



2.2 基因在染色体上

一、萨顿的假说

孟德尔和他的豌豆

1866年 孟德尔第一次根据豌豆实验提出了有遗传因子存在的假想，并提出了分离定律和自由组合定律，开启了人类对基因的探索！



一、萨顿的假说

萨顿，细胞水平研究的新发现

1903年，萨顿在对蝗虫精子和卵细胞的研究中，发现了细胞中的染色体行为与孟德尔定律具有惊人的一致性！

随即，提出了**萨顿假说**，既遗传因子位于染色体上！

他是根据什么样的逻辑，提出了萨顿假说？



一、萨顿的假说

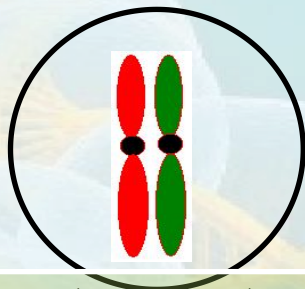
萨顿假说的逻辑依据

比较项目	遗传因子（基因）的行为	染色体的行为
传递中的性质	杂交过程中保持： <u>完整性和独立性</u>	配子形成和受精作用： <u>也具有相对稳定的形态结构</u>
体细胞中存在形式	<u>成对</u> 存在	<u>成对</u> 存在
在配子中存在形式	只有成对遗传因子中的 <u>一个</u>	只有成对染色体中的 <u>一条</u>
体细胞中的来源	成对的遗传因子 一个来自 <u>父方</u> 一个来自 <u>母方</u>	同源染色体 一条来自 <u>父方</u> 一条来自 <u>母方</u>
形成配子组合方式	控制不同性状的遗传因子： <u>自由组合</u>	非同源染色体： <u>自由组合</u>

一、萨顿的假说

萨顿假说的逻辑依据

萨顿对染色体的观察



孟德尔对遗传因子的推论



类比推理得出的结论并不具有逻辑的必然性!

染色体看得见

基因看不见

这种方法称为：

类比推理

平行关系

萨顿推理

基因在染色体上

二、基因位于染色体上的实验证据

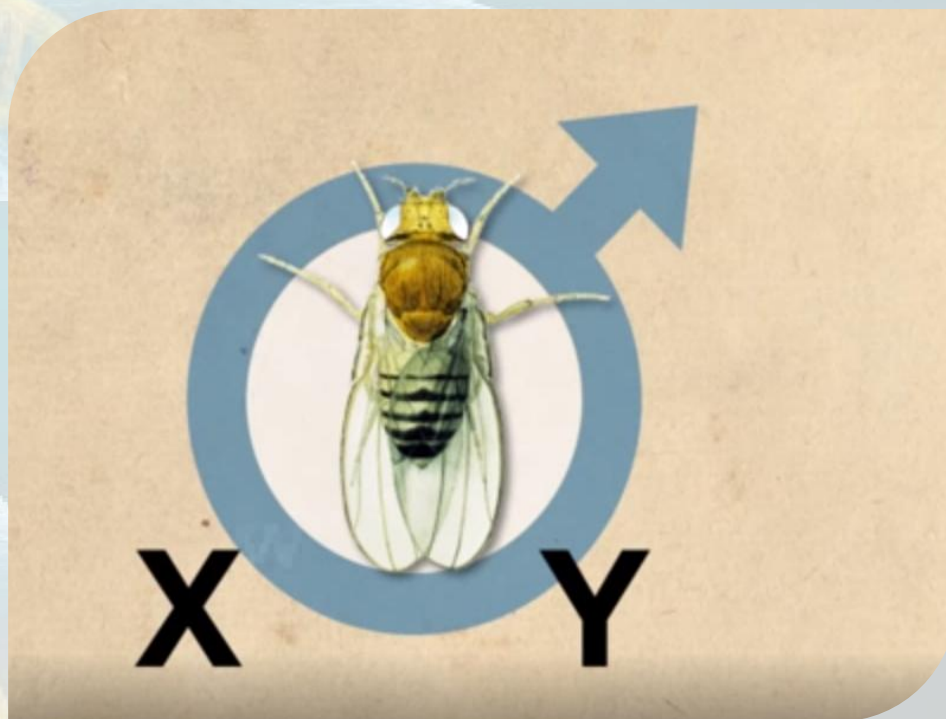


二、基因位于染色体上的实验证据

意外的发现.....

