

必修 2

第 5 章 遗传的基本规律

第 1 节 基因的分离定律

刷基础

1. A 考查点 ▶ 性状分离比的模拟实验

【解析】为了保证模拟出雌、雄配子中不同基因的配子出现的概率相同,每次抓取小球前,需摇匀布袋,每次抓取小球后,需要将小球放回布袋中,A 错误;两个布袋中的小球分别代表雌、雄配子,从甲、乙中各抓取一个小球并组合,可模拟雌、雄配子的随机结合,B 正确;样本数据越多,实际值越接近理论值,故统计次数越多,结果越接近 $DD:Dd:dd=1:2:1$,C 正确;杂合子形成生殖细胞(配子)时成对的基因分离,分别进入不同的配子中,当杂合子自交时,雌、雄配子随机结合,后代出现性状分离,故在模拟性状分离比的实验中,甲、乙布袋分别代表雌、雄生殖器官,两个布袋中的小球分别代表雌、雄配子,D 正确。

2. D 考查点 ▶ 基因的分离定律

【解析】①③属于不同表型的植株之间相互传粉,这种传粉方式叫作异株异花传粉,属于杂交,②④是同一个植株间的传粉,这种传粉方式叫作同株异花传粉,属于自交,A 正确;相对豌豆而言,玉米是雌雄同株异花植株,杂交实验过程中不需要去雄,B 正确;①和③是纯种植株杂交,根据后代表型可判断甜和非甜性状的显隐性关系,C 正确;若非甜性状为显性,则经过③处理后,在纯种非甜玉米的果穗上找不到甜玉米的籽粒,D 错误。

3. D 考查点 ▶ 基因分离定律在多对亲本杂交实验中的应用

思路分析

第二组实验中,蓝花与红花杂交,子代表型及比例为红花:蓝花=5:1,说明红花对蓝花为显性性状,且亲本红花植株中既有纯合子又有杂合子。

【解析】由第二组的杂交实验结果可知红花为显性性状,蓝花为隐性性状,A 正确;假设红花由基因 M 控制,蓝花由基因 m 控制,第二组的杂交实验中,子代红花:蓝花=5:1,即杂交子代中蓝花(mm)占 $\frac{1}{6}$,说明亲本红花植株产生 m 配子的比例是 $\frac{1}{6}$,进而推知第二组杂交实验红花亲本中杂合子所占的比例为 $\frac{1}{3}$,纯合子所占的比例为 $\frac{2}{3}$,由于亲本中蓝花植株的基因型为 mm,因此第二组杂交实验的子代中红花植株全部都是杂合子,B、C 正确;第二组实验的红花亲本中,只有杂合个体(Mm)自交才能产生蓝花子代个体(mm),第二组实验的红花亲本中基因型为 Mm 的植株所占比例是 $\frac{1}{3}$,所以第二组中红花亲本个体全部自交,产生的子代中蓝花个体的比例为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$,D 错误。

4. ABD 突破点 ▶ 图表分析—分离定律的应用

【解析】安达卢西亚鸡的毛色由一对等位基因(B、b)控制,根据第 3 组黑色安达卢西亚鸡与白点安达卢西亚鸡杂交,后代全为蓝色可知,蓝色安达卢西亚鸡的基因型为 Bb,黑色安达卢西亚鸡和白点安达卢西亚鸡都是纯合子,但无法判断两个表型的显隐性关系,所以黑色安达卢西亚鸡的基因型为 BB 或 bb,A 错误;蓝色安达卢西亚鸡群随机交配,产生的后代有三种基因型,即 BB、Bb、bb,因此有三种表型,B 错误;黑色安达卢西亚鸡都是纯合子,让其随机交配,产生的后代中只有黑色一种表型,C 正确;一只蓝色安达卢西亚母鸡(基因型为 Bb),如不考虑基因重组和突

变,则该鸡的一个次级卵母细胞的毛色基因组成为 BB 或 bb,D 错误。

关键点拨

由子代性状推断亲代基因型的方法(假设相关基因为 A、a):若子代出现隐性性状,则其基因型一定是 aa,其中一个 a 来自父本,另一个 a 来自母本。

5. A 考查点 ▶ 不完全显性

【解析】因为黄色花和白色花自交后代不发生性状分离,所以它们是纯合子,但根据题意无法得知黄色和白色哪个是显性性状,A 错误;乳白色花自交后代出现三种花色,说明乳白色花为杂合子(Rr),黄色花和白色花自交后代只出现黄色花或白色花,故可知其为纯合子,B 正确; F_1 中黄色花植株和白色花植株杂交, F_2 均为杂合子,表现为乳白色花,C 正确; F_1 乳白色花植株(Rr)和白色花植株(rr 或 RR)杂交, F_2 基因型为 Rr 和 rr(或 Rr 和 RR),为乳白色花植株和白色花植株,不可能出现黄色花植株,D 正确。

6. ABD 考查点 ▶ 基因分离定律在复等位基因遗传中的应用

【解析】某二倍体动物的毛色受位于常染色体上的复等位基因 D、 D_1 、 D_2 的控制,且任何基因型中两个基因均正常表达,由题图可推知,灰色个体的基因型是 DD,棕色个体的基因型是 DD_1 ,黄色个体的基因型是 DD_2 ,白色个体的基因型有 D_1D_1 、 D_2D_2 、 D_1D_2 三种,A 错误;基因型为 DD_1 和基因型为 DD_2 的个体杂交,子代基因型及表型有 DD(灰色)、 DD_1 (棕色)、 DD_2 (黄色)、 D_1D_2 (白色),理论上 F_1 中白色个体占 $\frac{1}{4}$,B 错误;基因 D、 D_1 、 D_2 是复等位基因,其遗传遵循基因的分离定律,C 正确;白色个体的基因型有 D_1D_1 、 D_2D_2 、 D_1D_2 三种,白色个体随机交配,子代都是白色个体,D 错误。

7. (1) 高茎豌豆 去雄 花粉成熟 套袋 避免其他花粉干扰

(2) 取紫花植株连续自交 (3) $\frac{1}{6}$ $\frac{3}{5}$

突破点 ▶ 实验探究—基因分离定律的实质和应用

【解析】(1) 由题图中高茎豌豆去雄(操作①)可知,在本实验中高茎豌豆为母本,矮茎豌豆为父本。因为豌豆为自花传粉植物,因此为了确保杂交实验成功,应在花粉成熟前对母本去雄。为了防止其他花粉干扰,去雄后要对母本进行套袋处理。

(2) 将紫花植株的种子种下去,发现长出的 145 株新植株中,有 36 株开白花,即出现性状分离,故可以推测紫花为显性性状,且该紫花植株为杂合子。若要获得更多开紫花的纯种植株,最简便的办法就是让紫花植株连续自交并逐代淘汰白花植株。随自交代数增加,开紫花的纯种植株比例会越来越高。

(3) 根据实验二黄色子叶自交产生绿色子叶可知,黄色为显性性状,绿色为隐性性状;根据后代的性状分离比可知,丁基因型为 Yy,戊基因型及概率为 $\frac{1}{3}YY$ 、 $\frac{2}{3}Yy$ 。实验一中甲和乙杂交,后代中黄色子叶:绿色子叶=1:1,则甲基因型为 Yy,丙基因型也为 Yy。实验一中黄色子叶丙与实验二中黄色子叶戊杂交,利用配子法计算,所获得的子代中,绿色子叶占 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$;黄色子

叶个体中不能稳定遗传(基因型为 Yy)的占 $(\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} + \frac{2}{3} \times \frac{1}{2}) \div (1 - \frac{1}{6}) = \frac{3}{5}$ 。

8. (1) 左旋或右旋 遵循 (2) 全为右旋 (3) 父本 dd Dd

突破点 ▶ 信息提取—母性效应

【解析】(1) 基因型为 Dd 的个体,其母本基因型为 D_ 或 dd,所以

其螺壳表现可能为左旋或右旋。根据题意和题图分析可知,该性状由一对等位基因控制,应遵循基因的分离定律。

(2)分析题图可知,母本中基因 D 控制右旋,基因 d 控制左旋。以基因型为 dd 的椎实螺为父本,基因型为 Dd 的椎实螺为母本,子代的表型由母体的核基因型决定,所以子代全为右旋。

(3)左旋椎实螺的母本基因型为 dd,因此该左旋椎实螺的基因型为 Dd 或 dd,故可以用任意右旋椎实螺作父本与该螺杂交,若该左旋椎实螺基因型为 dd,则子代螺壳全为左旋;若该左旋椎实螺基因型为 Dd,则子代螺壳全为右旋。

易错警示

该“母性效应”由一对等位基因控制,因此符合孟德尔分离定律。母本的基因型决定子代的表型,所以确定某个体的表型,不是看其自身的基因型,而是要看其母本的基因型。

刷提分

1. D 考查点 ▶ 配子致死

【解析】杂合子抗冻西红柿植株可正常产生雌配子,故杂合子西红柿亲本(Aa)产生的雌配子中 $A:a=1:1$,A 正确;根据杂合抗冻西红柿产生雄配子时一半含基因 a 的配子死亡可知,雄性亲本产生含 a 基因的花粉存活率为 $\frac{1}{2}$,因此产生雄配子的类型及比例为 $A:a=2:1$,雌配子的类型及比例为 $A:a=1:1$,故可得 F_1 的基因型及比例为 $AA:Aa:aa=2:3:1$,B 正确;由 B 项分析可知, F_1 的基因型及比例为 $AA:Aa:aa=2:3:1$, F_1 自交,即 $\frac{3}{6}Aa$ 自交 $\rightarrow \frac{1}{12}aa$, $\frac{1}{6}aa$ 自交 $\rightarrow \frac{1}{6}aa$,则 F_1 自交得到的 F_2 中基因型及概率为 $\frac{1}{4}aa$ 、 $\frac{3}{4}A_{-}$,可见 F_2 的性状分离比为 $3:1$,C 正确; F_1 的基因型及比例为 $AA:Aa:aa=2:3:1$,则 AA 所占比例为 $\frac{2}{6}$,Aa 所占比例为 $\frac{3}{6}$,aa 所占比例为 $\frac{1}{6}$,故产生的雌配子中 A 所占比例为 $\frac{2}{6}+\frac{3}{6}\times\frac{1}{2}=\frac{7}{12}$,a 所占比例为 $\frac{5}{12}$,基因型为 Aa 的植株产生的含 a 基因的花粉有一半死亡,则 F_1 产生的雄配子中 A 所占比例为 $\frac{1}{3}+\frac{1}{2}\times\frac{2}{3}=\frac{2}{3}$,a 所占比例为 $\frac{1}{3}$,因此 F_2 中基因型为 aa 的个体所占的比例为 $\frac{5}{12}\times\frac{1}{3}=\frac{5}{36}$,D 错误。

2. C 考查点 ▶ 分离定律的异常现象

【解析】 F_1 的异常比例是存在花粉致死现象引起的,R、r 基因的遗传符合基因的分离定律,A 错误; F_1 中 rr 占 $\frac{1}{8}$,亲本产生含 r 的雌配子的概率为 $\frac{1}{2}$,故可推知亲本产生含 r 的花粉的概率为 $\frac{1}{4}$,R 基因会使同株水稻 $\frac{2}{3}$ 的含 r 基因的花粉死亡,B 错误;根据 B 选项的分析可进一步推知, F_1 中三种基因型的比例为 $RR:Rr:rr=3:4:1$,故 F_1 中纯合子所占比例为 $\frac{1}{2}$,C 正确;基因型为 Rr 的水稻自交, F_1 的基因型及比例为 $RR:Rr:rr=3:4:1$,Rr 会导致同株水稻一定比例的不含 R 基因的花粉死亡,则雄配子 R 的概率为 $\frac{5}{8}$,雄配子 r 的概率为 $\frac{1}{8}+\frac{1}{3}\times\frac{1}{2}\times\frac{4}{8}=\frac{5}{24}$,有 $\frac{2}{3}\times\frac{1}{2}\times\frac{4}{8}=\frac{4}{24}$ 的含 r 基因的花粉死亡,因此雄配子 R 的概率为 $\frac{3}{4}$,雄配子 r 的概率为 $\frac{1}{4}$,即 F_1 产生的雄配子的比例为 $R:r=3:1$,D 错误。

刷有所得

探究一对等位基因控制的性状遗传时,遇到特殊比例可以利用拆分法分析配子来源。一般情况下拆成两个小于1的数相乘,如本题中的 $\frac{1}{8}$ 拆分成 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$,结合题干信息得出雄配子中r占 $\frac{1}{4}$ 。

3. ABC 考查点 ▶ 基因连锁与基因分离定律

【解析】依据题干信息,无致死、突变和染色体互换发生,而某单向杂交不亲和黄粒玉米植株自交,子一代白粒玉米占 $\frac{1}{3}$,且均表现为单向杂交不亲和,说明籽粒颜色黄色对白色为显性,且亲本有关籽粒颜色的基因型为Yy,若亲本基因型为GGYy,则子一代白粒玉米占 $\frac{1}{4}$,故亲本基因型应为GgYy,且两对基因位于一对同源染色体上,当G、Y在一条染色体上时,则子一代的基因型及比例为GGYY : GgYy : ggyy = 1 : 1 : 1,白粒玉米占 $\frac{1}{3}$,但不表现为单向杂交不亲和,与题干信息不符;当G、y在一条染色体上,g、Y在另一条染色体上时,子一代的基因型及比例为GGyy : GgYy : ggYY = 1 : 1 : 1,此时白粒玉米占 $\frac{1}{3}$,且均表现为单向杂交不亲和,与题干信息相符,说明Y、y和G、g两对等位基因位于一对同源染色体上,遵循基因的分离定律,此时子一代黄粒玉米(GgYy、ggYY)中纯合体占 $\frac{1}{2}$,A、B错误。结合A、B项解析可知,子一代会产生GGyy、GgYy、ggYY三种基因型的个体,只有基因型为GgYy的个体涉及单向杂交不亲和,子一代中g的基因频率为 $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$,子一代自交后,g的基因频率为 $\frac{1}{3} \times 1 + \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{2}$,所以子二代玉米中g基因频率不变,C错误。结合A、B、C项可知,基因型为GgYy的个体自交,子代纯合子占 $\frac{2}{3}$,且不出现在单向杂交不亲和,杂合子玉米自交会出现单向杂交不亲和,所以UCI使不需要物理障碍隔离制备纯种玉米成为可能,D正确。

4. B 考查点 ▶ 完全显性、不完全显性和共显性

【解析】在 a^+a^+ 和 a^+a 各占一半的群体内随机传粉,产生配子的类型及概率为 $\frac{3}{4}a^+$ 、 $\frac{1}{4}a$,子代中杂合子比例为 $2 \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$,纯合子比例为 $\frac{5}{8}$,A正确;在Aa(雄株)和aa(雌株)各占一半的群体内随机传粉,Aa只能作为父本,aa只能作为母本,子代中雄株(Aa) : 雌株(aa) = 1 : 1,B错误;基因型为A_的植株全为雄株,不能进行自交,所以不能通过自交判断其基因型,C正确;基因型为 a^+a^+ 的植株自交子代全为两性植株,基因型为 a^+a 的植株自交子代表型及比例为两性植株($a^+_$) : 雌株(aa) = 3 : 1, a^+a^+ 与aa杂交子代全为两性植株, a^+a 与aa杂交子代表型及比例为两性植株(a^+a) : 雌株(aa) = 1 : 1,所以通过自交或与雌株杂交可判断两性植株的基因型,D正确。

5. D 考查点 ▶ 分离定律的应用与实质

【解析】两只非间断脉翅果蝇杂交,后代有两种表型,说明亲本中都有基因i,若亲本组合为Ii×ii,则F₁基因型及比例为Ii : ii = 1 : 1,ii表现为间断脉翅的概率为 $\frac{1}{2} \times 90\% = \frac{9}{20}$,则子代中非间

断脉翅：间断脉翅 = 11 : 9, 不符合题意；若亲本的基因型组合为 $Ii \times Ii$, 则 F_1 基因型及比例为 $II : Ii : ii = 1 : 2 : 1$, ii 表现为间断脉翅的概率为 $\frac{1}{4} \times 90\% = \frac{9}{40}$, 则子代中非间断脉翅：间断脉翅 = 31 : 9, 因此亲本的基因型组合为 $Ii \times Ii$, A 错误。由 A 项解析可知, F_1 基因型及比例为 $II : Ii : ii = 1 : 2 : 1$, 随机交配产生的 F_2 中 I 和 i 的基因频率不变, 均为 $\frac{1}{2}$, F_2 中基因型为 ii 的个体占比 $\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$, 表现为间断脉翅的比例为 $\frac{1}{4} \times 90\% = \frac{9}{40}$, 与 F_1 中的比例相同, B 错误。 F_1 的表型及比例不符合 3 : 1 是因为基因型为 ii 的个体不全部表现为间断脉翅, 但 I 和 i 在遗传上仍遵循基因的分离定律, C 错误。 F_1 中非间断脉翅雌蝇的基因型可能是 II 、 Ii 、 ii , 选择间断脉翅雄蝇 (基因型为 ii) 与之杂交, $II \times ii$ 杂交后代都是非间断脉翅, $Ii \times ii$ 后代非间断脉翅：间断脉翅 = 11 : 9, $ii \times ii$ 后代非间断脉翅：间断脉翅 = 1 : 9, 根据后代的表型比例不同可以区分, D 正确。

6. AD 突破点 ▶ 信息提取—分离定律在育种上的应用

【解析】L5 含有的两条 5 号染色体都含有耐冻基因, 则说明其两条 5 号染色体都来自野生型稻, 将栽培稻与野生型稻杂交一次, 理论上来说, 子代只有 1 条 5 号染色体来自野生型稻, 所以无法获得 L5, A 正确；题述基因检测结果说明 L5 含有 D 基因, 野生型稻含有 d 基因, 不能说明杂交过程中出现了基因重组, B 错误；根据基因检测结果可知, L5 基因型为 DD, H 的基因型为 dd, 则 F_1 的基因型为 Dd, F_2 的基因型及概率为 $DD : Dd : dd = 1 : 2 : 1$, F_2 中 I、II、III 的基因型分别为 dd、Dd、DD, 数量比在理论上接近 1 : 2 : 1, C 错误；I 和 H 的基因型均为 dd, III 和 L5 的基因型均为 DD, 都是纯合子, 自交后代耐冻性状一般不会发生性状分离, D 正确。

7. B 突破点 ▶ 信息提取—基因分离定律的异常情况

思路分析

根据题意分析可知, 二倍体生物体细胞中某对同源染色体缺失一条的植株, 称为单体 ($2n-1$), 三体 ($2n+1$) 指体细胞中某对同源染色体多一条的个体。若所研究基因在单体相关染色体上, 则体细胞中只含有单个基因 A, 若所研究基因在三体相关染色体上, 则体细胞中含有三个基因 A。

【解析】该突变株的基因型为 aa, 若 A/a 基因位于 2 号染色体上, 单体纯合高茎大豆植株的基因型为 AO (O 表示染色体缺失), 二者杂交子代基因型及比例为 $Aa : aO = 1 : 1$, 表现为高茎和矮茎；若 A/a 基因不位于 2 号染色体上, 单体纯合高茎大豆植株的基因型为 AA, 二者杂交子代均为 Aa, 全部表现为高茎。该突变株与三体杂交, 若 A/a 基因位于 2 号染色体上, 三体纯合高茎大豆植株的基因型为 AAA, 产生的配子基因型为 AA 或 A, 因此二者杂交子代基因型为 AAa 或 Aa, 均为高茎；若 A/a 基因不位于 2 号染色体上, 三体纯合高茎大豆植株的基因型为 AA, 二者杂交子代均为 Aa, 均表现为高茎, 因此通过突变株与单体杂交的结果即可进行基因定位, 而与三体杂交则不能, A 正确；若 A、a 基因位于 2 号染色体上, aa 与 AAA 杂交, F_1 基因型及比例为 $AAa : Aa = 1 : 1$, 其中 AAa 产生的配子类型及比例为 $AA : Aa : A : a =$

$1:2:2:1$, F_1 中 AAa 自交后代中矮茎所占的比例为 $\frac{1}{6} \times \frac{1}{6} = \frac{1}{36}$, 而 Aa 自交后代中矮茎所占的比例为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, 则 F_2 中矮茎所占的比例为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{36} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{10}{72}$, 高茎所占的比例为 $1 - \frac{10}{72} = \frac{62}{72}$, 即高茎:矮茎 = 31:5, B 错误; 若 $A、a$ 基因位于 2 号染色体上, 突变株 (aa) 与单体 (AO) 杂交, F_1 基因型及比例为 $Aa:aO=1:1$, 产生配子类型及比例为 $A:a:O=1:2:1$, 其随机交配后代中高茎所占比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} (AA) + \frac{1}{4} \times \frac{2}{4} \times 2 (Aa) + \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 2 (AO) = \frac{7}{16}$, 矮茎所占比例为 $\frac{2}{4} \times \frac{2}{4} (aa) + \frac{1}{4} \times \frac{2}{4} \times 2 (aO) = \frac{8}{16}$, 而 OO 致死, 则 F_2 中高茎:矮茎 = 7:8, C 正确; 若 a 基因不位于 2 号染色体上, F_1 的基因型都为 Aa , F_1 连续自交 n 代, 杂合子的比例为 $\frac{1}{2^n}$, 矮茎的比例为 $\frac{1 - \frac{1}{2^n}}{2} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2^{n+1}}$, D 正确。

