



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

高中生物学一轮复习

30. 基因的分离定律

广州市玉岩中学 王佳俊

“现代遗传学之父”——孟德尔



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN



融合遗传的观点曾在 19 世纪下半叶十分盛行。然而，在奥地利的一所修道院里（现捷克境内），**孟德尔**冲破了这个错误观点的“束缚”，提出了完全不同的理论。

真

“现代遗传学之父”——孟德尔



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN



- 遗传
亲子间的相似性
- 变异
亲子间及子代个体间的差异



(Mendel, 1822-1884)

孟德尔从小酷爱自然科学，家境贫寒，21岁做了修道士。被派到维也纳大学进修自然科学和数学。利用修道院的一小块园地，种植了豌豆、山柳菊、玉米等多种植物，进行杂交实验，潜心研究多年。其中豌豆的杂交实验非常成功。历经8年时间，通过分析豌豆杂交实验的结果，用实验证据推翻了融合遗传，发现了生物遗传的规律。

基本概念和常用符号



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

杂交：同种遗传因子不同的生物体间相互交配的过程。

自交：同种遗传因子相同的生物体间相互交配。

植物体指自花授粉和雌雄异花的同株授粉，自交是获得纯系的有效方法。

正交与反交：在具有相对性状的遗传实验中，

若将显性个体作为母本，隐性个体作父本的杂交方式称为**正交**；

反交：

性状分离：人们把杂种后代中同时出现显性性状和隐性性状的现象称为性状分离。

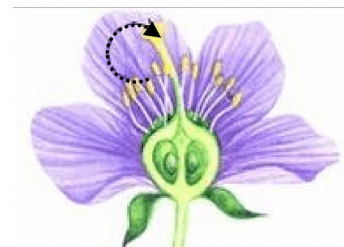
符号	P	F ₁	F ₂	♂	♀	⊗	×
含义	亲本	子一代	子二代	父本	母本	自交	杂交

花的类型及传粉特点



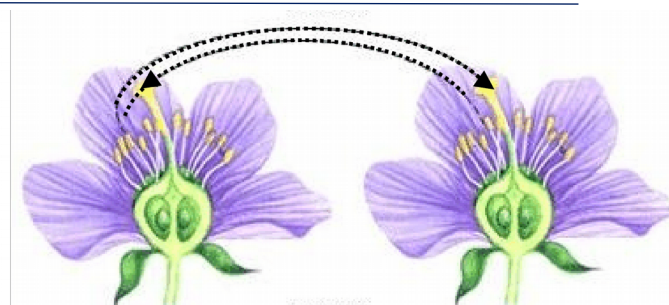
黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