1910年5月的一天，在摩尔根的实验室中诞生了一只白色眼睛的雄性果蝇，而它的兄弟姐妹的眼睛都是红色的。

显然它是一个变异体，敏锐的摩尔根抓住这条线索，从而敲开了基因研究世界的大门！



二、基因位于染色体上的实验证据

果蝇趣谈



一共有5个诺奖颁给了果蝇研究

第一个是1933年，颁给了果蝇的开山祖师摩尔根；

第二个是1946年，颁给了摩尔根的学生赫尔曼·穆勒，他发现了X射线对果蝇的突变效应；

第三个是1995年，颁给了三位果蝇发育基因的研究者；

第四个是2011年，颁给了果蝇免疫系统的Toll相关基因；

第五个就是2017年医学或生理学奖的果蝇生物钟。

二、基因位于染色体上的实验证据

果蝇趣谈



失恋的果蝇也酗酒

UCLA的研究团队发现，当面前摆有被酒精浸泡过的食物和正常的食物时，近期求爱被拒的雄性果蝇更有可能借酒消愁。

雄果蝇也爱年轻妹子

同济大学的薛雷团队在实验中发现，雄果蝇在面对两只年龄不同的雌果蝇时，雄果蝇就会优先选择年轻的雌果蝇.....

二、基因位于染色体上的实验证据

果蝇的优点

(1) 饲养容易

用一只牛奶瓶，
放一些捣烂的香蕉，
就可以饲养数百甚至
上千只果蝇。



二、基因位于染色体上的实验证据

果蝇的优点

(2) 繁殖快

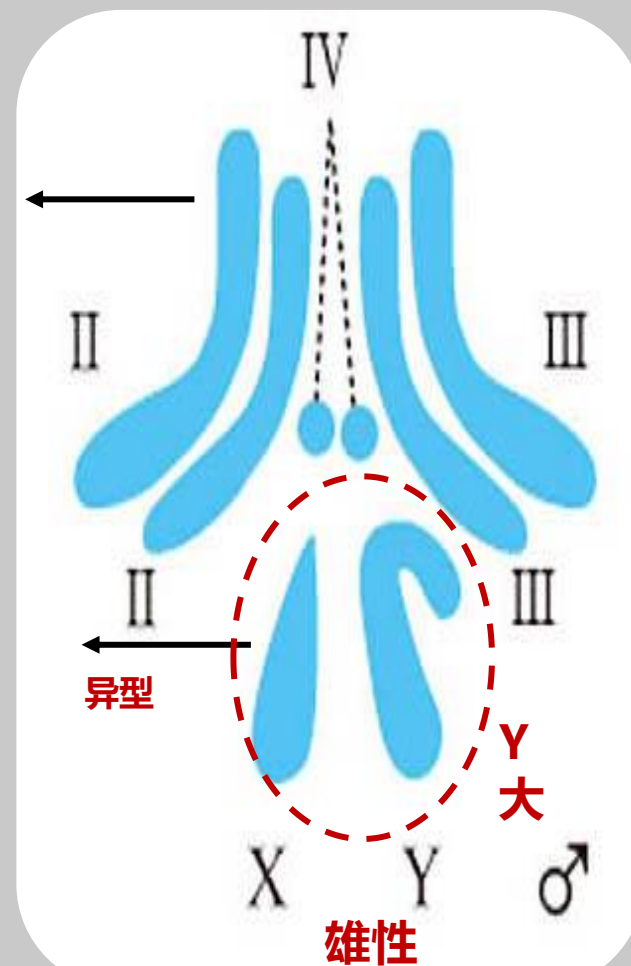
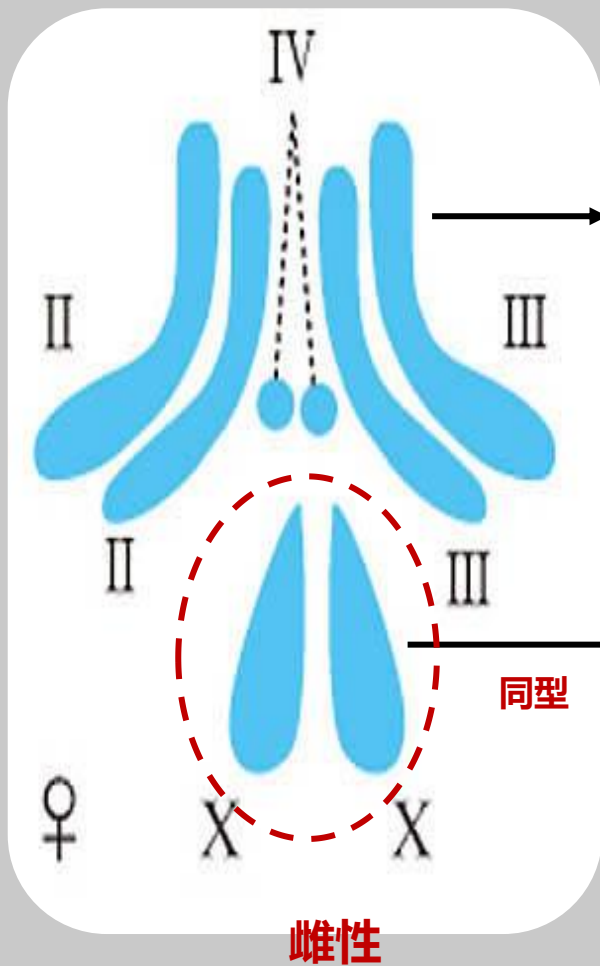
在25°C左右温度下**十几天**就繁殖一代，一只雌果蝇一代能繁殖数百只。
孟德尔以豌豆为实验材料，**一年才种植一代。**



