

第7章 生物的变异和进化

第1节 生物的变异

刷基础

1. D 考查点 ▶ 细胞癌变的原因及防治

【解析】一般来说,原癌基因表达的蛋白质是细胞正常的生长和增殖所必需的,故细胞正常增殖需要原癌基因表达的蛋白质,A 正确;抑癌基因表达的蛋白质能抑制细胞的生长和增殖,或者促进细胞凋亡,细胞恶性增生可能与抑癌基因表达的蛋白质减少有关,B 正确;细胞膜上的糖蛋白减少使得细胞之间的黏着性显著降低,癌细胞容易分散开,具有转移性,C 正确;突变的体细胞的原癌基因或抑癌基因不会遗传给后代,D 错误。

2. D 考查点 ▶ 伴 X 染色体显性遗传病

【解析】依据题干信息“*SHOX* 基因的功能是剂量依赖性的”可推知,不患该病的特纳综合征患者(染色体 45 条,XO)身材矮小,可能与 *SHOX* 基因剂量不足有关,A 正确;*SHOX* 基因突变是某伴 X 染色体显性遗传病的病因,故 *SHOX* 基因位于 X 染色体上,其在遗传上既遵循孟德尔遗传定律又表现出伴性遗传的特点,B 正确;若控制该病的基因用 A、a 表示,则男性患者($X^A Y$)与一正常女性($X^a X^a$)婚配,生育一个男孩,其基因型理论上应为 $X^a Y$,表型应正常,其患病可能是由于在胚胎发育早期,有丝分裂时 *SHOX* 基因发生了突变,C 正确;依据题干信息,该病为伴 X 染色体显性遗传病,说明其基因位于 X、Y 染色体的非同源区段上,所以该男孩父亲($X^A Y$)的精原细胞 X 和 Y 染色体同源区段发生片段交换,不会产生 Y 染色体上含 A 基因即 *SHOX* 基因的精子,也就不会导致子代男孩患病,D 错误。

3. AB 突破点 ▶ 图表分析—基因重组

【解析】图甲中,同源染色体的非姐妹染色单体交换片段导致基因重组,A 正确;该精原细胞发生图甲变化后,正常完成减数第一、二次分裂将产生 4 种精细胞,基因型分别为 MN、Mn、mN、mn,B 正确;只考虑 N/n 基因,该精原细胞发生图乙变化后,精细胞的基因型可能为 N、n、NN、nn、O(O 表示没有相应的基因),有 5 种可能,C 错误;该精原细胞发生图甲变化后,会分别产生基因型为 MmNN 和 Mmnn 的次级精母细胞,其中基因型为 MmNN 的次级精母细胞再发生图乙变化后,可能产生一个基因型为 MmN 的精细胞,D 错误。

4. D 突破点 ▶ 图表分析—生物变异类型的判断

【解析】图①表示在同源染色体的非姐妹染色单体之间发生的染色体互换,属于基因重组,发生在减数分裂的四分体时期;图②表示染色体结构变异中的易位,A 错误。图③中的变异属于基因突变中的碱基的增添,不会使基因所在的染色体变短,B 错误。图④中,若上面的染色体正常,则下面染色体发生染色体结构变异中的缺失;若下面染色体正常,则上面染色体发生染色体结构变异中的重复,C 错误。只有基因突变才能产生新基因,图①②④所表示的变异都不是基因突变,不会产生新基因,D 正确。

易错警示

同源染色体中非姐妹染色单体的互换属于基因重组,一般只发生在减数分裂过程中,而非同源染色体之间的交换属于染色体结构变异中的易位,既可以发生在有丝分裂过程中,也可以发生在减数分裂过程中。

刷提分

1. B 突破点 ▶ 信息提取—基因突变的位置分析

【解析】假设 X、Y、Z 的基因型分别为 aaBBCC、AAbbCC、AABBcc, X、Y、Z 两两杂交后的基因型分别为 AaBbCC (X 与 Y 杂交)、AaBBcc (X 与 Z 杂交)、AABbCc (Y 与 Z 杂交)。若 X、Y、Z 的浅绿叶基因均位于同一对染色体上, 第 1 组 F_1 的自交后代 F_2 为 1aaBBCC (浅绿叶)、1AAbbCC (浅绿叶)、2AaBbCC (绿叶), 即绿叶: 浅绿叶 = 1:1, 同理第 2 组和第 3 组的结果也是绿叶: 浅绿叶 = 1:1, A 正确。若 X、Y、Z 中仅有两个突变体浅绿叶基因位于同一对染色体上, 结合 F_1 的基因型, 可推算出有两组 F_2 的表型及比例为绿叶: 浅绿叶 = 9:7; 另一组为绿叶: 浅绿叶 = 1:1, B 错误。若 X、Y、Z 的浅绿叶基因位于三对不同的染色体上, 则三对基因独立遗传, 结合 F_1 的基因型可知, 三组结果应均为绿叶: 浅绿叶 = 9:7, C 正确。突变体 X、Y、Z 的出现说明了基因突变具有随机性 (基因突变可以发生在任何时期、任何 DNA、DNA 的任何部位), D 正确。