8. C 考查点 ▶ 延迟遗传

【解析】延迟遗传中, 子代的表型由母本核基因型决定。仅从正、反交实验结果来看, 同时符合细胞质遗传的特点, 无法明确子代的表型是由母本核基因型决定的, 所以不能证明蚕茧形状表现为延迟遗传, A 正确; 细胞质遗传的特点是子代的性状和母本性状相同, 若为细胞质遗传, F_1 自由交配后, 子代的性状取决于母本性状, 由于正、反交得到的 F_1 不同, 所以子代结果不同, B 正确; 若为延迟遗传, 用题述实验中的 F_1 分别自由交配所得 F_2 表现为椭圆, 因为延迟遗传中子代表型由母本核基因型决定, 则正、反交 F_1 的核基因型相同, 由此可证明椭圆性状为显性遗传, 可能为常染色体显性遗传、Z 染色体显性遗传或 ZW 染色体同源区段, C 错误; 若为延迟遗传且椭圆性状为常染色体显性遗传, 设相关基因为 $A、a$, 正交组合为 P 为 AA (椭圆形) \times aa (圆形), F_1 为 Aa (椭圆形); 反交组合为 P 为 aa (圆形) \times AA (椭圆形), F_1 为 Aa (椭圆形), F_1 分别自由交配所得 F_2 的基因型及比例为 $AA:Aa:aa=1:2:1$, 当 F_2 与任一父本交配时, 由于延迟遗传子代的表型由母本核基因型决定, 所以后代表型比例都为 3:1, D 正确。

9. (1) 显性突变 (2) A_2A_2 ①若高茎植株花粉含有基因 A_2 的配子只有一半的育性, 则亲本高茎植株与矮茎植株杂交, F_1 中高茎与矮茎的比例应为 1:2, 这与实验结果不符 (合理即可) ②支持 F_2 中高茎植株的基因型均为 A_1A_2 , 不存在基因型为 A_2A_2 的植株 (合理即可) (3) 高茎:矮茎 = 6:5

突破点 ▶ 图表分析—分离定律异常现象分析

【解析】(1) 由题意“让 F_1 高茎植株随机传粉, F_2 表型及比例为高茎:矮茎 = 2:1”可知, 高茎性状是显性突变的结果。

(2) 假说一: 花粉中含有基因 A_2 的配子只有一半可育。假说二: 基因型为 A_2A_2 的受精卵不能存活。

①研究小组否定了假说一, 原因是如果假说一成立, F_1 中高茎植株产生的含 A_2 的雄配子与含 A_1 的雄配子比例应为 1:2, 但实际杂交结果 F_1 表型及比例为高茎:矮茎 = 1:1, 说明雄配子比例不是 1:2。②对于假说二, 因为 F_2 表型及比例为高茎:矮茎 = 2:1, 所以可能是基因型为 A_2A_2 的受精卵不能存活。从电

泳结果看, F_1 高茎植株有基因 A_1 和 A_2 , F_2 高茎植株均有基因 A_1 和 A_2 , 没有基因 A_2 的纯合子, 这支持了基因型为 A_2A_2 的受精卵不能存活的假说, 所以电泳结果支持题述假说。

(3) 假设基因 A_1/A_2 位于 5 号染色体上, 且符合假说二。矮茎 5 号染色体单体为 A_1O (O 表示缺失的染色体), 高茎突变体为 A_1A_2 , 矮茎 5 号染色体单体与高茎突变体杂交得到 F_1 的基因型及比例为 $A_1A_1 : A_1O : A_1A_2 : A_2O = 1 : 1 : 1 : 1$, F_1 中的单体为 $A_1O : A_2O = 1 : 1$, 产生的配子及概率为 $\frac{1}{4}A_1$ 、 $\frac{1}{4}A_2$ 、 $\frac{1}{2}O$, 随机传粉得到 F_2 , F_2 的情况如表所示, F_2 表型及比例为高茎 : 矮茎 = 6 : 5。

♂ 配子 ♀ 配子	$\frac{1}{4}A_1$	$\frac{1}{4}A_2$	$\frac{1}{2}O$
$\frac{1}{4}A_1$	$\frac{1}{16}A_1A_1$ 矮茎	$\frac{1}{16}A_1A_2$ 高茎	$\frac{1}{8}A_1O$ 矮茎
$\frac{1}{4}A_2$	$\frac{1}{16}A_1A_2$ 高茎	$\frac{1}{16}A_2A_2$ 致死	$\frac{1}{8}A_2O$ 高茎
$\frac{1}{2}O$	$\frac{1}{8}A_1O$ 矮茎	$\frac{1}{8}A_2O$ 高茎	$\frac{1}{4}OO$ 致死

第 2 节 基因的自由组合定律

刷基础

1. D 考查点 ▶ 基因自由组合定律的实质

【解析】题图①中, 位于一对同源染色体上的等位基因 A 、 a 分开, 形成 A 、 a 两种配子, A 错误; ②中性状分离比 3 : 1 的出现是等位基因分离以及雌雄配子随机结合的结果, B 错误; 孟德尔假说中不包含③过程产生的雌、雄配子数目相等, 实际上雄配子的数目一般要远多于雌配子的数目, C 错误; $AaBb$ 的个体经③所述过程产生以上四种配子, 两对等位基因能分别位于两对非同源染色体上, 也可能位于一对同源染色体上, 但在减数第一次分裂前期同源染色体的非姐妹染色单体发生了互换, D 正确。

易错警示

一对等位基因控制的性状遗传时, 只存在等位基因的分离。只有存在两对及以上基因且独立遗传 (位于非同源染色体上) 时, 才会出现基因自由组合。

2. ACD 考查点 ▶ 孟德尔两对相对性状的杂交实验

题图解读

黄色圆粒和绿色圆粒进行杂交的后代中, 关于粒形的表型及比例为圆粒 : 皱粒 = 3 : 1, 说明亲本的基因组成成为 Rr 和 Rr ; 关于颜色的表型及比例为黄色 : 绿色 = 1 : 1, 说明亲本的基因组成成为 Yy 和 yy 。综合分析可知, 亲本的基因型为 $YyRr$ 和 $yyRr$ 。

【解析】 F_1 中表型不同于亲本的有黄色皱粒和绿色皱粒, A 错误; 亲本的基因型为 $YyRr$ 和 $yyRr$, 二者杂交产生的后代中纯合子的比例是 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, B 正确; 由题图解读可知, 亲本的基因型为

$YyRr$ 和 $yyRr$, 因此 F_1 中黄色圆粒豌豆的基因型为 $YyRR$ 或 $YyRr$, C、D 错误。

3. C 考查点 ▶ 自由组合定律的应用

思路分析

由题意可知, 该二倍体昆虫的有无触角受两对等位基因 (A/a 和 B/b) 控制, 甲、乙是两个纯合品种, 均为无触角, 实验 1 中 F_1 均为有触角, 说明当基因 A 、 B 同时存在时表现为有触角, 基因 A 和 B 只有一个存在时或均不存在时表现为无触角; 由实验 2 可知, 子代有无触角与性别相关联, 结合题干信息可知, A/a 基因位于常染色体上, 且不考虑 Z 、 W 染色体同源区段, 故基因 B/b 位于 Z 染色体上。

【解析】由实验 2 分析可知, 基因 B/b 不在常染色体上, 位于 Z 染色体上, 故基因 A/a 和 B/b 的遗传遵循自由组合定律, A 正确; 实验 1 的 F_1 均为有触角, 则其需同时含有显性基因 A 和 B , 因此杂交实验 1 中甲的基因型是 aaZ^BZ^B , 乙的基因型是 AAZ^bW , B 正确; 实验 1 中 F_1 的基因型为 AaZ^BZ^b (雄性) 和 AaZ^BW (雌性), F_1 相互杂交, F_2 中无触角雌性 (aaZ^BW 、 aaZ^bW) 占 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} + 1 \times \frac{1}{4} = \frac{5}{16}$, C 错误; 实验 2 亲本基因型为 aaZ^BW 、 AAZ^bZ^b , F_1 基因型为 AaZ^bW 、 AaZ^BZ^b , F_1 相互杂交, F_2 中有触角个体占 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$, 无触角个体占 $1 - \frac{3}{8} = \frac{5}{8}$, 则 F_2 的表型及比例为有触角 : 无触角 = 3 : 5, D 正确。

4. B 考查点 ▶ 基因自由组合定律的应用

思路分析

首先要根据题干信息确定各种花色植株的基因型, 白色花基因型有 $I_B_$ 、 I_bb 和 $ii bb$, 有色花基因型为 $ii B_$, 再根据具体组合利用填充法逐步进行分析。

【解析】有色花基因型是 $ii B_$, 白色花基因型有 $I_B_$ 、 I_bb 、 $ii bb$, 组别②中甲 (有色) \times 丙 (白色), F_1 都是白色, F_1 自交后所得 F_2 表型及比例为白色 : 有色 = 3 : 1, 说明 F_1 是单杂合子, F_2 白色花植株的基因型为 I_BB , 可推知 F_1 的基因型是 $Ii BB$, 据此可知甲的基因型应是 $ii BB$, 丙的基因型是 $Ii BB$, 同理可推出组别①中 F_1 的基因型为 $ii Bb$, 乙的基因型为 $ii bb$ 。组别①的 F_2 中有色花植株的基因型为 $ii B_$, 有色花中 b 的基因频率为 $\frac{1}{3}$, 故 F_2 中有色花植株随机传粉, 后代白色花植株 ($ii bb$) 占 $\frac{1}{9}$, A 不符合题意; 组别②的 F_2 中白色花植株的基因型为 I_BB , 随机传粉, 配子基因型及比例为 $IB : iB = 2 : 1$, 子代中白色花植株基因型及比例为 $Ii BB : Ii BB = 1 : 1$, 故白色花植株中杂合子占 $\frac{1}{2}$, B 符合题意; 组别③中 F_1 的基因型为 $Ii Bb$, F_2 中有色花植株的基因型为 $ii B_$, 所占比例为 $\frac{3}{16}$, 其余基因型的植株均表现为白色花, 所占比例为 $\frac{13}{16}$, C 不符合题意; 组别③的 F_2 中自交不会出现性状分离的植株基因型包括 $Ii __ (\frac{4}{16})$ 、 $ii BB (\frac{1}{16})$ 、 $__ bb (\frac{3}{16})$, 共占 $\frac{4}{16} + \frac{1}{16} + \frac{3}{16} = \frac{1}{2}$, D 不符合题意。

5. B 考查点 ▶ 多对等位基因控制的性状

【解析】实验甲中, 红色×黄色→红色: 橙色: 黄色=1: 6: 1, 已知黄色个体为隐性纯合子, 占子代的 $\frac{1}{8}$, 可推测实验甲为测交。

由于 $\frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^3$, 故柑橘果皮的色泽至少受 3 对等位基因的控制, 遵循基因的自由组合定律, 可推知实验甲中亲代基因型为 AaBbCc、aabbcc, 由此可知实验甲亲、子代中红色植株基因型相同, 都是 AaBbCc, A 正确, B 错误。实验乙中, 橙色×红色→红色: 橙色: 黄色=3: 12: 1, 后代出现黄色个体(aabbcc), 故亲本中红色个体基因型为 AaBbCc。实验乙子代中黄色个体(aabbcc) 所占比例为 $\frac{1}{16}$, 可拆分为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$, 故可推测亲本橙色个体应为 1 对基因杂合、2 对基因隐性纯合, 即橙色个体基因型可能为 Aabbcc 或 aaBbcc 或 aabbCc, 共 3 种可能, C 正确。实验乙中亲本红色个体基因型为 AaBbCc, 假设橙色个体基因型为 Aabbcc, 红色子代有 AABbCc、AaBbCc 2 种基因型, 黄色子代有 aabbcc 1 种基因型, 子代中共有 $3 \times 2 \times 2 = 12$ (种) 基因型, 所以子代中橙色个体共有 $12 - 2 - 1 = 9$ (种) 基因型。橙色个体基因型为另外两种情况时, 结果不变, D 正确。

关键点拨

根据子代表型比例判断性状由多对独立遗传的等位基因控制时, 需要观察实验组中涉及自交还是测交, 自交的前提下后代表型比例之和是 4^n (n 为等位基因对数), 测交的前提下后代表型比例之和是 2^n 。

6. (1) 有利于花粉的传播 自然选择(长期进化) (2) AaEe 6 AAEE、AaEE 和 aaEE EE 纯合致死(基因 E 纯合时致死)

(3) $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ (4) 待该植株开花后, 分离花粉, 对花粉用碘液染色后在显微镜下观察花粉的颜色

考查点 ▶ 自由组合定律中的致死问题

【解析】(1) 雄花位于植株的顶部有利于花粉的传播, 花着生的位置是长期自然选择的结果。

(2) 植株 Q 自交, F_1 的表型及比例为非糯性易感病: 非糯性抗病: 糯性易感病: 糯性抗病=6: 3: 2: 1, F_1 中非糯性: 糯性=3: 1, 易感病: 抗病=2: 1, 可推知植株 Q 的基因型是 AaEe, 且 EE 致死。由于 EE 致死(基因 E 纯合时致死), 所以 F_1 植株的基因型有 $3 \times 2 = 6$ (种), 不存在的基因型有 AAEE、AaEE 和 aaEE。

(3) F_1 的全部抗病植株的基因型及比例为 AAee: Aaee: aaee=1: 2: 1, 根据配子法, 其随机传粉产生的子代的基因型及比例为 AAee: Aaee: aaee=1: 2: 1, 因此子代中糯性抗病的概率为 $\frac{1}{4}$, 子代中基因 a 的频率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$ 。

(4) 由于非糯性花粉遇碘液呈蓝黑色, 糯性花粉遇碘液呈橙红色, 非糯性抗病植株基因型为 AAee 或 Aaee, 因此待该植株开花后, 分离花粉, 对花粉用碘液染色后在显微镜下观察花粉的颜色, 如果花粉全呈蓝黑色, 则其基因型为 AAee, 若半数花粉呈蓝黑色, 半数呈橙红色, 则其基因型为 Aaee。

7. (1) AAbb (2) 三 F_2 的表型比例是 7: 6: 3, 是 9: 3: 3: 1 的变式, 符合两对等位基因独立遗传的特殊分离比 aabb

AABB (3) B 基因纯合表现为高甜 AABb、AaBb $\frac{3}{7}$ (4) 高

甜：微甜=41：8 (5) 品系乙或丙 连续自交

考查点 ▶ 9：3：3：1 的变式类型及应用

思路分析

甲为纯合不甜品系，由题图可知其基因型为 $AAbb$ ，根据实验三中乙×丙组合， F_2 表型为甜（高甜+微甜）：不甜=13：3，可推测基因型为 A_bb 的个体不甜，根据表型为甜的个体中高甜：微甜=7：6，可推测基因型为 $aa_ _ _ BB$ 的个体为高甜， A_Bb 的个体为微甜，且两对基因自由组合。根据实验一结果可推知品系乙基因型为 $aabb$ ，根据实验二结果可推知品系丙基因型为 $AABB$ 。

【解析】(1) 由题图可知， a 基因和 B 基因可以控制合成甜物质，因此不甜的纯合品系甲的基因型为 $AAbb$ 。

(2) 从题表实验三中乙×丙组合可判断，该性状遗传遵循自由组合定律，因为 F_2 中表型及比例为高甜：微甜：不甜=7：6：3，为 9：3：3：1 的变式，符合两对等位基因独立遗传的特殊分离比。根据实验三 F_2 中表型及比例可知，微甜个体基因型为 A_Bb ，根据实验二结果可知品系丙的基因型为 $AABB$ ，根据实验一结果可推知品系乙的基因型为 $aabb$ 。

(3) 根据思路分析可知， B 基因与甜度的关系为 B 基因纯合表现为高甜。表现为微甜的个体基因型有 $AABb$ 、 $AaBb$ ，表现为高甜的个体基因型为 $aa_ _ _ BB$ ，其中纯合子基因型为 $aaBB$ 、 $aabb$ 、 $AABB$ ，所占比例为 $\frac{3}{7}$ 。

(4) 实验三 F_2 中表现为高甜的个体基因型及比例为 $aaBB$ ： $aaBb$ ： $aabb$ ： $AABB$ ： $AaBB$ =1：2：1：1：2，自由交配，配子 AB 的概率为 $\frac{1}{7} + \frac{2}{7} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{7}$ ，配子 aB 的概率为 $\frac{2}{7} \times \frac{1}{2} + \frac{2}{7} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{7} = \frac{3}{7}$ ，配子 ab 的概率为 $\frac{2}{7} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{7} = \frac{2}{7}$ ， F_3 中高甜个体 $aaBB$ 的比例为 $\frac{3}{7} \times \frac{3}{7} = \frac{9}{49}$ ， $aaBb$ 的比例为 $\frac{3}{7} \times \frac{2}{7} \times 2 = \frac{12}{49}$ ， $aabb$ 的比例为 $\frac{2}{7} \times \frac{2}{7} = \frac{4}{49}$ ， $AABB$ 的比例为 $\frac{2}{7} \times \frac{2}{7} = \frac{4}{49}$ ， $AaBB$ 的比例为 $\frac{2}{7} \times \frac{3}{7} \times 2 = \frac{12}{49}$ ，高甜个体共占 $\frac{41}{49}$ ，微甜个体 $AaBb$ 的比例为 $\frac{2}{7} \times \frac{2}{7} \times 2 = \frac{8}{49}$ ，无不甜个体，故 F_3 的表型及比例为高甜：微甜=41：8。

(5) 若要培育出抗虫、高产、高甜的新品种，可将品系甲与品系乙或丙杂交，子代再进行连续自交及逐代筛选，直到不再发生性状分离。

8. ACD 考查点 ▶ 花粉鉴定法

【解析】采用花粉鉴定法验证基因的分离定律，必须选择可以在显微镜下观察到的性状，即非糯性 (A) 和糯性 (a)、花粉粒长形 (D) 和圆形 (d)，①和③杂交所得 F_1 的基因型为 $AATtdd$ ，其花粉只有抗病 (T) 和染病 (t) 的不同，在显微镜下观察不到， A 错误；② ($AAttDD$) 和④ ($aattdd$) 杂交后所得的 F_1 基因型为 $AattDd$ ，其产生的花粉有 AtD 、 Atd 、 atD 、 atd 四种，加碘液染色后，通过显微镜观察，可以看到蓝黑色长形、蓝黑色圆形、橙红色长形、橙红色圆形四种类型的花粉， B 正确；①和②杂交所得 F_1 的基因型为 $AATtDd$ ，其花粉有 ATD 、 ATd 、 AtD 、 Atd 四种，加碘液染色后，通过显微镜观察，只能观察到蓝黑色长形 (ATD 、 AtD) 和蓝黑色圆形 (ATd 、 Atd) 两种花粉，不能验证基因的自由组合定律， C 错误；糯性抗病优良品种的基因型应为 $aaTT$ ，③和④为亲本所得的 F_1 基因型为 $Aattdd$ ，其自交无法获得基因型为 $aaTT$ 的糯性抗病优良品种， D 错误。

易错警示

不能正确理解基因的分离定律与基因的自由组合

定律的实质

(1) 基因的分离定律的实质: 进行有性生殖的生物, 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。

(3) 位于同源染色体上的非等位基因不能自由组合, 受精作用过程中雌雄配子的随机结合也不能体现基因分离定律和自由组合定律的实质。

刷提分

1. D 考查点 ▶ 9 : 3 : 3 : 1 的变式类型及应用

【解析】相对性状是同种生物同一性状的不同表现形式, 可能有两种或两种以上表现形式, 如番茄中的浓茸毛、多茸毛和少茸毛三种表现形式, A 正确; 实验一中缺刻叶植株自交, 子代出现藕叶, 实验二紫茎植株自交, 子代出现绿茎, 说明缺刻叶和紫茎在各自的相对性状中均为显性性状, B 正确; 实验三浓茸毛植株自交, 子代出现 12 : 3 : 1 的分离比, 是 9 : 3 : 3 : 1 的变式, 说明茸毛性状至少受两对等位基因的控制, C 正确; 若控制番茄茎颜色的基因与控制植株茸毛的基因的遗传遵循自由组合定律, 则实验二中 F_1 自交所得的 F_2 不应只有 4 种表型, 故两者的遗传不遵循自由组合定律, D 错误。

2. BD 突破点 ▶ 信息提取—表观遗传与遗传基本规律

【解析】表观遗传是指生物体基因的碱基序列保持不变, 但基因表达和表型发生可遗传变化的现象, 基因印记现象中基因的碱基序列未改变, 只是基因表达情况受亲本来源的影响, 故属于表观遗传, A 正确。被“印记”的基因, 其本身的遗传仍然遵循孟德尔遗传定律, 只是基因表达受到了亲本来源的影响, B 错误。基因型为 $AaBbDd$ 的雌雄小鼠杂交, A 和 B 都表达时小鼠才能生长正常, 故需父本提供 A 基因、母本提供 B 基因, 后代正常生长的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$; 对于毛色基因, 后代小鼠为褐色 (D_+) 的概率为 $\frac{3}{4}$, 所以后代生长正常的褐色鼠占 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$, C 正确。由题意可知, A 只在父方传递下来的染色体上有活性, B 只在母方传递下来的染色体上有活性, A 和 B 都表达时小鼠才能生长正常, 只有父本提供 A、母本提供 B 时小鼠才能生长正常, 因此生长正常的小鼠基因型有 $AaBb$ 、 $AaBB$ 、 $AABb$ 、 $AABB$ 4 种, 而不是 9 种, D 错误。

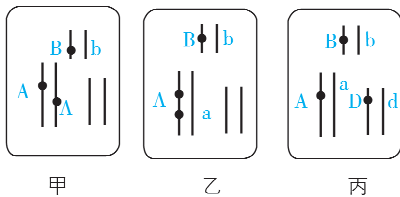
3. A 突破点 ▶ 信息提取—ABO 血型

【解析】H 和 I^A 同时存在时, 可以表达 A 抗原, 表现为 A 型血; H 和 I^B 同时存在时, 可以表达 B 抗原, 表现为 B 型血; H 和 I^A 、 I^B 同时存在时, 可以表达 A 抗原和 B 抗原, 表现为 AB 型血; 其余基因型为 O 型血。基因型为 $HhI^A i$ 和 $HhI^A I^B$ 的夫妇, 所生孩子的基因型及比例为 $H_I I^A I^A$ (A 型血) : $H_I I^A i$ (A 型血) : $H_I I^B i$ (B 型血) : $H_I I^A I^B$ (AB 型血) : $hhI^A I^A$ (O 型血) : $hhI^A I^B$ (O 型血) : $hhI^B i$ (O 型血) : $hhI^A i$ (O 型血) = 3 : 3 : 3 : 3 : 1 : 1 : 1 : 1, 故其所生孩子的血型 A : B : AB : O 的理论比例是 6 : 3 : 3 : 4, A 正确, B、C、D 错误。