(1) 两性花 一朵花既有雌蕊、也有雄蕊
如：豌豆花



自花传粉

(2) 单性花 一朵花只有雌蕊或只有雄蕊
如：玉米、黄瓜花

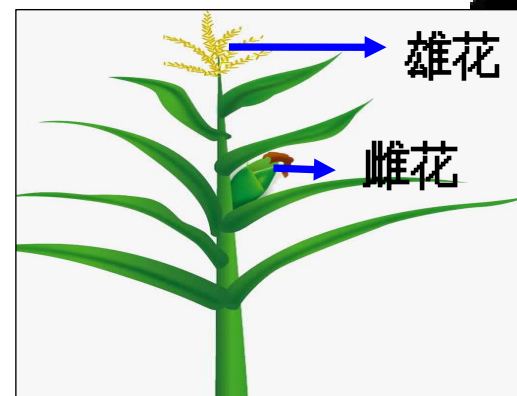


异花传粉

(3) 自花传粉 花粉从同一朵花的雄蕊传到雌蕊柱头上，
或同一植株上不同花之间的花粉传播过程。

(4) 异花传粉 花粉从一朵花的花药传播到另一朵花的雌蕊柱头上的过程。

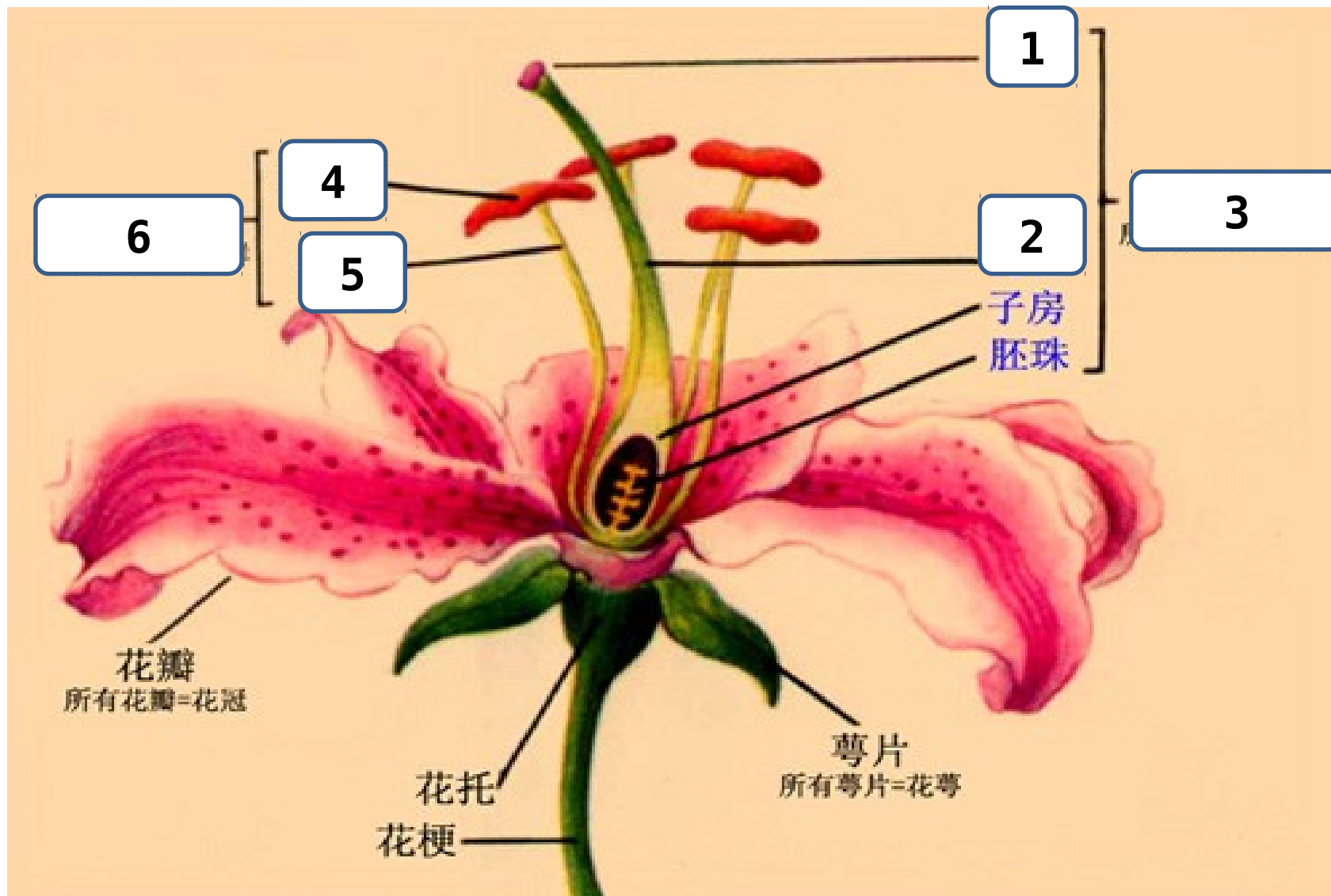
(5) 闭花授粉 花在未开放前，雄蕊花药中的花粉传到雌蕊的柱头上的过程。



豌豆用作遗传实验材料的优点



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN



豌豆是**自花传粉**、**闭花受粉**的植物。
自然状态下一一般都是**纯种**。

真豌豆



豌豆用作遗传实验材料的优点

优点

传粉

自花传粉，闭花受粉

优势：自然状态下一一般为**纯种**，实验结果既可靠，又容易分析

性状

具有易于区分的性状

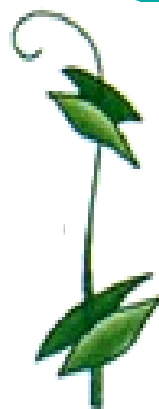
优势：实验结果易于观察和分析

操作

豌豆花大，子代个体数量较多

优势：用数学统计方法分析结果更可靠，且偶然性小

优势：易于做人工杂交实验



高茎



矮茎



圆滑



皱缩



豌豆用作遗传实验材料的优点



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

除此之外，豌豆花还有什么作为实验对象的优点？

1. 豌豆子代数量多，且种子都保存在豆荚里不会丢失，便于统计。
2. 豌豆是一年生植物，生长周期短，利于尽快得出实验结果。

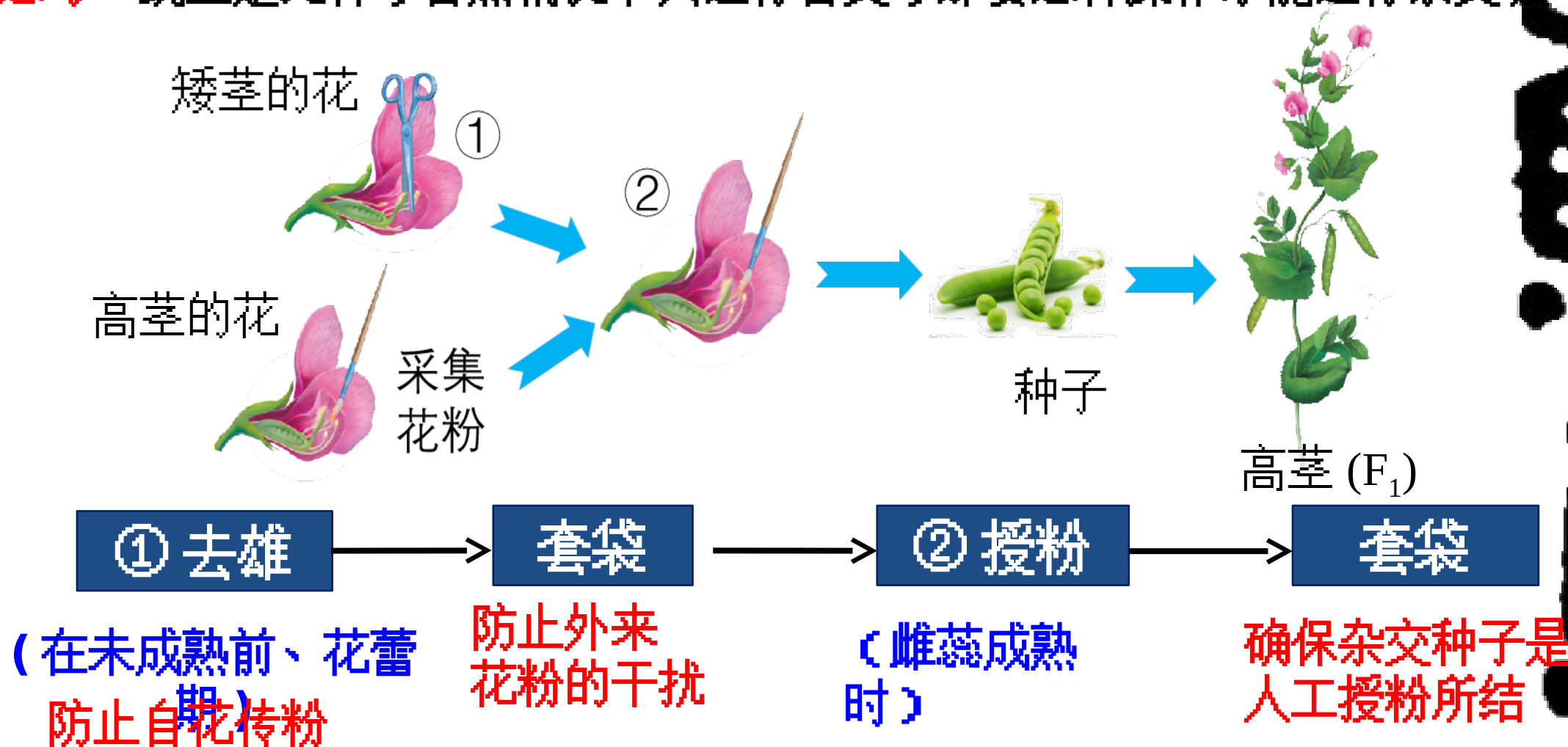


孟德尔遗传实验的杂交操作



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

思考：豌豆是纯种，自然情况下只进行自交，那要怎样操作才能进行杂交呢？

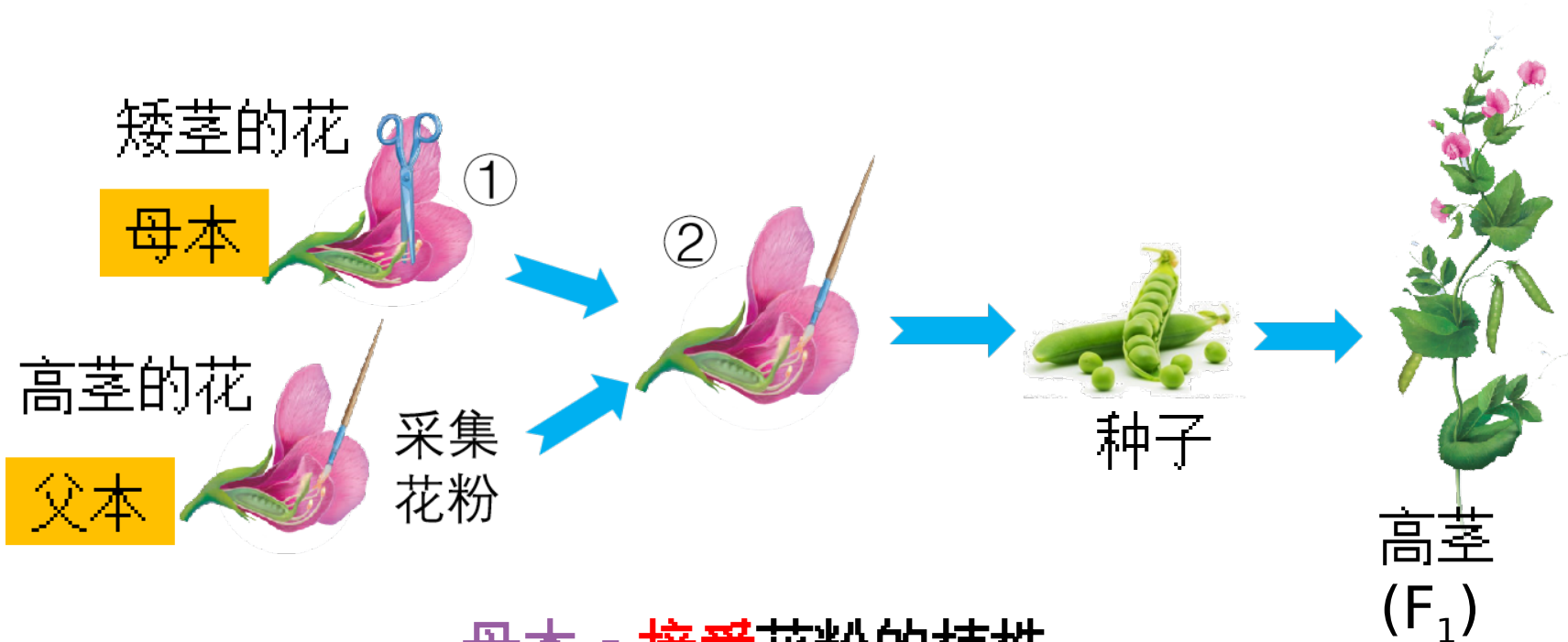


孟德尔遗传实验的杂交操作



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

思考：上述实验中父本和母本分别是哪株豌豆？判断依据是什么？



母本：接受花粉的植株

父本：提供花粉的植株

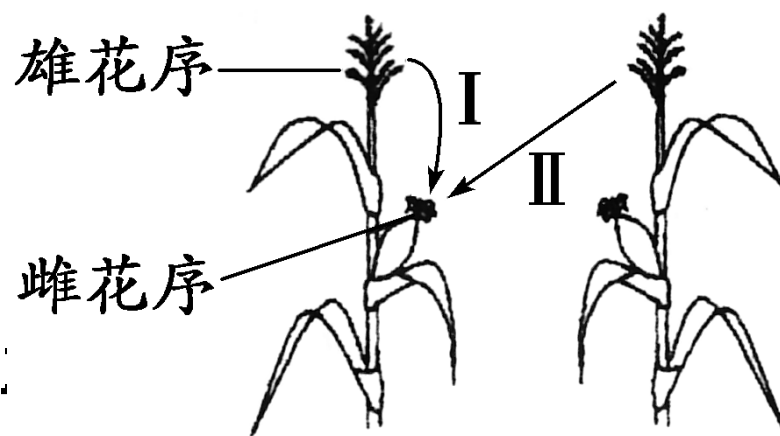
豌豆

相关信息



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

1. 玉米也可以作为遗传实验的材料，结合玉米花序与受粉方式模式图思考：



- (1) 玉米为雌雄同株且
(2) 图中两种受粉方式
_____(填“自交”或“杂交”)，方式I属于_____
(3) 如果人工杂交实验材料为单性玉米，则操作步骤为_____。

非甜玉米

甜玉米

自交

杂交

自由交配

套袋→人工授粉→套袋



性状与相对性状



- 1. 生物体的形态特征或生理特征叫做**性状**。
- 2. 生物所表现出来的性状称为**表现型**。