2. A 突破点 ▶ 信息提取—染色体结构变异的情境化考查

【解析】由题意可知, 突变体 1 的子代表现为 a、c、f 三种隐性基因控制的性状, 说明突变体 1 中 A、C 和 F 这 3 个基因缺失, 即可推测 A、C 和 F 这 3 个基因相邻; 突变体 2 的子代表现为 b、c、f 三种隐性基因控制的性状, 说明 B、C 和 F 这 3 个基因相邻; 同理突变体 3 的子代表现为 a、d、e、f 四种隐性基因控制的性状, 说明 A、D、E 和 F 四个基因相邻; 突变体 4 的子代表现为 d、e 两种隐性基因控制的性状, 说明 D 和 E 相邻, 综合分析, 可判断这 6 个基因在染色体上的排列顺序是 BCFAED 或 BCF AED, A 正确, B、C、D 错误。

关键点拨

该题染色体上的不同显性基因位置很接近, 染色体缺失会导致相邻显性基因缺失, 从而使子代个体表现出相应隐性基因控制的性状。

3. D 突破点 ▶ 图表分析—染色体数目变异

【解析】三种突变体的变异类型均为染色体变异, 只有其中丙有 3 个染色体组, A 错误; 利用显微镜可以观察到突变体甲的染色体数目, 但观察不到基因, B 错误; 将基因型为 Aa 的植株与基因型为 Aaa 的植株杂交, 由于 Aaa 产生的配子及比例为 A:a:Aa:aa = 1:2:2:1, 所以理论上后代的基因型及其比例为 AA:Aa:aa:AAa:Aaa:aaa = 1:3:2:2:3:1, 所得子代中基因型为 Aaa 个体的比例为 $\frac{1}{4}$, C 错误; 将基因型为 AAaa 的植株与基因型为 Aa 的植株杂交, 由于 AAaa 产生的配子及比例为 AA:Aa:aa = 1:4:1, 所以理论上后代的基因型及其比例为 AAA:AAa:Aaa:aaa = 1:5:5:1, 故得到突变体丙 (Aaa) 的比例为 $\frac{5}{12}$, D 正确。

易错警示

染色体可以在显微镜下观察到, 基因在显微镜下观察不到。

4. ABC 考查点 ▶ 染色体变异

思路分析

染色体的结构变异包括重复、缺失、倒位、易位。由题可知, 果蝇的棒眼性状是由 X 染色体上的“16A”区域重复导致的, 故属于染色体结构变异。据题中表格可知, “16A”区域重复次数越多, 小眼数越少。

【解析】由题可知,除了基因突变,染色体变异等也能够产生新性状,A 错误;果蝇棒状眼性状的出现是因为发生了染色体结构变异中的重复,B 错误;重棒眼对应的“16A”区域有 3 份,因此 BB/BB 含有“16A”区域数目为 6,C 错误;根据题表中 +/BB 和 B/B 对比可知,两个 B 位于同一条染色体上比位于不同染色体上对小眼数的影响大,D 正确。

5. C 考查点 ▶ 染色体变异

【解析】由题可知,小麦有 21 对同源染色体,且每对同源染色体都可以形成 2 种单端体,所以单端体理论上有 42 种,A 正确;单端体的染色体组成是 $2n-2$ +顶端着丝粒染色体,其减数分裂时,会产生染色体组成为 $(n-1$ +顶端着丝粒染色体)和 $(n-1)$ 两种配子,B 正确;染色体断裂、丢失获得单端体的过程涉及染色体结构变异和染色体数目变异,但未涉及基因重组,C 错误;若利用红农 1 号小麦的 2 号染色体单端体植株进行自交,抗病基因位于染色体的长臂一端或短臂一端,若一种单端体的后代出现抗病个体,另外一种单端体的后代均为易感病个体,说明抗条锈病基因位于 2 号染色体上,D 正确。

6. (1) 同一雌性个体中,有的细胞中 X^B 失活,猫毛表现为黄色,有的细胞 X^b 失活,猫毛表现为黑色 (2) 黑色雌猫:玳瑁色雌猫:

黑色雄猫:黄色雄猫 = 1 : 1 : 1 : 1 $\frac{1}{4}$ $\frac{9}{16}$ (3) 4 (4) 促进

(激活)多出的一条 21 号染色体上失活中心的 *Xist* 基因的转录,转录出的 RNA 对多出的 21 号染色体进行包裹并吸引失活因子聚集,从而使得多出的那条染色体失活,另外两条 21 号染色体正常发挥作用

