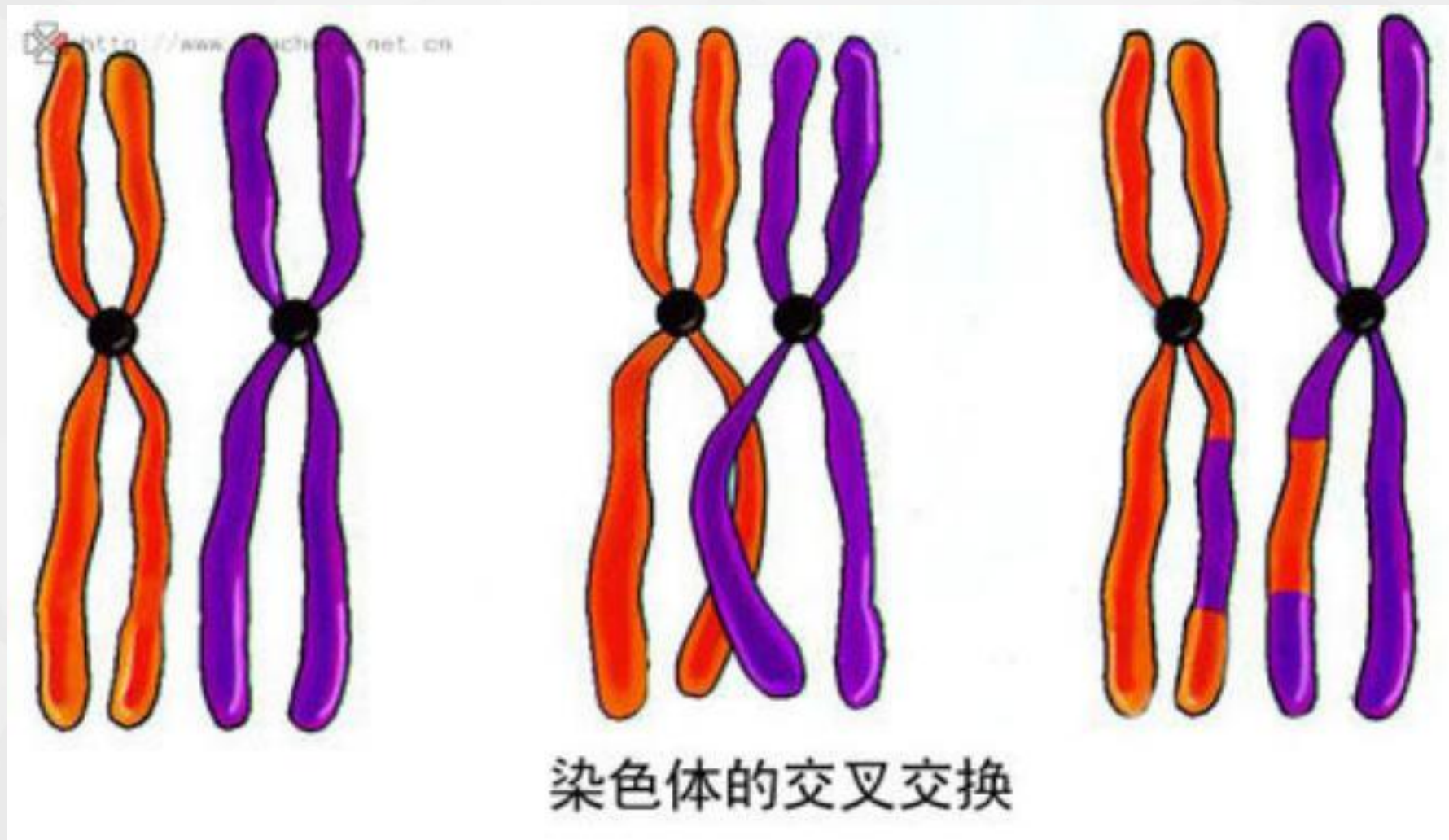
图 3-3 摩尔根果蝇杂交结果示意图



图3-1 雌果蝇细胞染色体示意图 (1号位性染色体)