- 3. 一种生物的同一种性状的不同表现类型，叫做**相对性状**。

子叶颜色	种子形状	花的颜色	豆荚颜色 (未成熟)	豆荚形状	花的位置	茎的高度
						
						

豌豆具有一些不连续变异的性状，易区分；反之人的身高可视作连续变异，难区分。

豌豆

一对相对性状的杂交实验



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

亲本



×



子一代



⊗

子二代



若融合遗传成立

子二代出现矮茎是
随机的、偶然的

统计

子二代高茎豌豆种
下去仍表现高茎

将 F_2 种下去观察

一对相对性状杂交实验的分析



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

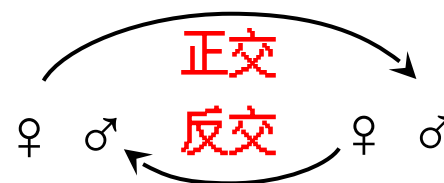
亲本



×



1、子代的性状全由母本决定吗？如何设计实验证明？
设计**正反交**实验（正交、反交是一个相对的概念）



子一代



正交和反交可用于检测某一性状的遗传是否与 性别 有关。

子二代



≈3:1



787

277

2、为什么 F_1 全是高茎？是因为矮茎性状永远消失了还是暂时隐藏起来了呢？如何设计实验证明？
让 F_1 **自交** 得到 F_2 ，通过 F_2 的表现型来判断。

一对相对性状杂交实验的分析



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

孟德尔还对豌豆的其他 6 对相对性状进行了杂交实验，实验结果如下：

杂交组合	子一代	子二代
 × 		 :  = 6022 : 2001
 × 		 :  = 5474 : 1850
 × 		 :  = 705 : 224
 × 		 :  = 428 : 152
 × 		 :  = 882 : 299
 × 		 :  = 651 : 207
 × 		 :  = 787 : 277

可见 F_2 中出现 3:1 的性状分离比绝非偶然的，而是有规律的。

豌豆

一对相对性状杂交实验的分析



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

亲本

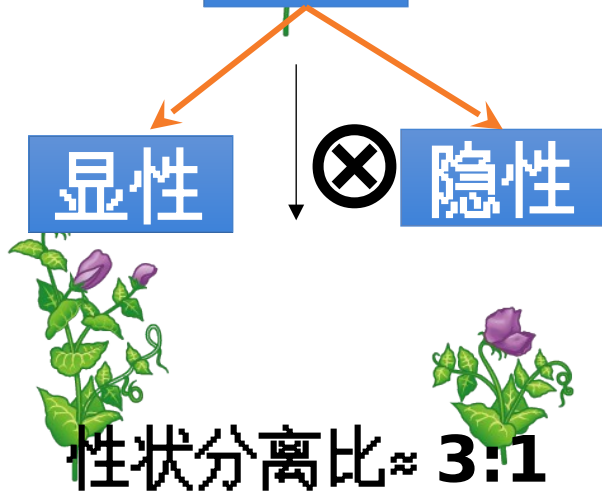


子一代



F_1 中显现出来的性状，叫做**显性性状**；
未显现出来的性状，叫做**隐性性状**，如矮茎。

子二代



787

277

在**杂种后代**中，**同时**出现**显性性状**和**隐性性状**的现象叫做**性状分离**。

假说—演绎法



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

她怎么盯着我看



① 发现问题

可能是喜欢我



② 提出假说

找她加微信应该没问题



③ 演绎推理

“美女加个微信”
“啪”



④ 实验验证

假说—演绎法：在观察和分析基础上**提出问题**，通过推理和想像**提出解释问题的假说**，根据假说进行**演绎推理**，再通过**实验检验演绎推理的结论**。如果实验结果与预期结论相符，就证明假说是正确的，反之则说明假说是错误的。这是现代科学研究中常用的一种科学方法，叫做**假说—演绎法**。