考查点 ▶ 染色体失活

【解析】(1) 分析题意,雌性哺乳动物在胚胎发育的某时期,细胞中的两条 X 染色体会随机失活一条,失活的 X 染色体不能进行基因表达,而猫属于 XY 型性别决定生物,其雌性体内有两条 X 染色体,同一雌性个体中,有的细胞中 X^B 失活,猫毛表现为黄色,有的细胞 X^b 失活,猫毛表现为黑色 (X^B 、 X^b 的失活是随机的),故出现玳瑁色。

(2) 黑色雄猫 $X^B Y$ 与玳瑁色雌猫 $X^B X^b$ 杂交,其子代基因型及比例为 $X^B Y$ (黑色) : $X^b Y$ (黄色) : $X^B X^b$ (玳瑁色) : $X^B X^B$ (黑色) = 1 : 1 : 1 : 1,即黑色雄猫:黄色雄猫:玳瑁色雌猫:黑色雌猫 = 1 : 1 : 1 : 1; F_1 雌雄个体随机交配得到 F_2 ,由于 F_1 基因型及比例为 $X^B Y$: $X^b Y$: $X^B X^b$: $X^B X^B$ = 1 : 1 : 1 : 1,可产生雄配子的类型及概率为 $\frac{1}{4}X^B$ 、 $\frac{1}{4}X^b$ 和 $\frac{1}{2}Y$,雌配子的类型及概率为

$\frac{3}{4}X^B$ 、 $\frac{1}{4}X^b$,所以 F_2 中玳瑁猫 ($X^B X^b$) 所占的比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$; 黑色猫 ($X^B X^B$ 、 $X^B Y$) 所占的比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$ 。

(3) “三体自救”是指受精卵的某一同源染色体存在三条,则有一定概率会随机清除其中的一条,基因型是 $X^B X^b Y$ 的受精卵可能随机清除一条染色体,发育成的个体基因型为 $X^B X^b$ 或 $X^b Y$ 或 $X^B Y$,也可能不清除,形成基因型为 $X^B X^b Y$ 的个体,故发育成的个体可能有 4 种基因型。

(4) 分析题意,科研人员希望能将该机制应用于 21 三体综合征的治疗研究,推测其研究设想为促进(激活)多出的一条 21 号染色体上失活中心的 *Xist* 基因的转录,转录出的 RNA 对多出的 21 号染色体进行包裹并吸引失活因子聚集,从而使得多出的那条

染色体失活,另外两条 21 号染色体正常发挥作用。

7. (1) 光温敏雄性不育水稻(植株 M) 普通水稻 长日照 不能
若该性状由一对同源染色体上多个基因决定,也可能表现出
上述比例 (2) (几乎) 没有 R_3 , 其他分子标记都有 $\frac{1}{6}$
(3) 3 号染色体上分子标记 R 与 r 发生了互换 $r_{3-5} \sim r_{3-7}$

考查点 ▶ 生物变异在育种中的应用

【解析】(1) 由于要探究雄性不育是否由一对等位基因控制,应选择光温敏雄性不育植株 M 作为雌性亲本,其在长日照下表现为雄性不育,可避免自身花粉的干扰,选择普通水稻作为雄性亲本。上述杂交实验应在长日照条件下进行,因为在短日照条件下植株 M 表现为雄性可育,这样会影响杂交过程。仅根据 F_1 自交获得的 F_2 中花药形态异常植株(雄性不育)占 $\frac{1}{4}$ 这一比例,不能说明该性状由一对等位基因控制,因为若该性状由一对同源染色体上多个基因决定,也可能表现出上述比例。

(2) 若发现 F_2 花药形态异常植株(aa)中均只含有分子标记 r_3 ,没有 R_3 ,而其他分子标记都有,则说明雄性不育基因位于 3 号染色体上。由(1)可知 F_2 的基因型及比例为 $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$,在长日照条件下,基因型为 aa 的植株表现为雄性不育,不能产生雄配子,则产生雄配子的类型及比例为 $A : a = 2 : 1$,产生的雌配子的类型及比例为 $A : a = 1 : 1$,自由交配后 F_3 中不育个体(aa)所占比例为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$ 。

(3) 检测花药形态异常植株时发现部分分子标记来自普通水稻(标记为 R),其原因是 F_1 在减数分裂时 3 号染色体的非姐妹染色单体之间发生了互换,导致植株 M 的 3 号染色体部分片段与普通水稻 3 号染色体相应片段发生交换,从而出现来自普通水稻的分子标记。从题图中可以看出, r_{3-5} 和 r_{3-7} 中间 R 标记次数为 0,说明这两个标记之间的区域与雄性不育基因紧密连锁,没有发生互换或者互换概率极小,所以可确定雄性不育基因 a 位于 r_{3-5} 和 r_{3-7} 之间。