# 染色体交叉互换



## 2. 染色体交叉互换导致基因重组

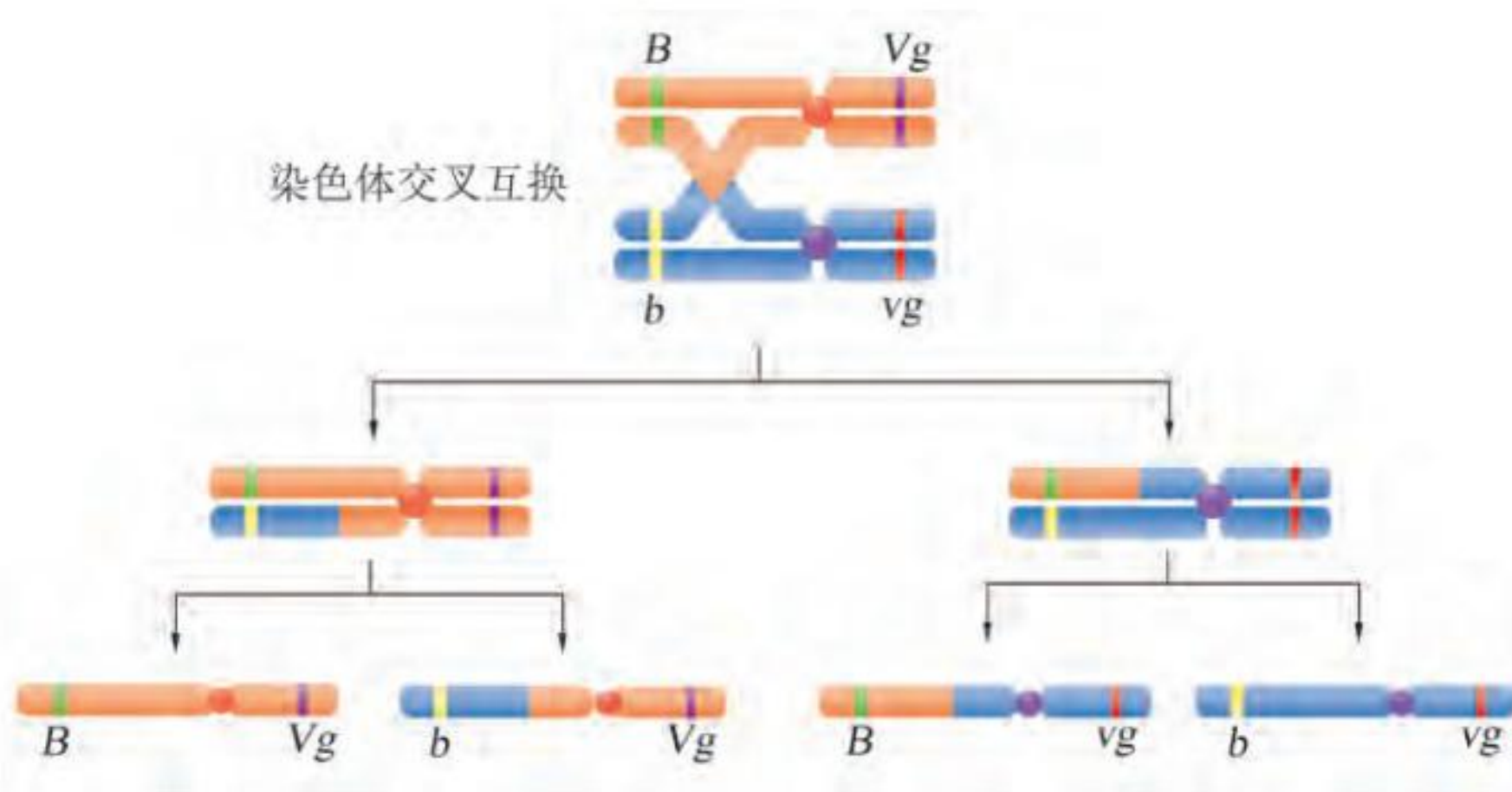
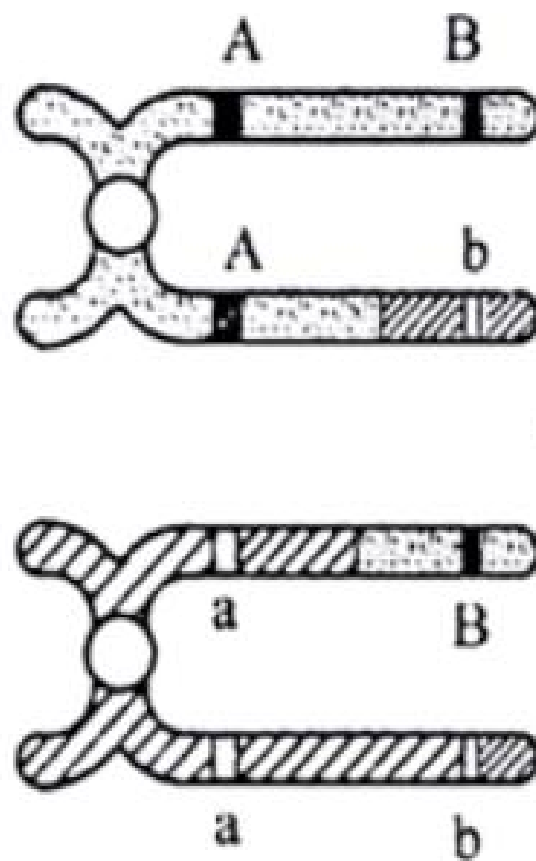
