

第二部分 遗传的综合应用

考点 2-1 伴性遗传及其应用

题型强化

10. (1) 39 常 不论正交还是反交,子代雌雄羽毛均表现为有色(黄色或栗色),与性别无关

$$(2) TtZ^bW \quad \frac{3}{8}$$

(3) 群体中白色鹌鹑的基因型不确定,若选用的白色雌鹌鹑基因型为 ttZ^bW ,则能够通过羽色区分性别;若选用的白色雌鹌鹑的基因型为 $ttZ^B W$,则后代均为黄色,无法区分 选用纯种黄色雄鹌鹑和纯种栗色雌鹌鹑杂交 子代雄性都是栗色,雌性都是黄色

【解析】(1) 鹌鹑的染色体数为 $2N=78$,则鹌鹑初级精母细胞可形成 39 个四分体。由题意可知,T 基因控制羽毛有色(黄色或栗色),t 基因控制羽毛无色(白色),分析杂交实验 I 和 II 可知,正交和反交实验的 F_1 羽毛均为有色(黄色或栗色),与性别没有关联,因此 T/t 基因位于常染色体上;关于羽毛栗色和黄色,正交和反交结果不同,说明栗色和黄色的遗传与性别相关联,B/b 基因位于性染色体上。

(2) 根据(1)分析可知,T/t 基因位于常染色体上,B/b 基因位于性染色体上,且亲本均为纯种,由杂交实验结果可知,B/b 基因位于 Z 染色体上,杂交实验 I 中黄色亲本的基因型为 TtZ^bW 。杂交实验 II 中母本基因型为 $ttZ^B W$,父本基因型为 $TTZ^b Z^b$,则 F_1 基因型及比例为 $TtZ^B Z^b : TtZ^b W = 1 : 1$,让杂交实验 II 的 F_1 雌、雄鹌鹑相互交配, F_2 中栗色鹌鹑($T_Z^b _$)所占的比例约为 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$ 。

(3) 群体中白色鹌鹑的基因型不确定,若选用的白色雌鹌鹑的基因型为 $ttZ^B W$,则后代雌、雄羽色不同,能够通过羽色区分性别;若选用的白色雌鹌鹑的基因型为 $ttZ^b W$,则后代均为黄色,无法通过羽色区分性别。为了实现对早期的雌、雄雏鹌鹑进行区分的设想,可以选择纯种黄色雄鹌鹑($TTZ^b Z^b$)和纯种栗色雌鹌鹑($TTZ^B W$)进行杂交,子代雄性都是栗色,雌性都是黄色,即可通过羽色对早期的雌、雄雏鹌鹑进行区分。

11. (1) 控制叶形的基因位于 X 染色体上 2 5 宽叶和紫色花 $aabbX^N X^n$

$$(2) \frac{64}{81} \quad \frac{1}{4}$$

思路分析

根据亲本纯合窄叶和纯合宽叶进行杂交, F_1 中既有窄叶也有宽叶可以推测控制叶形宽窄的基因位于 X 染色体上,再根据实验二亲本均为宽叶, F_3 中出现窄叶个体,可知宽叶为显性性状,再结合实验一 F_1 雌、雄个体自由交配, F_2 中宽叶:窄叶=1:1,可推知亲本窄叶花基因型为 $X^n X^n$,宽叶花基因型为 $X^N Y$, F_1 窄叶花基因型为 $X^n Y$,宽叶花基因型为 $X^N X^n$ 。实验一中 F_1 雌、雄个体自由交配, F_2 中紫色花:黄色花=9:7,是 9:3:3:1 的变式,所以花色受两对等位基因的控制,紫色花基因型为 $A_B_$,黄色花个体基因型为 A_bb 、 $aaB_$ 、 $aabb$ 。

【解析】(1) 根据思路分析可知, F_1 出现两种叶形是由于控制叶形宽窄的基因位于 X 染色体上,宽叶为显性性状,花色由两对等位基因控制,亲本纯合的窄叶黄色花基因型为 $aabbX^n X^n$,纯合的宽叶紫色花基因型为 $AABBX^N Y$,只考虑花色, F_1 紫色花基因型为 $AaBb$, F_1 雌、雄个体自由交配, F_2 中黄色花个体的基因型有 $AAbb$ 、 $Aabb$ 、 $aaBB$ 、 $aaBb$ 、 $aabb$,共五种基因型。根据以上分析这两对相对性状的显性性状分别为宽叶和紫色花。

(2) 根据实验二 F_3 中宽叶紫色花:宽叶黄色花:窄叶紫色花:窄叶黄色花=27:21:9:7,即紫色花:黄色花=9:7,可推知 F_3 中,紫色花基因型及比例为 $AABB : AABb : AaBB : AaBb = 1 : 2 : 2 : 4$,产生的配子基因型及比例为 $AB : Ab : aB : ab = 4 : 2 : 2 : 1$,因此 F_3 中紫色花个体自由交配,仅考虑花色遗传,则后代中紫色花概率为 $\frac{4}{9} \times \frac{4}{9} + \frac{2}{9} \times \frac{4}{9} \times 4 + \frac{1}{9} \times \frac{4}{9} \times 2 + \frac{2}{9} \times \frac{2}{9} \times 2 = \frac{64}{81}$,紫色花中纯合子的概率为 $\frac{16}{64} = \frac{1}{4}$ 。

考点 2-2 复等位基因

题型强化

12. D 【解析】该二倍体植物某一对同源染色体相同位点上的基因 $A_1 \sim A_{15}$ 属于复等位基因,该植物雌雄同株,没有性染色体,A 错误。该二倍体植物有关株高的基因型中,纯合子有 15 种,杂合子有 $C_{15}^2 = \frac{15 \times 14}{2} = 105$ (种),故该二倍体植物有关株高的基因型

共有 120 种,表型种类最多有 15 种,B 错误。若该种群的个体只能自交,则所得子代的基因频率不变、基因型频率可能改变,C 错误。基因突变的不定向性表现为一个基因可以向不同的方向发生突变,产生等位基因或复等位基因。因此复等位基因的存在可体现基因突变的不定向性,同时也可体现遗传多样性,D 正确。

13. (1) $G>g^+>g$ 分离

(2) 不能确定 取花冠为轮状和阔钟状的两性株分别自交,观察子代是否发生性状分离(或观察并统计子代表型及比例)

(3) $bbGg^+$ 阔钟状 1:1 5:1

思路分析

雄株与雌株杂交后, F_1 雄株与两性株的比例为 1:1,可推出亲本雄株基因型为 Gg^+ ,雌株基因型为 gg , F_1 中雄株基因型为 Gg ,两性株基因型为 g^+g ,说明基因 $G/g^+/g$ 之间的显隐性关系为 $G>g^+>g$

【解析】(1) 根据思路分析可知,基因 $G/g^+/g$ 之间的显隐性关系为 $G>g^+>g$; $G/g^+/g$ 互为等位基因,在遗传中遵循的分离定律。

(2) 由题意可知,亲本关于花冠形状的杂交类型属于测交, F_1 性状比为 1:1,即 $Bb \times bb$,不能确定轮状和阔钟状的显隐性关系。针对雌雄同株的植物而言,确定其基因型最简便的方案就是自交,故可从 F_1 中选择两性株的轮状和阔钟状植株,使其分别自交,观察并统计子代表型及比例,子代出现性状分离的亲本所表现的性状为显性性状。