一对相对性状杂交实验的“假说 - 演绎”分析

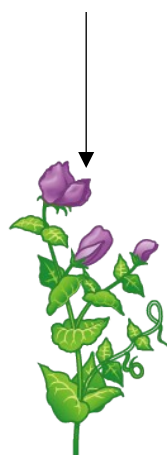


黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

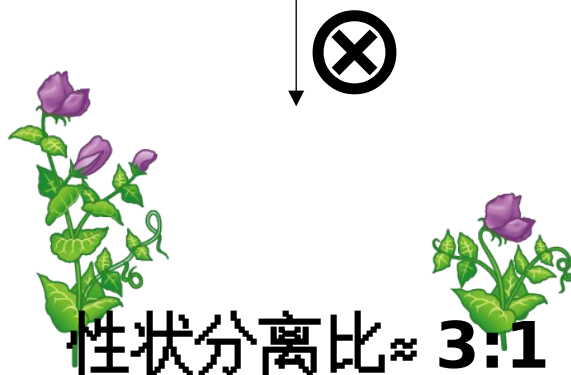
亲本



子一代



子二代



787

277

观察现象，提出问题

① F_1 全为高茎，矮茎去了哪里？

② F_2 中矮茎又出现了，说明了什么？

③ 为什么 F_2 中的性状分离比接近 3:1 ？

观察现象

一对相对性状杂交实验的“假说 - 演绎”分析



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

分析问题，提出假说

- 在高茎和矮茎的遗传过程中，有没有把高茎和矮茎的性状直接传递给子代？
在亲代和子代之间传递的是什么？

遗传因子即基因，但基因的概念不是孟德尔提出的

假说 1: 生物的性状是由遗传因子决定的。

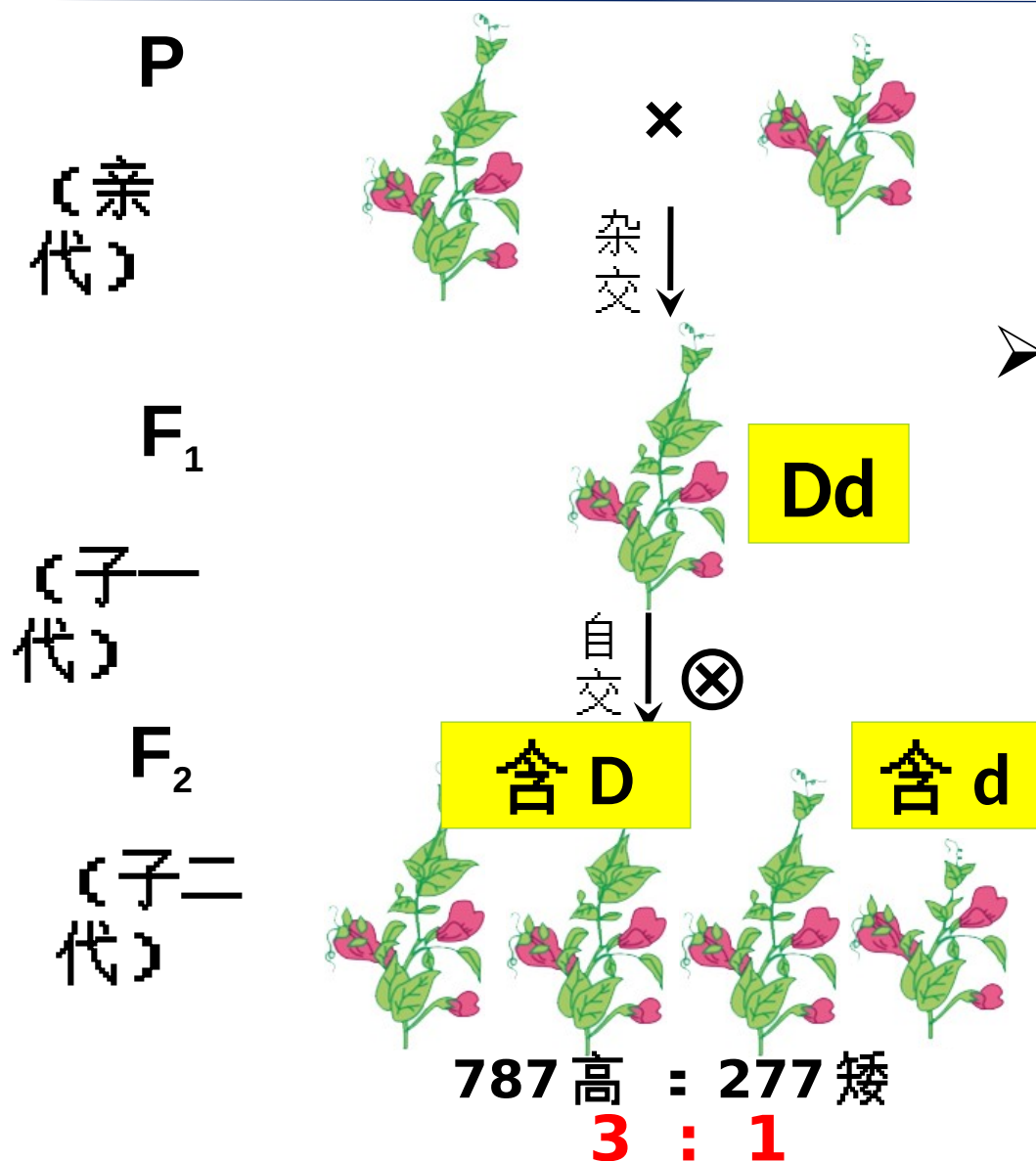
显性遗传因子 $\xrightarrow{\text{决定}}$ 显性性状 用大写字母表示 (如 D)

隐性遗传因子 $\xrightarrow{\text{决定}}$ 隐性性状 用小写字母表示 (如 d)