专题 1 细胞分裂过程中的遗传变异分析

刷 难关

1. A 突破点 ▶ 信息提取—有丝分裂中的染色体变异

【解析】Mad2 蛋白异常可能会导致单附着染色体移向细胞一极,导致子细胞发生染色体数目变异(一个子细胞中染色体数目减少,另一个子细胞中染色体数目增加),A 正确;若细胞中出现单附着染色体,Mad2 蛋白提供一个“等待”信号延缓后期的起始,直至该染色体与另一极的纺锤丝相连,并正确排列在赤道板上,细胞不会一直停留在分裂中期,Mad2 蛋白调控上述过程,但不会促进着丝粒的分离,B、C 错误;秋水仙素处理使得细胞染色体数目加倍的原因是抑制纺锤体的形成,D 错误。

2. D 突破点 ▶ 图表分析—减数分裂过程中的染色体数目变异

【解析】在减数分裂中,形成配子①③的次级精母细胞中染色体数为 13 或者 26(减数第二次分裂后期),形成配子②④的次级精母细胞中染色体数为 12 或者 24(减数第二次分裂后期),A 错误。正常情况下,该个体产生的配子基因型有 A、Aa、AA、a 共四种,故配子④含有的基因应为 A,与其同时产生的另一种配子的基因型是 Aa;与配子②同时产生的另一种配子的基因型为 AA,故配子②与④不能由同一个初级精母细胞分裂而来,B 错误。该三体抗病水稻作父本,与易感病水稻(aa)杂交,由于染色体数异常的配子(①③)中雄配子不能参与受精作用,则该三体产生能

参与受精作用的雄配子类型及比例为 $A:a=2:1$, 子代中抗病:易感病 $=2:1$, C 错误。该三体抗病水稻作母本, 与易感病水稻 (aa) 杂交, 由于染色体数异常的雌配子能参与受精作用, 故该三体产生的雌配子类型及比例为 $A:Aa:AA:a=2:2:1:1$, 子代抗病个体中三体植株占 $\frac{3}{5}$, D 正确。

易错警示 区分三体与三倍体

三体是体细胞中某同源染色体有三条, 其余染色体均为一对; 三倍体是由受精卵发育而来且体细胞中有三个染色体组, 即细胞内通常情况下相同形态、大小的染色体均有三条。

3. D 突破点 ▶ 图表分析—减数分裂异常情况分析

【解析】情况乙表示一对同源染色体在减数分裂时断裂、联结形成同源双着丝粒染色体, 减数第二次分裂后期没有同源染色体, 因此情况乙发生在减数第一次分裂, A 错误。果蝇有 4 对同源染色体, 发生情况甲时, 有 2 对同源染色体正常分离, 其余三条染色体随机移动, 其中一极 2 条, 另一极 1 条, 融合的染色体失去了着丝粒分裂的功能, 若形成的 2 个次级精母细胞的染色体数目分别为 2 条正常染色体+1 条融合的染色体、4 条正常染色体, 则形成的精子中含染色体数目为 2、3 或 4; 若形成的 2 个次级精母细胞的染色体数目分别为 3 条正常染色体+1 条融合的染色体、3 条正常染色体, 则形成的精子中含染色体数目为 3 或 4, 因此情况甲分裂形成的精子中含染色体数目为 2、3 或 4, B 错误。结合情况乙分析, 一对同源染色体结合形成一条染色体, 一条染色单体上的基因是 Aa , 另一条染色单体上的基因是 aa , 减数第一次分裂同源染色体分离, 减数第二次分裂着丝粒分裂, 姐妹染色单体分离, 因此只考虑基因 A/a , 情况乙分裂产生的精子基因型有 3 种, 一种不含 A/a 基因, 一种是 Aa , 一种是 aa , C 错误。情况乙中, 一条染色体的姐妹染色单体上出现了等位基因, 是基因突变的结果, 乙的形成过程有染色体片段的断裂, 是染色体结构变异, 两条染色体最终形成了一条染色体, 是染色体数目变异, D 正确。

4. AC 突破点 ▶ 图表分析—染色体结构变异的来源和结果分析

【解析】棒眼是由染色体片段重复导致的, 属于染色体结构变异, A 正确; “超棒眼”是果蝇 X 染色体上某一片段重复两次导致的, 属于染色体结构变异, B 错误; 图中该个体减数分裂过程发生不等交换, 产生了一个 X 染色体某片段不重复且含有 f 基因的雌配子, 如果该雌配子和正常的雄配子 Y 结合, 则会出现正常眼叉毛雄性子代, C 正确; 对于该个体而言, 进行减数分裂时不一定会发生不等交换, 故该个体产生图中 4 种配子的比例不等, D 错误。

