

生物

遗传类型题之“9:3:3:1”变式问题
及其拓展解答策略

北京市第八中学 陈康

遗传学中“9:3:3:1”变式问题及其拓展是遗传模块常考的类型题,本文通过典型例题帮助考生掌握这种类型题的解题策略,实现高效备考。

一、“9:3:3:1”变式问题

该问题本质上是孟德尔基因自由组合规律的逆推。当 F_2 的性状分离比呈现为9:3:3:1及其变式(15:1/9:7/9:6:1/12:3:1等)时,可推出 F_1 的基因型一定为 $AaBb$ 且两对等位基因位于两对同源染色体上,符合孟德尔基因自由组合规律;继续可推出亲本一定为纯合子杂交($AABB \times aabb$ 或 $AAbb \times aaBB$),具体机制如图1。

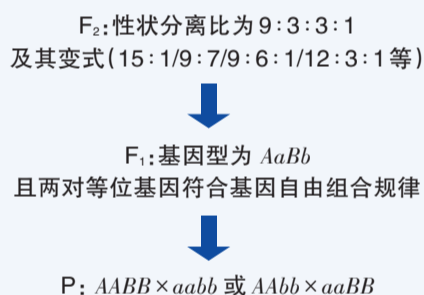


图1 “9:3:3:1”变式问题

【例1】油菜的凸耳和非凸耳是一对相对性状,用甲、乙、丙三株凸耳油菜分别与非凸耳油菜进行杂交实验,结果如下表所示。相关说法错误的是()

| P | F_1 | F_2 |
|-------|-------|-------------|
| 甲×非凸耳 | 凸耳 | 凸耳:非凸耳=15:1 |
| 乙×非凸耳 | 凸耳 | 凸耳:非凸耳=3:1 |
| 丙×非凸耳 | 凸耳 | 凸耳:非凸耳=3:1 |

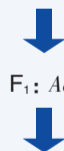
- A. 凸耳性状是由两对等位基因控制
B. 甲、乙、丙均为纯合子
C. 甲和乙杂交得到的 F_2 均表现为凸耳
D. 乙和丙杂交得到的 F_2 表现型及比例为凸耳:非凸耳=3:1

【解析】本题的突破点在第一组实验, F_2 “凸耳:非凸耳=15:1”符合“9:3:3:1”变式,因此凸耳和非凸耳这一对相对性状受两对等位基因控制且符合孟德尔基因自由组合规律。由于非凸耳占1/16,因此其基因型为 $aabb$,亲本甲基因型为 $AABB$ 。符合自由组合规律即两对等位基因独立遗传,符合“乘法定则”,则第2、3组 F_2 “凸耳:非凸耳=3:1=(3:1)×1”,即这两组 F_1 的基因型中一对等位基因杂合,另一对等位基因纯合;由于亲本都有非凸耳($aabb$),故第2、3组的 F_1 基因型为 $Aabb$ 或 $aABb$,因此乙和丙的基因型为 $AAbb$ 或 $aaBB$ (均为纯合子)。综上所述,本题说法错误的是D,乙和丙杂交得到的 F_2 表现型及比例为凸耳:非凸耳=15:1。

二、“9:3:3:1”变式问题拓展

拓展1:判定两对等位基因位置关系。由两对等位基因控制的纯合亲本杂交,产生的 F_1 自交,若 F_2 性状分离比为3:1(两个显性基因连锁)或1:2:1(一个显性基因和一个隐性基因连锁),说明两对等位基因在同一对同源染色体上且不发生交换;若 F_2 性状分离比为“多:多:少:少”的不确定比例时,说明两对等位基因在同一对同源染色体上且发生了交换(图2)。对此进行解释,当 F_1 基因型为 $AaBb$ 且A和B基因连锁时,一个细胞在减数分裂时不发生交换会产生 AB 和 ab 两种配子,比例为1:1;一个细胞在减数分裂时发生1次交换,除产生 AB 和 ab 两种亲本型配子外,还产生 Ab 和 aB 两种重组型配子,且四种配子比例为1:1:1:1;基于大样本量统计分析且交换为小概率事件,则 $F_1(AaBb)$ 减数分裂会产生四种配子,具体比例为 $AB:ab:Ab:aB=多:多:少:少$,雌雄配子随机结合, F_2 便会会出现“多:多:少:少”无确定比例的性状分离情况。

