

# 关于近亲繁殖和杂 种优势

# 第1节 近亲繁殖及其遗传效应

- 大多数动植物 有性生殖
- 近亲繁殖
- 杂交
- 具有明显不同的遗传效应。

# 近亲繁殖的概念：

- ❖ 简称近交（inbreeding）
- ❖ 近交可以使原本是杂交繁殖的生物增加纯合性（homozygosity），从而提高遗传稳定性，但是往往伴随严重的近交衰退现象（inbreeding depression）。
- ❖ 杂交（outbreeding），可以使原本是自交或近交的生物增加杂合性（heterozygosity），产生杂种优势（heterosis）。

# 杂交和近交都可以为人类服务

- 动植物遗传改良，往往近交和杂交交替使用
- 既利用近交的长处又利用杂交的优点
- 既避免近交的缺陷又避免杂交的短处

# 一、近交

■ 有亲缘关系的个体间的交配或配子的结合。

包括

❖ 自交 (selfing)

❖ 全同胞交配：同父母的兄妹

❖ 半同胞交配：表兄妹间交配

❖ 回交

■ 自交是近交的极端形式，一般只出现在植物中（自花授粉植物），动物界也有。

# 异交

✚ 品种内个体间交配

✚ 品种间交配

✚ 种内亚种间交配

✚ 种间交配

✚ 属间交配



远缘杂交

## 近交衰退：

- 近交后代的生活力下降，适应能力减弱、抗逆性降低，或者出现一些畸形性状。
- 自然界中的动物和绝大多数植物都是异交（outbreeding）的。

## 近交的优点：

- ❖ 自交和近交的后代纯合性高，性状整齐一致，栽培作物就便于栽培管理。  
例如 水稻、小麦、大麦、豌豆、菜豆、马铃薯、烟草等。
- ❖ 自花授粉需要的花粉量少，在恶劣的条件下比异花授粉更有利于繁殖后代。
- ❖ 在自然选择作用下保留了一些自花授粉的植物，并且在长期的进化过程中逐渐消除了自交的不利影响，成为具有较强生活力和适应能力的稳定类型。



## 近交衰退的主要原因：

- ❖ 近交提高了隐性基因纯合的机会。
- ❖ 生物的不良基因多半以隐性状态存在。
- ❖ 近亲使不同个体所携带的隐性基因有较多的机会结合而表现不良的隐性性状。

## 二、近交系数（coefficient of inbreeding）

- 近交的程度用近交系数表示， $F$ 。
- 近交系数：一个个体从祖先得到一对在遗传上完全等同的2个等位基因的概率。
- 同一基因座上的两个等位基因，如果分别来自没有亲缘关系的两个祖先，即使功能上是相同的，仍然不能看作在遗传上是等同的；
- 只有同一祖先某一基因座上的某个等位基因的拷贝，在遗传上才是等同的。

- ❖ 两个有亲缘关系的个体有可能从共同祖先那里得到同一个基因。
- ❖ 这两个个体交配，又有可能把同一个基因传递给同一个子女。
- ❖ 这样，下代个体得到的一对等位基因可能不仅是纯合的，而且在遗传上也是等同的。
- ❖ 一个个体得到这样一对在遗传上完全等同的基因的概率就是近交系数。

- ❖ 例如，杂合体Aa自交，子代中一半是纯合体AA、aa。
- ❖ 纯合体AA或aa，不仅是纯合的，而且在遗传上也是等同的。
- ❖ 因为AA（或aa）就是杂种亲本仅有的两个基因之一的两份拷贝。
- ❖ 自交一代中，纯合体占1/2，就是两个等位基因在遗传上等同的个体的比例是1/2，也就是近交系数等于1/2。

# 近交系数的计算：

➤ ♀  $A_1A_2$ 、♂  $A_3A_4$

➤ 子代的基因型为  $\frac{1}{4}A_1A_3 + \frac{1}{4}A_1A_4 + \frac{1}{4}A_2A_3 + \frac{1}{4}A_2A_4$