专题 2 生物育种

刷 难关

1. D 突破点 ▶ 图表分析—单倍体育种

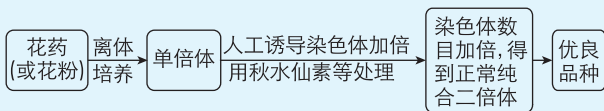
【解析】据题图可知, 该育种过程属于单倍体育种, 单倍体育种能明显缩短育种年限, 有效地提高育种效率, A 正确。生殖隔离是指不同物种之间一般不能相互交配, 即使交配成功, 也不能产生可育的后代的现象。小麦与鸭茅状摩擦禾杂交产生的后代会形成单倍体, 不可育, 因此小麦与鸭茅状摩擦禾之间存在生殖隔离, B 正确。染色体变异在光学显微镜下可见; F_1 有 6 个染色体组, 作母本, 鸭茅状摩擦禾作父本, 二者杂交子代单倍体中来自鸭茅状摩擦禾的染色体会消失, 所以单倍体体细胞中含 3 个染色体组, C 正确; 品种丙的细胞中几乎不含鸭茅状摩擦禾的遗传物质, D 错误。

刷有所得

单倍体育种

(1) 原理: 染色体(数目)变异。

(2) 方法(以二倍体植株为例)



(3) 优点: 明显缩短育种年限。

(4) 缺点: 技术复杂。

2. D 突破点 ▶ 图表分析—诱变育种

题图解读

分析题图可知, 图中 M1 的产生是染色体片段缺失造成的, M2 的产生是染色体易位和缺失导致的, 二者都属于染色体结构变异。

【解析】电离辐射处理 M 的种子得到植株 M1 和 M2 的变异类型是染色体变异, A 错误。M2 中控制大豆产量和茎高的两对基因在遗传时不遵循自由组合定律, 因为 M2 中 a 基因和 B 基因位于同一条染色体上, B 错误。变异植株 M1 的基因型可表示为 AabO (O 表示没有相应基因), 该植株自交产生的子代中高产: 低产 = 3:1, 且全为矮茎(缺失茎高相关基因的胚不能发育), 因此 M1 自交产生的子代中出现高产矮茎植株的概率为 $\frac{3}{4}$, C 错误。

M1 的基因型可表示为 AabO, 其产生的配子有四种, 分别为 Ab、ab、AO、aO, 且比例均等, M2 植株产生的配子类型为 AO 和 aB, 且比例均等, 若植株 M2 与 M1 进行杂交, 子代的基因型及比例为 AAbO(高产矮茎): AabO(高产矮茎): AAOO(不发育): AaOO(不发育): AaBb(高产高茎): aaBb(低产高茎): AaBO(高产高茎): aaBO(低产高茎) = 1:1:1:1:1:1:1:1, 故子代中出现高产矮茎的比例为 $\frac{1}{3}$, D 正确。

3. D 突破点 ▶ 图表分析—生物育种

【解析】雌花套袋的目的是防止外来花粉落在雌蕊的柱头上完成受精而影响实验的结果, A 错误; 据题图可知, ④是用秋水仙素来处理单倍体幼苗, 植物细胞有丝分裂前期, 细胞两极发出纺锤丝形成纺锤体, 秋水仙素可抑制纺锤体的形成, 据此可知, 秋水仙素应对有丝分裂前期的细胞起作用, B 错误; 据题图可知, ③过程要挑选的是单倍体幼苗, 与正常植株相比, 单倍体植株长得弱小, 因此, ③应挑选长得弱小的个体即为单倍体, C 错误; 依题意, ^{60}Co 辐射可使部分花粉活力降低, 通过受精过程可诱导卵细胞发育成单倍体幼胚, 据此可知, 经②得到的幼苗有单倍体幼苗和正常受精形成的幼苗, 单倍体幼苗经秋水仙素作用后, 形成的西葫芦优良品种的体细胞染色体数加倍, 经②得到的部分幼苗体细胞染色体数目可能与④获得的品种的体细胞染色体数目相同, D 正确。

4. (1) 紧缩型: 匍匐型 = 3:1 (2) A/a 与 B/b 位于非同源染色体上, A/a 与 D/d 位于非同源染色体上, B/b 与 D/d 的位置关系无法判断 (3) ①基因组成含有 aa 时, 植株不显现 B 或 D 基因控制的表型, 均为匍匐型 ② $\frac{1}{2}$ $\frac{7}{16}$ (4) 突变体 2 和突变体 3 株型疏松, 叶片间遮挡少, 能增加有效光合面积

突破点 ▶ 实验探究—培育新品种水稻

【解析】(1) 由题干信息可知, 三种突变体均为单基因隐性纯合突变体, 突变体 1 与品系 Z 杂交, F_1 为杂合子, 表型为紧缩型, 基因型为 AaBBDD, F_1 自交, 得到的 F_2 的表型(基因型)及比例为紧