二、基因位于染色体上的实验证据

果蝇的优点

(3) 果蝇染色体数量少而且形状有明显差别。



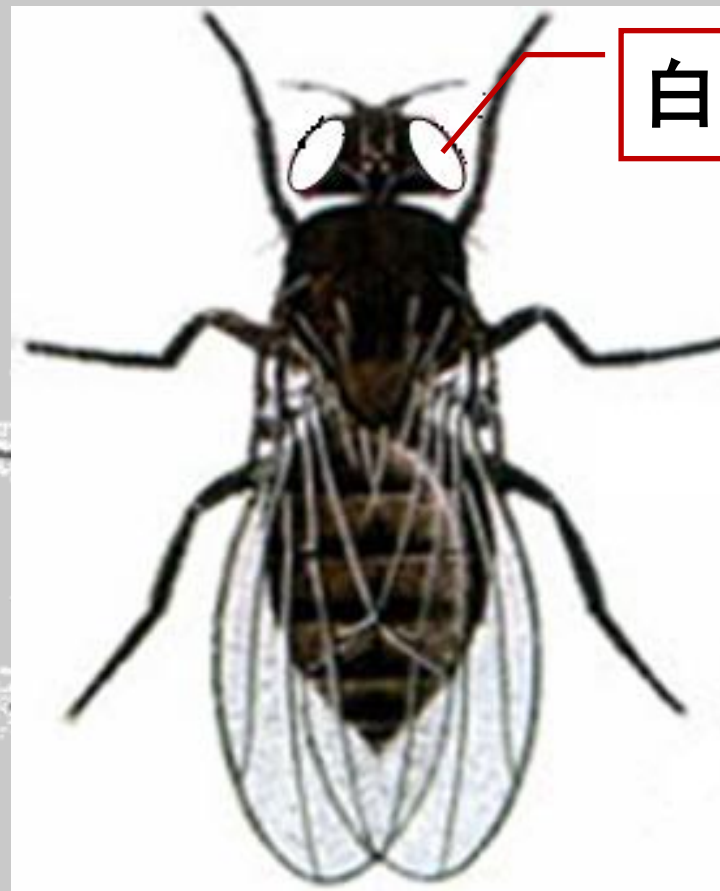
二、基因位于染色体上的实验证据

果蝇的优点