➤ 同胞兄妹间随机交配，子女中应该有四种纯合基因型， $A_1A_1$ 、 $A_2A_2$ 、 $A_3A_3$ 和 $A_4A_4$

➤ 这些纯合体的两个等位基因不但是纯合的，在遗传上也是等同的。

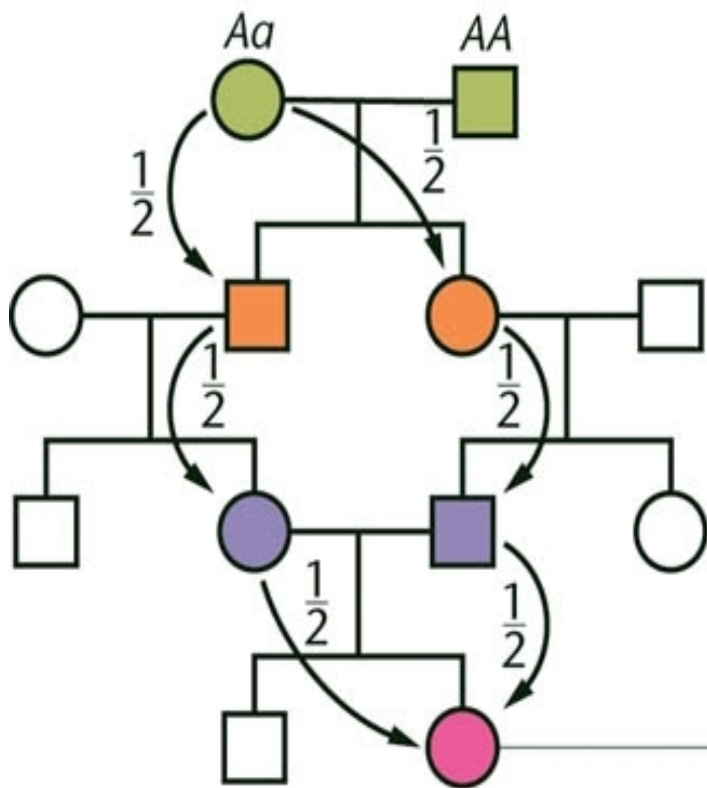
➤ 这些纯合体出现的概率累加起来，就等于全同胞交配后代的近交系数， $F=1/4$ 。

# 全同胞交配子代近交系数的计算

	$\frac{1}{4}A_1$	$\frac{1}{4}A_2$	$\frac{1}{4}A_3$	$\frac{1}{4}A_4$
$\frac{1}{4}A_1$	$\frac{1}{16}A_1A_1$			
$\frac{1}{4}A_2$		$\frac{1}{16}A_2A_2$		
$\frac{1}{4}A_3$			$\frac{1}{16}A_3A_3$	
$\frac{1}{4}A_4$				$\frac{1}{16}A_4A_4$

- ▶ 如果双亲都是杂合体，而且等位基因的来源不同，则子代中有四种基因型。
- ▶ 同胞间随机交配，不同基因型的配子有16种组合方式，频率各为1/16。
- ▶ 其中纯合体占16/64，即1/4，这就是全同胞交配的近交系数。

# 近交系数的计算



The chance that this female will inherit 2 copies of her great-grandmother's *a* allele is:

$$F = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{64}$$

Because the female's 2 alleles could be identical by descent from any of four different alleles,