4.D 考查点 ▶ 利用分离定律思维解决自由组合定律的问题

思路分析

假设 A/a 、 B/b 、 C/c 为抗病相关基因,同一条染色体上含两个 Bt 基因在本题中可按一个基因对待,如图乙;涉及多对同源染色体时,应用多对等位基因表示,如图丙。



一对同源染色体上不同位置含 Bt 基因按等位基因对待,如图甲,分析各选项时注意 A 、 B 、 D 均代表 Bt 基因。

【解析】由思路分析可知甲植株基因型为 $AABb$,产生的配子中必然含有 A (Bt 基因),因此自交后代均为抗虫植株, A 正确;乙植株的基因型为 $AaBb$,产生的配子中有 $\frac{1}{4}$ 为 ab (不含 Bt 基因),因此其自交后代中有 $1 - \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{15}{16}$ 的个体含有 Bt 基因,具有抗虫特性, B 正确;从 Bt 基因数量分析,丙植株可以产生含 3 个 Bt 基因、2 个 Bt 基因、1 个 Bt 基因和 0 个 Bt 基因的配子,因此丙植株自交产生的子代最多含有 6 个 Bt 基因,最少不含 Bt 基因,抗虫等级可分为 7 个等级, C 正确;丙植株基因型为 $AaBbDd$,在减数分裂时会形成 8 种配子,其中基因型为 abd 的雌、雄配子结合产生的植株基因型为 $aabbdd$,不具有抗虫特性, D 错误。

5.B 考查点 ▶ 三对等位基因的自由组合定律

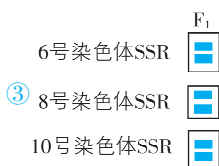
思路分析

基因型为 $AABBcc$ 的个体可产生成分 R ,又知无成分 R 的纯合子甲、乙、丙之间杂交,其中一组杂交的 F_1 基因型为 $AaBbCc$ 且无成分 R ,可推测需要同时含有 A 、 B 才有成分 R ,且 C 基因的存在可能抑制 A 、 B 基因的表达,即基因型为 A_B_cc 的个体表现为有成分 R ,其余基因型均表现为无成分 R 。I、II 两组杂交所得子代的表型比分别为 $1:3$ 、 $1:7$,再利用拆分法将这两个比例进行合理拆分。

【解析】杂交 II 中, F_1 的基因型为 $AaBbCc$,子代有成分 R (A_B_cc) 所占比例约为 $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{8}$ 可分解成 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$,可推知乙的基因型为 $aabbcc$,这三对等位基因独立遗传,遵循自由组合定律, A 正确;三对等位基因共构成 $3 \times 3 \times 3 = 27$ (种) 基因型,有成分 R 的基因型有 $AABBcc$ 、 $AABbcc$ 、 $AaBBcc$ 、 $AaBbcc$ 4 种,其余基因型均表现为无成分 R ,所以该植物无成分 R 的基因型有 $27 - 4 = 23$ (种), B 错误;若甲的基因型为 $AAbbcc$, F_1 ($AaBbCc$) 与甲杂交,则理论上后代表型及比例为有成分 R : 无成分 $R = 1:3$,与题意及表中结果相符, C 正确;由思路分析可知, D 正确。

6. (1) 两(或二) F_2 中可育株: 雄性不育株 $\approx 15:1$,符合 $9:3:3:1$ 的变式

(2) 母本 $\frac{1}{5}$ (3) ①6 号和 10 ② F_1 在减数分裂产生配子过程中,6 号同源染色体的非姐妹染色单体间发生互换,形成了同时含雄性不育基因和 R 亲本 SSR 标记的配子,与含有雄性不育基因和 S 亲本 SSR 标记的配子结合,发育成的子代同时具有两条条带



考点 ▶ 自由组合定律与 PCR 技术

【解析】(1) F_2 中可育株：雄性不育株 $\approx 15:1$, 符合 $9:3:3:1$ 的变式, 说明该性状由位于两对同源染色体上的至少两对等位基因控制, 雄性不育性状是由双隐性基因控制, 遵循基因自由组合定律。

(2) 籼稻品系 S 是一种雄性不育系, 在该杂交实验中作母本。 F_2 的可育株中, 纯合子所占比例为 $\frac{3}{15} = \frac{1}{5}$ 。

(3) ①由题图 2 可知, F_2 雄性不育单株的 6 号、10 号染色体的 SSR 扩增结果与 S 亲本 SSR 扩增结果基本一致, 故雄性不育性状的基因位于 6 号和 10 号染色体上。②由题图 2 可知, 2 号不育株的 6 号染色体同时具有 R 亲本和 S 亲本的基因, 这说明 F_1 在减数分裂产生配子过程中, 6 号同源染色体的非姐妹染色单体间发生互换, 形成了同时含雄性不育基因和 R 亲本 SSR 标记的配子, 与含有雄性不育基因和 S 亲本 SSR 标记的配子结合, 发育成的子代同时具有两条条带。③ F_1 为双杂合子, 即同时具有 S 亲本和 R 亲本的相关基因, 故其 SSR 经 PCR 扩增后电泳结果见答案。

7. (1) 不需要人工去雄 (2) 5 Ddee、ddee dd $D^T D^T$ 或 $D^T d$
 (3) 可育株：不育株 = 1:1 将组别 5 子一代中的可育株自交, 统计后代的表型及比例 若子二代中的可育株：不育株 = 13:3, 则假说一正确; 若子二代全为可育株, 则假说二正确

突破点 ▶ 实验探究—两性花育性的杂交实验

【解析】(1) 利用不育株进行杂交育种的优点是不需要人工去雄。

(2) 若假说一成立, 则基因型为 $D_E_、ddE_、ddee$ 的个体为可育株, 基因型为 D_ee 的个体为不育株。根据题表中的组别 2 的信息判断可育株丙的后代全为可育株, 所以它的基因型可能为 DDEE、DdEE、ddEe、ddEE、ddee。组别 1 后代的比例为 1:1, 可推测其为测交, 所以甲的基因型是 Ddee, 丙的基因型是 ddee。如果假说二成立, 则可育株的基因型有 $D^T D^T、D^T D^T、D^T d、dd$, 不育株的基因型有 $D^T D^T、D^T d$, 因组别 1 的后代比例是 1:1, 所以植株丙的基因型是 dd。可育植株丁自交, 子一代中不育株：可育株 = 1:3, 说明其为杂合子, 若丁为 $D^T d$, 则子一代全为可育株, 与结果不符, 故丁基因型为 $D^T D^T$ 。丁与乙杂交, 子一代中不育株：可育株 = 1:1, 故可推知不育株乙的基因型为 $D^T D^T$ 或 $D^T d$ 。

(3) 若假说一成立, 丙的基因型是 ddee, 根据组别 4 丁的后代中不育株：可育株 = 1:3 可知, 丁的基因型是 DDEe, 丙和丁杂交后代的表型及比例为可育 ($DdEe$)：不育 ($Ddee$) = 1:1; 若假说二成立, 丙的基因型是 dd, 根据组别 4 丁的后代中不育株：可育株 = 1:3, 可知丁的基因型是 $D^T D^T$, 丙和丁杂交后代的表型及比例为可育 ($D^T d$)：不育 ($D^T d$) = 1:1。若要验证以上两个假说, 最简便的实验是让子一代的可育株自交, 统计后代的表型及比例。 $DdEe$ (可育) 自交后代的表型及比例是可育 ($9D_E_、3ddE_、1ddee$)：不育 ($3D_ee$) = 13:3; $D^T d$ (可育) 自交后代基因型为 $D^T D^T$ (可育)、 $D^T d$ (可育) 和 dd (可育), 全部可育。所以若子二代中的可育株：不育株 = 13:3, 则假说一正确; 若子二代全为可育株, 则假说二正确。

专题 1 遗传的特殊性状分离比

刷 难关

1. C 考查点 ▶ 配子致死

【解析】红花抗锈病植株与白花易感锈病植株杂交， F_1 全为红花抗锈病，由此可知红花、抗锈病是显性性状，A 不符合题意； F_1 植株自交，得到的 F_2 表型及比例为红花抗锈病：红花易感锈病：白花抗锈病：白花易感锈病 = 7 : 3 : 1 : 1，为 9 : 3 : 3 : 1 的变式，说明两对基因的遗传遵循自由组合定律，B 不符合题意； F_1 的基因型为 $RrTt$ ， F_1 植株自交得到的 F_2 表型及比例为红花抗锈病 ($R_T_$) : 红花易感锈病 (R_tt) : 白花抗锈病 ($rrT_$) : 白花易感锈病 ($rrtt$) = 7 : 3 : 1 : 1，由形成红花易感锈病的配子 Rt 、 rt 均未致死可知， F_2 中出现该比例的原因可能是基因型为 rT 的雌配子或雄配子致死，C 符合题意；由于基因型为 rT 的雌配子或雄配子致死，所以白花抗锈病个体没有纯合子，D 不符合题意。

2. C 考查点 ▶ 限性遗传

【解析】亲本为雄羽非芦花雄鸡与母羽芦花雌鸡， F_1 雌性全为非芦花鸡，雄性全为芦花鸡， F_2 中雌鸡全为母羽，雄鸡群体中出现性状分离，且性状分离比为母羽：雄羽 = 3 : 1，因此鸡的羽色为伴性遗传，控制鸡羽色的基因位于性染色体上，鸡的羽形属于限性遗传，控制鸡羽形的基因位于常染色体上，A、B 错误；根据题意可推知亲本雄羽非芦花雄鸡和母羽芦花雌鸡的基因型分别为 hhZ^bZ^b 、 HHZ^BW ， F_1 的基因型为 HhZ^bW 、 HhZ^BZ^b ， F_1 随机交配，则 F_2 雌性的基因型共 $3 \times 2 = 6$ (种)，C 正确，D 错误。

3. ACD 考查点 ▶ 基因互作

思路分析

F_1 自交得 F_2 ， F_2 表型及比例为绿果皮：黄果皮：白果皮 = 12 : 3 : 1，属于 9 : 3 : 3 : 1 的变式，因此 A/a 和 B/b 基因位于两对同源染色体上， F_1 的基因型为 $AaBb$ ，且 $A_B_$ 为绿果皮， A_bb (或 $aaB_$) 为绿果皮， $aaB_$ (或 A_bb) 为黄果皮， $aabb$ 为白果皮。

【解析】由思路分析可知，A 正确； F_2 中绿果皮个体的基因型为 $A_B_$ 、 $aaB_$ (或 A_bb)，共有 6 种基因型，B 错误；分析可得亲本的基因型组合为 $AAbb \times aaBB$ 或 $aaBB \times AAbb$ ，若 F_1 亲本的基因型组合为 $AAbb \times aaBB$ ，则 F_2 中黄果皮个体的基因型为 $aaB_$ ，其中 $aaBB$ 占 $\frac{1}{3}$ ，另一种情况同理，所以 F_2 黄果皮个体的基因型与黄果皮亲本基因型相同的概率为 $\frac{1}{3}$ ，C 正确； F_1 产生的配子基因型及比例为 $AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1$ ，测交产生的子代基因型及比例为 $AaBb : Aabb : aaBb : aabb = 1 : 1 : 1 : 1$ ，后代的表型及比例为绿果皮：黄果皮：白果皮 = 2 : 1 : 1，D 正确。

4. D 突破点 ▶ 信息提取—自私基因

思路分析

由红花 (AA) 植株和白花 (aa) 植株杂交得到的 F_1 (Aa) 植株自交， F_2 表型及比例为红花：粉红花：白花 = 2 : 3 : 1，即 aa 占 $\frac{1}{6}$ ，含 a 的雌配子占 $\frac{1}{2}$ ，说明含 a 的雄配子占 $\frac{1}{3}$ ，雄配子中 $A : a = 2 : 1$ ，说明含 a 的雄配子中有 $\frac{1}{2}$ 被基因 A “杀死”。

【解析】 Aa 的植株表现为粉红色，说明基因 A 对 a 为不完全显性，A 错误；花色受一对等位基因 A/a 控制，由思路分析可知该性状的遗传遵循基因分离定律，B 错误； F_2 表型及比例为红花：

粉红花：白花 = 2 : 3 : 1, 即 aa 占 $\frac{1}{6}$, 含 a 的雌配子占 $\frac{1}{2}$, 说明含 a 的雄配子占 $\frac{1}{3}$, 则 F_1 产生的配子中, 基因型为 a 的雄配子中有 $\frac{1}{2}$ 被基因 A “杀死”, C 错误; F_2 的基因型及比例为 AA : Aa : aa = 2 : 3 : 1, 随机传粉, 含 A 雌配子概率为 $\frac{2}{6} + \frac{3}{6} \times \frac{1}{2} = \frac{7}{12}$, 含 a 雌配子概率为 $\frac{5}{12}$, Aa 产生雄配子时 A : a = 2 : 1, 雄配子中 A 都存活, 但 Aa 产生的 a 有一半死亡, 即 $\frac{3}{6} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{24}$ 的雄配子死亡, 故存活的雄配子中 A 配子占 $\frac{7}{12}$, a 配子占 $\frac{5}{12} - \frac{3}{24} = \frac{7}{24}$, 即 A : a = 2 : 1, 后代中白花 (aa) 所占比例为 $\frac{5}{12} \times \frac{1}{3} = \frac{5}{36}$, D 正确。

5. C 突破点 ▶ 信息提取—复等位基因中的异常现象

【解析】由题可知植物甲的自交不亲和由机制①决定, 即父本与母本存在相同的 S_x 基因便无法完成授粉, 故其不会发生自交, 在进行杂交实验时无需去雄, A 错误; 植物甲只要父本与母本存在相同的 S_x 基因便无法完成授粉, 亲本杂交组合为 $S_1S_2(\sigma) \times S_2S_3(\eta)$ 时, 无子代产生, B 错误; 由于自交不亲和机制的存在, 植物乙不存在纯合子, 当其 S 基因有 4 个等位基因时, 一共有 6 种杂合子基因型, C 正确; 植物乙花粉基因与母本相同时不能传粉, 当亲本杂交组合为 $S_1S_2(\sigma) \times S_2S_3(\eta)$ 时, 子代基因型及比例为 $S_1S_2 : S_1S_3 = 1 : 1$, 当亲本杂交组合为 $S_1S_2(\eta) \times S_2S_3(\sigma)$ 时, 子代基因型及比例为 $S_1S_3 : S_2S_3 = 1 : 1$, 正反交结果不同, D 错误。

6. (1) ①长翅：残翅 = 1 : 7 $\frac{1}{7}$ 1 : 1 1 : 3 (顺序可颠倒)

② $\frac{1}{9}$ (2) 可确定黑色为显性 (灰色为隐性), 无法确定遗传方式 (3) 可以 正常灰色 雄性均为黑色, 雌性均为灰色 雌性均为黑色, 雄性均为灰色

突破点 ▶ 实验探究—特殊性状分离比的原因

【解析】(1) ①据题意可知, F_1 长翅果蝇雌雄交配后代中长翅和残翅的比例为 9 : 7, 若假说一成立, F_1 基因型为 Aa, F_1 产生的雌配子基因型及比例为 A : a = 1 : 1, 由于 F_2 中残翅比例为 $\frac{7}{16}$, 说明 F_1 产生的雄配子基因型及比例为 A : a = 1 : 7, 此时 F_1 长翅果蝇为父本, 与未交配过的纯种残翅果蝇进行测交, 子代果蝇表型及比例为长翅 : 残翅 = 1 : 7, 此时含基因 A 的雄配子可育率为 $\frac{1}{7}$ 。若假说二成立, 长翅和残翅受两对独立遗传的等位基因控制, F_1 基因型为 AaDd, 未交配过的纯种残翅果蝇有三种基因型: AAdd、aaDD、aadd。若纯种残翅果蝇基因型是 AAdd, 则 F_1 (AaDd) 与纯种残翅果蝇 (AAdd) 杂交, 子代果蝇表型及比例为长翅 : 残翅 = 1 : 1; 若纯种残翅果蝇基因型是 aaDD, 则 F_1 (AaDd) 与纯种残翅果蝇 (aaDD) 杂交, 子代果蝇表型及比例为长翅 : 残翅 = 1 : 1; 若纯种残翅果蝇基因型是 aadd, 则 F_1 (AaDd) 与纯种残翅果蝇 (aadd) 杂交, 子代果蝇表型及比例为长翅 : 残翅 = 1 : 3。②若假说二成立, 那么 F_2 中全部长翅个体 ($\frac{1}{9}$ AADD、 $\frac{2}{9}$ AADd、 $\frac{2}{9}$ AaDD、 $\frac{4}{9}$ AaDd) 自由交配, 其中 Ad 和 aD 配子概率各为 $\frac{2}{9}$, ad 配子概率为 $\frac{1}{9}$, 后代产生残翅纯合子的概率为 $\frac{2}{9} \times$

$$\frac{2}{9} + \frac{2}{9} \times \frac{2}{9} + \frac{1}{9} \times \frac{1}{9} = \frac{1}{9}。$$

(2) 据题述实验,能确定黑色为显性(灰色为隐性),无法确定遗传方式。若要确定遗传方式,还需统计 F_2 的雌雄个体体色表型及比例。

(3) 题述变异为染色体变异,染色体变异可以通过显微镜观察区分。若要判断该雄性果蝇为何种变异方式,最简单的判断方式为将该变异雄性果蝇与正常灰色雌性果蝇杂交。若子代雄性均为黑色,雌性均为灰色,则为变异 I;若子代雌性均为黑色,雄性均为灰色,则为变异 II。

7. (1) 高度不育 三倍体植株原始生殖细胞中有三套非同源染色体,减数分裂时出现联会紊乱,不能形成可育的配子 (2) 三 $AaaBbb$ 、 $AAaBBb$ (3) 父本 $aabb$

突破点 ▶ 实验探究—培育桃树新品种

思路分析

三倍体减数分裂时出现联会紊乱,所以其表现为高度不育。由题图可知,较二倍体子代而言,三倍体子代中 ab 对应的条带较宽,而 AB 对应的条带与二倍体子代相同,说明其基因型为 $AaaBbb$,由此推知父本产生的配子为 $aabb$ 、母本产生的配子为 AB 。

【解析】(1) 由于三倍体植株原始生殖细胞中有三套非同源染色体,减数分裂时出现联会紊乱,不能形成可育的配子,所以三倍体植株典型的遗传特征表现为高度不育。

(2) 三倍体是由受精卵发育而来的,体细胞中含有三个染色体组。由于亲本为 $aabb$ (♂,可产生配子 ab 、 aab 、 abb 、 $aabb$)、 $AABB$ (♀,可产生配子 AB 、 AAB 、 ABB 、 $AABB$),所以三倍体基因型可能为 $AaaBbb$ 、 $AAaBBb$ 。

(3) 由题图可知,较二倍体子代而言,三倍体子代中 ab 对应的条带较宽,而 AB 对应的条带与二倍体子代相同,说明其基因型为 $AaaBbb$,由此推知父本产生的配子为 $aabb$ 、母本产生的配子为 AB 。

第3节 基因在染色体上与伴性遗传

刷基础

1. B 考查点 ▶ 萨顿的假说

【解析】萨顿通过分析基因与染色体的平行关系推测“基因在染色体上”(易错:萨顿推测“基因在染色体上”,摩尔根用假说—演绎法证明了基因在染色体上),A 错误;白眼雌果蝇与红眼雄果蝇杂交, F_1 中雌果蝇为红眼杂合子,雄果蝇为白眼, F_1 自由交配, F_2 中红眼:白眼=1:1,B 正确;白眼雄果蝇和红眼雌果蝇杂交,假设相关基因用 A/a 表示,则红眼雌果蝇的基因型有两种情况,即 $X^A X^A$ 或 $X^A X^a$,白眼雄果蝇基因型为 $X^a Y$,不管红眼雌果蝇基因型是哪种,与白眼雄果蝇杂交,后代雌雄表型都一样,所以不能通过眼睛颜色判断子代果蝇的性别,C 错误;摩尔根根据果蝇杂交实验,推测红、白眼基因在 X 染色体上属于对假说的解释,而“演绎推理”是设计并预期测交结果,D 错误。

2. C 考查点 ▶ 基因位于染色体上的实验证据

【解析】杂交一中亲本红眼雌蝇与白眼雄蝇杂交, F_1 均为红眼,可判断红眼为显性性状,A 正确;杂交一中 F_2 白眼全为雄蝇,说明白眼性状的表现与性别相关联,B 正确;杂交二中白眼雄蝇与 F_1 红眼雌蝇杂交,由于没有分别统计子代中雌蝇和雄蝇的表型以及比例,无法证明红、白眼基因位于 X 染色体上,C 错误;控制果蝇眼色的基因位于 X 染色体上(假设相关基因用 A 和 a 表示),白眼雌蝇 ($X^a X^a$) 与红眼雄蝇 ($X^A Y$) 杂交,后代雄蝇 ($X^a Y$) 全部为白眼,雌蝇 ($X^A X^a$) 全为红眼,可根据眼色来判断子代性别,D 正确。

3. C 考查点 基因在染色体上

【解析】等位基因是指位于一对同源染色体相同位置上控制同一性状不同表现类型的基因,题图中四个与眼色表型相关的基因位于同一条染色体上,这四个基因不是等位基因,A 错误;X 染色体和 Y 染色体存在非同源区段,所以 Y 染色体上不一定含有与所示基因对应的等位基因,B 错误;题图为 X 染色体上一些基因的位置示意图,性染色体上基因控制的性状在遗传上总是与性别相关联,即题图所示基因控制的性状均表现为伴性遗传,C 正确;题图所示基因存在于果蝇的所有含 X 染色体的细胞中,D 错误。