拓展2:判定 aa 和 bb 两隐性突变基因的位置关系。根据图1和图2进一步思考,若甲($Aabb$)与乙($aaBB$)为两隐性突变体,杂交产生的 F_1 表现型为野生型性状; F_1 自交, F_2 性状分离比为1:2:1或多:多:少:少,说明这两个隐性突变基因在同一对同源染色体上的不同位点; F_1 自交, F_2 性状分离比为9:3:3:1及其变式,说明这两个隐性突变基因位于非同源染色体上。

P: $AABB \times aabb$ 或 $AAbb \times aaBB$ 

- ① F_2 : 3:1 或 1:2:1
② F_2 : 多:多:少:少

图2 “9:3:3:1”变式问题拓展

【例2】遗传学家用香豌豆所做的部分杂交实验及结果如下表,判断正确的是()

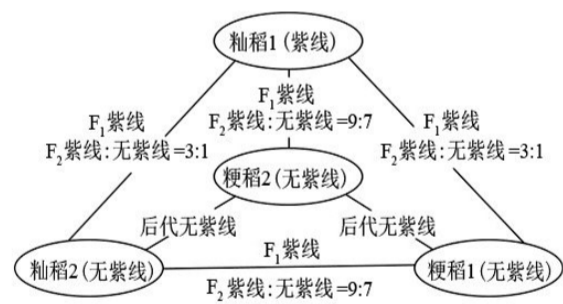
| 组别 | 杂交亲本组合 | F_1 表型 | F_2 表型及数量 |
|----|-----------------|----------|---------------------------|
| 1 | 白花品种甲×红花 | 全为红花 | 红花182、白花59 |
| 2 | 白花品种甲×白花品种乙 | 全为红花 | 红花1832、白花1413 |
| 3 | 紫花、长花粉粒×红花、圆花粉粒 | 均为紫长 | 紫长4831、紫圆390、红长393、红圆1338 |
| 4 | 紫花、圆花粉粒×红花、长花粉粒 | 均为紫长 | 紫长226、紫圆95、红长97、红圆1 |

- A. 红花、白花性状由一对等位基因控制
B. 第2组 F_2 代白花的基因型只有1种
C. 第3组和第4组 F_1 的基因型相同
D. 第3、4组两对性状遗传遵循自由组合定律

【解析】由第2组 F_1 自交, F_2 性状分离比“红花1832:白花1413=9:7”可判断红花和白色这一对相对性状由两对等位基因控制,符合孟德尔基因自由组合规律;第2组 F_2 代白花占7/16,则白花的基因型有5种,分别为 $AAbb$ 、 $Aabb$ 、 $aaBB$ 、 $aaBb$ 、 $aabb$ 。由第3、4组 F_1 自交, F_2 性状分离比均为“多:多:少:少”可知控制紫花、红花和长花粉粒、圆花粉粒这两对相对性状的等位基因在同一对同源染色体上且两组的 F_1 基因型均为 $AaBb$, F_2 出现“多:多:少:少”性状分离比的原因是 F_1 在减数分裂时发生了交叉互换。故本题正确的选C。

【例3】水稻是自花传粉的植物,水稻胚芽鞘上具有紫线性状,该性状可用于杂交水稻种子的筛选。

(1)为探明紫线性状的遗传规律,科研人员利用纯种水稻进行如下杂交实验。



① 控制胚芽鞘有无紫线的两对等位基因(B和b, D和d)位于_____(同源/非同源)染色体上,根据以上实验结果可知,籼稻1和粳稻2的基因型分别是_____。

② 籼稻2和粳稻1杂交后的 F_2 代紫线个体中纯合子比例是_____。

【解析】本题中根据“籼稻1(紫线)和粳稻2(无紫线)杂交, F_1 为紫线, F_2 紫线:无紫线为9:7”,判定符合图1所示机制。一方面可推出“ $A_B_$ ”基因型的个体表现为紫线,其余基因型的个体均表现为无紫线,因此籼稻1基因型为 $BBDD$,粳稻2基因型为 $bbdd$ 且两对等位基因位于非同源染色体上,符合孟德尔基因自由组合规律;另一方面根据“籼稻2(无紫线)和粳稻1(无紫线)杂交, F_1 为紫线, F_2 紫线:无紫线为9:7”,判定符合拓展2的机制,可推出籼稻2和粳稻1的基因型为 $BBdd$ 、 $bbDD$ 。

以上就是“9:3:3:1”变式问题及拓展这类题型的解答策略。该题型是对孟德尔基因自由组合规律遗传图解的深度理解,本质是考查学生对两对等位基因位置关系的精准判断。希望可以帮助考生高效复习备考遗传专题。