(3) 由题意可知,花冠轮状对阔钟状为显性,则杂交中雄性亲本阔钟状植株的基因型为 $bbGg^+$ 。由题意可知, F_1 中新发现的变异雄株基因型为 $BBbGg$,可通过测交手段检测此变异雄株的变异来源,即选择基因型为 $bbgg$ 的阔钟状雌株与其杂交,单独考虑 B/b 基因时,①若发生的变异为染色体变异中的重复,则该雄株(BBb)可产生配子的基因型及比例为 $BB:b=1:1$,其测交子代中花冠轮状:阔钟状=1:1;②若发生的变异为染色体未正常分离导致的染色体数目变异,则该雄株(BBb)可产生的配子基因型及比例为 $\frac{1}{3}B、\frac{1}{6}BB、\frac{1}{3}Bb、\frac{1}{6}b$,其测交子代中花冠轮状:阔钟状=5:1。

考点 2-3 性别相关的分离定律特殊情况

题型强化

14. D 【解析】由题意可知,安哥拉兔的长毛和短毛受一对等位基因控制,属于从性遗传,相关基因位于常染色体上,且分析题表可知, F_1 均为杂合子, F_2 雄兔中长毛:短毛=3:1,雌兔中长毛:短毛=1:3,说明控制长毛和短毛的基因在遗传上遵循分离定律,A 正确; F_1 中雌雄兔的基因型相同,但兔毛长度不同,可能与性激素的种类及含量有关,B 正确;分析题意可知, F_2 长毛雄兔中杂合子:纯合子=2:1,因此杂合子所占比例为 $\frac{2}{3}$,C 正确;实验二 F_2 雄兔中短毛兔均为纯合子,雌兔的短毛兔中纯合子:杂合子=1:2,故实验二 F_2 中短毛兔随机交配,后代中纯合子占比为 $\frac{1}{3}+\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}=\frac{2}{3}$,D 错误。

15. (1) Z

(2) 翅膀颜色 灰翅只在雄性中表现,且不符合伴性遗传的规律

(3) BbZ^aW BbZ^AZ^a

(4) $\frac{1}{2}$

【解析】(1) 根据实验结果可知, F_1 中直触角都为雄性,而弯触角都为雌性(与亲本的雄性关于触角形状的表现一致),说明该性状与性别相关联,可判断控制触角形状的基因位于 Z 染色体上。

(2) 由亲本和子代的翅膀颜色可知,灰翅只在雄性中表现,且不符合伴性遗传的规律,表现为限性遗传的特征, $BB、Bb、bb$ 在雌性中均表现为白翅, $BB、Bb$ 在雄性中表现为白翅, bb 在雄性中表现为灰翅。

(3) 根据(1)分析可知,亲本触角形状相关基因型为 $Z^AW、Z^aZ^a$,结合(2)分析可知,亲本的基因型为 BBZ^AW 和 bbZ^aZ^a , F_1 的基因型为 $BbZ^aW、BbZ^AZ^a$ 。

(4) 依据上述分析,可以得到 F_2 的基因型,将 F_2 中的白翅直触角雌蛾(基因型及概率为 $\frac{1}{4}BBZ^aW、\frac{1}{2}BbZ^aW、\frac{1}{4}bbZ^aW$) 和灰翅直触角雄蛾(基因型为 bbZ^AZ^a) 杂交,子代中表现为白翅直触角个体($_bZ^AW、BbZ^AZ^a$) 所占比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} +$

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$ 。

16. (1) 2 遵循

(2) $AABB$ 或 $AAbb$ 或 $aaBB$

(3) 让 F_2 中的白花雄株与 F_1 中的雌株交配,统计子代花色的表型及比例 子代植株的花色中红花:白花=7:1(或子代雌株均开红花,雄株中红花:白花=3:1)

【解析】(1) 由题表信息可知,两个杂交组合的 F_2 的雄株中的红花和白花比例都为 15 : 1,为 9 : 3 : 3 : 1 的变式,说明该植物花色至少由 2 对等位基因控制,如果相关基因用 A/a 、 B/b 表示的话,只要有一个显性基因就开红花, A 、 B 都不存在(没有显性基因)开白花,结合题干信息可知所有开白花的植株均为雄株,因此控制花色的基因不位于性染色体上,而是位于常染色体上,双隐性个体中雌株开红花,雄株开白花。综上分析,白花性状至少由 2 对等位基因控制,其遗传遵循孟德尔的遗传规律。

(2) 雌株无论是何种基因型均表现为红花,雄株只有基因型为 $aabb$ 时表现为白花,其他基因型均表现为红花。题表中两个杂交组合的 F_2 的雄株中的红花和白花比例都为 15 : 1,说明 F_1 的基因型为 $AaBb$,因此杂交组合二中亲本基因型可以是红花雄株 $AABB$ 和红花雌株 $aabb$ 杂交,也可以是红花雄株 $AAbb$ 和红花雌株 $aaBB$ 杂交,还可以是红花雄株 $aaBB$ 和红花雌株 $AAbb$ 杂交,因此杂交组合二中亲本红花雄株的基因型为 $AABB$ 或 $AAbb$ 或 $aaBB$ 。

(3) 设计测交实验验证题述假说,雌株均为红花无法判断基因型,因此选择白花雄株($aabb$),为了验证花色至少由两对等位基因控制,其遗传遵循自由组合定律,且花色遗传为从性遗传,选择的另一个亲本基因型为 $AaBb$,表型为红花雌株。因此实验方案是让 F_2 中的白花雄株与 F_1 中的雌株交配,统计子代花色的表型及比例,若子代植株的花色中红花 : 白花 = 7 : 1(或子代雌株均开红花,雄株中红花 : 白花 = 3 : 1),则假说成立。

考点 2-4 显性的相对性

题型强化

17. C

思路分析

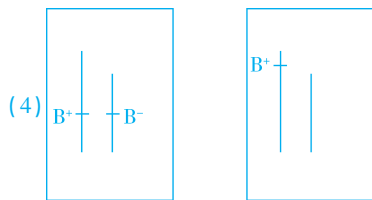
由翻毛鸡与正常羽鸡杂交, F_1 均为轻度翻毛鸡, F_1 雌雄个体相互交配, F_2 表型及比例为翻毛 : 轻度翻毛 : 正常羽 = 1 : 2 : 1 可知,翻毛对正常羽可能为不完全显性。

【解析】通过翻毛鸡与正常羽鸡杂交实验可推知,翻毛对正常羽可能为不完全显性, A 正确; F_1 轻度翻毛鸡应为杂合子,与正常羽鸡(纯合子)杂交,子代表型比例为 1 : 1, B 正确;翻毛鸡羽毛翻卷、皮肤外露,耐寒能力差,散热好,不是更适合生长在武汉这种冬冷夏热的环境, C 错误; F_2 中翻毛(纯合子) : 轻度翻毛(杂合子) = 1 : 2,随机交配的子代中轻度翻毛(杂合子)所占的比例为 $\frac{4}{9}$, D 正确。

18. (1) $A^-A^-B^+B^+$

(2) 用低镉水稻和纯合海水稻杂交得 F_1 , F_1 自交得 F_2 ,统计 F_2 的表型及比例或用低镉水稻和纯合海水稻杂交得 F_1 , F_1 与低镉水稻杂交得 F_2 ,统计 F_2 的表型及比例

(3) 3 或 6



思路分析

根据题干信息可知,水稻关于吸镉情况和耐盐情况的两对性状共有 6 种表型,表型与基因型的对应关系为低镉耐盐(A^+B^-)、低镉不耐盐($A^-A^-B^-$)、中镉耐盐(A^+B^+)、中镉不耐盐($A^-A^-B^+$)、高镉耐盐(A^+B^+)、高镉不耐盐($A^-A^-B^+$)。