4. B 考查点 伴性遗传及基因自由组合定律的实质和应用

思路分析

解决由两对等位基因控制同一性状(体色)的相关问题,首先要根据题意写出各种体色对应的基因型。如红色个体基因型为 $_ _ X^F X^-$ 、 $_ _ X^F Y$;黄色个体基因型为 $E_ X^f X^f$ 、 $E_ X^f Y$;棕色个体基因型为 $ee X^f X^f$ 、 $ee X^f Y$ 。

【解析】萤火虫的体色受常染色体上的基因 E/e、X 染色体上的基因 F/f 控制,且含有 F 基因的个体体色均为红色,含 E 但不含 F 的个体体色均为黄色,其余情况体色均为棕色,因此,红色个体基因型为 $_ _ X^F X^-$ 、 $_ _ X^F Y$,共 9 种;黄色个体基因型为 $E_ X^f X^f$ 、 $E_ X^f Y$,共 4 种;棕色个体基因型为 $ee X^f X^f$ 、 $ee X^f Y$,共 2 种,A 正确。 $Ee X^F X^f \times Ee X^f Y$ 杂交后代出现棕色个体 ($ee X^f X^f$ 、 $ee X^f Y$) 的概率为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$,B 错误。 $Ee X^F X^f \times Ee X^F Y$ 杂交后代个体的表型为红色 ($_ _ X^F X^-$ 、 $_ _ X^F Y$) 的概率为 $1 \times \frac{2}{4} + 1 \times \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$,黄色 ($E_ X^f Y$) 的概率为 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$,棕色 ($ee X^f Y$) 的概率为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$,即红色:黄色:棕色 = 12:3:1,C 正确。基因 E/e 位于常染色体上,基因 F/f 位于 X 染色体上,两对基因位于非同源染色体上,即控制萤火虫体色的基因遗传过程中每一对等位基因均遵循基因的分离定律,两对等位基因遵循自由组合定律,D 正确。

5. ABD 考查点 ZW 型性别决定

【解析】鸡的性别决定方式为 ZW 型,因此现有的正常型雌鸡基因型为 $Z^{DW} W$,正常型雄鸡的基因型为 $Z^{DW} Z^{DW}$ 、 $Z^{DW} Z^{dw}$,若途径①的子代 1 全为正常型,则亲代正常型 (σ) 的基因型为 $Z^{DW} Z^{DW}$;若子代 1 雌性中有矮小型,则亲代正常型 (σ) 的基因型为 $Z^{DW} Z^{dw}$,A 正确。由于原来没有矮小型 (♀),所以途径②中的矮小型 (♀) 来自子代 1,B 正确。由于在子代 2 培育出了矮小型黄羽鸡群,途径②中母本为矮小型 (基因型为 $Z^{dw} W$),所以途径②正常型 (σ) 的基因型为 $Z^{DW} Z^{dw}$,可以来自途径①正常型 (σ),也可以来自子代 1,C 错误。途径②杂交组合的基因型为 $Z^{DW} Z^{dw}$ 和 $Z^{dw} W$,子代 2 的基因型及比例为 $Z^{DW} Z^{dw} : Z^{DW} W : Z^{dw} Z^{dw} : Z^{dw} W = 1 : 1 : 1 : 1$,矮小型 (♀) 占 $\frac{1}{4}$,D 正确。

6. B 考查点 复等位基因与伴性遗传

【解析】 B^+ 、B、b 是位于 Z 染色体同一位置控制同一性状的复等位基因,在遗传时遵循基因的分离定律,A 正确;双亲为灰红色个体和蓝色个体,后代中出现了一只巧克力色的个体,可推知 b 对 B、 B^+ 为隐性,双亲基因型可为 $Z^{B^+} Z^b$ 、 $Z^B W$ 或 $Z^{B^+} W$ 、 $Z^B Z^b$,子代巧克力色个体的基因型均为 $Z^b W$,为雌性,B 错误,D 正确;控制鸽子羽毛颜色的基因型有 $Z^{B^+} Z^{B^+}$ 、 $Z^{B^+} Z^B$ 、 $Z^{B^+} Z^b$ 、 $Z^B Z^B$ 、 $Z^B Z^b$ 、

Z^bZ^b 、 $Z^{B^+}W$ 、 Z^BW 、 Z^bW ,共 9 种,C 正确。

7. (1) 相对性状 灰体 : 黑檀体 = 3 : 1 红眼雌蝇 : 红眼雄蝇 : 白眼雄蝇 = 2 : 1 : 1 (2) 常 aaX^RX^R 、 aaX^RX^r 3 (3) 能 一方案一的 F_2 能产生黑檀体白眼小翅的雌雄果蝇,方案二的 F_2 只能产生黑檀体白眼小翅的雄果蝇,不能产生黑檀体白眼小翅的雌果蝇

突破点 ▶ 实验探究——伴性遗传的实验验证

【解析】(1) 相对性状是指同种生物相同性状的不同表现类型,灰体与黑檀体是一对相对性状。验证体色的遗传符合分离定律不需要考虑眼色这一对相对性状,根据题意可知,灰体为显性性状,黑檀体为隐性性状,故当 F_2 中相关表型及比例为灰体 : 黑檀体 = 3 : 1 时可验证体色的遗传符合分离定律。验证眼色性状受 X 染色体上的等位基因控制时,可假设控制红眼和白眼的基因(分别记为 R、r)位于 X 染色体上,则亲本基因型为 X^RX^R 、 X^rY , F_1 基因型为 X^RX^r 、 X^RY , F_2 中相关表型及比例为红眼雌蝇 : 红眼雄蝇 : 白眼雄蝇 = 2 : 1 : 1,若符合该比例则可验证眼色性状受 X 染色体上的等位基因控制。

(2) 纯合白眼雄果蝇(X^rY)和纯合紫眼雌果蝇(X^RX^R)杂交, F_2 中红眼 : 紫眼 : 白眼 = 911 : 296 : 399 \approx 9 : 3 : 4,为 9 : 3 : 3 : 1 的变式,两对基因位于非同源染色体上,而 R、r 基因位于 X 染色体上,故可推测紫眼基因位于常染色体上,且纯合白眼雄果蝇基因型为 AAX^rY ,纯合紫眼雌果蝇基因型为 aaX^RX^R , F_1 基因型为 AaX^RX^r 、 AaX^RY ,故 F_2 中紫眼雌果蝇的基因型是 aaX^RX^R 、 aaX^RX^r , F_2 白眼果蝇的基因型为 AaX^rY 、 AAX^rY 、 aaX^rY ,共 3 种。

(3) 假设控制体色的基因为 B/b,控制翅型的基因为 D/d。首先利用分离定律分析亲代和 F_1 中关于体色的基因型,方案一和方案二中灰体亲本的基因型均为 BB、黑檀体亲本的基因型均为 bb, F_1 的基因型均为 Bb。 F_1 相互交配,方案一和方案二的 F_2 均会产生黑檀体个体。由于方案一和方案二的 F_2 均会产生黑檀体个体,因此关键是分析两个方案中能不能产生白眼小翅的雌雄果蝇。由于控制白眼和小翅的基因均位于 X 染色体上,因此将这两对相对性状一起进行分析,方案一中 F_1 雌果蝇均为红眼正常翅,雄果蝇均为白眼小翅,则方案一中亲本的基因型为 $X^{rd}X^{rd}$ 和 $X^{RD}Y$, F_1 中雌果蝇的基因型为 $X^{RD}X^{rd}$,雄果蝇的基因型为 $X^{rd}Y$, F_1 相互交配, F_2 会产生 $X^{RD}X^{rd}$ (红眼正常翅雌果蝇)、 $X^{RD}Y$ (红眼正常翅雄果蝇)、 $X^{rd}X^{rd}$ (白眼小翅雌果蝇)和 $X^{rd}Y$ (白眼小翅雄果蝇)。方案二中 F_1 雌雄果蝇均为红眼正常翅(野生型),则方案二中亲本的基因型为 $X^{RD}X^{RD}$ 和 $X^{rd}Y$, F_1 中雌果蝇的基因型为 $X^{RD}X^{rd}$,雄果蝇的基因型为 $X^{RD}Y$, F_1 相互交配, F_2 会产生 $X^{RD}X^{RD}$ (红眼正常翅雌果蝇)、 $X^{RD}X^{rd}$ (红眼正常翅雌果蝇)、 $X^{rd}Y$ (白眼小翅雄果蝇)和 $X^{RD}Y$ (红眼正常翅雄果蝇),无白眼小翅的雌果蝇,即方案二最终不会产生黑檀体白眼小翅雌果蝇,只有方案一能达到实验目的。

8. C **考查点** ▶ 伴性遗传与性染色体的关系

【解析】X 染色体在男性和女性体内都存在,故在 I 区段上的基因存在于男性和女性体内,A 错误;在 X、Y 染色体上的基因的遗传均与性别有关,B 错误;正常的男性个体性染色体组成为 XY,非同源区段 III 上的基因不存在其等位基因,C 正确;X、Y 染色体上的非同源区段(I、III)上的基因所控制性状的遗传遵循分离定律,D 错误。

易错警示

不能准确理解性别决定与伴性遗传

不同的生物体,性别决定的方式也不同,常见的性别决定方式有以下几种。

- (1) 环境决定型:如某些爬行类动物,由孵化时的温度决定性别。
- (2) 基因决定型:如葫芦科的喷瓜存在雌雄同株、雌株和雄株三种性别类型,其性别由基因决定。
- (3) 染色体数目决定型:如蜜蜂的雄蜂由未受精的卵细胞发育而成,具有单倍体的染色体数目($n=16$);蜂王和工蜂由受精卵发育成,具有二倍体的染色体数目($2n=32$)。
- (4) 性染色体决定型:XY 型性别决定是最常见的性别决定类型,如哺乳动物以及菠菜等雌雄异株的植物都属于 XY 型性别决定生物,XY 型性别决定生物雌性个体的体细胞内含有 2 条同型的性染色体(XX),雄性个体的体细胞内含有 2 条异型的性染色体(XY)。鸟类、鳞翅目昆虫等属于 ZW 型性别决定。ZW 型性别决定生物的性染色体组成和 XY 型相反,雄性个体的体细胞内具有 2 条同型的性染色体(ZZ),雌性个体的体细胞内具有 2 条异型的性染色体(ZW)。若为性染色体决定性别,则决定性别的基因位于性染色体上,性染色体上的基因不都与性别决定有关,但位于性染色体上的基因的遗传与性别相关联。

刷提分

1. C 突破点 ▶ 图表分析—红绿色盲的遗传机制

【解析】据题图可知,染色体上绿色觉基因重复可表现为色觉正常,A 错误;由题干可知,两种基因可在染色体配对时发生交换,因此两种基因的交换过程发生在减数分裂 I 前期,B 错误;男性的性染色体组成为 XY,女性的性染色体组成为 XX,因此含(c)和(d)染色体女性的儿子的 X 染色体为母亲的(c)或(d),可能表现为绿色盲或红色盲,C 正确;人类绿色盲和红色盲均是伴 X 染色体遗传,与性别相关联,D 错误。

2. ABD 考查点 ▶ 染色体组型和性别决定

【解析】长翅(A)对短翅(a)为完全显性, F_1 雌雄昆虫中表型比例不同,则可推知 A/a 基因位于性染色体上。 F_1 中,雄性:雌性=5:3,故可推知 F_1 雌性昆虫有 $\frac{1}{4}$ 表现为雄性,这部分昆虫常染色体上的基因 b 为纯合,即亲本关于 B、b 的基因型均为 Bb。母本为短翅雌性,则母本的基因型为 BbX^aX^a ,若控制长短翅的基因 A、a 仅位于 X 染色体上,则可推知父本的基因型为 BbX^AY ,此种情况 F_1 中无法出现短翅雌性个体,与题图不符;因此,控制长短翅的基因 A、a 应位于 X、Y 染色体的同源区段,且父本的基因型为 BbX^aY^A ,即亲本的基因型为 BbX^aX^a 和 BbX^aY^A ,A 错误。亲本基因型为 BbX^aX^a 和 BbX^aY^A , F_1 基因型(表型)为 $B_X^aX^a$ (短翅雌性)、 bbX^aX^a (短翅雌性,但不能产生配子)、 $B_X^aY^A$ (长翅雄性)、 bbX^aY^A (长翅雄性),雄性可育个体的基因型有 BBX^aY^A 、 BbX^aY^A 、 bbX^aY^A ,共 3 种,B 错误。 F_1 中雄性可育个体的基因型及比例为 $BBX^aY^A : BbX^aY^A : bbX^aY^A = 1 : 2 : 1$,可求得 F_1 产生的雄配子基因型及比例为 $BX^a : BY^A : bX^a : bY^A = 1 : 1 : 1 : 1$,即 F_1 能产生四种比例相等的雄配子,C 正确。 F_1 中短翅雌性的基因型及概率为 $\frac{1}{3}BBX^aX^a$ 、 $\frac{2}{3}BbX^aX^a$,其可以产生的雌配子基因型及概率为 $\frac{2}{3}BX^a$ 、 $\frac{1}{3}bX^a$,结合 C 项分析可知, F_1 可产生的雄配子基因型及概率为 $\frac{1}{4}BX^a$ 、 $\frac{1}{4}BY^A$ 、 $\frac{1}{4}bX^a$ 、 $\frac{1}{4}bY^A$,故 F_1 自由交配产生的 F_2 中雌性纯合子占比为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$ (基因型为 bbX^aX^a 的个体表现为雄性),D 错误。

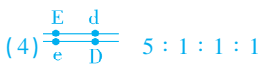
刷有所得

当子代雌雄个体表型及比例不同时,应首先考虑伴性遗传,当题干中没有说明“不考虑 X、Y 染色体同源区段”,且按伴 X 染色体遗传推测得出的结论与事实矛盾时,应考虑基因位于 X、Y 染色体同源区段的情况。

3. D 考查点 ▶ 伴性遗传及应用

【解析】实验一中,亲代均为红眼,则亲本的 b 基因均为纯合,子代出现性状分离,且与性别无关,则可推测 A/a 位于常染色体,且实验一亲本关于 A/a 的基因型均为 Aa,因而 F_1 才能出现白眼:红眼=1:3 的性状分离比,即决定白色前体 2 的形成的基因为显性基因 A, A 正确;实验二中, F_1 雄性全为红眼,雌性全为白眼,可推知眼色性状存在伴性遗传,而 A/a 基因位于常染色体,故可知 B/b 位于性染色体,可推知实验一的亲本基因型为 AaX^bX^b 和 AaX^bY ,实验二中, F_1 雄性全为红眼 (A_X^bY),雌性全为白眼,而亲本均为白眼,则亲本的基因型为 aaX^bX^b 和 AAX^BY , B 正确;实验一的亲本基因型为 AaX^bX^b 和 AaX^bY ,子代中纯合红眼雌性个体占比为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$, C 正确;实验一中 F_1 雄性基因型为 $_X^bY$,实验二中 F_1 雌性基因型为 AaX^BX^b ,二者自由交配,先分析 A/a,雄配子中 $A:a=1:1$,雌配子中 $A:a=1:1$,则子代基因型及比例为 $A_ : aa=3:1$,再分析 B/b,在自由交配的情况下产生的子代的基因型及比例为 $X^bX^b : X^bY : X^BX^b : X^BY=1:1:1:1$;则实验三 F_1 的表型(基因型)及比例为白眼雌 ($3A_X^BX^b$ 、 $1aaX^BX^b$ 、 $1aaX^bX^b$) : 白眼雄 ($3A_X^BY$ 、 $1aaX^BY$ 、 $1aaX^bY$) : 红眼雌 ($3A_X^bX^b$) : 红眼雄 ($3A_X^bY$) = 5:5:3:3,即 F_1 雌雄昆虫均表现为白眼:红眼=5:3, D 错误。

4. (1) 能 遵循 控制翅型和体色的基因分别位于常染色体和 X 染色体上 (2) aaX^BY $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ (3) ② 网状翅 正常翅



突破点 ▶ 实验探究—探究基因在染色体上的位置

思路分析

实验①中,正常翅与网状翅杂交,后代全为正常翅,说明正常翅对网状翅为显性,灰体与灰体杂交,后代出现黄体,说明灰体对黄体为显性;分析实验②可知体色性状的遗传与性别相关联,控制该性状的基因位于 X 染色体上,结合实验①②结果可知,控制翅型的基因位于常染色体上。

【解析】(1) 两对基因均不位于 Y 染色体上,由实验②结果可知,体色性状与性别相关联,控制该性状的基因位于 X 染色体上,若黄体为显性性状,则实验②亲本关于体色的基因型为 X^BX^b 或 X^BX^B 与 X^bY ,所得子代的表型及比例与现有结果不符,故推测灰体为显性,即仅根据实验②可判断灰体与黄体的显隐性关系。结合实验①②可知,控制翅型的基因 (A/a) 位于常染色体上,控制体色的基因 (B/b) 位于 X 染色体上,即控制翅型和体色的两对等位基因位于两对同源染色体上,因此,果蝇正常翅和网状翅、灰体和黄体这两对相对性状的遗传遵循基因的自由组合定律。

(2) 实验①中,正常翅与网状翅杂交,后代全为正常翅,说明正常翅对网状翅为显性,结合实验①②结果可知,控制翅型的基因位于常染色体上。所以实验①亲本的基因型为 AAX^BX^b 、 aaX^BY , F_1 雌果蝇基因型及概率为 $\frac{1}{2}AaX^BX^B$ 、 $\frac{1}{2}AaX^BX^b$,雄果蝇基因型及

概率为 $\frac{1}{2}AaX^BY$ 、 $\frac{1}{2}AaX^bY$ ； F_1 中基因 B 的基因频率为 $\frac{2}{3}$ ； F_1 个体间随机交配，所得子代中基因 B 的基因频率不变，仍然为 $\frac{2}{3}$ 。

(3) 假设翅型基因位于 X、Y 染色体的同源区段上，通过 F_1 果蝇与其亲本回交来确定，用实验②中的亲本雌果蝇与 F_1 雄果蝇进行回交，若后代雌果蝇全为网状翅，雄果蝇全为正常翅，则证明 A、a 位于 X、Y 染色体同源区段，若后代雌雄个体的表型及比例均为正常翅：网状翅 = 1：1，则 A、a 位于常染色体。

(4) 从结果 I 可知有斑为隐性性状，且双亲关于无斑性状的基因型为 Dd，同理，双亲关于长翅性状的基因型为 Ee，E、e 与 D、d 位于一对同源染色体上有两种可能，①E 与 d 连锁、e 与 D 连锁，②E 与 D 连锁、e 与 d 连锁。已知在减数分裂时，雌果蝇同源染色体的非姐妹染色单体间发生互换，而雄果蝇不发生，分析题干信息，位于一对同源染色体上位置相距非常远的两对等位基因，与非同源染色体上的两对等位基因在形成配子时的比例很接近而难以区分，即雌配子基因型及比例为 dE：DE：De：de = 1：1：1：1。若为情况①，则雄配子类型及比例为 dE：De = 1：1，后代表型（基因型）及比例为无斑长翅（DdEE、DdEe、DDEe）：无斑短翅（DDee、Ddee）：有斑长翅（ddEE、ddEe）= 4：2：2，符合结果 I。若为情况②，则雄配子类型及比例为 DE：de = 1：1，后代表型（基因型）及比例为无斑长翅（DdEE、DdEe、DDEe、DDEE）：无斑短翅（Ddee）：有斑长翅（ddEe）：有斑短翅（ddee）= 5：1：1：1。

刷有所得

子代雌性和雄性性状表现不同时，根据伴性遗传具有交叉遗传的特点，可推测出亲本的基因型与表型，进而确定性状显隐性。如本题中的实验②中结合交叉遗传的特点， F_1 雌果蝇和亲本雄果蝇均为灰体，则灰体为显性性状（可结合伴 X 染色体显性遗传的特点进行推断）。

5. (1) 常 正反交结果相同 (2) 不是 M 和 N 杂交产生的 F_1 均为正常眼纹（或若 M 和 N 为同一位点突变，则 F_1 应为眼纹全黑或第 2 眼纹全黑） (3) 正常眼纹：眼纹全黑 = 1：1 (4) 染色体变异/染色体结构变异/易位 eeZZ $\frac{1}{7}$

突破点 ▶ 信息提取—家蚕变异原因

【解析】(1) 据题表信息可知，用不同眼纹个体进行正反交，所得结果相同，说明控制眼纹性状的基因位于常染色体上。

(2) 第 2 组用品系 M、N 进行正反交实验， F_1 全为正常眼纹，说明突变品系 M 和 N 不是同一位点突变。若是同一位点突变，M 和 N 中相关基因是等位基因的关系，则两品系杂交所得 F_1 的结果应为眼纹全黑或第 2 眼纹全黑。

(3) 由第 2 组正反交所得 F_1 全为正常眼纹可知，突变体 M、N 都是发生了隐性突变。假设正常眼纹的基因型为 AABb，突变体 M 的基因型为 aaBb，突变体 N 的基因型为 AAbb，则 N 与 M 杂交所得 F_1 基因型为 AaBb。由第 2 组 F_2 的表型及比例可知，两对基因的遗传不遵循自由组合定律，即两对基因存在连锁现象， F_1 (AaBb，产生 Ab、aB 两种比例相等的配子) 与突变体 M (aaBB，产生 aB 一种类型的配子) 杂交，所得子代基因型及比例为 AaBb：aaBB = 1：1，相应的表型及比例为正常眼纹：眼纹全黑 = 1：1。

(4) 题图所示变异类型为常染色体上的 E 基因所在片段易位到了 W 染色体上，属于染色体结构变异中的易位。利用隐性黑卵雌蚕 (eeZW^E) 与基因型为 eeZZ 的家蚕杂交，子代基因型为 eeZZ、eeZW^E，即白卵的为雄性，黑卵的为雌性，故可在子代中通过卵的颜色筛选出雄蚕，进而实现多养雄蚕的目的。用隐性黑