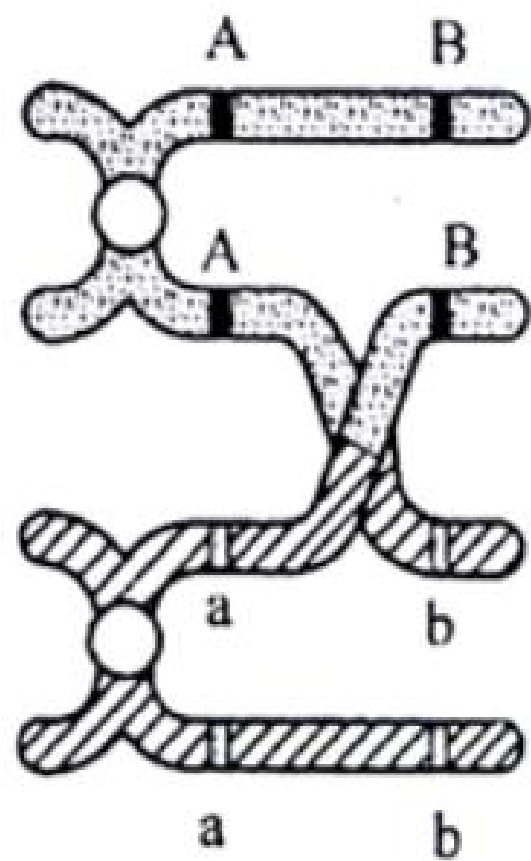
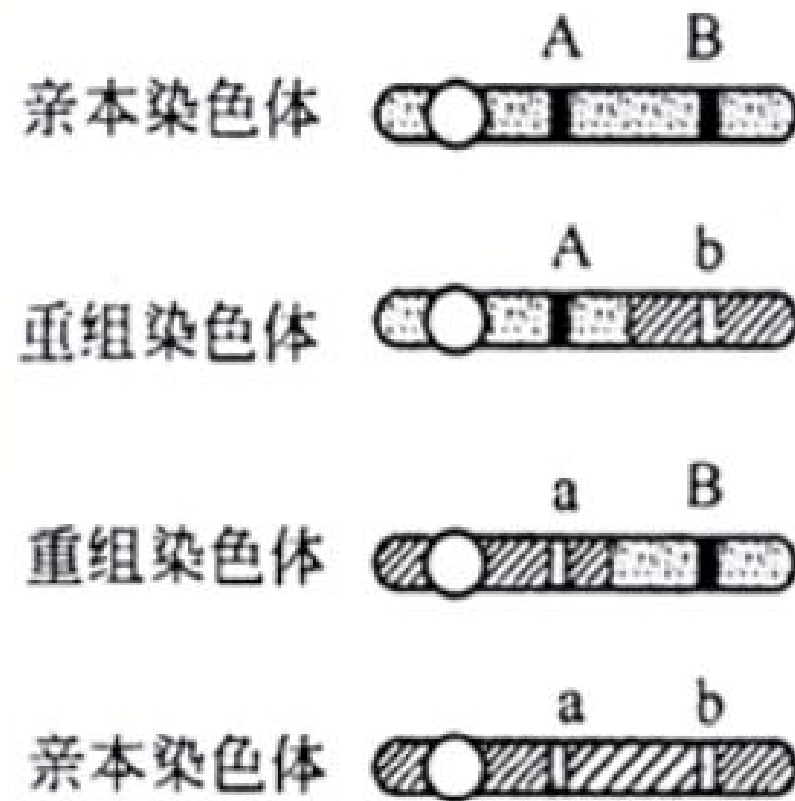