【解析】(1) 普通水稻的表型为高镉不耐盐,故普通水稻基因型是 $A^-A^-B^+B^+$ 。

(2) 根据题意,实验的目的是探究 A^+/A^- 和 B^+/B^- 是否位于同一对染色体上,即探究这两对基因的遗传遵循分离定律还是自由组合定律,常用的方法有杂合子自交法或测交法,杂合子自交观察后代性状分离比是 3 : 1,还是 9 : 3 : 3 : 1 或其变式,若为 3 : 1,则遵循基因分离定律,即两对基因位于一对同源染色体上。故实验设计思路: 用低镉水稻($A^-A^-B^-$)和纯合海水稻($A^+A^+B^+B^+$)杂交得 F_1 ($A^-A^-B^+B^-$), F_1 自交得 F_2 ,统计 F_2 的表型及比例,如果 F_2 的表型及比例为高镉耐盐 : 中镉耐盐 : 低镉不耐盐 = 1 : 2 : 1,则 A^+/A^- 和 B^+/B^- 位于同一对染色体上。或用低镉水稻和纯合海水稻杂交得 F_1 , F_1 与低镉水稻杂交得 F_2 ,统计 F_2 的表型及比例,如果 F_2 的表型及比例为中镉耐盐 : 低镉不耐盐 = 1 : 1,则 A^+/A^- 和 B^+/B^- 位于同一对染色体上。

(3) 双杂合中镉耐盐稻基因型为 $A^+A^-B^+B^-$,该植株自交,若 A^+/A^- 和 B^+/B^- 位于同一对染色体上,那么后代表型有高镉耐盐、中镉耐盐和低镉不耐盐或低镉耐盐、中镉耐盐和高镉不耐盐 3 种;若 A^+/A^- 和 B^+/B^- 位于两对同源染色体上,则自交后代有高镉耐盐、高镉不耐盐、中镉耐盐、中镉不耐盐、低镉耐盐和低镉不耐盐 6 种表型。

(4) 根据题意,对某中镉水稻(B^+B^-)镜检时发现其一条 2 号染色体发生部分缺失,则吸镉基因在 2 号染色体上的位置有两种情况,具体位置见答案。

考点 2-5 基因互作

题型强化

19. (1) 基因通过控制酶的合成控制代谢过程进而控制生物性状

(2) $aaBBdd$ 位于三对同源染色体上

(3) $aabbdd$ 紫红果:白果 = 1:7

(4) $4 \frac{9}{37}$

思路分析

根据题干信息分析,A 基因和 B 基因的表达在果皮细胞中需要 D 基因表达产物的激活,在花瓣细胞中则不需要。因此紫红果的基因型为 $A_B_D_$,白果的基因型为 $aaB_D_$ 、 $A_bbD_$ 、 $aabbD_$ 、 $____dd$;紫红花的基因型为 $A_B_ ____$,白花的基因型为 $aaB_ ____$ 、 $A_bb ____$ 、 $aabb ____$,甲与乙杂交产生的 F_1 均为紫红果, F_2 紫红果:白果 = 27:37,表型比例之和为 64,说明三对基因的遗传符合自由组合定律。

【解析】(1) 题图所体现的基因控制生物体性状的方式为基因通过控制酶的合成控制代谢过程进而控制生物性状。

(2) 白果品种甲($AAbbDD$)与白果品种乙杂交, F_1 均为紫红果, F_1 自交得到的 F_2 中紫红果:白果 = 27:37,表型比例之和为 64,即 F_1 的基因型为 $AaBbDd$,乙品种的基因型为 $aaBBdd$,且三对等位基因的遗传遵循基因的自由组合定律, $A/a/B/b/D/d$ 三对基因位于三对同源染色体上。

(3) 为进一步验证 $A/a/B/b/D/d$ 三对基因的位置关系,可进行测交,即选取基因型为 $aabbdd$ 的品种与(2)中的 F_1 (基因型为 $AaBbDd$)进行杂交,子代中紫红果($A_B_D_$)的比例为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$,则白果占 $\frac{7}{8}$,即子代表型及比例为紫红果:白果 = 1:7。

(4) 由于花瓣细胞中不需要 D 基因也可以产生花青素,因此(2)中的 F_2 结白果开紫花植株的基因型为 A_B_dd ,该部分植株的基因型及比例为 $AABBdd:AABbdd:AaBBdd:AaBbdd = 1:2:2:4$,在 F_2 白果植株中所占比例为 $\frac{9}{37}$ 。

20. (1) 同种生物的同一种性状的不同表现形式

(2) 不正确 实验组二的 F_2 的性状分离比为 9:6:1

(3) 两对等位基因位于两对同源染色体上;雌雄配子间随机结合;各种基因型的后代存活率相等

(4) $AABB$ 圆球形

(5) $\frac{1}{3}$ 扁盘形:圆球形:长圆形 = 25:10:1

思路分析

根据实验组二中 F_2 的性状分离比为 9:6:1 可以看出,南瓜果实形状的遗传至少受两对等位基因控制,且遵循基因的自由组合定律,扁盘形的基因型为 $A_B_$,圆球形的基因型为 A_bb 、 $aaB_$,长圆形的基因型为 $aabb$,实验组二亲本的基因型为 $AABB \times aabb$ 或 $AAbb \times aaBB$,根据实验组一的性状分离比,可以推断出实验组一亲本的基因型为 $AABB \times aaBB$ 或 $AABB \times AAbb$,根据实验组三的性状分离比,可以推断出实验组三亲本的基因型为 $aaBB \times aabb$ 或 $AAbb \times aabb$,故乙的基因型为 $AABB$,甲的基因型为 $aaBB$ 或 $AAbb$,丙的基因型为 $aabb$ 。

【解析】(1) 南瓜果实长圆形、圆球形和扁盘形属于相对性状,相对性状是指同种生物的同一种性状的不同表现形式。

(2) 根据思路分析可知,南瓜果实形状至少受两对等位基因控制,因此不能仅根据实验组一的结果,得出南瓜果实形状的遗传只受一对等位基因控制的结论。

(3) 要得到实验组二 F_2 中的性状分离比 9:6:1(是 9:3:3:1 的变式),需要满足的条件有两对等位基因位于两对同源染色体上;雌雄配子间随机结合;各种基因型的后代存活率相等。

(4) 由思路分析可知,品种乙的基因型为 $AABB$,品种甲的基因型为 $AAbb$ 或 $aaBB$,型为 $Aabb$ 或 $aaBb$, F_1 自交获得 F_2 ,品种甲的表型为圆球形。

(5) 实验组三亲本的基因型组合为 $AAbb \times aabb$ 或 $aaBB \times aabb$, F_1 的基因型为 $Aabb$ 或 $aaBb$, F_1 自交获得 F_2 ,则 F_2 中的圆球形南瓜基因型为 A_bb 或 $aaB_$,当基因型为 A_bb 时,其基因型及概率为 $\frac{1}{3}AAbb$ 、 $\frac{2}{3}Aabb$,自交子代中杂合子概率为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$;当

基因型为 $aaB_$ 时,同理可求得子代中杂合子概率仍为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$ 。实验组二的 F_2 中扁盘形南瓜的基因型及概率为 $\frac{1}{9}AABB$ 、 $\frac{2}{9}AaBB$ 、 $\frac{2}{9}AABb$ 和 $\frac{4}{9}AaBb$,其中基因型为 $AABB$ 的扁盘形南瓜植株自交,子代全表现为扁盘形;基因型为 $AaBB$ 和 $AABb$ 的扁盘形南瓜植株各自自交,子代表型及比例均为扁盘形:圆球形=3:1,基因型为 $AaBb$ 的扁盘形南瓜自交,后代表型及比例为扁盘形:圆球形:长圆形=9:6:1,故后代表型及比例为扁盘形 $\left(\frac{1}{9} + \frac{2}{9} \times 2 \times \frac{3}{4} + \frac{4}{9} \times \frac{9}{16}\right)$:圆球形 $\left(\frac{2}{9} \times 2 \times \frac{1}{4} + \frac{4}{9} \times \frac{6}{16}\right)$:长圆形 $\left(\frac{4}{9} \times \frac{1}{16}\right) = 25:10:1$ 。