一对相对性状杂交实验的“假说 - 演绎”分析



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN



- 在 F_2 中既出现高茎，又出现矮茎，你能推测 F_1 的遗传因子组成吗？（用 D 和 d 表示）

真

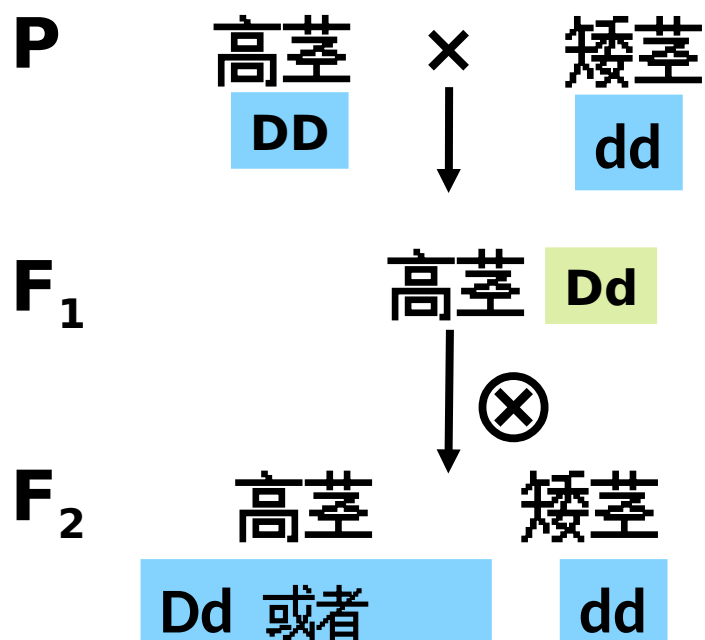
一对相对性状杂交实验的“假说 - 演绎”分析



假说 2: 在体细胞中，遗传因子是成对存在的。

纯合子：遗传因子组成相同的个体。（如 DD dd DD Dd ）

杂合子：遗传因子组成不同的个体。（如 Dd ）



➤ 请根据假说 2，写出 P、F₂ 细胞的遗传因子组成

➤ F₁ 中的遗传因子 Dd 分别来自哪里？
D 来自母本，d 来自父本。

一对相对性状杂交实验的“假说 - 演绎”分析

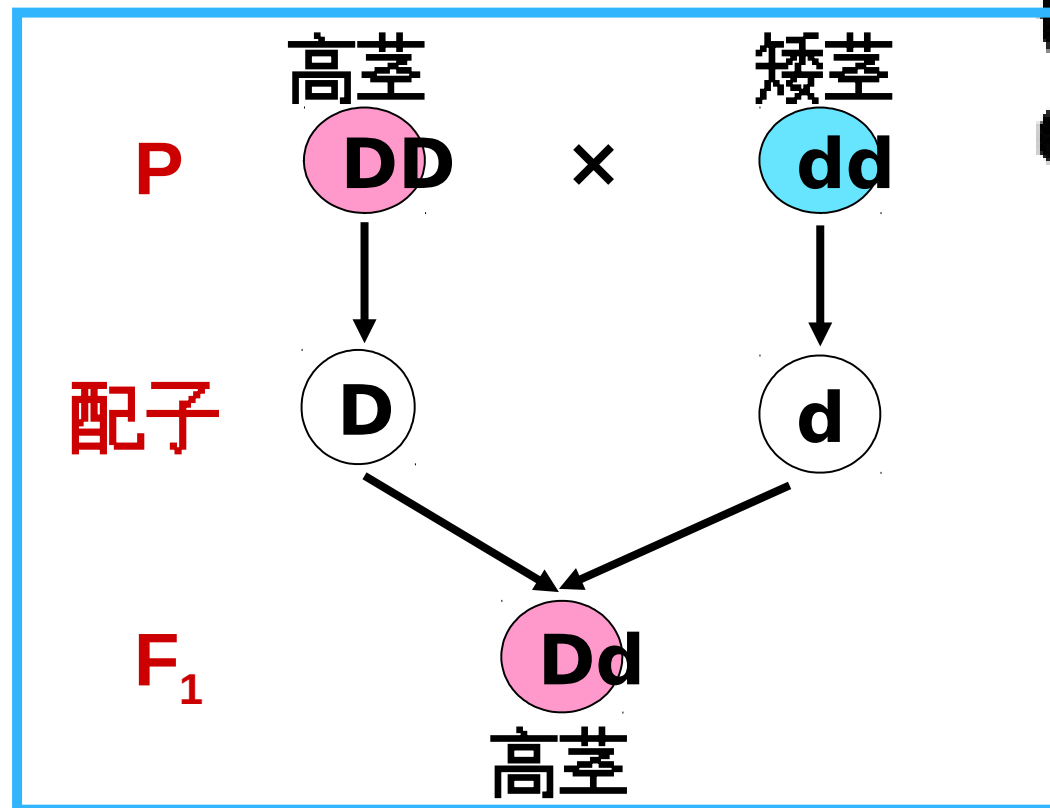


黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

假说 3: 生物体在形成生殖细胞—配子时，**成对的遗传因子彼此分离**，分别进入不同配子中，配子中含有每对遗传因子中的一个。

遗传图解

- 配子：即成熟生殖细胞
- 雄配子（精子）
- 雌配子（卵细胞）

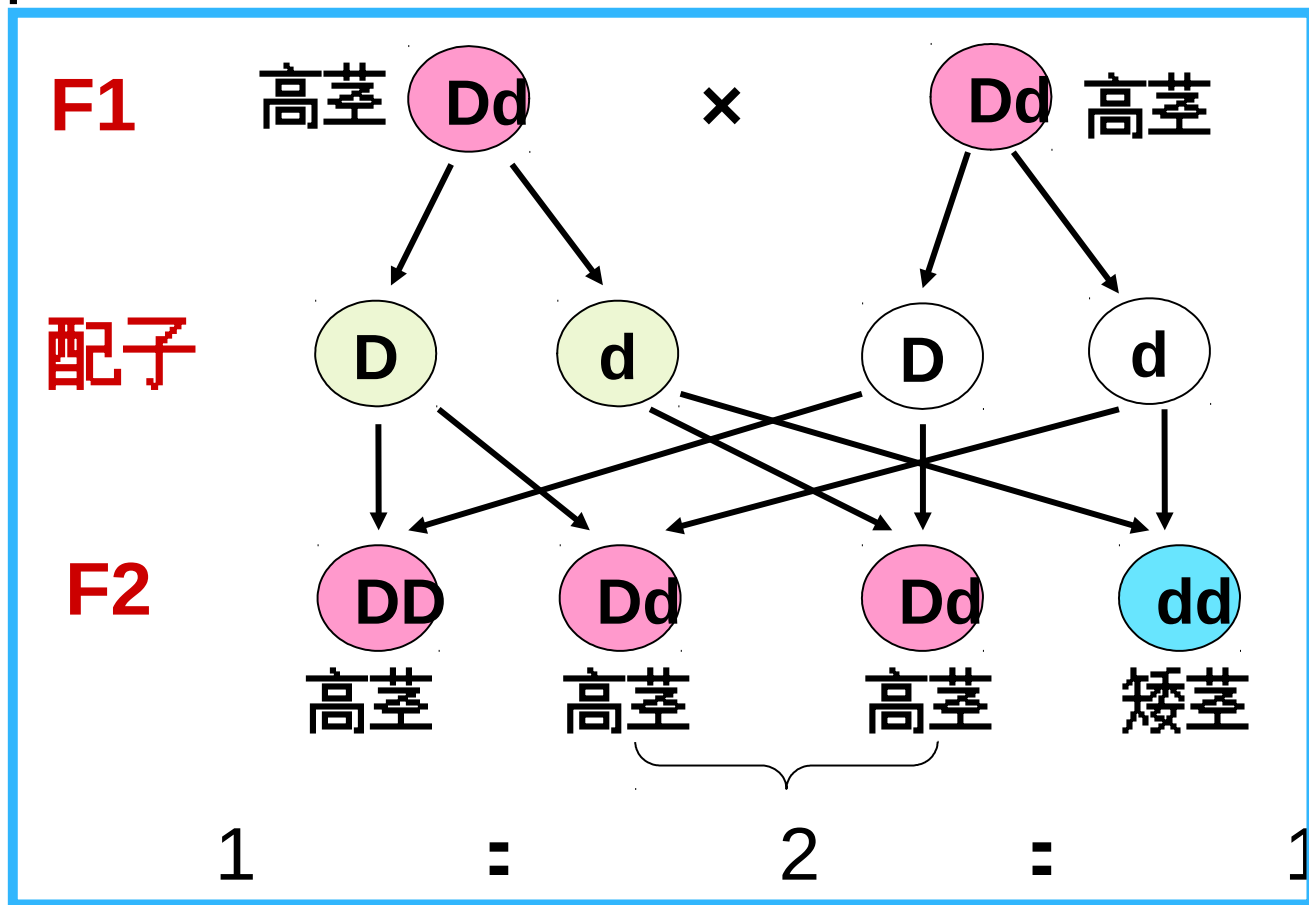


一对相对性状杂交实验的“假说 - 演绎”分析

- F_1 产生的 D 和 d 要如何结合，才能出现高茎 : 矮茎 = 3:1

假说 4: 受精时，雌雄配子的结合是随机的。