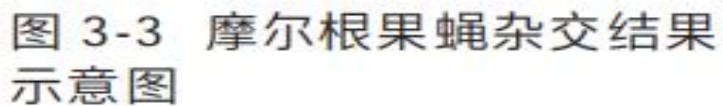
图 3-4  $F_1$  雌果蝇染色体交叉互换产生配子类型示意图

# 同源染色体的非姐妹染色单体间发生的交换现象



减数分裂后的四个产物





# F1 测交实验



# 基因重组

## 概念：

生物体在有性生殖过程中，控制不同性状的基因之间的重新组合，结果使后代中出现不同于亲本的类型。

## 发生时期：

减数分裂时期（减 I）



猫由于基因重组而产生的毛色变异



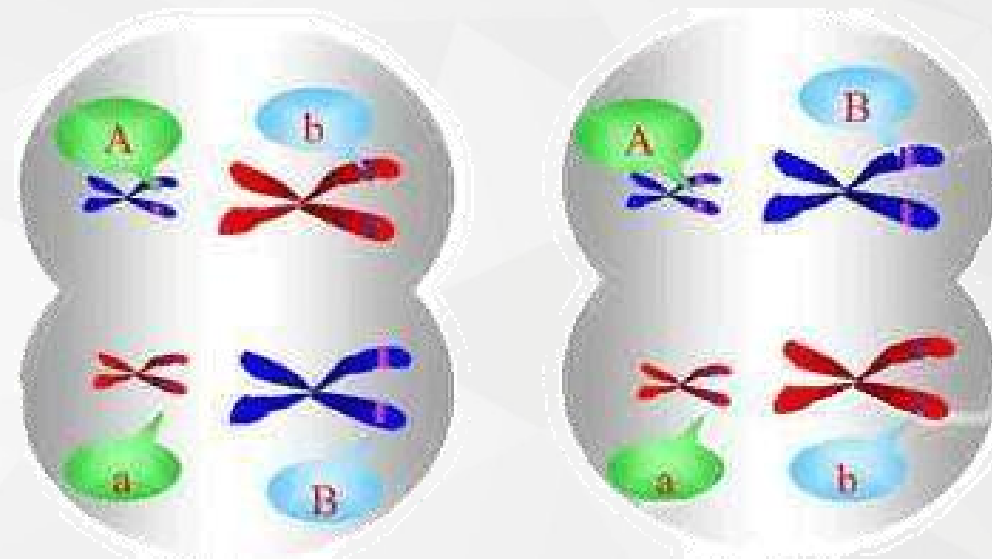
# 基因重组

## 类型一：基因的自由组合

**发生时期：**减数第一次分裂后期

**现象：**非同源染色体自由组合

**结果：**非等位基因自由组合



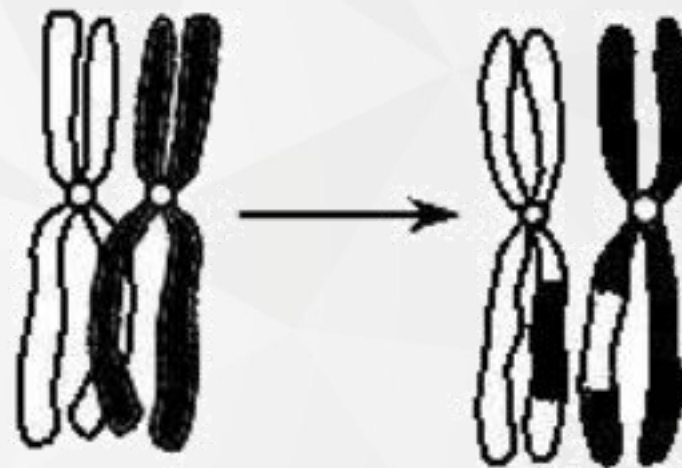
# 基因重组

## 类型二：染色体的交叉互换

**发生时期：**减数第一次分裂前期

**现象：**同源染色体的非姐妹染色单体基因之间发生交叉互换

**结果：**等位基因之间发生交叉互换



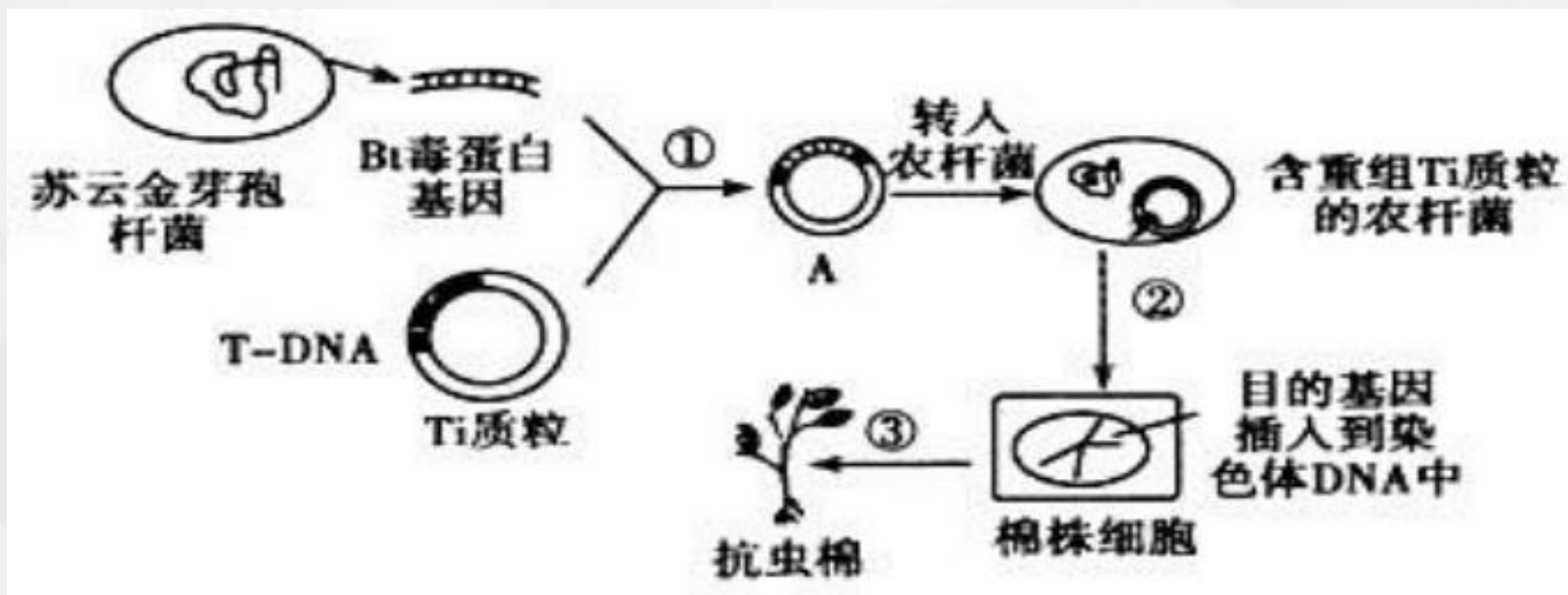
# 基因重组

**类型三（拓展）：**重组DNA技术实现基因重组（转基因）

**实例：**肺炎双球菌R型菌转化为S型菌、

抗虫棉的培育（将苏云金芽孢杆菌基因导入棉花中） **实质：转基因**

**结果：实现了基因之间的重新组合**



# 基因重组

## 基因重组的特点：

- ①只产生新的基因型，并未产生新的基因→无新蛋白质→无新性状产生。
- ②发生在有性生殖的遗传中。
- ③亲本杂合度越高→遗传物质相差越大→基因重组类型越多→后代类型越多。

# 基因重组

---