考点 2-6 基因的累加效应

题型强化

- 21. C** 【解析】根据题意“植物高度处于 6 cm 和 36 cm 之间”,说明 6 cm 的个体为隐性纯合子,根据 F_2 仅有 $\frac{1}{64}$ 的植株高 6 cm,而 $\frac{1}{64} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$,说明该性状至少受三对等位基因控制,A 错误;根据 A 项分析,植株的高度至少由 3 对等位基因决定,设这 3 对等位基因为 A/a 、 B/b 、 C/c ,每个显性基因决定的高度为 $36 \div 6 = 6$ (cm),每个隐性基因决定的高度为 $6 \div 6 = 1$ (cm), F_1 基因型为 $AaBbCc$,高度为 $3 \times 6 + 3 \times 1 = 21$ (cm), F_2 中含有 6 个显性基因的植株高度为 $6 \times 6 = 36$ (cm),含有 5 个显性基因和 1 个隐性基因的植株高度为 $6 \times 5 + 1 \times 1 = 31$ (cm),含有 4 个显性基因和 2 个隐性基因的植株高度为 $6 \times 4 + 1 \times 2 = 26$ (cm),含有 3 个显性基因和 3 个隐性基因的植株高度为 $6 \times 3 + 1 \times 3 = 21$ (cm),含有 2 个显性基因和 4 个隐性基因的植株高度为 $6 \times 2 + 1 \times 4 = 16$ (cm),含有 1 个显性基因和 5 个隐性基因的植株高度为 $6 \times 1 + 1 \times 5 = 11$ (cm),含有 0 个显性基因和 6 个隐性基因的植株高度为 $6 \times 1 = 6$ (cm),因此可以观察到 7 种不同的表型,B 错误;高度为 21 cm 的植株含有 3 个显性基因和 3 个隐性基因,可能的基因型为 $AABbcc$ 、 $AaBbCc$ 、 $AAbbCc$ 、 $AaBBcc$ 、 $AabbCC$ 、 $aaBBcc$ 、 $aaBbCC$,C 正确;在 F_2 中,高度为 11 cm 的植株含有 1 个显性基因和 5 个隐性基因,可能的基因型为 $Aabbcc$ 、 $aaBbcc$ 、 $aabbCc$,在 F_2 中所占的比例为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 3 = \frac{3}{32}$,高度为 26 cm 的植株含有 4 个显性基因和 2 个隐性基因,基因型可能为 $AABBcc$ 、 $aaBBCC$ 、 $AAbbCC$ 、 $AaBbCC$ 、 $AaBBcc$ 、 $AABbCc$,在 F_2 中所占的比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 3 + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 3 = \frac{15}{64}$,即高度为 11 cm 的植株数目和高度为 26 cm 的植株数目不同,D 错误。

22. (1) 44

(2) ① 基因的分 ② $\frac{1}{16}$

(3) E 基因纯合致死

(4) 让母本与父本交配得 F_1 ,再让 F_1 雌雄个体自由交配得到 F_2 (或让多只 F_1 雌性成体与父本测交得到 F_2),然后统计 F_2 的表型及比例。

【解析】(1) 由题意可知,此动物 ($2n=44$) 处于减数分裂 II 后期的次级卵母细胞着丝粒分裂,染色体为 44 条。

(2) ① 控制该动物尾长的三对等位基因的遗传均遵循基因的分离定律。② 雌性个体甲 ($AADDFF$) 与雄性个体乙 ($aaddff$) 交配得到 F_1 ($AaDdFf$),让 F_1 雌雄个体间随机交配,据题图可推知, A/a 和 D/d 、 F/f 遵循自由组合定律,但是 D/d 和 F/f 在一对同源染色体上,不遵循自由组合定律,则 F_1 产生雌、雄配子的基因型及比例均为 $ADF:Adf:aDF:adf=1:1:1:1$,故 F_2 共有 9 种基因型,所得 F_2 成年个体尾最长 ($AADDFF$) 的个体占 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ 。

(3) 由题图可知,只考虑有毛和无毛这一对相对性状,母本的基因型是 Ee ,父本的基因型是 ee ,杂交产生 F_1 的基因型及比例为 $Ee:ee=1:1$, F_1 产生的雌、雄配子的基因型及比例均为 $E:e=1:3$,因此 F_1 自由交配,所得 F_2 的基因型及比例理论上为 $EE:Ee:ee=1:6:9$,如果基因型 EE 致死,则有毛的比例占 $\frac{2}{5}$ 。所以出现题述结果的原因可能是 E 基因显性纯合致死。

(4) 要探究 Y/y 和 B/b 两对等位基因是否位于一对同源染色体上,可让纯合黄色成年个体作母本 ($YYBB$) 与隐性纯合白色成年个体作父本 ($yybb$) 交配得 F_1 ($YyBb$),再让 F_1 雌雄个体自由交配得到 F_2 (或让多只 F_1 雌性成年个体与父本测交得到 F_2),然后统计 F_2 的表型及比例,若 F_1 雌雄个体自由交配得到 F_2 的基因型及比例为 $Y_B_ : Y_bb : yyB_ : yybb=9:3:3:1$,即表型及比例为黄色:鼠色:白色=9:3:4,则两对等位基因遵循自由组合定律,位于两对同源染色体上;若 F_1 雌雄个体自由交配得到 F_2 的基因型及比例为 $YYBB:YyBb:yybb=1:2:1$,即表型及比例为黄色:白色=3:1,则不遵循自由组合定律,位于一对同源染色体上。

考点 2-7 致死现象

题型强化

23. (1) 单瓣花 单瓣花乙自交出现单瓣：重瓣=3：1 的性状分离比(或单瓣花自交后代出现性状分离,新出现的性状为隐性)
(2) 含单瓣基因的花粉(精子)致死或含单瓣基因的卵细胞
(3) 丙 乙 若丙作为父本为正交,产生的子代为单瓣花：重瓣花=1：1,反交产生的子代为单瓣花：重瓣花=3：1,则说明基因型为 D 的花粉(精子)致死;若丙作为父本为正交,产生的子代为单瓣花：重瓣花=3：1,反交产生的子代为单瓣花：重瓣花=1：1,则说明基因型为 D 的卵细胞致死

【解析】(1) 单瓣花乙自交出现单瓣：重瓣=3：1 的性状分离比,说明单瓣花是显性性状。

(2) 单瓣丙自交子代出现了重瓣,说明丙的基因型是 Dd,但自交子代单瓣花：重瓣花=1：1,说明存在致死现象,推测可能是含单瓣基因 D 的配子致死造成,因此可能是含单瓣基因的花粉(精子)致死或含单瓣基因的卵细胞致死。

(3) 若要设计实验验证上述推测,即要验证是丙产生含 D 的花粉(精子)致死还是丙产生含 D 的卵细胞致死,那么可以采用丙(Dd)和乙(Dd)进行正反交实验。若丙(Dd)作为父本为正交,产生的子代表型及比例为单瓣花：重瓣花=1：1,反交产生的子代表型及比例为单瓣花：重瓣花=3：1,则说明父本丙(Dd)产生的基因型为 D 的花粉(精子)致死;若丙(Dd)作为父本为正交,产生的子代表型及比例为单瓣花：重瓣花=3：1,反交产生的子代表型及比例为单瓣花：重瓣花=1：1,则说明母本丙(Dd)产生的基因型为 D 的卵细胞致死。