遗传图解





假说 1 : 生物性状由 **遗传因子** 决

假说 2 : 体细胞遗传因子 **成对** 存在

假说 3 : 形成配子时，成对的遗传因子 **彼此分离**，
配子只含成对遗传因子的 **其中一个**。

假说 4 : 受精时配子 **随机** 结合

一种正确的假说，仅能**解释**已有的实验结果是不够的，
还应该能够**预测**另一些实

验结果。

➤ **孟德尔假说的核心** : 生物体形成配子时，**成对的遗传因子彼此分离**，分别进入不同配子中，配子中含有每对遗传因子中的一个。

➤ **验证本质** : F_1 的 D 和 d 是否进入不同配子中，即验证 F_1 是否产生了含 D 和 d 的 2 种配子。

基因

一对相对性状杂交实验的“假说 - 演绎”分析



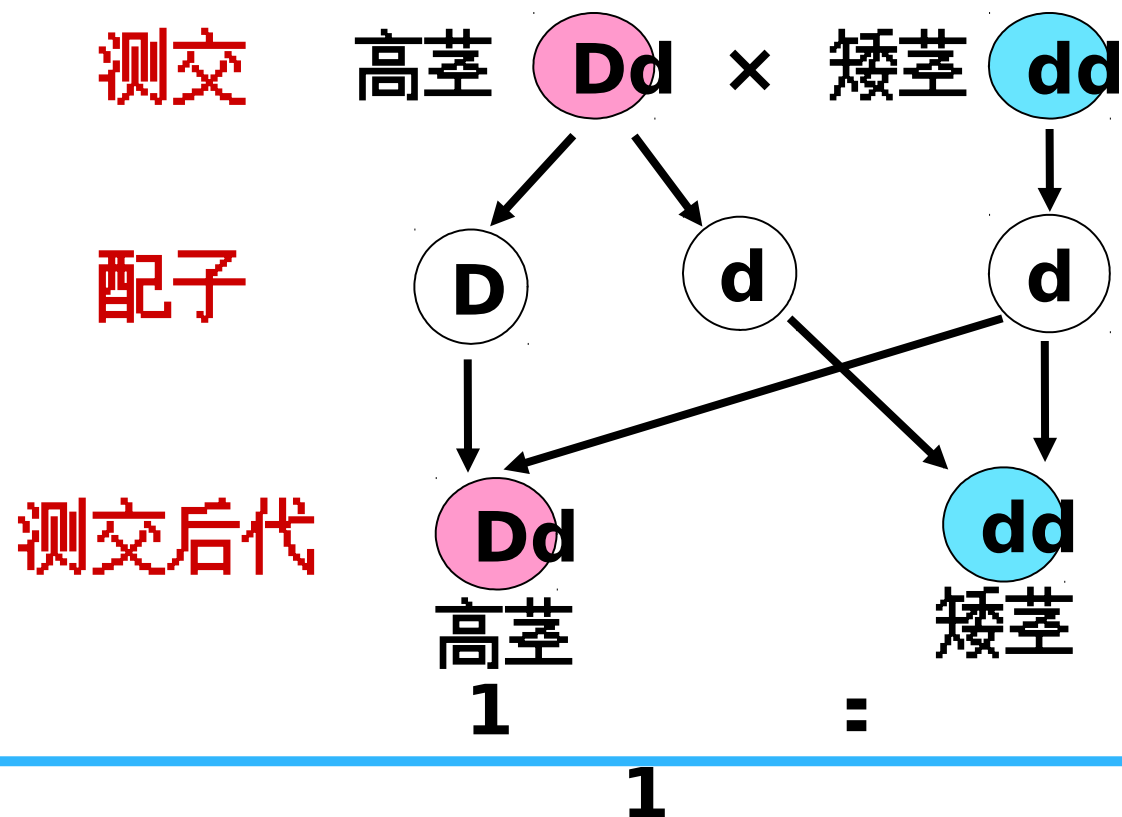
黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

演绎推理，实验验证

让 F_1 (Dd) 与 隐性纯合子 (dd)

测交：

待测个体与 ^{杂交} 隐性纯合子 杂交



演绎推理结果

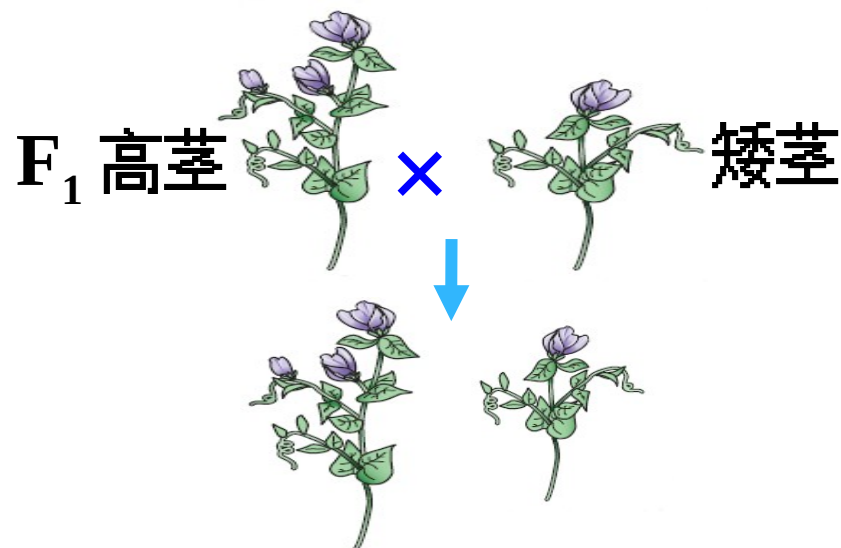
	高茎豌豆	矮茎豌豆
比例	高茎 : 矮茎 $\approx$ 1:1	

一对相对性状杂交实验的“假说 - 演绎”分析



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

分析结果，得出结论



(1) 实验结果

:

	高茎豌豆	矮茎豌豆
测交后代	87 株	79 株
比例	高茎 : 矮茎 $\approx$ 1 : 1	

(2) 实验结论

实验结果与演绎推理的结果相吻合，从而证明孟德尔的假说是正确的。

分离定律

1、分离定律的内容

➤ 在生物的体细胞中，控制同一性状的遗传因子成对存在，不相融合

；配子

➤ 在形成配子时，成对的遗传因子发生分离，分离后的遗传因子分别进入不同的配子中，随配子遗传给后代。

2、分离定律的核心

产生配子时，成对的遗传因子彼此分离。

体细胞

Dd

遗传因子
成对存在

配子

D

d

成对的遗传因子
发生分离

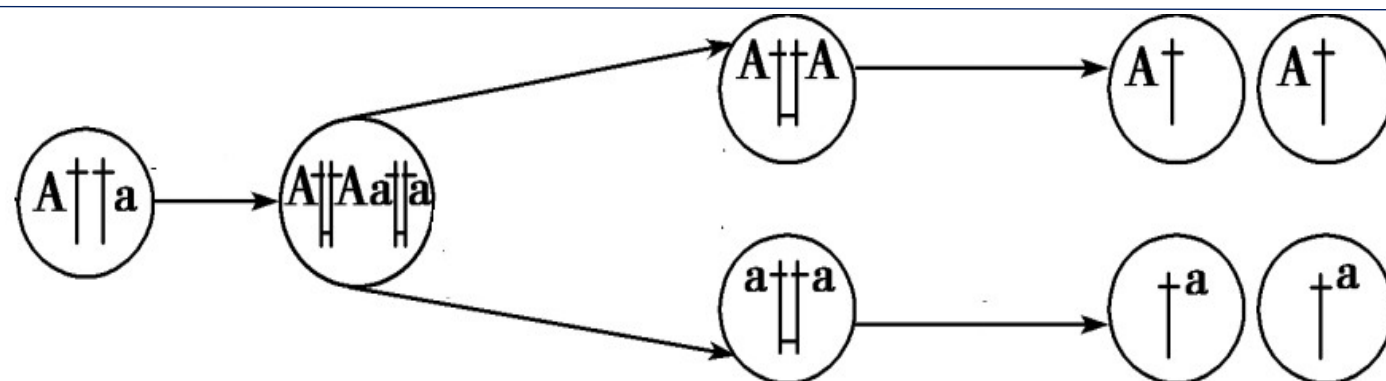
分离后的遗传因子随配子遗传给后代

分离定律的实质



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

细胞学基础



研究对象

位于一对同源染色体上的一对等位基因

发生时间

减I后期（有性生殖形成配子时）

分离实质

等位基因随着同源染色体的分开而分离

适用范围

有性生殖的真核生物

细胞核内染色体上的基因（细胞质基因不符合分离定律）

一对相对性状的遗传

(2019·全国卷Ⅱ·10) 玉米是一种二倍体异花传粉作物，可作为研究遗传规律的实验材料。

玉米籽粒的饱满与凹陷是一对相对性状，受一对等位基因控制。回答下列问题：

(1) 在一对等位基因控制的相对性状中，杂合子通常表现的性状是 显性性状。

(2) 现有在自然条件下获得的一些饱满的玉米籽粒和一些凹陷的玉米籽粒，若要用这两种玉米籽粒为材料 验证分离定律，写出至少 两种 验证 思路 及 预期结果。

① 两种玉米分别自交，若某些玉米 自交 后，子代出现 3:1 的性状分离比，则可 验证 分离定律。

② 两种玉米分别 自交，若子代都没有出现性状分离，在子代中选择两种性状的纯合子进行杂交，F₁ 自交，得到 F₂，若 F₂ 中出现 3:1 的性状分离比，则可验证分离定律。

③ 让籽粒饱满的玉米和籽粒凹陷的玉米 杂交，如果 F₁ 都表现一种性状，则用 F₁ 自交，得到 F₂，若 F₂ 中出现 3:1 的性状分离比，则可验证分离定律。

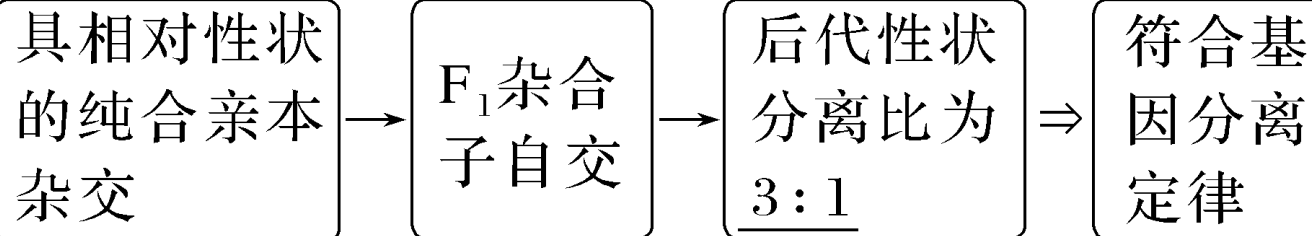
④ 让籽粒饱满的玉米和籽粒凹陷的玉米 杂交，如果 F₁ 表现两种性状，且表现为 1:1 性状分离比，则可验证分离定律。

验证基因分离定律的方法



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

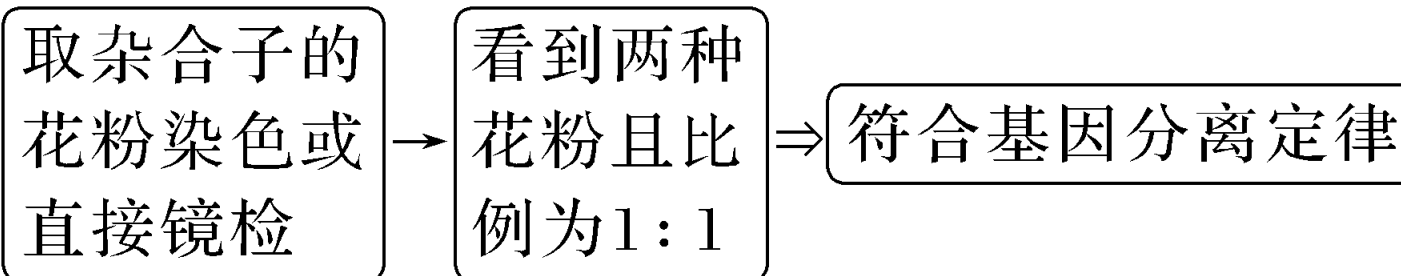
1. 自交法



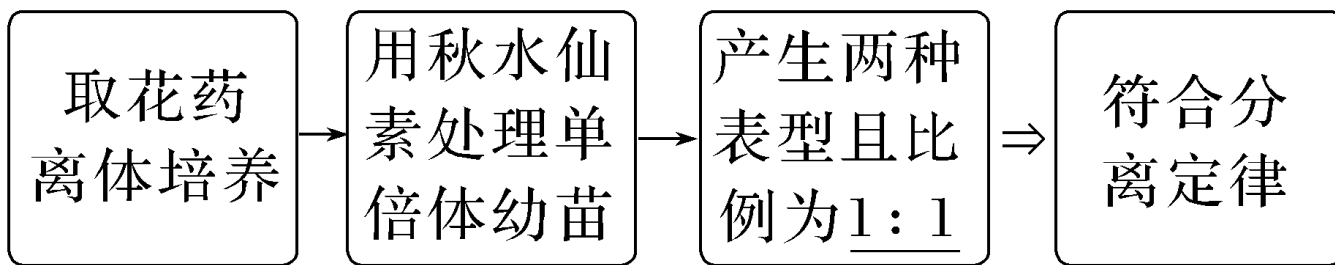
2. 测交法



③ 配子法 (花粉鉴定法)