缩型($A_$):匍匐型(aa)=3:1。

(2) 突变体 1 分别与突变体 2、突变体 3 杂交, F_2 中紧缩型:匍匐型:疏松型=9:4:3,属于 9:3:3:1 的变式,符合基因的自由组合定律,由(1)可知匍匐型品系基因型为 $aaBBDD$,故可推知 F_2 中紧缩型品系基因型为 A_B_DD (或 $A_BDD_$),匍匐型品系基因型为 $aa_ _DD$,疏松型品系基因型为 A_bbDD (或 A_BBdd),则 3 对非等位基因之间的位置关系包括 A/a 与 B/b 位于非同源染色体上, A/a 与 D/d 位于非同源染色体上, B/b 与 D/d 的位置关系无法判断。

(3) ①由于 F_2 中基因组成含有 aa 时,植株不显现 B 或 D 基因控制的表型,均为匍匐型,则可以判断上述三个基因通过同一代谢途径调控水稻株型,且基因 A 位于基因 B 、基因 D 的下游。②将突变体 2 和突变体 3 杂交,所得 F_1 的基因型为 $AABbDd$, F_1 自交,若基因 B 和基因 D 位于同源染色体上(B 与 d 连锁、 b 与 D 连锁),且不发生交换,则后代的基因型及比例为 $AABbDd$:

$AABBdd$: $AAbbDD$ =2:1:1,即疏松型占 $\frac{1}{2}$;若基因 B 和基因

D 位于非同源染色体上,即 B/b 和 D/d 的遗传遵循自由组合定律,后代中疏松型($AAbb_ _$ 和 $AAB_ dd$)占 $\frac{1}{4} \times 1 + \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{7}{16}$ 。

(4) 突变体 2 和突变体 3 株型疏松,叶片间遮挡少,能增加有效光合面积,适宜在北方种植。

5. (1) 杂种优势 能性状分离 (2) ①碱基互补配对 催化磷酸二

酯键水解 ②减数分裂 II 后期 减数分裂 I 前期 ③



(3) Mm 精子 (4) 利用 CRISPR/Cas9 基因编辑技术使具备优良性状的杂合水稻的 *osd1*、*spo11-1*、*rec8* 和 *mtl* 四个基因发生纯合突变,并诱导卵细胞中的 M 基因特异性表达,这样的水稻自交可获得所需种子

突破点 ▶ 图表分析—新型育种技术

【解析】(1) 杂种优势是指杂交后代在生活力、抗逆性、适应性和产量等方面优于双亲的现象。但是由于杂种水稻的后代会发生性状分离,无法保持杂种优势,所以农民必须每年购买新的种子。

(2) ①CRISPR/Cas9 系统能精准识别相关基因,依据的原理是向导 RNA 与目标 DNA 发生碱基互补配对。核酸酶 Cas9 可切割与向导 RNA 结合的 DNA,催化核苷酸之间的磷酸二酯键水解,使 DNA 双链断裂。

②由题图可知,*osd1* 突变导致了减数分裂 II 后期细胞质无法分裂,*spo11-1* 突变导致减数分裂 I 前期同源染色体无法联会(或联会异常),*rec8* 突变导致减数分裂 I 时着丝粒一分为二,姐妹染色单体分开。

③若 *osd1*、*spo11-1*、*rec8* 三个基因同时突变的纯合子进行减数分裂,形成的子细胞中染色体组成与体细胞相同,即形成的配子染

色体组成为 。

(3) 根据题意, Mm 作母本时所结种子均能萌发,说明含 M 或 m 的卵细胞与 MM 产生的精子形成的受精卵均能产生 M 蛋白,能启动胚的早期发育;而 MM 作母本时后代有 50% 种子不能萌发,说明含 M 的卵细胞与 Mm 产生的精子形成的受精卵有一半不能产生 M 蛋白,不能启动胚的早期发育,因此可推测不能萌发的种

子基因型为 Mm ，且受精卵中来自精子的 M 基因表达才能促进受精卵发育成胚。

(4) 根据以上分析可知， $spo11-1$ 、 $rec8$ 和 $osd1$ 三基因纯合突变后减数分裂会产生染色体组成与体细胞相同的配子，又由题意可知水稻 1 号染色体上的突变基因 mtl 会引起花粉发育过程雄配子中染色体碎片化，从而导致精卵融合后来自父本的染色体组消除， M 基因编码的 M 蛋白在受精卵发育成胚的启动过程中有重要作用，故可利用 CRISPR/Cas9 基因编辑技术使具备优良性状的杂合水稻的 $osd1$ 、 $spo11-1$ 、 $rec8$ 和 mtl 四个基因发生纯合突变，并诱导卵细胞中的 M 基因特异性表达，这样的水稻自交获得的种子同样具有优良性状。

6. (1) $\frac{1}{6}$ (2) 碱基对缺失，导致翻译提前终止(或终止密码子提前出现)