24. (1) 不位于 实验②中 F₂ 表型及比例为胡桃冠：豌豆冠：玫瑰冠：单冠=9：3：3：1,符合自由组合定律,因此 A/a 基因和 B/b 基因不位于同一对同源染色体上

(2) 甲、丙

(3) $\frac{1}{4}$

(4) $\frac{1}{9}$

(5) 基因型为 AB 的雌配子或者雄配子致死 将所选取的 F₁ 中的胡桃冠个体与 F₂ 中单冠个体进行正反交,观察子代表型及比例;若胡桃冠作为父本时,子代表型及比例为豌豆冠：玫瑰冠：单冠=1：1：1,则致死的是基因型为 AB 的雄配子;若胡桃冠作为母本时,子代表型及比例为豌豆冠：玫瑰冠：单冠=1：1：1,则致死的是基因型为 AB 的雌配子。

【解析】(1) 实验②中 F₂ 表型及比例为胡桃冠：豌豆冠：玫瑰冠：单冠=9：3：3：1,符合自由组合定律,因此 A/a 基因和 B/b 基因不位于同一对同源染色体上。

(2) 由题意分析可知,胡桃冠基因型为 A_B_,豌豆冠和玫瑰冠的基因型分别为 A_bb 和 aaB_(顺序可换),单冠基因型为 aabb,实验②中 F₁ 基因型为 AaBb,乙和丁表型分别为豌豆冠和玫瑰冠,故二者基因型分别为 AAbb 和 aaBB(顺序可换),均为纯合子。

实验①中,甲和丙表型为豌豆冠和玫瑰冠,且杂交结果为 $\frac{1}{4}$ 胡桃冠、 $\frac{1}{4}$ 豌豆冠、 $\frac{1}{4}$ 玫瑰冠、 $\frac{1}{4}$ 单冠,可知二者基因型分别为 Aabb 和 aaBb(顺序可换),均为杂合子。

(3) 实验②的 F₂ 中纯合子基因型及占比为 $\frac{1}{16}$ AABB、 $\frac{1}{16}$ AAbb、 $\frac{1}{16}$ aaBB 和 $\frac{1}{16}$ aabb,即 F₂ 中所有纯合子所占的比例为 $\frac{1}{4}$ 。

(4) 实验②的 F₂ 中表型为豌豆冠的雌雄个体中基因型为 AAbb(或 aaBB)的占比为 $\frac{1}{3}$,基因型为 Aabb(或 aaBb)的占比为 $\frac{2}{3}$,随机交

配可用配子法,Ab(或 aB)配子所占比例为 $\frac{2}{3}$,ab 配子所占比例为 $\frac{1}{3}$,即后代中单冠(aabb)个体所占比例为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$ 。

(5) 由题意分析可知,F₂ 表型比例为 5：3：3：1,是“9：3：3：1”的变式,推知基因型为 AB 的配子致死。通过所选取的 F₁ 中的胡桃冠个体与 F₂ 中单冠个体做正反交即可判定是雌配子致死还是雄配子致死,若胡桃冠作为父本时,子代表型及比例为豌豆冠：玫瑰冠：单冠=1：1：1,则致死的是基因型为 AB 的雄配子;若胡桃冠作为母本时,子代表型及比例为豌豆冠：玫瑰冠：单冠=1：1：1,则致死的是基因型为 AB 的雌配子。

考点 2-8 遗传系谱图的分析与计算

题型强化

25. (1) 伴 X 染色体隐性遗传 aaX^BX^B 或 aaX^BX^b

(2) $\frac{1}{16}$

(3) 0

(4) $X^{AB}X^{aB}$ $X^{Ab}X^{aB}$

思路分析

根据 I_1 和 I_2 不患乙病而 II_4 患乙病可知,乙病为隐性遗传病,结合题目信息“ I_1 无乙病致病基因”可知,乙病的遗传方式为伴 X 染色体隐性遗传, I_1 关于乙病的基因型为 X^BY , I_2 关于乙病的基因型为 X^BX^b ; 根据题干可知甲病为常染色体隐性遗传病, I_1 关于甲病的基因型为 aa , 由于 II_1 患甲病, 由此可确定 I_2 关于甲病的基因型为 Aa 。

【解析】(1) 由思路分析可知,乙病的遗传方式为伴 X 染色体隐性遗传; I_1 的基因型为 aaX^BY , I_2 的基因型为 AaX^BX^b , 则 II_1 关于乙病的基因型有 X^BX^B 和 X^BX^b 两种可能, 根据题干可知,甲病为常染色体隐性遗传病, 则 II_1 关于甲病的基因型为 aa , 综上, II_1 的基因型是 aaX^BX^B 或 aaX^BX^b 。

(2) 根据 I_1 和 I_2 的基因型可推出 II_2 的基因型为 AaX^BX^B 或 AaX^BX^b , 且两种可能的概率相同, 根据该男性表型正常但其母亲患甲病可知, 该男性的基因型为 AaX^BY , 两者婚配生出患甲病孩子的概率是 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, 二者生出的男孩有关乙病的基因型可能为 X^BY 或 X^bY , 其中基因型为 X^bY 时表现为患乙病, 其出现的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, 综上, II_2 与该表型正常的男性婚配生一个男孩同时患两种病的概率为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ 。

(3) 乙病是伴 X 染色体隐性遗传病, II_4 与 II_5 所生男孩的乙病致病基因来自其母亲 II_5 , 不可能来自父亲, 因此该男孩的乙病致病基因来自 I_2 的概率为 0。

(4) 若甲病为伴 X 染色体隐性遗传, 在其他条件不变的情况下, I_1 的基因型为 $X^{ab}Y$, II_2 的一条 X 染色体为 X^{ab} 。由于 II_1 患甲病, 可确定 I_2 关于甲病基因型为 X^AX^a , 结合乙病可知, I_2 的基因型有 $X^{AB}X^{ab}$ 和 $X^{Ab}X^{aB}$ 两种可能, 由于 II_4 是两病均患男性 ($X^{ab}Y$), 其 X 染色体只能来自其母亲 I_2 , 由此确定 I_2 的基因型为 $X^{AB}X^{ab}$, 由于 II_2 不患病, 可确定其基因型为 $X^{AB}X^{aB}$ 。结合题目信息可知, II_4 的基因型为 $X^{ab}Y$, II_5 的基因诊断结果为他们夫妻所生孩子都会患病, 可确定 II_5 为 a、b 基因的携带者, 则其基因型有 $X^{AB}X^{ab}$ 和 $X^{Ab}X^{aB}$ 两种情况, 若其基因型为 $X^{AB}X^{ab}$, 子代有 $\frac{1}{2}$ 的概率不会患病, 与题目信息不符; 若其基因型为 $X^{Ab}X^{aB}$, 子代不论男孩女孩, 均会患病, 因此 II_5 的基因型可能是 $X^{Ab}X^{aB}$ 。

26. (1) 常染色体隐性遗传 III_9 与 III_{10} 均不患乙病, 其女儿 IV_{16} 患乙病 $\frac{1}{42}$

(2) BbX^aY

(3) 5 父亲

(4) 能 IV_{21} 不携带甲病基因, 血液中检测到的甲病基因只能来自胎儿

思路分析

分析题图 1 可知, 由均不患乙病的 III_9 和 III_{10} 生出患乙病的女儿 IV_{16} 可知, 乙病为常染色体隐性遗传病; 题图 2 表示针对甲病, 系谱图中部分个体相应基因的电泳结果, 分析可知, 从上到下四个条带中, 甲病致病基因的扩增片段为第 2 条带和第 3 条带, 第 1 条带和第 4 条带为正常基因的扩增片段。只考虑甲病, 甲病患者 IV_{20} 与不携带致病基因的 IV_{21} 生育得到一个患甲病的女儿, 可见甲病是显性遗传病, 结合电泳图, 甲病患者 II_5 和不患甲病的 II_6 生育的 III_{12} 不含正常基因, 可见甲病为伴 X 染色体显性遗传病。

