基因在染色体上 P2-4

一、萨顿的假说

1、研究方法：类比推理法

2、理论基础：用蝗虫细胞作材料，研究精子和卵细胞的形成过程，发现孟假德尔假设的一对遗传因子，也就是等位基因，它们的分离与减数也是成对存在的分裂中同源染色体的分离非常相似。

3、假说内容：基因（遗传因子）是由染色体携带着从亲代传递给下一代的。也就是说，基因在染色体上。

4、假说依据：基因和染色体的行为存在着明显的平行关系

比较项目		基因	染色体
特点		杂交过程中保持完整性和独立性	在配子形成和受精过程中有相对稳定的形态结构
存在形式	体细胞中	成对	成对
	配子中	成单	成单
体细胞中的来源		成对的基因一个来自父方，一个来自母方	同源染色体一条来自父方，一条来自母方
配子形成时		等位基因分离，非同源染色体上的非等位基因自由组合	在减数分裂Ⅰ后期，同源染色体分离，非同源染色体自由组合

5、注：并非所有的基因都位于染色体上

（1）在真核生物中，细胞核基因位于染色体上，但细胞质基因位于线粒体和叶绿体的DNA上。

（2）在原核生物中，细胞内无染色体，其基因位于拟核区的DNA上或者质粒上。

（3）病毒中有基因，但无染色体。

二、基因位于染色体上的实验证据【摩尔根的果蝇眼色实验】

1、实验材料及优点：果蝇

（1）个体小，易饲养，繁殖快。

（2）后代数量多，便于统计，结果误差小，更具代表性。

（3）有易于区分的相对性状，便于观察和统计。

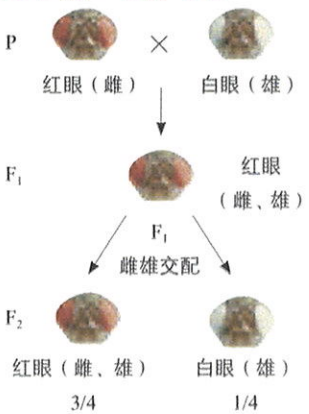
（4）染色体数目少（4对），便于观察与分析。



2、实验方法：假说-演绎法

3、实验过程

（1）提出问题（观察现象）——→果蝇的杂交实验



实验现象：

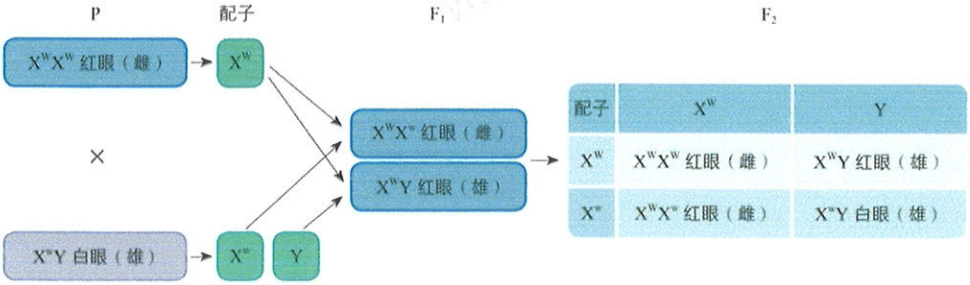
①F_1全红眼→红眼为显性性状；

②F_2中红眼：白眼=3:1符合分离定律，表明红眼和白眼受一对等位基因的控制；

③F2中只有雄果蝇出现白眼性状→果蝇白眼性状的表现与性别相关联，基因的分离定律不能解释性状与性别有关的现象。

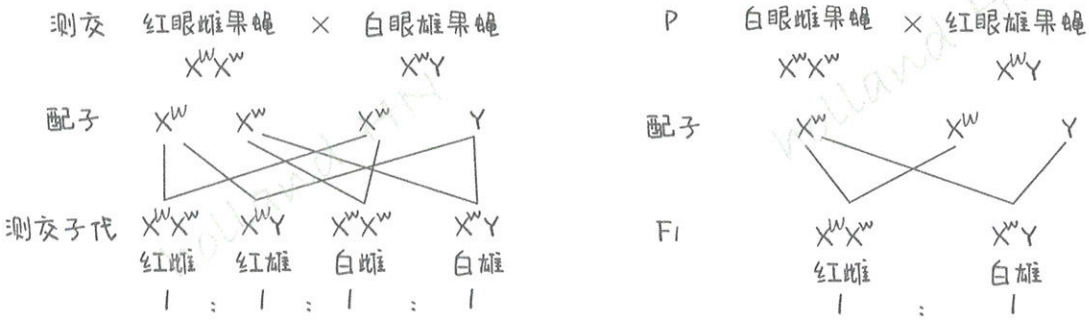
提出问题：白眼性状为何总是与性别相关联？

（2）提出假设——→控制白眼的基因（用w表示）在X染色体上，而Y染色体上不含有它的等位基因。



3、演绎推理 ——→ 设计测交实验

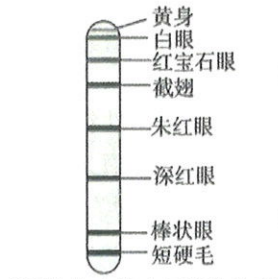
让亲本杂交获得的F1中红眼雌果蝇与亲本白眼雄果蝇交配（回交），根据假说预测结果（左图）。
【补：再让前面测交产生的红眼雄果蝇与白眼雌果蝇交配，根据假说预测结果（右图）】