相应蛋白功能异常，进而导致雄性不育 (3) 23.3 不育起点温度越低，授粉时出现雄性可育的情况越少，不易出现自交和杂交种混杂的现象(或若起点温度过高，大田中温度波动时容易出现雄性可育，出现自交和杂交种混杂的现象) (4) ①丙或丁 ②选择品系甲 $S(rr)$ 作母本与品系丙 $S(RR)$ 杂交，即可得到高产杂交种 $S(Rr)$ ；让品系甲作母本与品系乙杂交，得到大量 $S(rr)$ ，留种；让品系乙、丙分别自交，得到大量 $N(rr)$ 、 $S(RR)$ ，留种[或选择品系甲 $S(rr)$ 作母本与品系丁 $N(RR)$ 杂交，即可得到高产杂交种 $S(Rr)$ ；让品系甲作母本与品系乙杂交，得到大量 $S(rr)$ ，留种；让品系乙、丁分别自交，得到大量 $N(rr)$ 、 $N(RR)$ ，留种]

突破点 ▶ 实验探究—雄性不育在育种中的应用

【解析】(1) 由题干信息“该温敏雄性不育系与多株野生型水稻进行正反交，得到的 F_1 均为雄性可育”可知，可育对不育为显性，若控制该性状的基因为 A 、 a ，则 F_1 基因型应为 Aa ，在夏季(高温条件下) F_1 自交，产生的 F_2 的基因型及比例为 $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ ，由于基因型为 aa 的植株雄性不育，故 F_2 产生的有活性的雌配子的基因型及比例为 $A : a = 1 : 1$ ，产生的有活性的雄配子的基因型及比例为 $A : a = 2 : 1$ ，故 F_3 中 aa 占 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$ 。

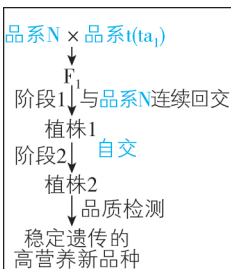
(2) 据题图可知， a 基因与 A 基因相比较，缺失了 $GGGAGCTTC$ 碱基序列，导致转录后产生的 $mRNA$ 上终止密码子提前出现，翻译过程提前终止，导致相应蛋白功能异常，进而导致雄性不育。

(3) 不育起点的温度越低，则授粉时出现雄性可育的情况就会越少，因此当选用雄性不育的起点温度为 23.3°C 的水稻时，不易出现自交和杂交种混杂的现象。

(4) ①若要获得具有杂种优势的可育高产杂交种 $S(Rr)$ ，该杂交种的细胞核基因组成为 Rr ，而品系甲的细胞核基因组成为 rr ，故应选择细胞核基因组成为 RR 的品系进行杂交，且品系甲为雄性不育植株，所以只能作母本，结合受精作用的特点，可知父本可以为丙或丁。②结合上述分析，依据题表信息可知，若要长期培育杂交种，有两种方案，即选择品系甲 $S(rr)$ 作母本与品系丙 $S(RR)$ 杂交，即可得到高产杂交种 $S(Rr)$ ；让品系甲作母本与品系乙杂交，得到大量 $S(rr)$ ，留种；让品系乙、丙分别自交，得到大量 $N(rr)$ 、 $S(RR)$ ，留种。或选择品系甲 $S(rr)$ 作母本与品系丁 $N(RR)$ 杂交，即可得到高产杂交种 $S(Rr)$ ；让品系甲作母本与品系乙杂交，得到大量 $S(rr)$ ，留种；让品系乙、丁分别自交，得到大量 $N(rr)$ 、 $N(RR)$ ，留种。

7. (1) 活 增多 不定向性 (2) 基因分离 M83

(3) ①



②阶段 1:检测结果出现红色和绿色荧光,保留出现绿色荧光信号的植株;阶段 2:检测结果出现红色、绿色和蓝色荧光,保留出现蓝色荧光信号的植株

突破点 ▶ 信息提取—生物育种

【解析】(1) 细胞膜具有选择透过性,埃文斯蓝染色剂无法使活细胞着色。由题意可知,通常糊粉层为单层活细胞,糊粉层加厚的品种活细胞的细胞层数增多,因此要选择的糊粉层加厚的种子应为显微镜观察到胚乳中未染色细胞层数增多的种子;将其对应的含胚部分用培养基培养,筛选获得不同程度的糊粉层加厚突变体 ta_1 、 ta_2 等,这说明基因突变具有不定向性的特点。

(2) 突变体 ta_1 与野生型杂交,继续自交得到 F_2 种子,观察到野生型:突变型=3:1,说明该性状的遗传遵循基因分离定律;突变基因与相应基因距离越远,染色体互换概率越大,根据题图 2 推测突变基因最可能位于发生重组个体数较少的区域附近,即 M83 附近,对目标区域进行测序比对,发现了突变基因。