④ 单倍体育种法



基因分离定律

分离定律的应用



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

(1) 农业生产：指导杂交育种。

① 优良性状为显性性状：利用杂合子选育显性纯合子时，可进行连续自交，直到不再发生性状分离为止，即可留种推广使用。

② 优良性状为隐性性状：一旦出现就能稳定遗传，便可留种推广。

③ 优良性状为杂合子：两个纯合的不同性状个体杂交的后代就是杂合子，但每年都要育种。

(2) 医学实践：分析单基因遗传病的基因型和发病率；为禁止近亲结婚和遗传咨询提供理论依据。

杂交育种

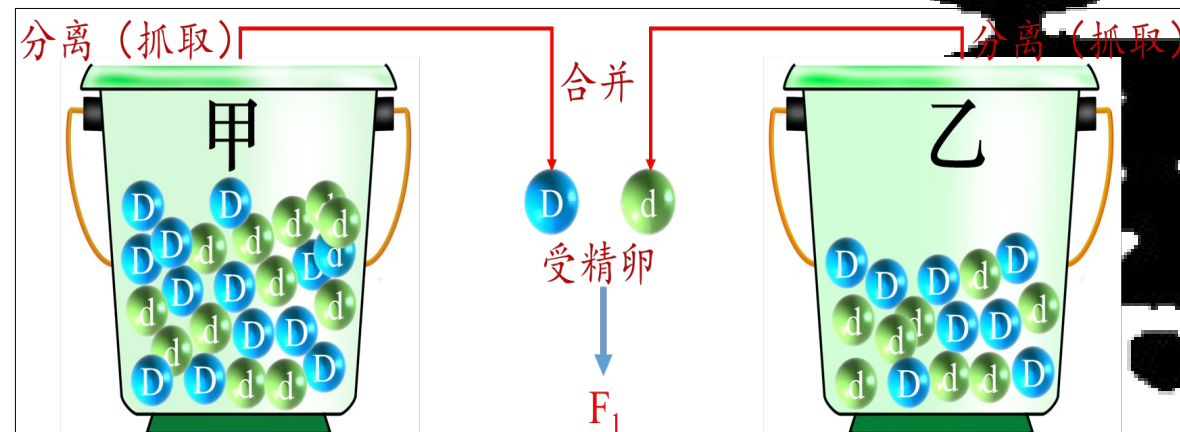
性状分离比的模拟实验



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

1. 实验目的

通过模拟实验，理解 **遗传因子** 的分离和 **性状** 的随机 **配子** 与 **配子** 之间的数量关系，体验孟德尔的假说实验原理。

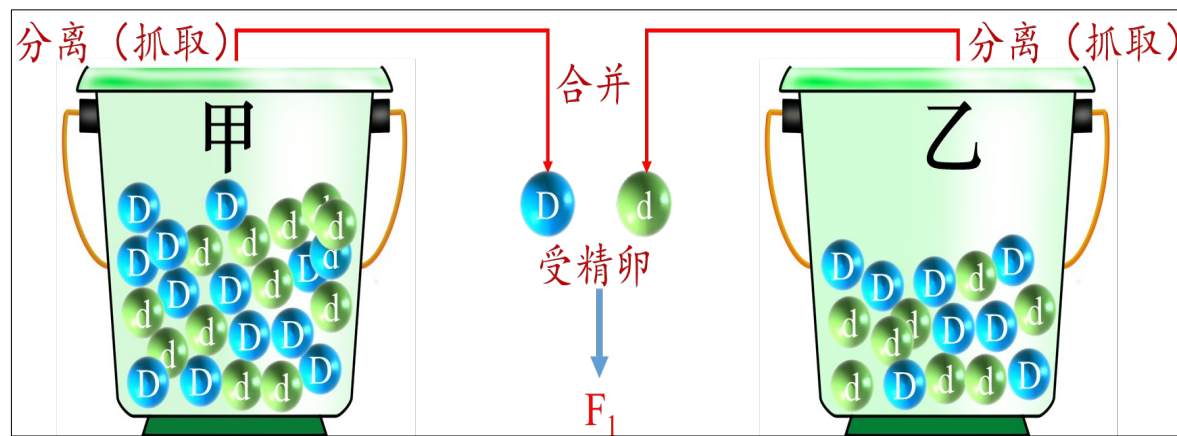


- （1）甲、乙两个小桶分别模拟：**雌、雄生殖器官**。
- （2）甲、乙小桶内的彩球分别模拟：**雄、雌配子**。
- （3）用不同彩球的随机组合，模拟：**雌雄配子的随机结合**。

性状分离比的模拟实验



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN



3. 操作步骤

- ① 在甲、乙两个小桶中放入两种彩球各为 10 个。
- ② 摇动两个小桶，使小桶内的彩球充分混合。
- ③ 分别从两个桶内随机抓取一个小球，组合在一起，记下两个彩球的字母组
- ④ 将抓取的彩球后。放回原来的小桶内，摇匀，按步骤 3 重复做 50—100 次

(1) 为什么两个小桶内的 D 小球和 d 小球都是 10 个？

确保 D :

d=1:1

(2) 两个小桶内的彩球数量要相等吗？

数量可以不相等，因为雄配子远多于雌配子

(3) 每次分别从两个桶内随机抓取一个彩球的含义是什么？

在形成配子时，成对的遗传因子彼此分离。

(4) 分别从两个桶内随机抓取一个彩球组合在一起模拟了什么过程？

模拟雌雄配子形成和随机结合的过程。

(5) 为什么每次抓出的小球放回原桶并且摇匀后才可再次抓取？

为了使代表雌雄配子的两种彩球被抓出的机会相等。

雌配子



性状分离比的模拟实验



次数	甲	乙	组合
1			
2			
3			
.....			
30			
合计次数	D____次 d____次	D____次 d____次	DD____次 Dd____次 dd____次
统计数量比	D : d=	D : d=	DD : Dd : dd=

- （1）彩球组合类型数量比： $DD:Dd:dd \approx$ **1:2:1**。
- （2）彩球组合类型之间的数量比代表的是显、隐性性状数量比：**3:1**。
显性:隐性≈

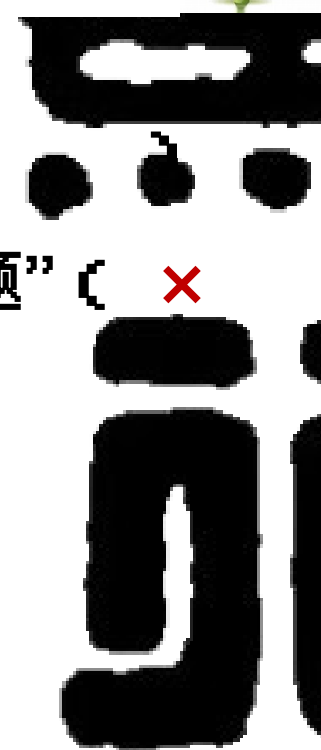
性状分离比

1. 豌豆和玉米各自进行杂交时都需对母本去雄 (×)
2. 豌豆和玉米在自然状态下都为纯合子 (×)
3. 玉米进行自交和杂交时都要进行套袋处理 (√)
4. 孟德尔提出性状是由染色体上的遗传因子控制的 (×)



在一对相对性状的杂交实验中：

5. 提出问题是建立在纯合亲本杂交和子一代自交两组豌豆遗传实验基础上 (√)
6. 孟德尔提出显性性状是由显性遗传因子控制属于假说 - 演绎法中的“发现问题” (×)
7. 推断测交后代会出现两种性状且比例为 $1 : 1$ 属于“演绎” (√)
8. 进行测交实验属于假说-演绎法中的“演绎推理”阶段 (×)
9. F_1 产生两种类型的配子，并且比例为 $1 : 1$ 是分离定律的实质 (√)
10. 分离定律的实质是控制不同性状的遗传因子相互分离 (×)





黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