【解析】(1) 根据思路分析可知, 乙病为常染色体隐性遗传病; IV_{16} 有关乙病的基因型为 bb , 若乙病在人群中的发病率为 $\frac{1}{400}$, 则 b 的基因频率为 $\frac{1}{20}$, B 的基因频率为 $\frac{19}{20}$, 则人群中 Bb 的基因型频率 = $2 \times \frac{1}{20} \times \frac{19}{20} = \frac{19 \times 2}{400}$, BB 的基因型频率 = $\frac{19}{20} \times \frac{19}{20} = \frac{19 \times 19}{400}$, 则 Bb : BB = 2 : 19, IV_{17} 基因型为 Bb 的概率为 $\frac{2}{21}$, IV_{16} (bb) 与 IV_{17} 生出一个患乙病男孩的概率 = $\frac{2}{21} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{42}$ 。

(2) 根据思路分析可知, 甲病为伴 X 染色体显性遗传病; 分析题图 2 可知, 从上到下四条带中, 甲病致病基因扩增片段为第 2 条带和第 3 条带, 第 1 条带和第 4 条带为正常基因的扩增片段, 可见只考虑甲病, III_9 的基因型是 X^aY ; 由 (1) 可知, 乙病属于常染色体隐性遗传病, 由题图 1 可知, 均不患乙病的 III_9 和 III_{10} 生出了患乙病的儿子 IV_{18} , 则 III_9 和 III_{10} 有关乙病的基因型均是 Bb, 同时考虑甲病和乙病, III_9 的基因型为 BbX^aY 。

(3) 分析题图 1 可知, IV_{20} 的甲病致病基因 X^A 来自其母亲 III_{13} , 其母亲的甲病致病基因来自第 II 代的 5 号个体; IV_{20} 不患乙病,

其父亲患有乙病,故 IV_{20} (Bb)的乙病致病基因来自其父亲。

(4)若 IV_{21} 再次怀孕,此方法能适用于 IV_{21} ,因为 IV_{21} 不携带甲病基因,因此血液中检测到的甲病基因只能来自胎儿。

考点 2-9 基因位置的探究

题型强化

27. (1) 黑斑 常染色体 F_1 雌雄小鼠的表型及比例为黑斑:白斑=3:1,说明该性状与性别无关

(2) $\frac{1}{2}$ 遵循

(3) AaX^BX^b 让 F_1 中的短尾雌鼠与长尾雄鼠作为亲本杂交,观察其后代的表型及比例 F_2 雌鼠均为长尾、雄鼠均为短尾 基因 B/b 位于 X 染色体上 F_2 雌雄鼠的表型及比例均为长尾:短尾=1:1 基因 B/b 位于常染色体上

【解析】(1)根据题干信息可知, F_1 雌雄个体中,黑斑:白斑=(3+3):(1+1)=3:1,说明黑斑对白斑为显性,且基因 A/a 位于常染色体上,该亲本关于体色的基因型均为 Aa。

(2)由(1)分析可知,亲本小鼠关于体色的基因型均为 Aa,不考虑 B/b 等其他基因,则 F_1 黑斑小鼠的基因型及概率为 $\frac{1}{3}AA$ 、 $\frac{2}{3}Aa$,其产生的配子类型及比例为 A:a=2:1, F_1 黑斑雌、雄小鼠随机交配, F_2 的基因型及比例为 AA:Aa:aa=4:4:1,故 F_2 黑斑小鼠(AA、Aa)中杂合子所占比例为 $\frac{1}{2}$ 。题干中 F_1 雌雄小鼠均有四种表型,且比例为 3:1:3:1,两对相对性状之比分别是 3:1 与 1:1,故这两对基因的遗传遵循自由组合定律。

(3) F_1 小鼠关于尾型的表型及比例为长尾:短尾=1:1,长尾对短尾为显性,若基因 B/b 位于常染色体上,则其亲本的基因型为 AaBb 和 Aabb;若基因 B/b 位于 X 染色体上,则其亲代雌性小鼠的基因型为 AaX^BX^b ,雄性小鼠的基因型为 AaX^bY 。若想要探究基因 B/b 所在位置,可让 F_1 中的短尾雌鼠与长尾雄鼠交配,观察其后代的表型及比例。若基因 B/b 位于 X 染色体上,则短尾雌鼠(X^bX^b) \times 长尾雄鼠(X^BY) \rightarrow 长尾雌鼠(X^BX^b)、短尾雄鼠(X^bY),即 F_2 雌鼠均为长尾、雄鼠均为短尾;若基因 B/b 位于常染色体上,则短尾雌鼠(Bb) \times 长尾雄鼠(bb) \rightarrow 长尾鼠(Bb)、短尾鼠(bb),即 F_2 雌雄鼠的表型及比例均为长尾:短尾=1:1。

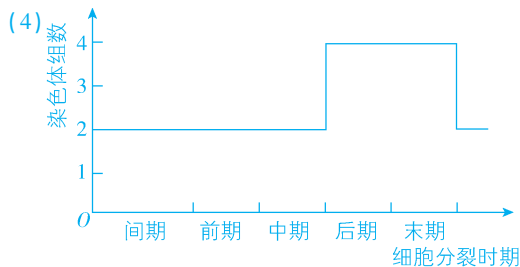
考点 2-10 生物变异的原因分析与推导

题型强化

28. (1) 是 染色体的位置、形态、数目变化 基因突变和染色体变异

(2) CD 初级精母细胞

(3) 父本减数分裂 I 时同源染色体未分离,产生了基因型为 X^BY 的精子



【解析】(1)动物细胞分裂过程中,中心体倍增发生在分裂间期,DNA 复制也发生在分裂间期,二者发生在同一时期。真核细胞的分裂方式有无丝分裂、有丝分裂和减数分裂,无丝分裂没有染色体的周期性变化;有丝分裂有同源染色体,但无同源染色体联会、同源染色体分离等现象;减数分裂有同源染色体联会、同源染色体分离等现象,因此判断真核细胞分裂方式的依据是染色体的位置、形态、数目变化。题图 1 中分裂方式包括有丝分裂和减数分裂,二者都可以发生的可遗传变异有基因突变和染色体变异。

(2)题图 1 丁细胞中无同源染色体,着丝粒整齐排在赤道板上,处于减数分裂 II 中期,此时每条染色体上有 2 个 DNA 分子,对应题图 2 曲线中的 CD 段;丙细胞正在发生同源染色体分离,处于减数分裂 I 后期,又因此时细胞质均分,故该细胞为初级精母细胞。

(3)不考虑基因突变,则基因型为 X^BX^bY 的小鼠,其 X^B 与 Y 染色体均来源于父本(X^BY), X^b 染色体来源于母本(X^BX^b),因此亲本产生配子时发生异常的原因为父本减数分裂产生精子的过程中,减数分裂 I 后期, X^B 与 Y 这对同源染色体未分离,进入了同一个次级精母细胞中,最终产生了基因型为 X^BY 的精子。

(4)小鼠属于二倍体生物,有丝分裂前的间期和有丝分裂前、中期细胞中染色体数均为 $2n$,即这些时期的细胞中有 2 个染色体组;有丝分裂后期和末期因为着丝粒分裂,细胞中染色体数目加倍,变为 $4n$,即这两个时期的细胞中有 4 个染色体组,末期结