(4) 果蝇有众多容易区分的相对性状。



红眼



白眼

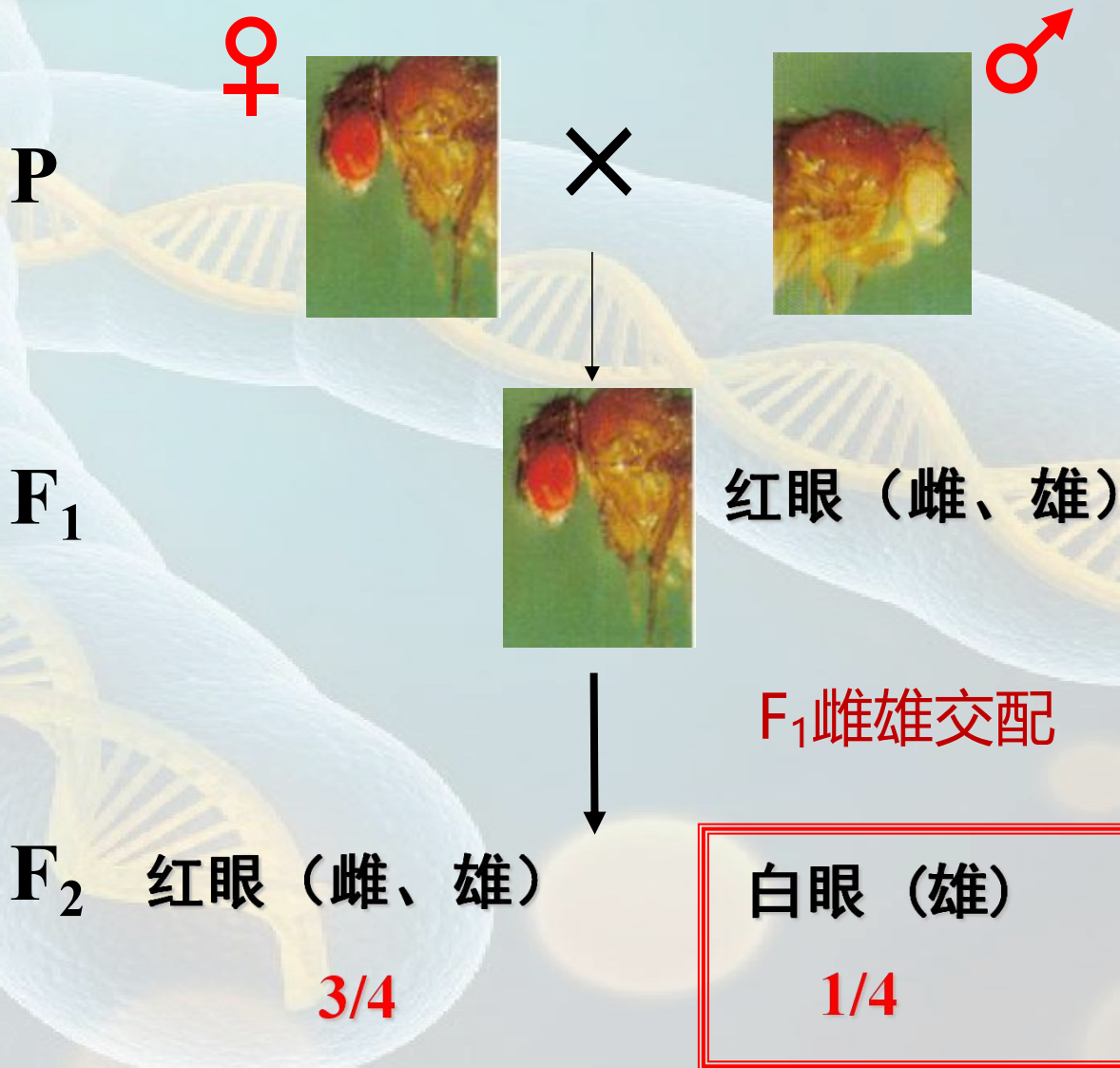
二、基因位于染色体上的实验证据

(一) 摩尔根的果蝇杂交实验 (提出问题)