卵家蚕 $eeZW^E$ 与纯合的正常黑卵家蚕 $EEZZ$ 杂交, F_1 的基因型为 $EeZZ$ 、 $EeZW^E$, 由于位于 W 染色体上的 E 基因会导致常染色体上含有 E 的卵细胞 50% 死亡, 所以 $EeZW^E$ 产生的雌配子类型及比例为 $EZ : eZ : EW^E : eW^E = 2 : 2 : 1 : 2$, $EeZZ$ 产生的雄配子种类及比例为 $EZ : eZ = 1 : 1$, 所以 F_1 随机交配, F_2 中白卵个体 ($eeZZ$) 的比例为 $\frac{2}{7} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{7}$ 。

第 4 节 人类遗传病

刷基础

1. A 考查点 ▶ 人类遗传病的类型及实例

【解析】白血病不属于遗传病, 单基因遗传病是指受一对等位基因控制的遗传病, A 错误; 21 三体综合征属于染色体数目变异引起的疾病, 可用显微镜观察组织细胞切片, 判断待测者是否患有 21 三体综合征, B 正确; 亲缘关系越近, 带有相同隐性致病基因的可能性越大, 隐性性状只有在其基因纯合时才表现出来, 故近亲结婚使所生后代隐性基因纯合的机会大大增加, 因而后代患隐性遗传病的可能性增大, C 正确; 受精卵或母体受到环境的影响, 引起的遗传物质改变引起的疾病属于遗传病, D 正确。

2. A 考查点 ▶ XYY 综合征

【解析】XYY 综合征患者染色体核型为 $44+XYY$, 其产生的配子有 $22+X$ 、 $22+Y$ 、 $22+XY$ 、 $22+YY$ 四种类型, 正常女性产生的配子为 $22+X$, 仅一种类型, 受精后后代染色体核型为 $44+XX$ 、 $44+XY$ 、 $44+XXY$ 、 $44+XYY$, 共 4 种类型, A 错误; 因为 XYY 综合征患者交配产生的后代可能出现染色体核型异常情况, 所以为了避免患病胎儿的出生, 需要进行产前诊断以明确胎儿核型, B 正确; XYY 综合征为染色体数目异常遗传病, 染色体数可以通过显微镜观察, 所以 XYY 综合征可通过显微镜观察诊断, C 正确; 减数分裂 II 后期, Y 染色体不分离可能使部分精子含有两条 Y 染色体, D 正确。

3. B 突破点 ▶ 信息提取—人类遗传病的类型及产前诊断

【解析】该病的发生与 EDA 基因编码的跨膜蛋白功能缺失密切相关, 所以该病为单基因遗传病, 根据患者均为男性, 其双亲不患病, 可知该病不是伴 Y 染色体遗传病, 该家庭中患者均为男性, 则该病最可能是伴 X 染色体隐性遗传病, A 错误; 男性患者的母亲往往携带致病基因, 且致病基因的出现是 EDA 基因突变导致的, B 正确; 该病为伴 X 染色体隐性遗传病, 故该家族男性患者的母亲应为致病基因携带者, 即家族中的女性非完全正常, C 错误; 基因突变不会导致细胞中染色体上基因数量发生改变, D 错误。

4. BC 考查点 ▶ 遗传系谱图的分析

【解析】调查人群中遗传病的发病率时, 最好选取发病率较高的单基因遗传病, A 正确; 由于家族 2 中的 I_2 的基因型为 $AaTT$, 且家族 2 中的 I_1 只携带了致病基因 t , 故其基因型为 $AATt$, 家族 2 中的 II_1 患病, 由于具有两个非等位致病基因也可患病, 故其基因型为 $AaTt$, 可知 a 与 T 基因位于同一条染色体上, A 与 t 基因位于同一条染色体上, B 错误; 细胞衰老后细胞膜通透性改变, 使物质运输功能减弱, C 错误; 家族 1 中, III_1 的基因型为 $AaTT$, II_3 的基因型是 $aaTT$, 基因 a 、 T 位于同一条染色体上, 而家族 2 中的 III_1 的基因型可能为 $AaTT$ (基因 a 、 T 位于同一条染色体上)、 $AATt$ (基因 A 、 t 位于同一条染色体上) 或 $AATT$, 如果家族 1 中的 III_1 与家族 2 中的 III_1 结婚, 可能生出基因型为 $aaTT$ 或 $AaTt$ 的患病子代, D 正确。

易错警示

调查人类遗传病的发病率时,需在人群中随机调查;调查人类遗传病的遗传方式时,需在患者家系中调查。

5. B 考点 ▶ 利用电泳图判定遗传方式

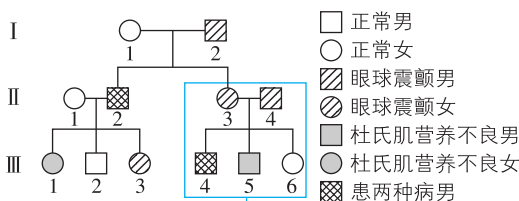
思路分析

由题图可知,1号和3号为杂合子,2号和4号为纯合子,两个条带中一个为隐性基因,另一个为显性基因。若1号或3号正常,则该病为隐性遗传病;若1号或3号患病,则该病为显性遗传病。在没有明确基因位置的前提下,需要按常染色体遗传和伴性遗传分别讨论。

【解析】假设控制该病的基因为A、a,若亲代1、2号均正常,则该病为隐性遗传病,假设该病为常染色体隐性遗传病,则1号基因型为Aa,2号基因型为AA,4号为aa,但1号和2号的子代基因型不会出现aa,故该假设不成立,因此该病为伴X染色体隐性遗传病,1号基因型为 $X^A X^a$,2号基因型为 $X^A Y$,4号基因型为 $X^a Y$,4号致病基因只能传给女儿不能传给儿子,A正确;若1、2号为患病的父母,则条带一为显性致病基因,该病为显性遗传病,若为常染色体显性遗传病,则亲代基因型为Aa和AA,无法得到基因型为aa的子代(4号),故该假设不成立,若为伴X染色体显性遗传病,则亲代基因型为 $X^A X^a$ 和 $X^A Y$,所生女孩一定患病,B错误;若3、4号均为患病的子代,则条带二为显性致病基因,若该病为常染色体显性遗传病,则亲代基因型为Aa和aa,无法得到基因型为AA的子代(4号),故该假设不成立,若为伴X染色体显性遗传病,则亲代基因型为 $X^A X^a$ 和 $X^a Y$,再生一个患病男孩的概率为 $\frac{1}{4}$,C正确;若3、4号均正常,则条带二为显性正常基因,2号个体的隐性致病基因未遗传给4号,可推知该病为伴X染色体隐性遗传病,则该遗传病的发病率在男性和女性中有差异,D正确。

6. C 考点 ▶ 系谱图中遗传方式的判定及应用

题图解读



Ⅱ₃和Ⅱ₄不患杜氏肌营养不良,只患眼球震颤,且Ⅱ₄不携带杜氏肌营养不良的致病基因,但生出两病皆患的儿子Ⅲ₅,和两病均不患的女儿Ⅲ₆,由此可知,眼球震颤为常染色体显性遗传病,杜氏肌营养不良为伴X染色体隐性遗传病,人群中男患者多于女患者,A正确

【解析】Ⅱ₂患两种病,子代有不患眼球震颤的个体,故Ⅱ₂的基因型为 $AaX^b Y$,眼球震颤的致病基因来自Ⅰ₂,杜氏肌营养不良的致病基因来自Ⅰ₁,由题图解读可知,Ⅱ₃和Ⅱ₄的基因型分别为 $AaX^B X^b$ 、 $AaX^B Y$,由此可知,Ⅲ₄的基因型及概率为 $\frac{1}{3}AAX^b Y$ 、 $\frac{2}{3}AaX^b Y$,Ⅲ₁患杜氏肌营养不良,其基因型为 $X^b X^b$,则Ⅱ₁基因型为 $aaX^B X^b$,Ⅲ₃只患眼球震颤,其基因型为 $AaX^B X^b$,故Ⅲ₃与基因型和Ⅲ₄相同的男性婚配,子代患眼球震颤($A_$)的概率为

$1 - \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{5}{6}$, 不患眼球震颤的概率为 $\frac{1}{6}$, 子代患杜氏肌营养不良的女孩的概率为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{4} + \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$, 不患杜氏肌营养不良的女孩的概率为 $\frac{1}{4}$, 因此生育一个患一种病的女孩概率为 $\frac{5}{6} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{6} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$, B 正确, C 错误; 通过基因检测、羊水检测、遗传咨询等手段, 对遗传病进行检测和预防, 在一定程度上能够有效地预防遗传病的产生和发展, D 正确。

7. (1) ① (2) ①②④ ①②③④ (3) 不能 乙(1号个体)为杂合子, 但无法推断哪条条带代表致病基因, 哪条条带代表正常基因 (4) 致病基因和正常基因随减数第一次分裂时同源染色体的分离而分开

考查点 ▶ 遗传系谱图中遗传方式的判定

【解析】(1) M 病为常染色体显性遗传病, 可通过遗传咨询根据家族病史进行初步诊断, ①正确; M 病为常染色体显性遗传病, 不能通过血型进行检测, ②错误; ③B 超不能用于检测单基因遗传病, ③错误; 故选①。

(2) ①中 II-2、II-3 患病, III-1 不患病, 说明该病为显性遗传病, II-2 的母亲 I-2 不患该病, 说明该病不属于伴 X 染色体显性遗传病; ② I-1、I-2 患病, II-1 不患病, 说明该病为显性遗传病, II-2 的女儿 III-2 不患该病, 说明该病不属于伴 X 染色体显性遗传病; ③ I-1、I-2 不患病, II-3 患病, 说明该病为隐性遗传病, 不属于 M 病, 也不属于伴 X 染色体显性遗传病; ④ II-2 的女儿 III-1 不患病, 排除伴 X 染色体显性遗传, 但无法判断其是否为常染色体显性遗传病; 故题中单基因遗传病系谱图中, 可以属于 M 病的是①②④; 不属于 X 染色体显性遗传病的系谱图是①②③④。

(3) 乙患常染色体显性遗传病, 由电泳图可知, 乙(1号个体)为杂合子, 但无法推断哪条条带代表致病基因, 哪条条带代表正常基因, 因此该电泳图不能确定 2 号和 4 号个体携带了致病基因。(4) 该类型疾病女性患者(杂合子)致病基因和正常基因随减数第一次分裂时同源染色体的分离而分开, 从而产生不含致病基因的卵细胞。

8. C **考查点** ▶ 染色体异常遗传病及其调查

【解析】唐氏综合征属于染色体数目异常遗传病, 无致病基因, 在胎儿出生前进行基因检测无法确定胎儿是否患有唐氏综合征, A 错误; 患者细胞中含有 3 条 21 号染色体, 其性母细胞减数分裂时联会紊乱, 但可能形成可育配子, B 错误; 父亲的生育年龄也会影响新生儿患唐氏综合征的概率, C 正确; 应该在人群中随机调查并进行统计, 才能计算出该病的发病率, D 错误。

易错警示

染色体异常遗传病是由染色体结构异常或数目异常导致的遗传病, 不存在致病基因, 不能通过检测致病基因进行诊断。调查遗传病的发病率应该在人群中随机调查, 且样本应该足够大。

刷提分

1. C **考查点** ▶ 调查人类遗传病

【解析】伴 X 染色体隐性遗传病在男性中的发病率大于在女性中

的发病率, A 错误; 软骨发育不全(假设相关基因为 A 和 a) 为常染色体显性遗传病, 而且在人群中发病率为 M , 因此 aa 的基因型频率为 $1-M$, 则 a 的基因频率为 $\sqrt{1-M}$, 软骨发育不全基因 A 的基因频率为 $1-\sqrt{1-M}$, B 错误; 色弱为伴 X 染色体隐性遗传病, 男性中发病率为 N , $N < 1$, 在女性中的色弱的发病率为 N^2 , 因为 $N < 1$, 所以 $N^2 < N$, 即女性中色弱的发病率小于 N , 遗传性肾炎为伴 X 染色体显性遗传病(完全显性), 在男性中的发病率小于在女性中的发病率, 所以在女性中遗传性肾炎的发病率大于 Z , C 正确; 色弱为伴 X 染色体隐性遗传病, 因此, 色弱在男性中的发病率 = 男性中该基因频率 = 女性中该基因频率 = 人群中该基因频率 = N , 同理, 遗传性肾炎为伴 X 显性遗传病(完全显性), 遗传性肾炎在男性中的发病率 = 男性中该基因频率 = 女性中该基因频率 = 人群中该基因频率 = Z , D 错误。

2. D 考查点 ▶ 限性遗传与遗传系谱图结合

思路分析

根据题干信息, 该系谱图为单基因遗传病的系谱图, 致病基因位于常染色体上, 且只在男性中表现, 说明该遗传病为限性遗传, I_1 和 I_2 为纯合子, II_1 患病, 且为杂合子, 故该病为常染色体显性遗传病。

【解析】根据题干分析, 该病为常染色体遗传病且只在男性中发病, 假设相关基因用 A/a 表示, I_1 和 I_2 为纯合子, II_1 表现为患病且为杂合子, 故该病为常染色体显性遗传病, II_1 的基因型为 Aa, 其次级精母细胞中含 0 个或 2 个致病基因, A、B 错误; II_2 的基因型为 Aa, 与无亲缘关系的正常男性(aa) 婚配, 后代患病(基因型为 Aa 的男性) 的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, 即 25%, C 错误; 自然人群中患该病个体的频率为 18%, 则在男性群体中患该病的频率为 36%, 男性正常(aa) 的频率为 64%, a 的基因频率为 $\frac{8}{10}$, a 基因频率在男性和女性以及群体中都是一样的, 则 II_1 (Aa) 与无亲缘关系的正常女性婚配, 后代生女孩的概率为 50%, 都表现为正常, 生男孩正常的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{2} = 20\%$, 则后代正常的概率为 $50\% + 20\% = 70\%$, D 正确。

3. ABC 考查点 ▶ 遗传病与基因检测

【解析】密码子位于 mRNA 上, 而不位于基因上, A 错误; 观察题图中信息可知, 出现肾功能衰竭的 PKD 患者的 miRNA-15a 的相对含量远高于未出现肾功能衰竭的 PKD 患者, 由此可推测 PKD 患者的肾功能衰竭程度与 miRNA-15a 的表达水平之间不呈负相关, B 错误; 多囊肾病(PKD) 是一种常染色体显性遗传病, 其遗传与性别无关, 因此通过基因检测判断胎儿患 PKD, 无法判断胎儿的性染色体组成, C 错误; 促进核糖体与突变后的 PKD1 基因的 mRNA 结合会增加 P2 酶的合成, 从而加重 PKD 患者的肾衰竭病情, D 正确。

4. C 考查点 ▶ 人类遗传病与基因测序图结合

题图解读

分析题图 1 可知, 该病的遗传方式是常染色体隐性遗传, 相关基因用 S/s 表示, 由题图 2 可知, $II-1$ 为杂合子(Ss), $II-2$ 为纯合子(ss)。

【解析】由题图 2 可知,该患者 S 基因的第 786 号碱基发生了 G→A 的替换,A 错误。该病在人群中的发病率为 $\frac{1}{10\ 000}$,人群中正常男性的基因型及比例为 $SS:Ss=99:2$; II-4 的基因型及比例为 $\frac{1}{3}SS、\frac{2}{3}Ss$, II-4 与正常男性结婚,子女患病的概率 $=\frac{2}{101} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{303}$,B 错误。II-1 为杂合子 (Ss), II-2 为纯合子 (ss), III-1 基因型与 II-2 相同 (ss) 的概率为 $\frac{1}{2}$,C 正确。由题可知该病是由基因突变引起的遗传性疾病,不属于先天性疾病,D 错误。

5. (1) $> \frac{CAG}{GTC}$ (2) 显 $\frac{1}{4}$ (3) *STUB1* 突变导致 CHIP 蛋白不

足,导致突变的 *TBP* 编码的错误 polyQ 蛋白不能被降解而积累,最终导致神经元变性和死亡 (4) 患者自体骨髓间充质干细胞可能也携带了相应的异常基因,因此向各种神经元诱导分化受阻而导致治疗效果不明显 基因治疗,改变或替换患者体内的异常基因(或增强正常的 CHIP 蛋白活性)(合理即可)

考查点 ▶ 电泳图谱与遗传系谱图

题图解读

由题图甲、乙可知, II₂、II₃、III₂ 患病,且含有重复次数为 40 以上的 *TBP* 某片段序列,因此致病基因含重复次数为 40 以上的 *TBP* 某片段序列,正常基因含重复次数为 40 以下的 *TBP* 某片段序列;由题图乙可知, I₂ 的电泳结果与 II₃ 的相同,而 I₂ 表现正常,原因是基因 *STUB1* 编码的 CHIP 蛋白会降解谷氨酰胺重复数多的异常 polyQ 蛋白,使得 I₂ 不发病。

【解析】(1) 由题图乙可知,正常个体如 II₁ 中 *TBP* 基因某片段重复序列的数量在 30~40 个区间,而患者体内的重复序列数量明显增加,又由题干可知,患者体内由该基因编码的 polyQ 蛋白中重复谷氨酰胺的数量大大增加,所以患者体内 *TBP* 基因中含有 >40 个重复序列,谷氨酰胺的密码子是 CAG,对应的基因片段见答案。

(2) 已知 I₁、I₂ 各只携带一个致病基因, II₁ 不携带相关致病基因,题图乙电泳图表示 I₂ 携带 *TBP* 突变基因。假设 *TBP* (A/a) 为隐性突变致病, *STUB1* (B/b) 为隐性突变致病,则 II₁ 基因型为 AABB, II₂ 基因型为 aabb,推得 I₁ 基因型为 AaBb,与题意不符,该假设不合理;假设 *TBP* (A/a) 为隐性突变致病, *STUB1* (B/b) 为显性突变致病,则 II₁ 基因型为 AA⁻bb, II₂ 基因型为 aaB⁻b,推得 I₁ 基因型为 Aabb,与电泳图不符,该假设不合理;假设 *TBP* (A/a) 为显性突变致病, *STUB1* (B/b) 为隐性突变致病,同理可证该假设不合理;假设 *TBP* (A/a) 为显性突变致病, *STUB1* (B/b) 为显性突变致病,则 II₁ 基因型为 aabb, II₂ 基因型为 AaBb,推得 II₃ 基因型为 AaBb, I₁ 基因型为 aaBb, I₂ 基因型为 Aabb,符合题意。II₃ 基因型为 AaBb,与不携带相关致病基因的正常人 (aabb) 婚配,后代患该病 (AaBb) 的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 。

(3) 根据上述信息推测,SCA 致病的机制可能是 *STUB1* 突变导致 CHIP 蛋白不足,而 CHIP 蛋白能降解神经退行产生的错误蛋白,所以 CHIP 蛋白不足可能有利于 *TBP* 编码的 polyQ 蛋白积

累,最终导致神经元变性和死亡。

(4) 自体骨髓间充质干细胞治疗效果不明显的根本原因是患者自体骨髓间充质干细胞可能携带了相应的异常基因,因此向各种神经元分化受阻;治疗该遗传病可能的方向有基因治疗,改变或替换患者体内的异常基因,或者增强正常的 CHIP 蛋白活性等。

6. (1) 肝 基因通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而控制生物体的性状 (2) 乙酶缺陷 患 GSD 家系 (3) 随机取样,且样本足够大 $\frac{2+x}{4+4x}$ (4) 乙 ggX^BX^B 或 ggX^BX^b (5) 进行遗传咨询和产前诊断

考查点 ▶ 糖原累积病

思路分析

分析题意,题图 1 表示甲、乙、丙三种酶参与葡萄糖和糖原之间的转化,其中乙和丙酶功能缺陷会导致葡萄糖含量降低;由题图 2 判断甲酶缺陷 GSD 是常染色体隐性遗传,乙、丙两种酶缺陷均为隐性遗传,丙酶缺陷 GSD 女性患者生育有正常儿子,可排除伴 X 染色体隐性遗传,由题意知,三种病中至少一种是伴性遗传,所以乙酶缺陷 GSD 是伴 X 染色体隐性遗传。

【解析】(1) 葡萄糖与糖原之间的转化主要发生在肝细胞中,所以题图 1 中的三种酶最可能同时存在于人体的肝细胞。GSD 是由于相关酶的基因发生突变导致相应酶功能缺陷从而表现出病症,体现出基因可以通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而控制生物体的性状。

(2) 分析题图 2, III_1 母亲的双亲表型正常,生出的女儿有患病的,说明甲酶缺陷 GSD 的遗传方式是常染色体隐性遗传, III_5 的双亲表型正常,生出的儿子患病,说明丙酶缺陷 GSD 为隐性遗传病,且 III_7 父亲的母亲(I_4)患病,生出的儿子正常,说明该隐性致病基因位于常染色体上,故丙酶缺陷 GSD 的遗传方式是常染色体隐性遗传, III_5 母亲的双亲表型正常,生出的儿子患病,说明乙酶缺陷 GSD 为隐性遗传病,结合题意三种病中至少一种是伴性遗传,则乙酶缺陷 GSD 为伴 X 染色体隐性遗传病。三种 GSD 亚型的遗传方式是在患 GSD 家系中调查获得的。

(3) 若要比较三种 GSD 亚型在人群中的发病率,应在人群中随机抽样调查,且调查的人群数量要足够大,以确保调查结果的准确性。由家系 1 的系谱图可知,甲酶缺陷型 GSD 为常染色体隐性遗传病,致病基因 a 的基因频率为 x ,则正常基因 A 的基因频率为 $1-x$,正常人中基因型为 AA 的概率为 $(1-x)^2$,基因型为 Aa 的概率为 $2x(1-x)$,基因型为 aa 的概率为 x^2 。 II_1 的基因型为 Aa, II_1 与表型正常的人结婚,只有与基因型为 Aa 的人结婚才有可能生出患病孩子,正常人群中基因型 Aa 的概率为 $2x(1-x) \div [(1-x)^2 + 2x(1-x)] = \frac{2x}{1+x}$ 。 II_1 与正常人结婚生正常男孩的概率为 $\left(1 - \frac{1}{4} \times \frac{2x}{1+x}\right) \times \frac{1}{2} = \frac{2+x}{4+4x}$ 。