束,子细胞中染色体数又恢复到了 $2n$,即子细胞中有 2 个染色体组。图见答案。

29. (1) 两 实验①中紫皮×白皮,得到的 F_1 都是紫皮,且 F_1 自交所得 F_2 果皮颜色的比例出现 9 : 3 : 3 : 1 的变式 12 : 3 : 1

(2) 紫花紫皮 $6 \frac{1}{6}$

(3) $AAaaBBbbCCcc$ 抑制纺锤体的形成,从而导致细胞核内的染色体数目加倍 $\frac{4}{9}$ 将该四倍体植株与二倍体植株杂交,获得

三倍体植株,三倍体植株在减数分裂时联会紊乱,不能形成可育配子,因此不能形成种子,该三倍体植株所结果实即为无子果实

【解析】(1) 杂交实验①中紫皮×白皮,得到的 F_1 都是紫皮,且 F_1 自交所得 F_2 果皮颜色的比例出现 9 : 3 : 3 : 1 的变式 12 : 3 : 1,说明果皮颜色至少受两对等位基因控制。

(2) 根据 F_2 果皮颜色的比例可知,只考虑果皮颜色, F_1 的紫皮植株基因型都是 $BbCc$, F_2 紫皮基因型是 $B_C_$ 和 B_cc ,绿皮基因型是 $bbC_$,白皮基因型为 $bbcc$ (也有可能是紫皮基因型是 $B_C_$ 和 $bbC_$,绿皮基因型是 B_cc ,白皮基因型为 $bbcc$,后续分析中同理),那么杂交实验①中亲本紫皮植株基因型就是 $BBCC$,杂交实验②中亲本紫皮植株基因型是 $BBcc$ 、绿皮植株基因型是 $bbCC$; 两个紫皮亲本杂交($BBCC \times BBcc$)得 F_1 , F_1 的基因型为 $BBCc$, F_1 自交得 F_2 , F_2 的基因型及比例为 $BBCC : BBcc : BBcc = 1 : 2 : 1$,表型均为紫皮。再考虑花色,杂交实验②中亲本为白花与紫花, F_1 全为紫花,说明紫花是显性性状,两个实验的亲本紫花植株的基因型都是 AA ,那么两个紫花亲本杂交得到的 F_1 和 F_2 的基因型都是 AA ,表现为紫花,综上可知,将杂交实验①和②中的紫花紫皮亲本杂交得 F_1 , F_1 自交得 F_2 , F_2 的表型为紫花紫皮。杂交实验②中 F_2 的表型及比例为紫花紫皮 : 白花绿皮 : 白花白皮 = 12 : 3 : 1,紫花个体均为紫皮,则 A、B 基因连锁,a、b 基因连锁,亲本基因型为 $aabbCC$ 和 $AABBcc$, F_1 基因型为 $AaBbCc$, F_2 中紫花紫皮植株的基因型为 $A_B_C_$ 或 A_B_cc ,共 6 种基因型,其中纯合子的比例为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$ 。

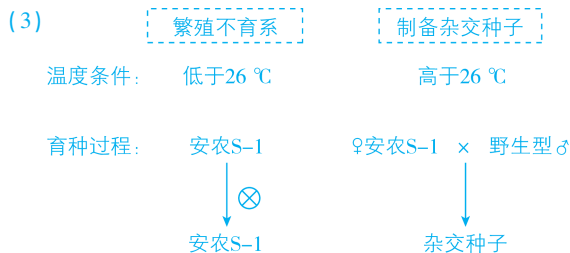
(3) 由(2)分析可知,杂交实验②中 F_1 的基因型为 $AaBbCc$,秋水仙素的作用是抑制纺锤体的形成,从而导致细胞核内的染色体数目加倍,处理 F_1 的幼苗获得四倍体植株基因型为 $AAaaBBbbCCcc$ 。先以 1 对基因为例, $AAaa$ 产生的配子及比例为 $AA : Aa : aa = 1 : 4 : 1$,A、B 基因连锁,a、b 基因连锁,则 $AAaaBBbb$ 产生的配子及比例为 $AABB : AaBb : aabb = 1 : 4 : 1$, $CCcc$ 产生的配子及比例为 $CC : Cc : cc = 1 : 4 : 1$,则与 F_1 基因型($AaBbCc$)相同的配子的比例为 $\frac{4}{6} \times \frac{4}{6} = \frac{4}{9}$ 。研究人员想利用该四倍体植株继续实验以获得无子果实,实验思路为将该四倍体植株与二倍体植株杂交,获得三倍体植株,三倍体植株在减数分裂时联会紊乱,不能形成可育配子,因此不能形成种子,该三倍体植株所结果实即为无子果实。

考点 2-11 遗传变异在育种方面的应用

题型强化

30. (1) 自花传粉 母本

(2) 育性正常和雄性不育是一对相对性状,受一对等位基因控制,该相对性状的遗传符合分离定律,雄性不育为隐性(答出 2 条即可)



或者低于 26 ℃条件下安农 S-1 自交获得安农 S-1;高于 26 ℃条件下,以安农 S-1 作为母本与野生型杂交,收获的种子就是杂交种子

(4) 设计思路:在低于 32 ℃时将突变体 t1 和 t2 杂交,在温度高于 32 ℃时检测 F_1 育性;预期结果: F_1 表现为雄性不育

(5) 不是,与安农 S-1 相比,突变体 t1 和 t2 的雄性不育起点温度更高,偶遇低温天气时,更容易由雄性不育转变为雄性可育,从而能够自交,降低杂交种子的纯度

【解析】(1) 水稻花是两性花,杂交实验中,为了防止母本自花传粉,须对母本进行人工去雄。科学家发现的安农 S-1 温敏不育系突变体水稻在温度高于 26 ℃时表现为花粉败育,因此该个体在温度高于 26 ℃时不能产生可育的雄配子,故在此条件下杂交时只能作为母本。

(2) 温度高于 26 ℃时安农 S-1 表现为雄性不育,将野生型(育性正常)与安农 S-1 杂交, F_1 均为育性正常, F_1 自交后代中育性正常 : 雄性不育 = 3 : 1,说明育性正常和雄性不育是一对相对性状,受一对等位基因控制,该相对性状的遗传符合分离定律,且雄性不育为隐性。

(3) 安农 S-1 温敏不育系突变体水稻在温度高于 26 ℃时表现为花粉败育,说明其在温度低于 26 ℃时表现为雄性可育,若要利

用安农 S-1 和野生型水稻繁殖不育系、制备杂交种子,可让安农 S-1 在低于 26 °C 条件下自交获得安农 S-1 以繁殖不育系;以安农 S-1 作为母本,与野生型在高于 26 °C 的条件下杂交繁育后代,即可获得杂交种子。图示制备过程详见答案。

(4) 若 t1 和 t2 是同一基因隐性突变引起的雄性不育,则 t1 和 t2 为隐性纯合子,即不含可育基因,可在低于 32 °C 时将突变体 t1 和 t2 杂交,在温度高于 32 °C 时检测 F₁ 育性,若 F₁ 表现为雄性不育,则说明 t1 和 t2 是同一基因突变引起的雄性不育。

(5) 与安农 S-1 相比,由于突变体 t1 和 t2 表现花粉败育的起点温度更高,偶遇低温天气时,更容易由雄性不育转变为雄性可育,从而能够自交,降低杂交种子的纯度,因此与安农 S-1 相比,突变体 t1 和 t2 不利于制种。