有性生殖过程中的基因重组使产生的配子种类多样化，进而产生基因组合多样化的子代，其中一些子代可能会含有适应某种变化的、生存所必需的基因组合，因此有利于物种在一个无法预测将会发生什么变化的环境中生存。

**意义：**基因重组是生物变异的来源之一，是生物多样性的原因之一，为动植物育种和生物进化提供了丰富的物质基础。**对生物的进化具有重要意义。**



# 基因重组课堂小结

(1) 概念：生物体在有性生殖过程中，控制不同性状的基因之间的重新组合，结果使后代中出现不同于亲本的类型。

(2) 原因：

- ① 非同源染色体上非等位基因的自由组合 (减 I 后期)
- ② 非姐妹染色单体的交换 (减 I 前期)
- ③ 重组DNA技术实现基因重组 (转基因技术)

(3) 意义：基因重组是生物变异的来源之一，是生物多样性的原因之一，为动植物育种和生物进化提供了丰富的物质基础。对生物的进化具有重要意义。

# 及时巩固

---

1.下列有关基因重组的叙述中，正确的是（ C ）

- A. 基因型为Aa的个体自交，因基因重组而导致子代性状分离
- B. 基因重组是生物变异的唯一来源
- C. 同源染色体的非姐妹染色单体间的互换可能导致基因重组
- D. 造成同卵双生姐妹间性状上差异的主要原因是基因重组

# 及时巩固

---

2.下面有关基因重组的说法中，不正确的是（ **B** ）

- A. 基因重组发生在减数分裂的过程中
- B. 基因重组产生原来没有的新基因
- C. 基因重组是生物变异的根本来源
- D. 基因重组能产生原来没有的新性状组合

# 及时巩固

---

3. 下列关于基因重组的叙述，错误的是（ **D** ）

- A. 基因重组通常发生在有性生殖过程中
- B. 同源染色体上的基因可以发生重组
- C. 基因重组产生的变异能为生物进化提供原材料
- D. 非同源染色体上的非等位基因不可以发生重组



**作业：**

**1. 完成校本练习3.1；**

**周五早上8:00提交至智学网**