(4) 乙酶缺陷 GSD 是伴 X 染色体隐性遗传, III_5 是女性且双亲均正常,则 III_5 一定不患乙酶缺陷 GSD, III_5 长期表现为低血糖,则可能是丙酶功能缺陷导致的,丙酶缺陷 GSD 的遗传方式是常染色体隐性遗传,乙酶缺陷 GSD 为伴 X 染色体隐性遗传病,所以

III₅ 基因型可能是 $ggX^B X^B$ 或 $ggX^B X^b$ 。

(5) 家系 2 和家系 3 中的 II₄ 和 II₅ 已经生下一个患丙酶缺陷 GSD 的男孩,若再生一个孩子,也有患病风险,为优生优育,建议进行遗传咨询和产前诊断(如基因检测等),以评估胎儿患病的风险。

专题 2 探究基因在染色体上的位置

刷 难关

1. D 考查点 ▶ 两对等位基因位置的判断

【解析】如果实验①②的 F_2 茧色比例在雌、雄中分布相同,即性状表现与性别无关,则可推知两对等位基因都位于常染色体上,A 正确;如果实验①②的 F_2 茧色比例在雌、雄中分布不同,即性状表现与性别有关,则可能有一对等位基因位于 Z 染色体上,B 正确;若 F/f 在常染色体上,则实验①亲本的基因型可表示为 FFee(或 FFZ^eW)和 ffEE(或 ffZ^EZ^E),则 F_1 的基因型为 FfEe(或 FfZ^EZ^e和 FfZ^EW),只考虑茧色, F_2 的性状分离比为 9:3:3:1,与 E/e 所在染色体的情况无关,C 正确;若 E/e 在常染色体上,则实验②亲本的基因型可表示为 EEff(或 EEZ^fW)和 eeFF(或 eeZ^FZ^F),则 F_1 的基因型为 EeFf(或 EeZ^FZ^f和 EeZ^FW),只考虑茧色, F_2 的性状分离比为 9:3:3:1,F/f 所在染色体的情况不会影响实验②的 F_2 茧色比例,D 错误。

2. (1) 隐 非等位基因 随机性 (2) 在低温条件下,将突变品系甲、乙杂交,收获乙植株上所结的种子获得 F_1 ,正常温度条件下种植 F_1 , F_1 均为雄性可育,使其自交获得 F_2 ,正常条件下种植 F_2 ,并统计其育性及比例 若 F_2 中雄性可育:雄性不育=9:7,则两对基因位于非同源染色体上;若 F_2 中雄性可育:雄性不育=1:1,则两对基因位于同一对同源染色体上 (3) 能 若突变基因位于 6 号染色体上,雄性不育是隐性性状,则 F_2 中全部雄性不育植株应均为只含 DNA 分子标记 a 的个体,PCR 扩增及电泳后不可能出现类型 II(只含 DNA 分子标记 A)和类型 III(含 DNA 分子标记 A、a) (4) D3 基因发生了碱基对的替换,引起 mRNA 上终止密码子提前出现,翻译提前终止

突破点 ▶ 信息提取—PCR 技术探究基因位置

【解析】(1) 依题意,野生型(雄性可育)和甲(雄性不育)杂交,子代全为雄性可育,可推断雄性不育是隐性性状。若控制两个突变体雄性育性的相关基因为等位基因,则杂交组合三中会出现雄性不育个体,由于组合三中没有出现雄性不育个体,故控制两个突变体雄性育性的相关基因只能为非等位基因。这两种突变体分别由非等位基因突变而来,说明细胞中的不同 DNA 分子均可以发生基因突变,体现了基因突变的随机性。

(2) 依题意,实验目的为推断雄性不育相关基因在染色体上的位置关系,即探究控制甲乙不育性状的基因是位于同源染色体上还是位于非同源染色体上。品系甲经低温($<21\text{ }^{\circ}\text{C}$)处理可以恢复育性,则品系甲在低温条件下可作父本,品系乙可作母本进行杂交实验。

实验思路:在低温条件下,将突变品系甲、乙杂交,收获乙植株上所结的种子获得 F_1 ,正常温度条件下种植 F_1 , F_1 均为雄性可育,使其自交获得 F_2 ,正常条件下种植 F_2 ,并统计其育性及比例。

预期实验结果与结论:若 F_2 中雄性可育:雄性不育=9:7,则两对基因位于非同源染色体上;若 F_2 中雄性可育:雄性不育=

1:1,则两对基因位于同一对同源染色体上。

(3)依题意,甲的6号染色体上具有DNA分子标记a,野生型的6号染色体上具有DNA分子标记A,甲为隐性的雄性不育个体,若雄性不育基因也在6号染色体上,则隐性不育基因与a标记都在6号染色体上,则对雄性不育植株组织中的DNA用A、a特异性引物进行PCR时,电泳结果不会出现类型Ⅱ(只含DNA分子标记A)和类型Ⅲ(同时含DNA分子标记A、a),故通过PCR扩增和电泳结果可确定雄性不育基因不在6号染色体上。

(4)依题意,突变基因的mRNA长度不变,说明D3基因的突变是由碱基对替换引起的。合成的多肽链缩短,说明翻译时所用的突变后基因对应的mRNA上终止密码子提前出现,导致翻译提前终止。

3. (1)遵循 F_1 自交所得 F_2 中植株表型及其比例符合 9:3:3:1 的变式 (2)4 (3)相同 $TtRr$ (4)0次:1次:2次:3次:4次=9:16:8:2:1 (5)3-5-1-6-4-2 1、6

突破点 ▶ 实验探究—探究基因位置

【解析】(1)基因型为 $ttRR$ 和 $TTrr$ 的个体杂交得到 F_1 , F_1 基因型为 $TtRr$, F_1 自交得到 F_2 , 统计 F_2 中表皮毛分支次数及对应植株所占比为 4:6:3:2:1, F_2 中不同表型对应植株所占比例之和为 16, 符合 9:3:3:1 的变式, 说明基因 T/t 和基因 R/r 的遗传遵循基因的自由组合定律。

(2) F_1 基因型为 $TtRr$, F_1 自交得到 F_2 , F_2 中表皮毛分支次数为 0~4 的对应基因型及比例为 $tt_ _ : TtR_ : TTR_ : Tttr : TTrr = 4:6:3:2:1$, 故基因型为 $TTrr$ 的个体表皮毛分支次数是 4。

(3) 结合(2)可知, 基因型为 $TTRR$ 和 $TTRr$ 的个体表皮毛分支次数都是 2, 表皮毛分支次数为 3 的基因型为 $Tttr$ 。

(4) F_2 中表皮毛分支次数为 1 的个体基因型为 $TtR_ (\frac{1}{3}TtRR、\frac{2}{3}TtRr)$, 该群体个体自由交配, 产生的配子类型及概率为

$\frac{1}{3}TR、\frac{1}{3}tR、\frac{1}{6}Tr、\frac{1}{6}tr$, 后代表型(基因型)及其比例为 0 次

($tt_$): 1 次($TtR_$): 2 次($TTR_$): 3 次($Tttr$): 4 次($TTrr$) =

$(\frac{1}{6} \times \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{6} \times 2) : (\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times 2 + \frac{1}{3} \times \frac{1}{6} \times 2 + \frac{1}{3} \times$

$\frac{1}{6} \times 2) : (\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{6} \times 2) : (\frac{1}{6} \times \frac{1}{6} \times 2) : (\frac{1}{6} \times \frac{1}{6}) = 9 :$

16:8:2:1。

(5) 题图中编号相同的为同一标记, 将 5 个片段在相同标记处两两拼接起来, 即可得到 6 个分子标记在 5 号染色体上的排序为 3-5-1-6-4-2。若基因 T 位于分子标记 4、6 或 4、2 之间, 则在片段 C、D、E 均会检测到基因 T , 现仅有片段 C 和 D 检测到基因 T , 说明基因 T 不位于分子标记 4、6 或 4、2 之间, 而是位于分子标记 1、6 之间。

4. (1) F_1 雌性中金羽:银羽=2:1, 雄性中金羽:银羽=1:2, 表现出性状与性别相关联 不能 若亲本中的雌鸡 W 染色体上均为金羽基因, 也可得到上述杂交实验结果 (2) $\frac{7}{12}$ $\frac{11}{18}$

(3) 雌性 P7~P9

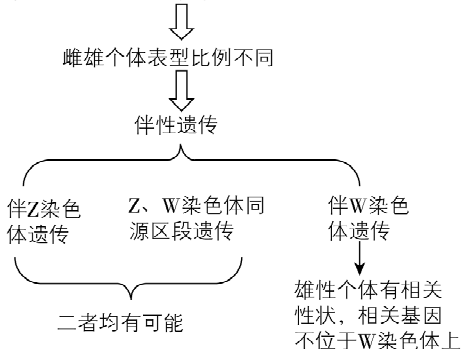
突破点 ▶ 信息提取—探究基因在染色体上的位置

题图解读

判断遗传方式应观察子代雌雄个体表型比例是否相同

金羽♀ : 金羽♂ : 银羽♀ : 银羽♂
2 : 1 : 1 : 2

特殊比例形成原因: 亲本为鸡群自由交配



在性别决定方式为ZW型的生物的伴性遗传中: 根据子代雌性性状的比例可推出亲本雄性产生的雄配子种类及比例, 再结合子代雄性性状的比例, 可推出亲本雌性产生的雌配子种类及比例。

假设控制鸡的金羽、银羽的基因用A、a表示:

(1) F_1 ♀: 金羽 : 银羽 = 2 : 1

$Z^aW : Z^AW = 2 : 1$

亲本雄配子种类及比例为

$Z^a : Z^A = 2 : 1$

(2) F_1 ♂: 金羽 : 银羽 = 1 : 2

$Z^aZ^a : Z^AZ^a = 1 : 2$

已知雄配子 Z^a 比例为 $\frac{2}{3}$
 F_1 ♂中 Z^aZ^a 比例为 $\frac{1}{3}$
 $\frac{1}{3} = \frac{2}{3} \times \text{雌配子中} Z^a \text{的比例}$

雌配子中 Z^a 的比例为 $\frac{1}{2}$

雌配子中 $Z^a : Z^A = 1 : 1$

F_1 中 $\left\{ \begin{array}{l} \text{♀} : Z^aW : Z^AW = 2 : 1 \\ \text{♂} : Z^AZ^A \left(\frac{1}{6} \right) : Z^AZ^a \left(\frac{1}{2} \right) : Z^aZ^a \left(\frac{1}{3} \right) \\ \quad 1 : 3 : 2 \end{array} \right.$

计算基因频率可将基因型比例换成个数, 根据题意即可求得基因频率。

【解析】(1) 一群鸡自由交配, F_1 雌性中金羽 : 银羽 = 2 : 1, 雄性中金羽 : 银羽 = 1 : 2, 表现出性状与性别相关联, 说明控制金羽、银羽的一对等位基因位于性染色体上, 属于伴性遗传。若控制金羽、银羽的等位基因位于Z、W染色体的同源区段上, 且亲本中的雌鸡的W染色体上均为金羽基因, 也可得到上述杂交实验结果, 因此不能排除控制金羽、银羽的等位基因位于Z、W染色体的同源区段上。

(2) 由题图解读可知,依据 F_1 的比例,可推出亲本产生的雄配子和雌配子的种类和比例,进而推知 F_1 雄鸡的基因型及比例为 $Z^A Z^A : Z^A Z^a : Z^a Z^a = 1 : 3 : 2$, F_1 雌鸡的基因型及比例为 $Z^A W : Z^a W = 1 : 2 = 2 : 4$ (注意计算基因频率时雌、雄个体比例需保持 $1 : 1$), 则 F_1 雄鸡中金羽基因 (Z^a) 的基因频率是 $(3+2 \times 2) \div (6 \times 2) = \frac{7}{12}$ 。 F_1 中金羽基因 (Z^a) 的基因频率 $= (3+2 \times 2+4) \div (6 \times 2+6) = \frac{11}{18}$ 。在理想状态下,种群基因频率不改变,因此若每代都自由交配 (理想状态), 雄鸡中金羽基因 (Z^a) 的基因频率会逐渐趋向于 $\frac{11}{18}$ 。

(3) 一批纯种黑羽鸡与金羽、银羽鸡杂交后,后代均表现为黑羽,说明黑羽对金羽、银羽为显性性状。已知黑羽是由 11 号染色体上的一对等位基因 (用 B 、 b 表示) 控制,则黑羽基因与金羽、银羽基因可自由组合,根据 F_2 中银羽鸡 ($bbZ^A _$) 占比 $\frac{3}{16}$,可初步推测 F_2 的性状分离比为 $9 : 3 : 3 : 1$ 的变式,则 F_1 的基因型为 $BbZ^A Z^a$ 、 $BbZ^A W$,则亲本中金羽鸡的基因型只能为 $bbZ^a W$,均为雌性。综上分析,这两只金羽鸡的性别是雌性。 F_2 中的金羽鸡和银羽鸡都不含有黑羽基因,与黑羽个体相比,二者题图中遗传标记检测的结果均不含有 P7~P9 之间的片段,据此推知:黑羽基因在 11 号染色体上的位置在分子标记 P7~P9 之间。

全章综合提升

刷素养

1. D 考查点 ▶ 伴性遗传的遗传规律及应用

思路分析

家蚕的性别决定方式为 ZW 型,则雌性性染色体组成为 ZW ,雄性性染色体组成为 ZZ 。因多只普通蚕 ♀ (ZW) 与多只油蚕 ♂ (ZZ) 进行多组杂交实验,杂交产生的 F_1 中均有普通雄蚕和油性雌蚕,设相关基因为 B/b ,则可推知亲代基因型分别为 (雌) $Z^B W$ 、(雄) $Z^b Z^b$ 。

【解析】普通蚕 ♀ × 油蚕 ♂ 产生的子代中普通雄蚕和油性雌蚕的比例约为 $1 : 1$,性状表现与性别相关联,因而相关基因位于性染色体上,亲本的基因型可表示为 $Z^B W$ 、 $Z^b Z^b$,即家蚕皮肤油性和普通由 1 对基因控制,且相关基因位于 Z 染色体上,A 正确;普通蚕 ♀ × 油蚕 ♂ 产生的子代中普通雄蚕和油性雌蚕的比例约为 $1 : 1$,说明亲本的基因型为 $Z^B W$ 、 $Z^b Z^b$,即家蚕皮肤油性性状由 Z 染色体上隐性基因控制,B 正确;普通蚕 ♀ ($Z^B W$) 与油蚕 ♂ ($Z^b Z^b$) 杂交产生的子代的表型 (基因型) 为油蚕 ♂ ($Z^b W$)、普通蚕 ♂ ($Z^B Z^b$),在子代幼虫期据皮肤性状可以筛选雄蚕,C 正确;结合 C 项可知, F_1 的基因型为 $Z^b W$ 、 $Z^B Z^b$, F_2 中普通皮肤的雌雄蚕的基因型为 $Z^B Z^b$ 、 $Z^B W$,则二者杂交产生的子代中油蚕均为雌性 ($Z^b W$),D 错误。

2. BCD 考查点 ▶ 分离比异常现象分析

【解析】纯合的体型正常雄性小鼠与体型矮小的雌性小鼠进行交配, F_1 小鼠均表现为体型正常,子代性状与父本相同,故可推知小鼠的体型是由父方染色体上的基因被标上“印记”决定的,A 错误;由于“印记”基因的存在,某些基因型相同的个体 (如 Aa),

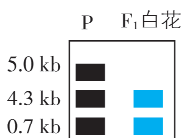
在相同环境下,被标上“印记”的基因不同时表型可能不同,B 正确; F_1 小鼠均表现为体型正常(A 被标记), F_1 雌雄小鼠相互交配得 F_2 ,如标记不变,则 F_2 中体型正常与体型矮小的比例为 3 : 1,而实际 F_2 小鼠中体型正常与体型矮小的比例为 1 : 1,说明在其形成配子时,旧的“印记”会被擦除并产生新的“印记”,即 F_1 中的雌性小鼠在形成配子时,来自亲本的基因“印记”会被擦除,雄性形成的配子类型及比例为 $A : a = 1 : 1$,且均被标记,C 正确;由题意 F_2 小鼠中体型正常与体型矮小的比例为 1 : 1,说明 F_2 中体型正常小鼠的基因型及概率为 $\frac{1}{2}AA$ 、 $\frac{1}{2}Aa$,雌雄小鼠自由交配(产生配子及概率为 $\frac{3}{4}A$ 、 $\frac{1}{4}a$,但只有父方配子被标记,母方配子标记被清除,故 F_2 中体型正常的雌雄小鼠自由交配,后代体型正常的概率为 $\frac{3}{4}$,D 正确。

刷有所得

关于基因“印记”的题目,需要在分离定律的基础上,利用假说—演绎法来进行解题。例如分析 C 项时,一般情况下会先假设印记不变,结合分离定律分析 F_2 ,推测出子代的表型及比例,再与题干中给出的实际结果进行比较,演绎结果与实际结果不同,说明假说错误,需按反方向进一步判断。

3. (1) 碱基对的缺失 红花 : 白花 = 3 : 1 一个基因 A 的内部通过碱

基对的替换,产生了限制酶 W 的酶切位点



(2) ① $SNP1^W SNP1^W$ 、 $SNP1^W SNP1^R$ 、 $SNP1^R SNP1^R$, 其比例为 1 : 2 : 1 均为 $SNP2^W SNP2^W$ ② 基因 A/a 位于 I 号染色体上,且 F_1 的 I 号染色体在减数分裂时发生了互换

突破点 ▶ 实验探究—探究基因位置

【解析】(1) 由题图 2 可知,亲本基因型为 Aa , F_1 白花的基因型为 aa ,A 基因对应的条带大小为 5.0 kb,a 基因对应的条带大小为 4.3 kb,a 基因长度变小,说明基因 A 内部发生了某些碱基对的缺失,从而引起基因突变。基因型为 Aa 的植株自交, F_1 表型及比例为红花 : 白花 = 3 : 1。若结果为题图 3,亲本出现三条条带,且 $4.3 + 0.7 = 5.0$ (kb),说明 a 基因长度与 A 基因相同,但是内部碱基序列改变,产生一个酶 W 的识别序列,酶切 a 基因后得到两条条带,长度分别为 4.3 kb 和 0.7 kb, F_1 白花个体产生的条带只有这两条。电泳结果见答案。

(2) ① 若基因 A/a 在 II 号染色体上,则白花基因 a 会与 $SNP2^W$ 标记连锁,按照基因分离定律,则全部白色个体的 $SNP2$ 检测结果均为 $SNP2^W SNP2^W$ 。I 号染色体上没有 a 基因,被标记的 $SNP1$ 有三种类型 $SNP1^W SNP1^W$ 、 $SNP1^W SNP1^R$ 、 $SNP1^R SNP1^R$,其比例为 1 : 2 : 1。② 若基因 A/a 位于 I 号染色体上,且 F_1 的 I 号染色体在减数分裂时发生了互换,则会造成少量白花基因(a)与 $SNP1^R$ 标记位于同一条 I 号染色体上,因此白花植株个体的 $SNP1$ 检测结果是大多数为 $SNP1^W SNP1^W$ 、少量为 $SNP1^W SNP1^R$, $SNP2$ 的检测结果为 $SNP2^W SNP2^W$ 、 $SNP2^W SNP2^R$ 和 $SNP2^R SNP2^R$ 。

刷真题

1. (1) 替换

(2) 父本 $\frac{1}{2}$

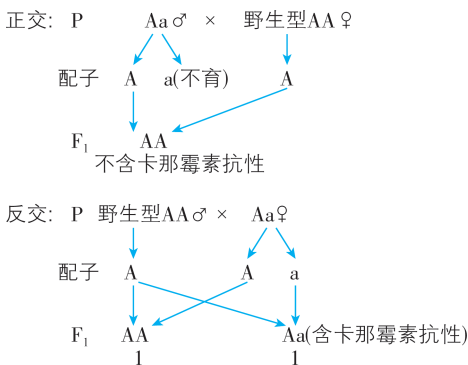
(3) $3 \frac{1}{3} \frac{2}{3}$ 仅含 a 基因的花粉不育

(4) ① AaEe ② 基因 A 与 e 连锁、a 与 E 连锁, 在形成配子的过程中没有发生染色体交换 $\frac{1}{6} \frac{1}{200}$, F_1 (AaEe) 植株的 A 与 e 连锁、a 与 E 连锁, 产生雌雄配子的过程中发生部分染色体互换, 且雌雄配子互换率均为 10%

命题点 ▶ 遗传的基本规律、染色体交换、配子致死

【解析】 (1) 基因突变是指 DNA 分子中发生碱基的增添、缺失或替换, 而引起的基因碱基序列的改变。

(2) 将带有卡那霉素抗性基因的 T-DNA 插入拟南芥 2 号染色体的 A 基因内, 使其突变为丧失功能的 a 基因, 且花粉中 A 基因功能缺失会造成不育, 即 a 花粉不育, 因此, Aa 植株与野生型 (AA) 杂交, 正反交的遗传图解如下:



由上图可知, 以 Aa 植株为父本与野生型杂交, F_1 中卡那霉素抗性植株占比为 0, 其反交的 F_1 中卡那霉素抗性植株的占比为 $\frac{1}{2}$ 。

(3) 将另一个 A 基因插入 Aa 植株的 3 号染色体, 仅考虑基因 A 和 a, 该植株产生的花粉基因型如下:

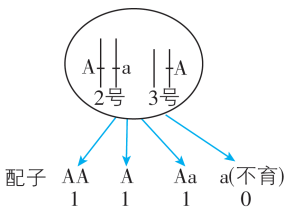
由图可知, 该植株会产生 3 种基因型的可育花粉, 类型及比例为 AA:

A:Aa = 1:1:1, 其中具有 a 基因的

花粉 (Aa) 占 $\frac{1}{3}$ 。该植株产生的雌

配子基因型及比例为 AA:A:Aa:

a = 1:1:1:1。



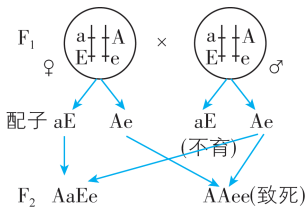
分析题图 1, 引物 P1 和 P2 可扩增出 A 基因, P1 和 P3 可扩增出 a 基因, 结合题图 2 分析, 该植株自交得到的 F_1 植株分为 I 型和 II 型, 其中 I 型植株含 A 和 a 基因, II 型植株只含 A 基因。其自交子代分析如下表:

♀ \ ♂	$\frac{1}{4}AA$	$\frac{1}{4}A$	$\frac{1}{4}Aa$	$\frac{1}{4}a$
$\frac{1}{3}AA$			$\frac{1}{12}AAAa$	$\frac{1}{12}AAa$
$\frac{1}{3}Aa$	$\frac{1}{12}AAAa$	$\frac{1}{12}AAa$	$\frac{1}{12}AAaa$	$\frac{1}{12}Aaa$
$\frac{1}{3}A$			$\frac{1}{12}AAa$	$\frac{1}{12}Aa$

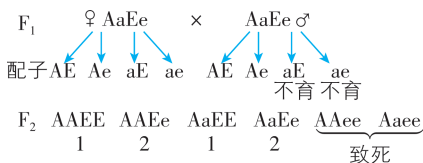
由上表可知, F_1 中 I 型植株占比为 $\frac{1}{12} \times 8 = \frac{2}{3}$; F_1 中没有检测到仅扩增出 600 bp 条带的植株, 即只含 a 基因的植株, 原因是亲本植株产生的只含 a 基因的花粉不育。

(4) ①实验获得一个 E 基因被 T-DNA 插入突变为 e 基因的植株 (Ee), 且 e 基因纯合的种子不能正常发育而退化, 即 ee 纯合致死。可利用 a 花粉不育和 ee 纯合致死两个特性确定基因 E/e 和 A/a 在染色体上的位置关系, 即应筛选出基因型为 AaEe 的 F_1 植株。

②筛选出的基因型为 AaEe 的 F_1 植株自交得到 F_2 , 各种情况分析如下:



F_2 中 AaEe 植株产生的花粉存在不育, 且其自交所结种子存在致死, 因此, F_2 植株中花粉和自交所结种子均发育正常的植株 (AAEE) 占比为 0。



F_2 中 AAEE 的花粉和自交所结种子均发育正常, 因此, 当基因 E/e 和 A/a 位于非同源染色体上时, 得到 F_2 植株中花粉和自交所结种子均发育正常的植株 (AAEE) 占比为 $\frac{1}{6}$ 。

综上分析, 若 F_2 植株中花粉和自交所结种子均发育正常的植株占比为 0, 则基因 E/e 和 A/a 位于一对同源染色体上, 其中 A 与 e 连锁、a 与 E 连锁, 在形成配子的过程中没有发生染色体交换; 若基因 E/e 和 A/a 位于非同源染色体, 则该类植株 (花粉和自交所结种子均发育正常, 基因型为 AAEE) 占比为 $\frac{1}{6}$ 。除了上述两种占比对应的情况, 原因与占比相符即可。

如当 F_1 (AaEe) 植株的 A 与 e 连锁、a 与 E 连锁, 但在形成配子的过程中发生部分染色体互换。假设雌雄配子交换率均为 10%, 则 F_1 雌配子为 aE : Ae : AE : ae = 45 : 45 : 5 : 5 = 9 : 9 : 1 : 1, 雄配子为 aE (致死) : Ae : AE : ae (致死) = 9 : 9 : 1 : 1, 即 Ae : AE = 9 : 1。 F_2 植株中花粉和自交所结种子均发育正常的植株 (AAEE) 占比为 $\frac{1}{20} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{200}$ 。

2. (1) 提高突变率 随机性和不定向性

(2) 弱簇生稻 : 非簇生稻 = 1 : 1

(3) 在稻穗发育阶段, BRD3 蛋白使花梗中油菜素甾醇含量降低, 导致簇生表型形成 杂合子具有部分正常的 BRD3 蛋白, 使其花梗中的油菜素甾醇含量介于簇生稻和非簇生稻之间, 导致弱簇生表型出现

(4) 用该簇生稻与其他水稻品系进行杂交育种, 将簇生表型引入其他品系

命题点 ▶ 变异在育种上的作用与遗传基本规律

【解析】(1) 诱变育种是指利用物理因素或化学因素处理生物, 使生物发生基因突变, 可以提高突变率, 创造人们需要的生物新品种。 NaN_3 是一种化学诱变剂, 用 NaN_3 处理簇生稻种子可以提高种子的突变率, 选育所需要的新品种。基因突变具有随机性和不定向性, 其中随机性表现为基因突变可以发生在生物个体发育的任何时期, 可以发生在细胞内的不同 DNA 分子上, 以及同一个 DNA 分子的不同部位, 既可以是 A 基因突变, 也可以是 B 基因突变; 不定向性表现为一个基因可以发生不同的突变, 产生一个以上的等位基因, 即 A 可以突变成 a_1 , 也可以突变成 a_2 。由于基因突变的随机性, 导致产生的绝大部分突变都与调控簇生表型的基因无关; 与调控簇生表型的基因有关的突变中, 由于基因突变的不定向性, 产生了 2 个非簇生稻突变体株系。

(2) 将筛选出的非簇生稻和簇生稻杂交, 获得 F_1 均为弱簇生稻, F_1 自交获得 F_2 , F_2 出现簇生稻: 弱簇生稻: 非簇生稻 = 1: 2: 1, 说明弱簇生稻为杂合子, 非簇生稻为纯合子, 两者杂交后代的表型及比例为弱簇生稻: 非簇生稻 = 1: 1。

(3) 非簇生稻突变株中, BRD3 蛋白失活, 且其花梗中的油菜素甾醇含量显著高于簇生稻, 说明 BRD3 蛋白会降低油菜素甾醇含量, 又由于花梗中的油菜素甾醇含量调控稻粒着生性状的形成, 可推出, 在稻穗发育阶段, BRD3 蛋白使花梗中油菜素甾醇含量降低, 导致簇生表型形成。 F_2 性状分离比是 1: 2: 1, 而不是 3: 1, 是因为杂合子具有部分正常的 BRD3 蛋白, 导致花梗中油菜素甾醇含量的下降程度不如簇生稻, 花梗中的油菜素甾醇含量介于簇生稻和非簇生稻之间, 表现为弱簇生。

(4) 杂交育种可以使两个亲本的优良性状组合在一起。将该簇生稻与其他品系水稻进行杂交育种, 可以使其他品系水稻在保留自身优良性状的同时获得簇生表型, 使穗粒数增多, 粒重不变, 提高产量。

3. D 命题点 ▶ 基因自由组合定律的应用

【解析】统计杂交子代表型可知, 灰色: 黑色 = 3: 1, 雌性: 雄性 = 1: 2。若体色受常染色体上一对等位基因(用 A/a 表示)控制, 则灰色亲本相关基因型均为 Aa, 子代灰色: 黑色 = 3: 1; 若位于 Z 染色体上的基因有隐性纯合致死效应, 设相关基因为 B、b, 则亲本相关基因型为 $Z^B Z^b$ 、 $Z^B W$ 时, 子代可出现雌性: 雄性 = 1: 2, ②正确。设体色受两对等位基因 A、a 和 B、b 共同控制, 亲本基因型为 $Aa Z^B Z^b$ 、 $Aa Z^B W$, 当 A、B 基因同时存在时为灰色, 其他情况为黑色, 若位于 Z 染色体上的基因隐性纯合致死, 子代灰色雄性: 灰色雌性: 黑色雄性: 黑色雌性 = 6: 3: 2: 1, ④正确。综上可知, D 符合题意。

4. B 命题点 ▶ 母体效应、遗传规律的应用

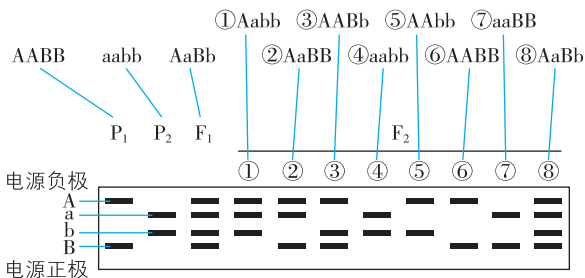
【解析】体节缺失个体基因型为 MmNn 时, 由于不含隐性纯合基因, 说明体节缺失是母体效应引起的, 可能是由于 M、m 基因具有母体效

应,则该个体母本相关基因型为 mm ;也可能是 N 、 n 基因具有母体效应,则该个体母本相关基因型为 nn ,故无法判断哪对等位基因为母体效应基因,A 不符合题意。体节缺失个体基因型为 $MmNN$ 时,由于不含隐性纯合基因,说明体节缺失是母体效应引起的,由于该个体含有两个 N 基因,说明其母本一定含有 N 基因,故一定是 M 、 m 基因具有母体效应,B 符合题意。体节缺失个体基因型为 $mmNN$ 时,可能是 mm 隐性纯合使其表现为体节缺失,即 N 、 n 基因具有母体效应;也可能是 M 、 m 基因具有母体效应,母本相关基因型为 mm 导致其体节缺失,故无法判断哪对等位基因为母体效应基因,C 不符合题意。体节缺失个体基因型为 $Mmnn$ 时,可能为 nn 隐性纯合使其表现为体节缺失,则 M 、 m 基因具有母体效应;也可能为 N 、 n 基因具有母体效应,母本相关基因型为 nn 导致其体节缺失,故无法判断哪对等位基因为母体效应基因,D 不符合题意。

5. D 命题点 ▶ 自由组合定律、PCR 技术、电泳

题图解读

由题意可知,电泳图中上部 2 条带是一对等位基因的扩增产物,下部 2 条带是另一对等位基因的扩增产物,且这 2 对等位基因位于非同源染色体上,可设这 2 对等位基因为 A/a 、 B/b 。假设上部 2 条带分别代表 A 、 a ,下部 2 条带分别代表 b 、 B 。



由以上分析可知,只有 2 条带的是纯合体,有 3 条带的是单杂合体,有 4 条带的是双杂合体,且根据自由组合定律可知 F_2 应有 9 种基因型,未列出的基因型为 $aaBb$ 。

【解析】由题图解读可知,①②个体均为杂合体, F_2 中③($AABb$)

所占的比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{2}{4} = \frac{1}{8}$,⑤($AAbb$)所占的比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$,

A 正确;由题图解读可知,还有一种基因型为 $aaBb$ 的 F_2 个体,其 PCR 产物电泳结果有 3 条带,B 正确;③($AABb$)与⑦($aaBB$)杂交,子代基因型为 $AaBB$ 、 $AaBb$,其 PCR 产物电泳结果与②⑧电泳结果相同,C 正确;①($Aabb$)自交子代的基因型及比例为 $AAbb:Aabb:aabb=1:2:1$,其 PCR 产物电泳结果与④($aabb$)相同的占 $\frac{1}{4}$,D 错误。

6. AD 命题点 ▶ 基因自由组合定律的应用、伴性遗传

思路分析

已知某种鸟类的羽毛颜色有黑色(存在黑色素)、黄色(仅有黄色素,没有黑色素)和白色(无色素)3种,也就是只要有 A 基因存在,羽毛颜色即为黑色,无 A 基因、有 H 基因时羽毛颜色为黄色,无 A、H 基因时羽毛颜色为白色。

【解析】结合题意分析可知,题图中 HhZ^AW 和 hhZ^AZ^a 杂交,子代基因型为 HhZ^AZ^a 、 hhZ^AZ^a 、 HhZ^aW 、 hhZ^aW ,且比例为 $1:1:1:1$,杂交子代中黑羽雄鸟的基因型为 HhZ^AZ^a 、 hhZ^AZ^a ,黄羽雌鸟的基因型为 HhZ^aW ,白羽雌鸟的基因型为 hhZ^aW ,B、C 错误,D 正确;杂交子代中四种基因型的比例为 $1:1:1:1$,因此,黑羽、黄羽和白羽的比例是 $2:1:1$,A 正确。

7. D 命题点 基因自由组合定律的应用

【解析】根据甲、乙杂交 F_1 均为敏感型可知,敏感型相对非敏感型为显性性状,若该相对性状由一对等位基因控制,设甲、乙基因型分别为 nn 、 NN ,则 F_1 基因型为 Nn , F_1 与甲(nn)回交,子代表型及比例为敏感型:非敏感型 $= 1:1$,与题意不符,A 错误。若该相对性状由两对等位基因控制,且只有两对等位基因都隐性纯合才表现为非敏感型,设甲、乙基因型分别为 $nnbb$ 、 $NNBB$,则 F_1 基因型为 $NnBb$, F_1 与甲($nnbb$)回交,子代表型及比例为敏感型($NnBb$ 、 $Nnbb$ 、 $nnBb$):非敏感型($nnbb$) $= 3:1$,符合题意; F_1 ($NnBb$)自交所得的 F_2 中敏感型和非敏感型的植株之比为 $15:1$,B 错误。根据题干信息可知,甲的 N 基因相较于乙的缺失了 2 个碱基对,且甲的表型变为非敏感型,说明发生在 N 基因上的 2 个碱基对的缺失影响该基因表达产物的功能,C 错误。烟草花叶病毒为 RNA 病毒,且酶具有专一性,所以用 DNA 酶处理该病毒的遗传物质,然后导入到正常乙植株中,该植株表现为感病,D 正确。

8. BCD 命题点 孟德尔遗传规律及性别决定方式

【解析】只要含有 T^D 基因就表现为雌性,不考虑突变,则 T^DT^D 无法由含 T^D 基因的父本和母本杂交产生,故只考虑常染色体基因 T 、 T^D 、 T^R ,可能的基因型为 TT 、 T^RT^R 、 TT^D 、 TT^R 、 T^DT^R ,该群体自由交配, F_1 的基因型最多有 5 种可能,A 错误;两个基因型相同的个体杂交,亲本和 F_1 中肯定不含 T^D ,故 F_1 中一定没有雌性个体,B 正确;多个基因型为 T^DT^R (雌性)、 T^RT^R (雄性)的个体自由交配,雌性产生的配子类型及比例为 $T^D:T^R = 1:1$,雄性只可能产生基因型为 T^R 的配子,故 F_1 中基因型为 T^DT^R 的个体:基因型为 T^RT^R 的个体 $= 1:1$,即 F_1 中雌性与雄性占比相等,C 正确;雌雄同体的杂合子(含有两条 X 染色体)基因型为 TT^R ,自体受精得到的 F_1 基因型及概率如表:

$\begin{matrix} \diagdown \\ \text{♀} \quad \text{♂} \end{matrix}$	$\frac{1}{2}T$	$\frac{1}{2}T^R$
$\frac{1}{2}T$	$\frac{1}{4}TT$ (雌雄同体)	$\frac{1}{4}TT^R$ (雌雄同体)
$\frac{1}{2}T^R$	$\frac{1}{4}TT^R$ (雌雄同体)	$\frac{1}{4}T^RT^R$ (雄性)

F_1 自体受精 $\left(\frac{1}{3}TT、\frac{2}{3}TT^R\right)$ 获得的 F_2 基因型及概率为 $\left(\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \times \frac{1}{4}\right)TT$ 、 $\left(\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}\right)TT^R$ 、 $\left(\frac{2}{3} \times \frac{1}{4}\right)T^RT^R$,所以 F_2 中雄性占比为 $\frac{1}{6}$,D 正确。

9. (1) 分离(或“孟德尔第一”) 浅绿 (2) P_2 和 P_3 深绿

(3) $\frac{3}{8}$ $\frac{15}{64}$

(4) 9 号 F_1 形成配子时,位于一对同源染色体上的 SSR1 和控

制瓜皮颜色基因随非姐妹染色单体交换而重组 F_1 形成配子时,位于非同源染色体上的 SSR2 和控制瓜皮颜色基因自由组合
(5)仅出现 P_1 的 SSR1 条带

命题点 基因的分离定律和自由组合定律、减数分裂

题表解读

由实验①中 F_2 表型及比例可知,深绿:浅绿=3:1,推测瓜皮颜色的遗传遵循基因的分离定律,浅绿为隐性性状

实验	杂交组合	F_1 表型	F_2 表型和比例
①	$P_1 \times P_2$	非圆深绿	非圆深绿:非圆浅绿:圆形深绿:圆形浅绿=9:3:3:1
②	$P_1 \times P_3$	非圆深绿	非圆深绿:非圆绿条纹:圆形深绿:圆形绿条纹=9:3:3:1

实验① F_2 中深绿:浅绿=3:1,实验② F_2 中深绿:绿条纹=3:1,根据两实验不能确定控制绿条纹和浅绿性状的基因之间的关系

【解析】(1) 由实验①可知, P_1 (长形深绿) 与 P_2 (圆形浅绿) 杂交, F_1 全为非圆(包括长形和椭圆形)深绿, F_2 出现性状分离,且深绿:浅绿=3:1,推测瓜皮颜色的遗传遵循基因的分离定律,且浅绿为隐性性状。

(2) 据题表分析可知,由实验①和实验②的结果不能判断控制浅绿和绿条纹性状的基因的关系。若想进行判断,需选择分别具有浅绿性状和绿条纹性状的个体进行杂交,故可选择实验①和实验②亲本中的 P_2 和 P_3 进行杂交,若两基因为非等位基因,设分别为 A/a 、 B/b ,则浅绿的基因型可能为 $AAbb$ (或 $aaBB$),而绿条纹的基因型可能为 $aaBB$ (或 $AAbb$),则二者杂交得到的 F_1 基因型为 $AaBb$,表现为深绿色。

(3) 调查实验①的 F_1 发现全为椭圆形瓜,亲本长形和圆形均为纯合子, F_1 椭圆形为杂合子,则 F_2 非圆瓜中有 $\frac{1}{3}$ 为长形, $\frac{2}{3}$ 为椭圆形,故椭圆深绿瓜植株占比为 $\frac{9}{16} \times \frac{2}{3} = \frac{3}{8}$ 。由题意可设瓜形基因为 A/a ,瓜皮颜色基因为 B/b , P_1 基因型为 $AABB$, P_2 基因型为 $aabb$,由实验① F_2 的表型和比例可知,圆形深绿瓜的基因型为 $aaB_$ 。实验①中 F_2 植株自交子代能产生圆形深绿瓜植株的基因型有 $AaBB$ 、 $AaBb$ 、 $aaBB$ 、 $aaBb$,其在 F_2 中所占比例分别为 $\frac{1}{8}$ 、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{16}$ 、 $\frac{1}{8}$,自交子代中圆形深绿瓜的占比为 $\frac{1}{8} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \times \frac{3}{16} + \frac{1}{16} \times 1 + \frac{1}{8} \times \frac{3}{4} = \frac{15}{64}$ 。

(4) 电泳检测实验① F_2 中浅绿瓜植株、 P_1 和 P_2 的 SSR1 和 SSR2 的扩增产物,由电泳图谱可知, F_2 浅绿瓜植株中都含有 P_2 亲本的 SSR1,而 SSR1 和 SSR2 分别位于西瓜的 9 号和 1 号染色体上,故推测控制瓜皮颜色的基因位于 9 号染色体上。由电泳图谱可知, F_2 浅绿瓜植株中只有 15 号植株含有亲本 P_1 的 SSR1,推测根本原因是 F_1 在减数分裂 I 前期发生染色体片段互换,产生了同时含 P_1 、 P_2 的 SSR1 的配子;而包括 15 号植株在内的半数植株同时含有两亲本的 SSR2,根本原因是 F_1 减数分裂时同源染色体分离的同时,非同源染色体自由组合。

(5) 为快速获得稳定遗传的深绿瓜株系,对实验① F_2 中深绿瓜植株控制瓜皮颜色的基因所在染色体上的 SSR 进行扩增、电泳检测。稳定遗传的深绿瓜株系应是纯合子,其深绿基因

最终来源于亲本 P_1 ，故应选择仅出现 P_1 的 SSR1 条带的植株。

10. (1) $9:9:6:8$ $\frac{11}{32}$

(2) 选取多株栽培稻 1、2 进行杂交，观察并统计子代颖壳颜色。

预测实验结果：子代颖壳颜色均为黄色。判断理由：当两者突变来自同一个基因，栽培稻 1、2 均为隐性纯合子 ($bhbh$)，杂交子代基因型仍然为 $bhbh$ ；若为不同基因突变，则杂交后代会表现为黑色

(3) 碱基对的缺失 碱基 $C \rightarrow A$ 的替换 转录产生的 mRNA 上的终止密码子提前出现，表达的蛋白质结构发生改变而不能合成黑色素

命题点 ▶ 遗传基本规律、PCR 技术、电泳图分析、基因突变

信息提取

由色素合成代谢途径分析可知：无基因 C 则不能合成黄绿色色素，后面一系列色素都不能合成，颖壳表现为浅绿色；有基因 C 无基因 R 则只能合成黄绿色色素，不能合成后面其他色素，颖壳表现为黄绿色；有基因 C 、 R 无 A ，能合成棕红色色素而不能合成紫色色素，颖壳表现为棕红色；同时具备基因 C 、 R 和 A ，才能合成紫色色素，颖壳表现为紫色。因此基因型与颖壳表型对应关系如下表：

基因型	颖壳表型
$cc_ _ _ _$	浅绿色
$C_rr_ _$	黄绿色
C_R_aa	棕红色
$C_R_A_$	紫色

【解析】(1) 基因型为 $CcRrAa$ 与 $CcRraa$ 的两品种水稻杂交，由于三对基因独立遗传，相应的隐性等位基因不具有该效应，可将其拆解为三个分离定律的问题，即 $Cc \times Cc \rightarrow C_ : cc = 3 : 1$ ， $Rr \times Rr \rightarrow R_ : rr = 3 : 1$ ， $Aa \times aa \rightarrow Aa : aa = 1 : 1$ ，再自由组合。结合信息提取可知，紫色：棕红色：黄绿色：浅绿色 = $C_R_Aa : C_R_aa : C_rr_ _ : cc_ _ _ _ =$