1、红眼和白眼哪个是显性性状？

2、是否符合孟德尔分离定律？

3、为什么白眼都是雄性的？如果基因位于染色体上，你认为这种基因可能在性染色体还是常染色体？白眼果蝇只能是雄性吗？



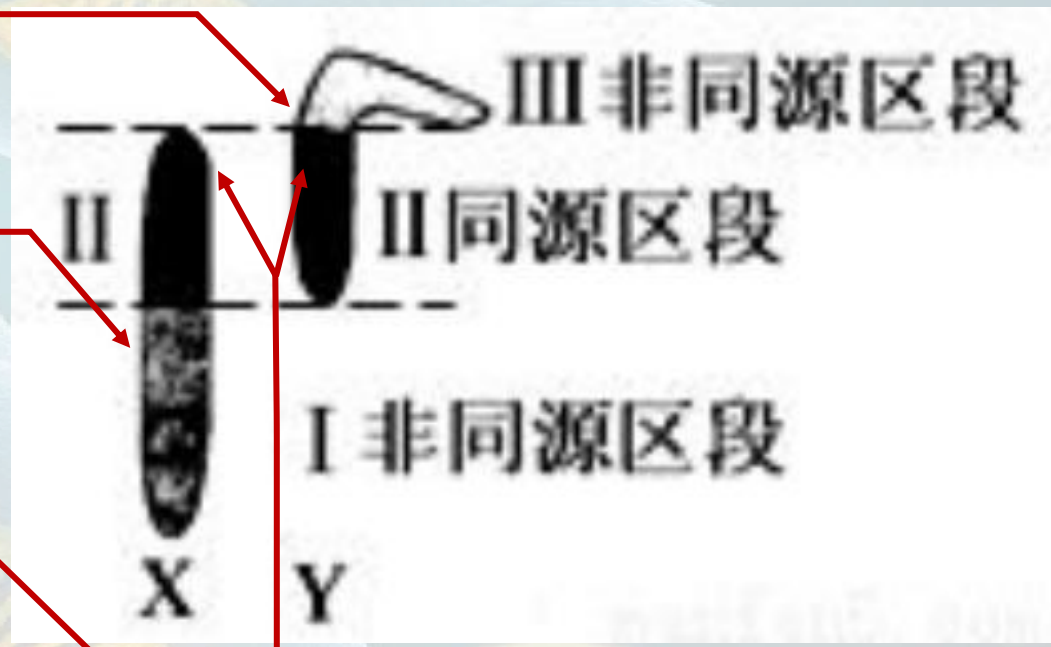
二、基因位于染色体上的实验证据

(二) 分析问题，提出假说

假设①：控制白眼的基因是在**Y染色体**上，X染色体上没有它的等位基因。

假设②：控制白眼的基因是在**X染色体**上，Y染色体上没有它的等位基因。

假设③：控制白眼的基因在X、Y染色体的**同源区段**上。



二、基因位于染色体上的实验证据

(二) 分析问题，提出假说

因为出现了白眼雌果蝇所以排除了控制白眼的基因只在Y染色体的可能性。

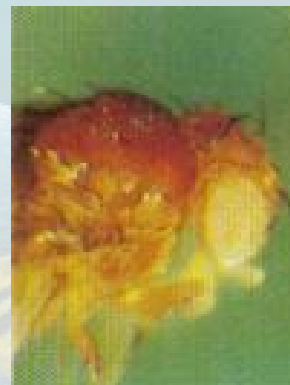
F₁



♀

×

♂



红雌 : 红雄 : 白雌 : 白雄
126 : 132 : 120 : 115

红眼 : 白眼 = 1 : 1

二、基因位于染色体上的实验证据

(二) 分析问题，提出假说

假设②：只在X染色体上

P 红眼雌果蝇 × 白眼雄果蝇
 $X^A X^A$ $X^a Y$

F₁

F₂

比例

假设③：在X和Y同源区段上

P 红眼雌果蝇 × 白眼雄果蝇
 $X^A X^A$ $X^a Y^a$

F₁

F₂

比例

二、基因位于染色体上的实验证据

(二) 分析问题，提出假说

假设②：只在X染色体上

P	红眼雌果蝇	×	白眼雄果蝇	
	$X^A X^A$	↓	$X^a Y$	
F ₁	$X^A X^a$	×	$X^A Y$	
	红眼雌	↓	红眼雄	
F ₂	$X^A X^A$	$X^A X^a$	$X^A Y$	$X^a Y$
	红雌	红雌	红雄	白雄
比例	1	: 1	: 1	: 1

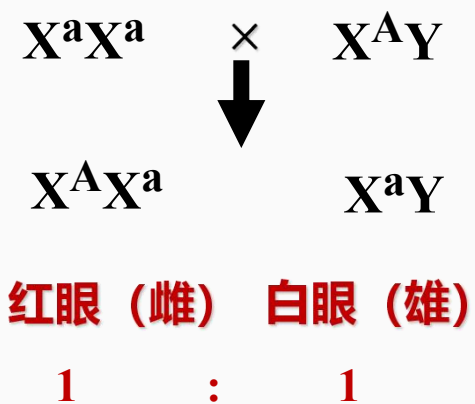
假设③：在X和Y同源区段上

P	红眼雌果蝇	×	白眼雄果蝇	
	$X^A X^A$	↓	$X^a Y^a$	
F ₁	$X^A X^a$	×	$X^A Y^a$	
	红眼雌	↓	红眼雄	
F ₂	$X^A X^A$	$X^A X^a$	$X^A Y^a$	$X^a Y^a$
	红雌	红雌	红雄	白雄
比例	1	: 1	: 1	: 1