4、实验验证 ——→ 摩尔根及其学生分别进行实验验证，子代表型的结果与预测一致。

5、得出结论 ——→ 控制果蝇红眼、白眼的基因只位于X染色体上一基因位于染色体上。

三、基因与染色体的关系



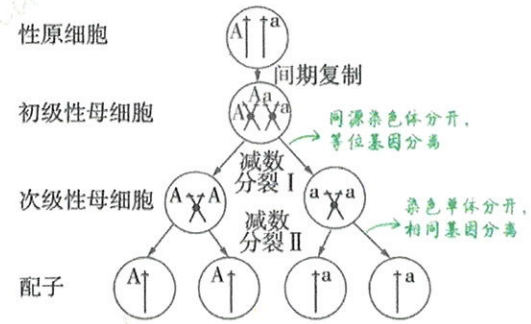
基因在染色体上呈线性排列

（1）数量上：一条染色体上有许多个基因。果蝇的体细胞中有4对染色体，携带的基因有1.3万多个；人的体细胞中有23对染色体，基因大约有2.6万个。

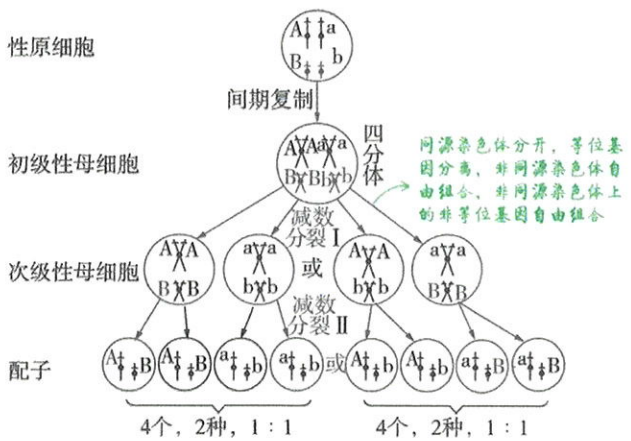
（2）位置上：基因在染色体上呈线性排列

四、孟德尔遗传规律的现代解释

1、基因的分离定律的实质：在杂合子的细胞中，位于一对同源染色体上的等位基因，具有一定的独立性；在减数分裂形成配子的过程中，等位基因会随同源染色体的分开而分离，分别进入两个配子中，独立地随配子遗传给后代。

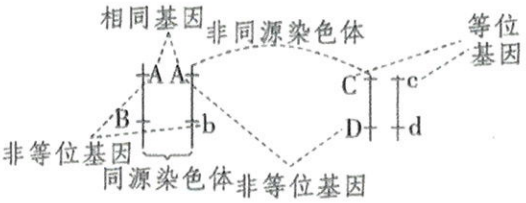


2、基因的自由组合定律的实质：位于非同源染色体上的非等位基因的分离或组合是互不干扰的；在减数分裂过程中，同源染色体上的等位基因彼此分离的同时，非同源染色体上的非等位基因自由组合。



五、孟德尔遗传规律的应用

1、等位基因、非等位基因与相同基因



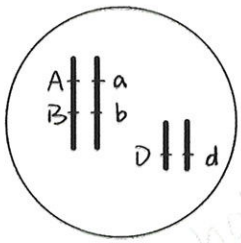
① 等位基因：位于同源染色体、同一位置、控制相对性状的基因，如C和c、B和b、D和d。

② 相同基因：位于同源染色体、同一位置、控制相同性状的基因，如A和A。

③ 非等位基因：包括两种类型，一种是位于同源染色体上、不同位置的基因(同源染色体上的非等位基因)，如A和b；另一种是位于非同源染色体上的基因(非同源染色体上的非等位基因)，如A和D。

2、基因的连锁互换定律

生殖细胞形成过程中，位于同一条染色体上的基因是连锁在一起的，作为一个单位进行传递，称连锁定律。如的A、B连锁在一起遗传，a、b连锁在一起遗传。



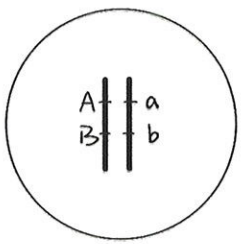
① 在生殖细胞形成时，一对同源染色体上等位基因之间可以发生互换，称为互换定律。如图中的A与a可发生互换，B与b可发生互换。一般而言，两对等位基因相距越远，发生互换的机会越大，即互换率越高，反之，相距越近，互换率越低。