考点 2-12 遗传信息的转录和翻译

题型强化

31. (1) $\alpha_1^+ \alpha_2^+ / \alpha_1^0 \alpha_2^0$ $\frac{1}{2}$

(2) ①RNA 聚合 出生后,在 DNMT 的作用下 D 基因的启动子被甲基化,D 基因的表达受到抑制, γ 珠蛋白合成减少 高 正常人 D 基因的 mRNA 含量低于患者甲 ②D 基因表达出了大量的 γ 珠蛋白,能与 α 珠蛋白结合形成正常的血红蛋白,从而使症状减轻 研发阻止 DNMT 基因表达的药物(或研发抑制 DNMT 酶活性的药物)

思路分析

- 根据题意和题表信息可知,父亲的基因型为 $\alpha_1^+ \alpha_2^0 / \alpha_1^0 \alpha_2^0$,则其产生的配子为 $\alpha_1^+ \alpha_2^0$ 和 $\alpha_1^0 \alpha_2^0$,后代中女儿的基因型为 $\alpha_1^0 \alpha_2^+ / \alpha_1^0 \alpha_2^0$,是由雌雄配子 $\alpha_1^0 \alpha_2^+$ 和 $\alpha_1^0 \alpha_2^0$ 结合而来,儿子的基因型为 $\alpha_1^+ \alpha_2^+ / \alpha_1^0 \alpha_2^0$,是由雌雄配子 $\alpha_1^+ \alpha_2^+$ 和 $\alpha_1^0 \alpha_2^0$ 结合而来,据此可知母亲产生的配子为 $\alpha_1^0 \alpha_2^+$ 和 $\alpha_1^+ \alpha_2^+$,因此母亲的基因型为 $\alpha_1^+ \alpha_2^+ / \alpha_1^0 \alpha_2^+$ 。
- 图 2 中 DNMT 基因表达出 DNMT 蛋白,催化胎儿 D 基因的启动子发生甲基化过程,导致启动子甲基化,从而阻止出生后 D 基因表达,因此正常人出生后血红蛋白一般不含 γ 珠蛋白。

【解析】(1) 根据思路分析可知,该家庭母亲的基因型为 $\alpha_1^+ \alpha_2^+ / \alpha_1^0 \alpha_2^+$ 。根据题意,轻度贫血是由 α 基因缺失发生在同一染色体上引起,则轻度贫血患者基因型为 $\alpha_1^+ \alpha_2^+ / \alpha_1^0 \alpha_2^0$,其女性患者与一名基因组成为 $\alpha_1^+ \alpha_2^+ / \alpha_1^+ \alpha_2^+$ 的男性婚配,则后代基因型可能为 $\alpha_1^+ \alpha_2^+ / \alpha_1^+ \alpha_2^+$ 或 $\alpha_1^+ \alpha_2^+ / \alpha_1^0 \alpha_2^0$,因此后代患轻度贫血的概率为 $\frac{1}{2}$ 。

(2) ①启动子是一段有特殊序列结构的 DNA 片段,它是 RNA 聚合酶识别和结合的位点。根据思路分析可知,正常人出生后 D 基因的启动子甲基化,从而阻止出生后 D 基因表达,故正常人出生后血红蛋白一般不含有 γ 珠蛋白。分析图 1 可知,患者甲的 D 基因的 mRNA 及 γ 肽链的含量高于正常人的,故正常人 D 基因甲基化水平应比患者甲高。②综合题干信息,从分子水平分析 β 地贫患者甲症状比普通 β 地贫患者轻的原因是 D 基因表达出了大量的 γ 肽链,能与 α 珠蛋白结合形成正常的血红蛋白,从而使地中海贫血的症状减轻。综合题干信息,患者 DNMT 基因发生突变后,导致 DNMT 异常无法催化 D 基因的启动子甲基化,D 基因表达量增加,表达出的 γ 肽链与 α 珠蛋白结合形成正常的血红蛋白,达到减轻贫血的效果,因此治疗 β 地贫的思路是研发阻止 DNMT 基因表达的药物(或研发抑制 DNMT 酶活性的药物)。

考点 2-13 基因功能的探究

题型强化

32. (1) $\frac{7}{8}$ (2) ①第一组存活的 F₁ 含有 a 的成体数小于不含 a 基因的成体数,第二组存活的 F₁ 含有 a 的成体数比例高于第一

组 T_A 群体中存在插入两个及以上 a 基因的个体,产生含有 a 的配子比例大于 $\frac{1}{2}$ ②C、E、A、C(或 C、E、C、A) (3) 品系 1 (♂) × 甲 (♀) → 所得 F₁ 自交,选择 F₂ 中雄性不育个体作母本与品系 1 杂交 → … → 获得具有品系 1 优良性状的雄性不育株 将步骤一所得植株作母本和步骤二所得植株作父本杂交获得子代

【解析】(1) 由题意可知,推测丙产生了新的显性突变基因 B,使雄性不育基因 a 导致的不育性状得以恢复,且两基因位于非同源染色体上,又因为甲为纯合植株,且携带 a 基因,则植株甲的基因型为 aabb,植株甲与野生型杂交产生的后代均可育,可推知野生型基因型为 AAbb,植株甲与野生型杂交所得存活的 F₁ 基因型为 Aabb;植株甲与丙杂交产生的后代均可育且不出现白化现象,则丙的基因型为 AABB,产生的 F₁ 基因型为 AaBb,故甲与野生型杂交所得存活的 F₁ 与甲、丙杂交得到的 F₁ 杂交,即 Aabb × AaBb,产生的子代基因型为 AABb、AAbb、AaBb、Aabb、aaBb、aabb,子代雄性不育幼苗(aabb)所占的比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$,则

子代中雄性可育幼苗占比为 $1 - \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$ 。

(2) ①分析实验结果可得, 杂交组合一产生的存活的 F_1 中, 含有 a 基因的成体数小于不含 a 基因的成体数, 说明 a 基因引起部分子代死亡, 含有 a 基因但不含有 B 基因的成体数所占比例为 $\frac{95}{630}$; 杂交组合二产生的存活的 F_1 中, 含有 a 基因同时含有 B 基因的成体数所占比例为 $\frac{415}{607}$, $\frac{95}{630} < \frac{415}{607}$, 说明 B 基因可抑制 a 基因的作用。第二组存活的 F_1 中含有 a 基因的成体数比例超过 $\frac{1}{2}$ 的

原因可能是 T_A 群体中存在插入两个及以上 a 基因的个体, 产生含有 a 的配子比例大于 $\frac{1}{2}$ 。②植物中核蛋白 N 与叶绿体发育有关。新的研究发现, a 基因的表达产物可与核蛋白 N 形成复合体。本实验的目的是验证 B 基因通过抑制 a 基因的表达而解除 a 对 N 的影响, 因此实验的自变量为导入基因的种类, 因变量是叶绿体的发育情况, I~IV 应依次填写 C、E、A、C (或 C、E、C、A)。

(3) 现有两个具有某优良性状的品系 1 和 2, 科研人员利用甲和丙进行杂交实验, 获得兼具品系 1、2 优良性状的杂种植株, 同时避免后代白化, 由于需要将两个品种的优良性状集中到一个个体上, 因而需要通过杂交育种实现。则在相关的育种流程中, 甲表现为雄性不育, 因而在杂交育种的过程中只能作为母本, 因此步骤 1: 选择品系 1 (σ) \times 甲 (φ) \rightarrow 所得 F_1 自交, 选择 F_2 中雄性不育个体作母本与品系 1 进行连续回交, 进而获得具有品系 1 优良性状的雄性不育株。步骤二: 品系 2 \times 丙 \rightarrow 所得子代经 PCR 鉴定, 选择有 B 基因的 F_1 \times 品系 2 进行多次回交, 获得 B 基因纯合兼具品系 2 优良性状的植株。步骤三: 将步骤一所得植株 (雄性不育) 作母本和步骤二所得植株作父本杂交获得子代, 即可获得目标类型。