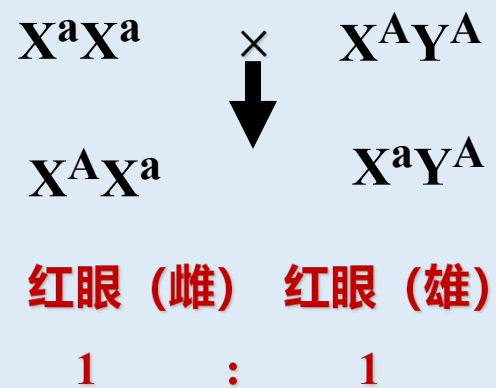
二、基因位于染色体上的实验证据

(三) 演绎推理

假设②：只在X染色体上



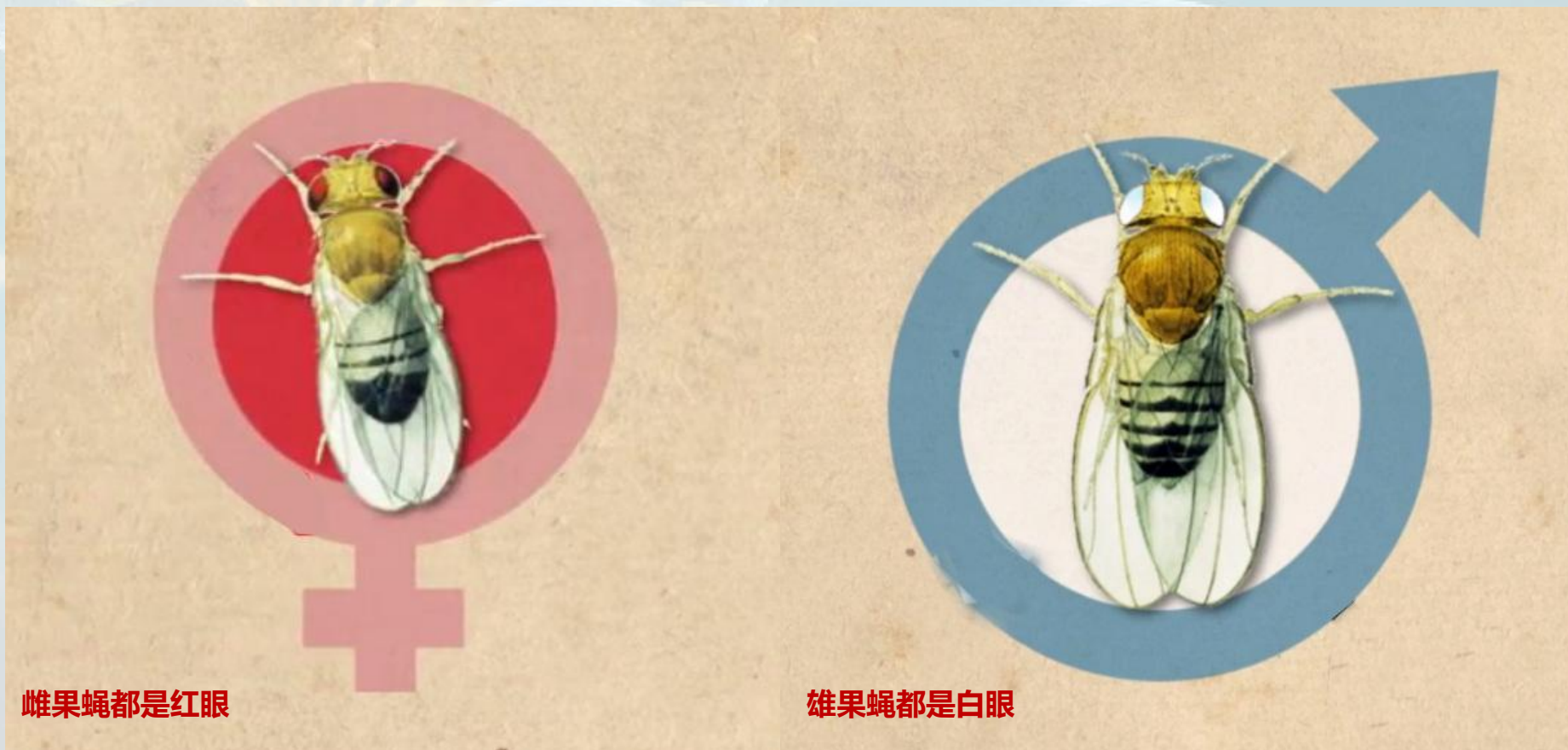
假设③：在X和Y同源区段上



二、基因位于染色体上的实验证据

(四) 实验验证——测交实验

摩尔根实验的结果为子代雄果蝇都是白眼，雌果蝇都是红眼



二、基因位于染色体上的实验证据

回顾摩尔根的实验

假说 — 演绎法

提出问题：白眼性状的表现总是与性别相联系？

作出假说：若控制白眼基因在X染色体上，而Y染色体上不含有它的等位基因

演绎推理：预测测交结果

验证假说：测交实验验证

得出结论：基因在染色体上

二、基因位于染色体上的实验证据

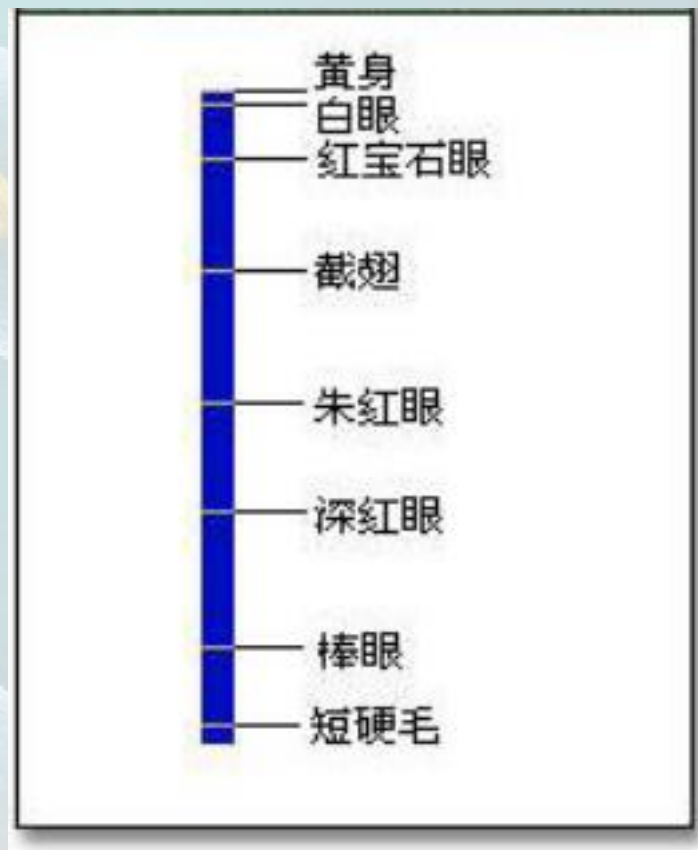