$$F = 4 \times \frac{1}{64} = \frac{1}{16}$$



### 三、自交的遗传效应

#### 1、杂合体自交导致基因的分离和纯合

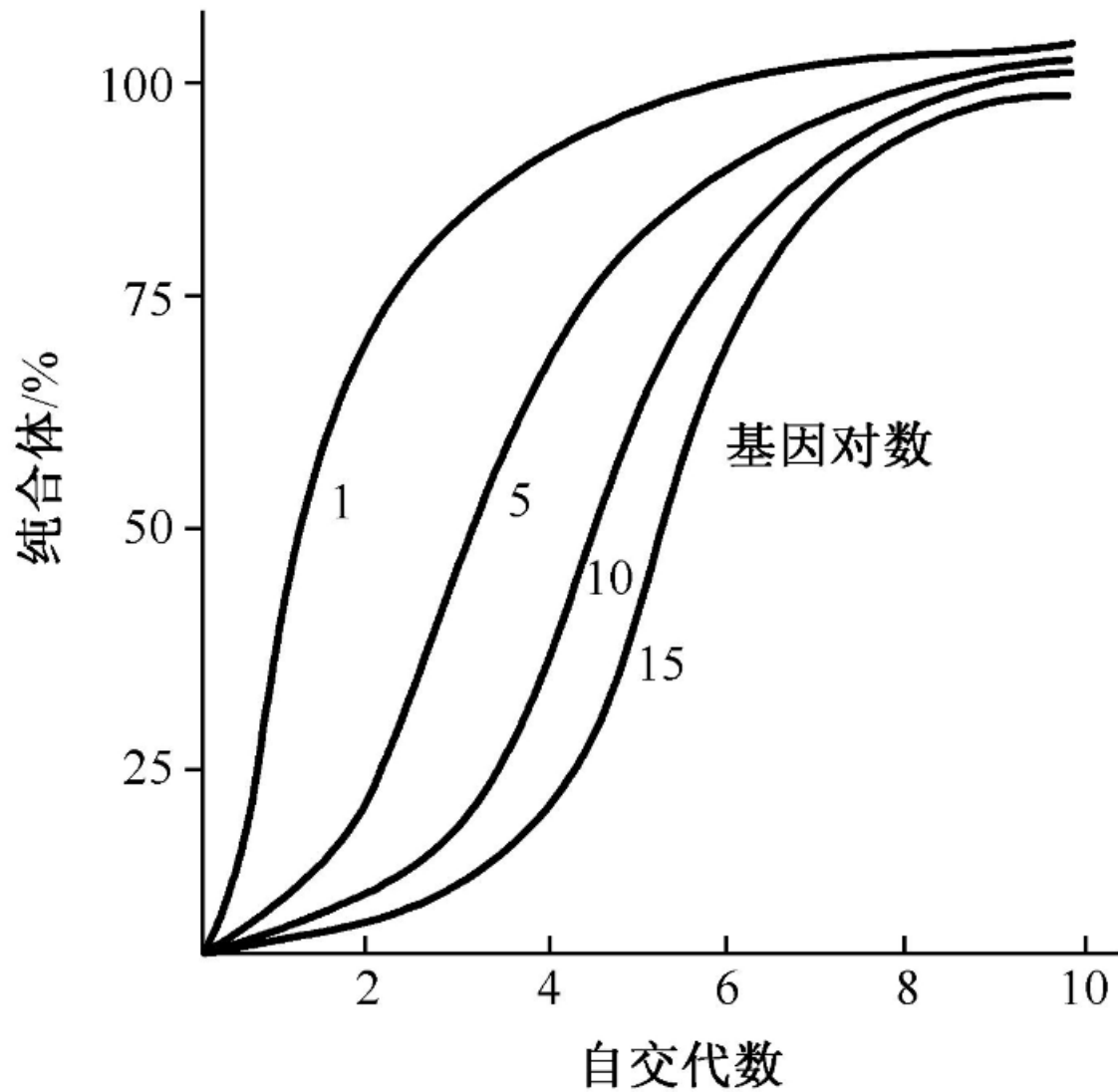
- ◆  $AA \times aa \rightarrow F_1 \text{ Aa}$ ,  $F_1$  自交产生  $F_2$ ,  $1/4AA$ 、 $1/2Aa$  和  $1/4aa$ 。
- ◆  $F_1$  100%Aa,  $F_2$  中 50%Aa
- ◆  $F_3$  代中,  $3/8AA$ 、 $2/8Aa$ 、 $3/8aa$ , Aa 的比例下降到  $1/4$ 。

# 杂合体Aa连续自交后代基因型比例的变化

世代	自交次数	基因型频率			杂合体	纯合体
		AA	Aa	aa	频率	频率
F <sub>1</sub>	0	0	1	0	1	0
F <sub>2</sub>	1	1/4	1/2	1/4	1/2	1/2
F <sub>3</sub>	2	3/8	1/4	3/8	1/4	3/4
F <sub>4</sub>	3	7/16	1/8	7/16	1/8	7/8
F <sub>5</sub>	4	15/32	1/16	15/32	1/16	15/16
...	...	...	...	...	...	...
F <sub>r+1</sub>	r	$\frac{2^r - 1}{2^{r+1}}$	$\frac{1}{2^r}$	$\frac{2^r - 1}{2^{r+1}}$	$\frac{1}{2^r}$	$1 - \left(\frac{1}{2}\right)^r$

- 每自交一代，杂合体比例下降1/2，逐渐→0，但是只要没有选择在起作用，就永远不会等于0。
- 纯合体增加的速度和强度，杂合体下降的速度和强度，与所涉及的基因对数、自交次数和是否选择有关。
- 设n对异质基因，自交r代，其后代群体中纯合体的比例为：

$$\left(1 - \frac{1}{2^r}\right)^n$$



## 杂合基因对数与自交后代纯合速度的关系

应用这个公式，有2个前提条件：

- 各对基因是独立遗传的，不存在连锁；
- 各种基因型个体的生活力、繁殖力相等。

## 2、隐性性状通过自交得以表现

- 在异交物种中，有害的隐性基因多存在于杂合体中，一旦自交或近交，隐性基因得以纯合而表现隐性有害性状。
- 自花授粉植物由于长期自交，有害的性状已经被长期的自然选择和人工选择所淘汰，后代中很少出现隐性有害性状，也不会因为近交而使生活力显著降低。

### 3、自交导致遗传性状的稳定

- 纯合体在遗传上是稳定的，杂合体在遗传上是不稳定的。
- 自交使得基因型不断得到纯合，从而使遗传性状的表现稳定一致。
- 自交和近交对于农作物品种的保纯和物种的稳定性都具有重要的意义。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/408021112131006053>