$\left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2}\right) : \left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2}\right) : \left(\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times 1\right) : \left(\frac{1}{4} \times 1 \times 1\right) = 9 : 9 : 6 : 8$ 。若要求颖壳颜色在后代持续保持不变，即自交后代不发生性状分离现象， F_1 中紫色 (C_R_Aa) 一定为杂合子，不能稳定遗传；棕红色 (C_R_aa) 中

基因型为 $CCRRaa$ 的个体能稳定遗传，占比为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{32}$ ；黄绿色 ($C_rr_ _$) 中基因型为 $CCrr_ _$ 的个体能稳定遗传，占比为

$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 1 = \frac{1}{16}$ ； c 基因纯合时，后代一定为浅绿色，占比为 $\frac{1}{4} \times$

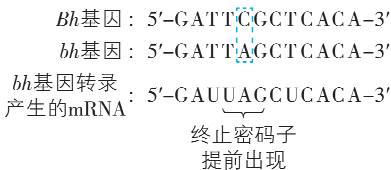
$1 \times 1 = \frac{1}{4}$ ，故 F_1 中颖壳颜色在后代持续保持不变的总比例为

$\frac{1}{32} + \frac{1}{16} + \frac{1}{4} = \frac{11}{32}$ 。

(2) 当栽培稻 1、2 的突变来自同一个基因时，栽培稻 1、2 均为隐性纯合子 ($bhbh$)，杂交子代基因型仍然为 $bhbh$ ；若为不同基

因突变,则杂交后代会因为基因互补而表现为黑色,实验方案见答案。

(3) 根据题图 1 电泳条带位置可知:栽培稻 2 的 DNA 分子比野生稻和栽培稻 1 的 DNA 分子片段短,故而推测栽培稻 2 是由于 *Bh* 基因发生了碱基对的缺失,导致 DNA 分子片段变短。栽培稻 1 和野生稻的 PCR 扩增产物大小一致,但测序结果显示两者的部分碱基序列不同,已知野生稻 *Bh* 基因的部分序列为 5'-GATTCGCTCACA-3',结合题图 2 可知,栽培稻 1 的 *bh* 基因对应序列为 5'-GATTAGCTCACA-3',即发生了碱基的替换,导致转录产生的 mRNA 上的终止密码子提前出现(见下图),表达的蛋白质结构发生改变而不能合成黑色素。



11. (1) 第一(或分离) (2) 不能 基因突变具有低频性,无法导致子代个体 20% 以上表现为腋生

(3) 13:3 Ddff

(4) 蛋白质无法正常合成(或基因无法转录或基因无法表达,合理即可) ② 20

命题点 遗传规律、基因突变、基因重组

【解析】(1) F_2 腋生:顶生约为 3:1,是比较典型的一对基因控制一对相对性状时杂合子的自交分离比,符合孟德尔第一(或分离)定律。

(2) 已知某顶生个体自交,子代个体中 20% 以上表现为腋生,而基因突变具有低频性,基因突变的频率远小于 20%,无法导致子代个体 20% 以上表现为腋生,因此此现象不能用基因突变来解释。

(3) 据题可知,D/d 与 F/f 两对基因独立遗传,且由题表可知, F_1 自交产生的 F_2 基因型有 9 种,可推知 F_1 的基因型为 DdFf,结合表中表型与基因型的关系, F_2 中腋生:顶生的理论比例为 13:3。(2) 中顶生植株自交后代出现性状分离,且子代中 20% 以上表现为腋生,故该顶生亲本为杂合子,基因型为 Ddff,自交子代中 ddff 表现为腋生,约占 25%。

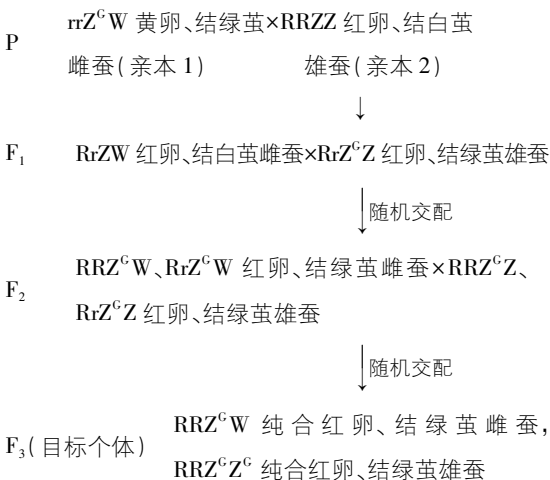
(4) 据图可知 Y 基因的启动子区域部分缺失,突变为 y-2,会导致 RNA 聚合酶无法正确识别并结合启动子,进而导致相关蛋白质无法正常合成,因此 y-2 纯合突变体表现为绿色子叶。y-1 纯合体与 y-2 纯合体杂交, F_1 个体基因型为 y-1 y-2,全部为绿色子叶, F_2 出现黄色子叶个体,可推断其减数分裂产生了正常的 Y 配子,而分析题图可知,只有 y-1 未发生启动子片段缺失的部分片段与 y-2 未发生插入突变的部分片段拼凑在一起才能产生正常配子,因此图中②位点发生断裂并交换能产生上述现象。每个花粉母细胞会产生 4 个精子,发生一次上述交换(姐妹染色单体间的互换)可产生一条携带正常功能 Y 基因的染色体,产生一个具有正常 Y 基因的精子, F_1 个体的 20 个花粉母细胞在减数分裂中各发生一次此类交换,在减数分裂完成时会产生 20 个具有正常功能 Y 基因的子细胞。

12. BCD 命题点 ▶ 自由组合定律、伴性遗传

思路分析

据题干分析,得到目标品系的杂交实验的遗传

图解如下:



【解析】由思路分析可知, F_1 雌蚕基因型为 $RrZW$, 均表现为红卵、结白茧表型, A 错误。 F_1 雄蚕基因型为 $RrZ^G Z$, 间期染色体复制后基因型为 $RRrrZ^G Z^G ZZ$, 减数分裂 I 后期同源染色体分离, 非同源染色体自由组合, RR 和 rr 分离, $Z^G Z^G$ 和 ZZ 分离, RR 和 rr 与 $Z^G Z^G$ 和 ZZ 之间自由组合, 次级精母细胞中的基因组成可能是 $RRGG$ 、 rr 或者 RR 、 $rrGG$, B 正确。 F_1 随机交配 ($RrZW \times RrZ^G Z$) 得到的 F_2 中, 红卵、结绿茧的个体基因型为 $RRZ^G W$ 、 $RrZ^G W$ 和 $RRZ^G Z$ 、 $RrZ^G Z$, 其中 RR 和 Rr 共占 $\frac{3}{4}$, $Z^G W$ 和 $Z^G Z$ 各占 $\frac{1}{4}$, 故 F_2 中红卵、结绿茧的个体比例是 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$, C 正确。 F_2 中红卵、结绿茧的个体 $RRZ^G W$ 、 $RrZ^G W$ 和 $RRZ^G Z$ 、 $RrZ^G Z$ 随机交配, 子代目的个体为纯合红卵、结绿茧雌蚕和纯合红卵、结绿茧雄蚕, 基因型分别为 $RRZ^G W$ 和 $RRZ^G Z$, F_2 中 $RR : Rr = 1 : 2$, 产生 R 配子所占的比例是 $\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{3}$, 故子代 RR 所占比例是 $\frac{2}{3} \times \frac{2}{3} = \frac{4}{9}$, F_2 中 $Z^G W$ 和 $Z^G Z$ 交配, 子代 $Z^G W$ 和 $Z^G Z^G$ 个体各占 $\frac{1}{4}$, 共占 $\frac{1}{2}$, 故子代目的个体的比例是 $\frac{4}{9} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{9}$, D 正确。

13. B 命题点 ▶ 伴性遗传的应用

【解析】鸡的性别决定方式为 ZW 型, 雌性的性染色体组成为 ZW , 而雄性的性染色体组成为 ZZ 。由题干信息可知, 雌性慢羽白鸡的基因型为 $ttZ^R W$, 若麻鸡感染 ALV, 则麻鸡的显性基因 T 突变为 t , 所以亲本中的雄性快羽麻鸡的基因型可能为 $TTZ^R Z^R$ 或 $TtZ^R Z^R$, 若父本为 $TTZ^R Z^R$, 则一次杂交子代的基因型为 $TtZ^R Z^R$ 、 $TtZ^R W$, 若父本为 $TtZ^R Z^R$, 则一次杂交子代的基因型为 $TtZ^R Z^R$ 、 $TtZ^R W$ 、 $ttZ^R Z^R$ 、 $ttZ^R W$, 均不能获得 T 基因纯合麻鸡, 快羽麻鸡 ($TtZ^R W$) 在 F_1 中所占的比例可能为 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{4}$, A 错误, B 正

确;只考虑快慢羽, F_1 的基因型为 $Z^R Z^r$ 和 $Z^r W$, F_2 的基因型为 $Z^R Z^r$ 、 $Z^r Z^r$ 、 $Z^R W$ 、 $Z^r W$,无法通过快慢羽区分 F_2 雏鸡性别,C 错误;t 基因为双链的 DNA,ALV 为逆转录病毒,其核酸为单链的 RNA,二者的结构不同,D 错误。

14. (1) AB、Ab、aB、ab 6

(2) AABB、aaBB 黑眼 : 黄眼 = 8 : 1

(3) AaBB×aaBB、AaBb×aaBB、AaBB×aaBb、Aabb×aaBB

(4) (i) 12 : 15 : 5 8

(ii) aabbX^HX^h 和 aabbX^hX^h

(iii) 3 200

命题点 ▶ 自由组合定律与伴性遗传

信息提取

针对第(1)~(3)问,在不考虑 H 与 h 基因时,只要有 A 基因存在就表现为黑眼,在没有 A 基因的情况下,有 B 基因表现为黄眼,bb 表现为白眼。即黑眼基因型为 A _ _ ,黄眼基因型为 aaB _ ,白眼基因型为 aabb。

针对第(4)问,由题干可知,H 基因抑制 A 基因的功能,因此有 H 基因的情况下,无论有没有 A 基因的存在,个体只要有 B 基因就表现为黄眼,bb 表现为白眼。即黑眼基因型为 A _ _ X^h _ ,黄眼基因型为 aaB _ _ _、A _ B _ X^h _ ,白眼基因型为 aabb _ _、A _ bbX^h _。

【解析】(1) 组别①的 F_1 均为黑眼,而且 F_2 表型数量比为 12 : 3 : 1,是 9 : 3 : 3 : 1 的变式,由此可知 F_1 基因型为 AaBb,其可产生四种配子,分别为 AB、Ab、aB 和 ab, F_2 中黑眼个体的基因型有 AaBb、AABb、AaBB、AABB、Aabb、Aabb,共 6 种。

(2) 组别②的 F_1 均为黑眼,而 F_2 表现为黑眼 : 黄眼 = 3 : 1,符合一对杂合基因自交的分离比,结合信息提取中的表型与基因型的关系,可以判断出 F_1 的黑眼基因型应为 AaBB,故黑眼亲本基因型为 AABB,黄眼亲本基因型为 aaBB, F_2 中黑眼的基因型及比例为 AABB : AaBB = 1 : 2。 F_2 中的黑眼个体随机杂交,采用配子法求解, F_2 中黑眼个体所产生的雌雄配子种类及比例均为 AB : aB = 2 : 1,后代中表现为黄眼的概率为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$,黑眼的概率为 $1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9}$,故后代中黑眼 : 黄眼 = 8 : 1。

(3) 组别③的 F_1 表现为黑眼 : 黄眼 = 1 : 1,符合一对杂合基因测交的分离比,亲本 A 和 a 基因的组合应为 Aa×aa,由于 F_1 没有出现白眼即 bb,可以判断出亲本 B 和 b 基因的组合应为 BB×BB、BB×Bb 或 bb×BB(易错点:若亲本 B 和 b 基因的组合为 bb×BB 时,一定是黑眼亲本基因型含 bb,黄眼亲本基因型含 BB),由此可以推出组别③亲本基因型组合可能为 AaBB×aaBB、AaBb×aaBB、AaBB×aaBb 和 Aabb×aaBB。

(4) 由题目所述的性别决定方式来看,基因型为 aaBBX^HX^h 的雌性个体和基因型为 AAbbX^HO 的雄性个体杂交, F_1 基因型及表型应为 AaBbX^HX^h(黄眼雌性)和 AaBbX^hO(黑眼雄性),且三对等位基因自由组合。

(i) 结合信息提取可知,黑眼的基因型应为 $A_ _ X^h _$,黄眼的基因型为 $aaB_ _ _ A_ B_ X^H _$,白眼的基因型为 $aabb_ _ _ A_ bbX^H _$ 。 $F_1(AaBbX^H X^h$ 和 $AaBbX^h O$) 相互交配产生的 F_2 中表型为黑眼的概率为 $\frac{3}{4} \times 1 \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$,黄眼的概率为 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times 1 + \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{15}{32}$,白眼的概率为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 1 + \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{5}{32}$,因此 F_2 三种表型(黑眼、黄眼、白眼)的比例为 $12:15:5$ 。 F_2 白眼个体中基因型为 $aabb_ _$ 的有 4 种,基因型为 $A_ bbX^H _$ 的有 4 种,故 F_2 中白眼个体的基因型共有 8 种。

(ii) F_2 的白眼雌性个体基因型包括 $AAbbX^H X^h$ 、 $AabbX^H X^h$ 、 $aabbX^H X^h$ 和 $aabbX^h X^h$ 四种,分别与基因型为 $aabbX^h O$ 的雄性个体测交, $AAbbX^H X^h$ 测交后代表型及比例为黑眼:白眼 = 1:1; $AabbX^H X^h$ 测交后代表型及比例为黑眼:白眼 = 1:3; $aabbX^H X^h$ 测交后代全为白眼; $aabbX^h X^h$ 测交后代全为白眼,因此测交不能区分的基因型为 $aabbX^H X^h$ 和 $aabbX^h X^h$ 。

(iii) F_2 群体中纯合黑眼雌性的基因型为 $AABBX^h X^h$ 和 $AAbbX^h X^h$,两种基因型在 F_2 中所占的比例均为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{64}$,因此纯合黑眼雌性在 F_2 中占比为 $\frac{1}{32}$,要获得 100 个纯合的黑眼雌性个体,理论上 F_2 的个体数量至少需有 $100 \div \frac{1}{32} = 3\ 200$ (个)。

15. AB 命题点 ▶ 染色体变异、人类遗传病与电泳图分析

【解析】由题干可知,X 染色体上的 D 基因异常可导致人体患病,男患者的母亲没有患病,若为伴 X 染色体显性遗传,则“子患母必患”,与题意不符,因此该病为伴 X 染色体隐性遗传病(关键点:伴 X 染色体隐性遗传病、伴 X 染色体显性遗传病各自的特征)。据此可知,该病患者中男性显著多于女性,又已知该病在男性中发病率为 $\frac{1}{3\ 500}$,则该致病基因的基因频率为 $\frac{1}{3\ 500}$,所以女性中携带者的占比为 $2 \times \frac{1}{3\ 500} \times \frac{3\ 499}{3\ 500}$,不为 $\frac{1}{3\ 500}$,A 错误。由题干可知,X 染色体上的基因 D 和 H 内各有一处断裂,断裂点间的染色体片段发生颠倒重接。分析题图,母亲有与患病男孩一样的电泳条带,而母亲不患病,可判断母亲为该病的携带者,所以用 R1 和 R2 对母亲的 DNA 进行 PCR 检测,结果是有扩增产物,而对患儿的 DNA 进行 PCR 检测,结果是无扩增产物,B 错误。与正常男性相比,患病男孩 X 染色体发生了倒位,所以 X 染色体上的基因排列顺序发生改变,C 正确。利用 S1 和 S2 进行 PCR 检测,若 PCR 检测结果是有扩增产物,说明含正常 D 基因,个体不患病;若 PCR 检测结果是无扩增产物,说明 D 基因异常,个体患病,所以利用 S1 和 S2 进行 PCR 检测,可诊断母亲再次孕育的胎儿是否患该病,D 正确。

16. C 命题点 ▶ 遗传的基本规律与基因突变

【解析】等位基因位于同源染色体的相同位置,而 *COL1A1* 和 *COL1A2* 基因分别位于 17 号和 7 号染色体上,因此两个基因属于非等位基因,A 正确;某夫妻均患有此病,检测发现丈夫存在

1 个突变的 *COL1A1*, 妻子存在 1 个突变的 *COL1A2*, 即一个基因突变后就患病, 且 17 号染色体和 7 号染色体均为常染色体, 说明该夫妻所患疾病都属于常染色体显性遗传病, B 正确; 丈夫体内部分 I 型胶原蛋白结构异常导致疾病发生, 由于丈夫为 *COL1A1* 杂合子, 其体内存在一个正常的 *COL1A1* 编码正常的 $\alpha 1$ 链、一个异常的 *COL1A1* 编码异常的 $\alpha 1$ 链, 人体 I 型胶原蛋白含有两条 $\alpha 1$ 链, 只有当两条 $\alpha 1$ 链均正常时, I 型胶原蛋白结构才正常, 因此丈夫体内 I 型胶原蛋白结构异常的概率大于 $\frac{1}{2}$, C 错误; 设基因 A、a 分别代表异常和正常的 *COL1A1*, 基因 B、b 分别代表异常和正常的 *COL1A2*, 则该夫妻基因型分别是 Aabb、aaBb, 该夫妻生下正常女孩的概率是 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$, D 正确。

刷有所得

“男孩患病概率”不等于“患病男孩概率”

(1) 由常染色体上的基因控制的遗传病

① 患病概率与性别无关, 不存在性别差异, 因此, 男孩患病概率 = 女孩患病概率 = 孩子患病概率。

② “患病”与“男孩(或女孩)”是两个独立事件, 因此需同时考虑患病概率与性别比例, 即患病男孩概率 = 患病女孩概率 = 患病孩子概率 $\times \frac{1}{2}$ 。

(2) 由性染色体上的基因控制的遗传病: 致病基因位于性染色体上, 它的遗传与性别连锁, “男孩患病”是指男孩中患病的, 不考虑女孩; “患病男孩”则是所有孩子中患病的男孩, 二者主要是概率计算的范围不同。即患病男孩的概率 = 患病男孩在后代全部孩子中的概率; 男孩患病的概率 = 后代男孩中患病的概率。

17. BCD 命题点 ▶ 人类遗传病、基因突变

题图解读

本题的解题关键在于患者的父亲、母亲分别具有①、②突变位点, 但均未患病, 说明若患该病, 患者体内会同时存在①和②两个突变位点, 均会使 P 基因功能发生改变, B 正确。分析题图, 父亲的①位点突变、②位点正常, 而母亲的①位点正常、②位点突变, 故图中①位点正常的碱基对应为 C—G, ②位点正常的碱基对应为 A—T, A 错误。

【解析】据题图可知, 患者的其中一条染色体上的 P 基因相关序列中①位点异常、②位点正常, 另一条同源染色体上的 P 基因相关序列中①位点正常、②位点异常, 故患者同源染色体的①和②位点间发生交换, 可使其形成一条染色体上的 P 基因相关序列中①位点、②位点均正常, 另一条同源染色体上的 P 基因相关序列中①位点、②位点均异常, 据此其可产生正常的配子, C 正确; 不考虑其他变异, 由于患者的父亲、母亲分别具有①、②突变位点, 而患者弟弟体细胞中分别具有①、②突变位点的同源染色体一条来自父方, 一条来自母方, 故患者弟弟体细胞的①和②突变位点不会位于同一条染色体上, D 正确。

18. (1) 常染色体显性遗传 $\frac{1+p}{2}$

(2) 培养细胞, 敲除 *ZNF862* 基因, 观察细胞表型等变化
转基因小鼠和正常小鼠表型

(3) 不可以, 违反法律和伦理, 存在安全隐患

命题点 ▶ 遗传系谱图的推断、人类遗传病的诊断和治疗

【解析】(1) 由图可知, II_1 为正常男性, 其女儿 III_3 患病, 因此该病不是伴 X 染色体隐性遗传病; III_4 为患病男性, 其女儿 IV_4 正常, 因此该病不是伴 X 染色体显性遗传病; 患者有女性, 该病不是伴 Y 染色体遗传病, 该病极为罕见, I_1 为携带者的概率极低, 且该病代代遗传, 因此该病最可能的遗传方式是常染色体显性遗传。假设该病由等位基因 A/a 控制, 若致病基因 A 的频率为 p , 正常基因 a 的频率为 $1-p$, 根据遗传平衡定律可知, 人群中基因型为 AA 的概率为 p^2 , 基因型为 Aa 的概率为 $2p(1-p)$, 基因型为 aa 的概率为 $(1-p)^2$, 再据图可知 IV_2 的基因型为 Aa。 IV_2 与基因型为 AA 的人生育正常子代的概率为 0, 与基因型为 Aa 的人生育正常子代的概率为 $2p(1-p) \times \frac{1}{4}$, 与基因型为 aa 的人生育正常子代的概率为 $(1-p)^2 \times \frac{1}{2}$, 故 IV_2 生育一个患病子代的概率为 $1 - 0 - 2p(1-p) \times \frac{1}{4} - (1-p)^2 \times \frac{1}{2} = \frac{1+p}{2}$ 。

(2) 以正常人牙龈成纤维细胞为材料, 探究 *ZNF862* 基因的功能, 可以运用“减法原理”, 即同时培养正常人牙龈成纤维细胞 (含有 *ZNF862* 基因) 和敲除 *ZNF862* 基因的同种细胞, 观察并比较细胞表型等差异。为从个体水平验证 *ZNF862* 基因突变导致 HGF, 可制备携带该突变的转基因小鼠, 然后比较转基因小鼠和正常小鼠表型的差异。

(3) 通过对人类生殖细胞或胚胎进行基因组编辑来防治遗传病存在伦理问题, 违反我国的法律, 还会存在安全隐患。