基因在染色体上

**一条染色体上
应该有多个基因。**

**基因在染色体
上呈线性排列。**






荧光标记将基因定位在染色体上



果蝇某条染色体上的几个基因

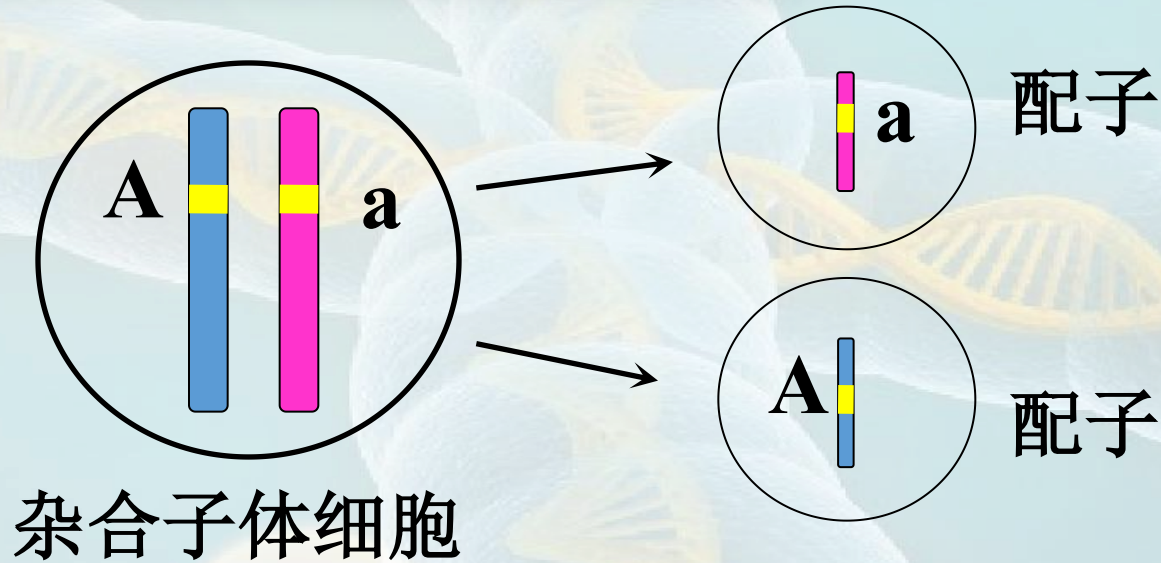
三、孟德尔遗传规律的现代解释

从遗传因子到基因

孟德尔	弗莱明	萨顿	摩尔根
			
1866年	1882年	1902年	1910年左右
根据豌豆遗传现象，提出了遗传因子假说	发现细胞染色体及细胞核分裂行为	发现染色体行为，提出萨顿假说，既遗传因子就在染色体上	利用果蝇的伴性遗传现象，证明了基因在染色体上的假说
第一次提出由遗传因子这个物质	发现了染色体行为与孟德尔定律惊人的相似性		证明了基因的存在和位置
个体性状遗传研究	细胞遗传研究		性状遗传+细胞遗传