② 连锁和互换是生物界的普遍现象，也是造成生物多样性的重要原因之一。

3、基因连锁类特殊分离比问题

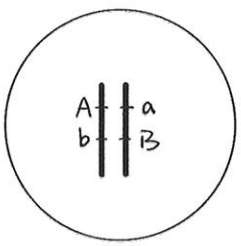
① 基因完全连锁（不考虑互换）时，其遗传不符合自由组合定律，子代也呈现特定的性状分离比。

② 若考虑互换，会产生四种类型的配子，由于个体初级性母细胞互换的频率较低，因此产生的配子比例会出现"两多两少"的情况。



不考虑互换 ⟶ 2种配子：AB、ab

考虑互换 ⟶ 4种配子 {两多：AB > 1/4；ab > 1/4；两少：Ab < 1/4；aB < 1/4}



不考虑互换 ⟶ 2种配子：Ab、aB

考虑互换 ⟶ 4种配子 {两多：Ab > 1/4；aB > 1/4；两少：AB < 1/4；ab < 1/4}

4、基因在染色体上的位置判断

(1) 基因在常染色体上或X染色体上的判断方法

① 若已知性状的显隐性

♀隐性 × ♂显性 ⟶ 子代♀、♂表现型相同，则相应基因位于常染色体上
子代♀为显性，♂为隐性，则相应基因位于X染色体上

② 若未知性状的显隐性

正反交实验 ⟶ 正反交结果一致，则相应基因位于常染色体上
正反交结果不同，则相应基因位于X染色体上

（2）基因在X、Y染色体的同源区段或只位于X染色体上的判断方法

【适用条件：已知性状的显隐性和控制性状的基因在性染色体上】

①方法一：

♀纯和隐性 × ♂纯和显性 ⟶ 若子代♀、♂均为显性，则相应基因位于X和Y染色体的同源区段
若子代♀为显性，♂为隐性，则相应基因只位于X染色体上

②方法二：

♀杂合显性 × ♂纯和显性 ⟶ 若子代♀均为显性，♂既有显性也有隐性，则相应基因只位于X染色体上
若子代♀、♂均为显性，则相应基因位于X、Y染色体的同源区段

（3）基因在常染色体上或X、Y染色体的同源区段的判断方法

♀纯和隐性 × ♂纯和显性 ⟶ F_1 ♀×♂ ⟶ 若F_2中♀、♂均有显性和隐性，则相应基因位于常染色体上
若F_2中♀既有显性也有隐性，♂均为显性，则相应基因位于X外染色体的同源区段

$X^BX^B \times X^bY \longrightarrow X^BX^b \quad X^BY$.

$X^BX^b \times X^BY \longrightarrow X^BX^B \quad X^BX^b \quad X^BY \quad X^bY$.

3 : 1

$X^BX^b \times X^bY \longrightarrow X^BX^b \quad X^bX^b \quad X^BY \quad X^bY$.

1 : 1 : 1 : 1

♀ ♀ ♂ ♂

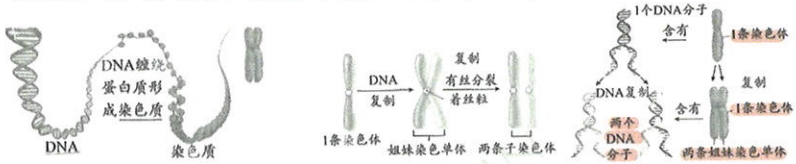
$X^bX^b \times X^BY \longrightarrow X^BX^b \quad X^bY$.

1 : 1

♀ ♂.

四、有丝分裂（真核生物细胞分裂的主要方式，是一个连续的过程，因此具有细胞周期）

1、染色体VS染色质，染色体数、染色单体数、DNA分子数



（1）染色体是真核生物遗传物质（DNA）的主要载体。线粒体与叶绿体中是环状DNA分子，无染色体。

（2）染色体与染色质是同一物质在细胞不同时期的表现形式

（3）染色体数=着丝粒数【染色体在间期复制（即DNA的复制），复制后染色体数目不变，DNA数目加倍，每条染色体染色单体由0变2】

（4）染色单体数：X（2个）、1（0个）

（5）核DNA数：数条（X：2个、1：1个）

2、基本过程

分裂间期：DNA分子的复制和蛋白质的合成
- G1期：为DNA分子复制做准备（RNA的合成和蛋白质的合成）
- S期：DNA分子的复制
- G2期：为分裂期做准备（RNA的合成和蛋白质的合成）

分裂期
- 前期：膜仁消失现两体
  - ①核膜核仁消失
  - ②染色质高度螺旋化形成染色体
  - ③形成纺锤体（动物、低等植物：中心体发出星射线形成纺锤体）（高等植物：细胞两极发出纺锤丝形成纺锤体）
- 中期：着丝粒“排一排”（每条染色体整齐排列在赤道板上，观察染色体最佳时期）（此时染色体缩到最小）
- 后期：着丝粒分裂，姐妹染色单体分开
- 末期：膜仁重现失两体
  - ①核膜核仁重新出现
  - ②染色体解旋形成染色质
  - ③纺锤体消失