三、孟德尔遗传规律的现代解释

基因分离定律的实质

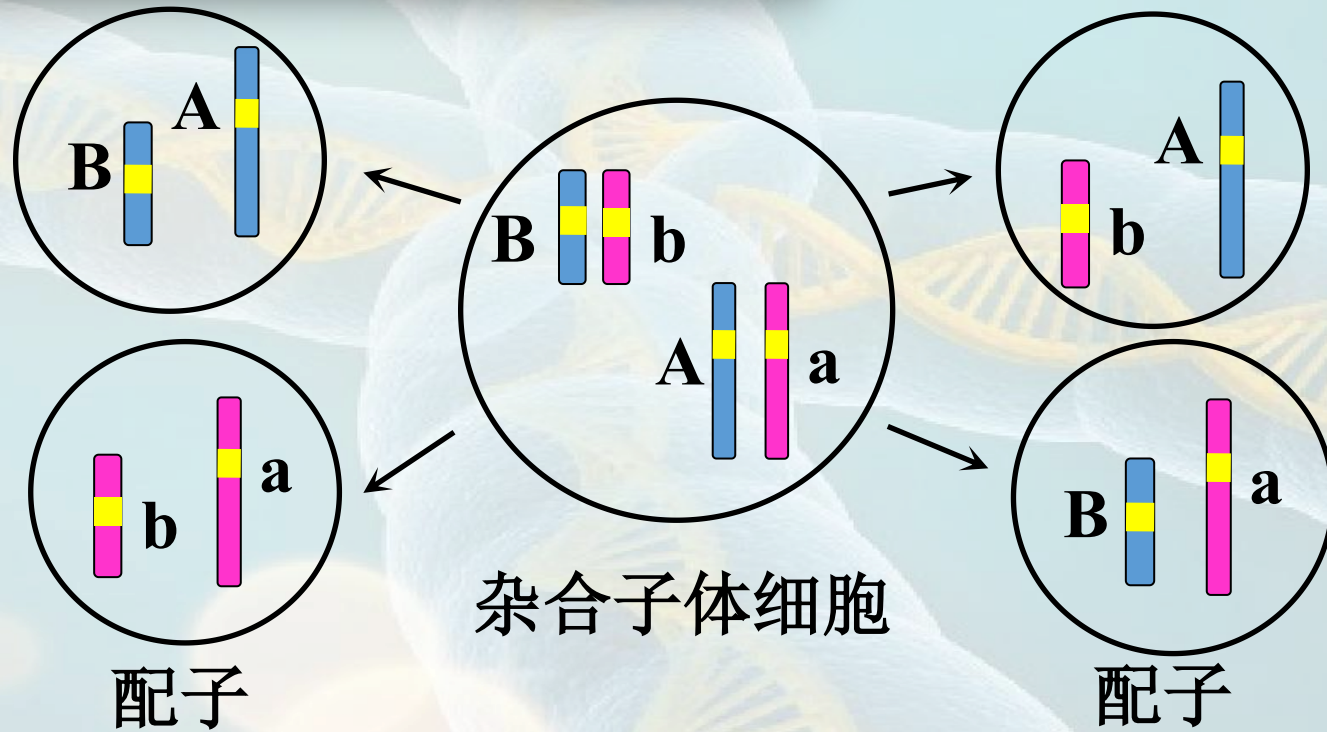


等位基因随同源染色体的分开而分离

在**杂合体**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，独立的随配子遗传给后代。

三、孟德尔遗传规律的现代解释

基因自由组合定律的实质



**非同源染色体上的
非等位基因自由组合**

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分离的同时，非同源染色体上的非等位基因自由组合。

四、本堂小结

萨顿的假说

基因位于染色体
上的实验证据

孟德尔遗传规律
的现代解释

萨顿通过对蝗虫受精过程的研究，提出了基因在染色体上

摩尔根以果蝇为研究材料，第一次把基因与染色体联系在了一起