(3) ①要通过题图 3 的育种方案(杂交育种),首先是选择亲本杂交获得 F_1 ,让 F_1 与品系 N 连续回交获得植株 1,让植株 1 自交得到植株 2,对植株 2 进行品质检测,最终挑选出稳定遗传的高营养新品种,育种方案如答案所示。②题图 3 育种方案中阶段 1 和阶段 2 均进行 KASP 检测,阶段 1 检测结果应出现红色和绿色荧光,保留出现绿色荧光信号的植株;阶段 2 检测结果应出现红色、绿色和蓝色荧光,保留出现蓝色荧光信号的植株。

第 2 节 生物进化

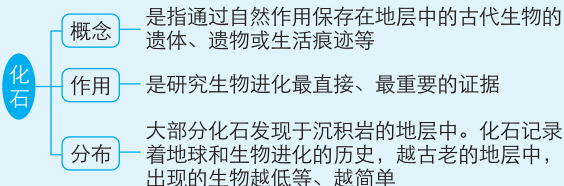
刷 基础

1. B 考查点 ▶ 生物有共同祖先的证据

【解析】化石是研究生物进化最重要、最直接的证据,通过化石可以了解已经绝灭的生物的形态结构特点,推测其行为特点,A 正确;不同生物的 DNA 和蛋白质的差异大小可以提示亲缘关系的远近,差异越小,亲缘关系越近,但生物进化的直接证据是化石,B 错误;细胞色素 c 的氨基酸数目差异越大,生物的亲缘关系越远,差异越小,亲缘关系越近,二者存在正相关的关系,C 正确;放射性同位素在一定的单位时间内衰变一半,这个单位时间叫作半衰期,根据半衰期原理,测定化石中 ^{238}U 和 ^{206}Pb 的比例,可以推测化石的形成时间,D 正确。

刷有所得

地层中陈列的证据——化石



2. B 考查点 ▶ 生物进化

【解析】判断种群是否发生了进化, 需要看种群的基因频率是否发生了改变, 种群基因型频率改变, 基因频率不一定改变, 即该种群不一定发生了进化, A 正确; 现代人依然有已灭绝的尼安德特人的基因, B 错误; 在大面积种植抗虫棉的区域穿插种植部分非抗虫棉, 可以保留一部分敏感虫, 使棉铃虫种群抗性基因频率上升速度减小, 从而使抗虫棉维持抗虫持久性, C 正确; 若环境发生改变导致隐性纯合个体不适宜生存, 因为杂合子的存在, 隐性基因频率不会降为 0, D 正确。

3. D 考查点 ▶ 基因频率的计算与生物进化

【解析】迁移后第 3 年, 乙岛上该昆虫种群的 A 基因频率为 $40\% + 40\% \times \frac{1}{2} = 60\%$, A 正确; 由于迁移前后, 甲岛上昆虫种群的基因型频率始终不变, 说明迁出的群体的基因型频率也是 $AA = 36\%$ 、 $Aa = 48\%$ 、 $aa = 16\%$, B 正确; 迁移后第 3 年, 丙岛上该昆虫种群的 a 基因频率为 $81\% + 10\% \times \frac{1}{2} = 86\%$, C 正确; 迁移后第 20 年, 丙岛上该昆虫种群中出现了 a_1 基因(新基因), 所以丙岛上该昆虫种群一定发生了进化, D 错误。

4. D 考查点 ▶ 协同进化与生物多样性

【解析】由题意可知, 发生迁移的小群体的遗传多样性往往较原种群小, 据此推测番石榴果实蝇也可能由云南南部向云南中部迁移, A 错误; 如果没有迁移发生, 但种群中的个体产生了可遗传变异等也将导致种群基因频率改变, 即种群进化, 因此迁移并不是种群进化的必要条件, B 错误; 变异是随机的、不定向的, 环境差异不会导致不同变异的产生, C 错误; 番石榴果实蝇的幼虫和卵可寄生于热带瓜果中, 因此在人工选育热带瓜果(番石榴果实蝇寄主)的同时, 也对番石榴果实蝇幼虫及卵进行了选择, 进而影响其进化方向, D 正确。

易错警示

变异是随机的、不定向的, 其发生在自然选择之前, 自然选择淘汰一部分变异类型, 使某些变异类型保留下来, 从而决定生物进化的方向, 即“变异在前, 选择在后”。

5. D 突破点 ▶ 基因频率的相关计算

【解析】若该对等位基因位于常染色体上, 则 aa(灰色)的基因型频率为 $(1 - 60\%) \times (1 - 60\%) = 16\%$, 常染色体上基因控制的性状与性别无关联, 因此 F_1 雌雄个体中灰色的占比相等, 均为 16%, A 正确; 根据 A 的基因频率为 60%, 可知 a 的基因频率为 40%, 可得 AA 基因型频率为 $60\% \times 60\% = 36\%$, 则 F_1 雌雄个体中纯合黑色(AA)的占比相等, 均为 36%, B 正确; 若该对基因位于 X 染色体上, 则 F_1 雄性个体中黑色($X^A Y$)个体占 60%, C 正确; 若该对基因位于 X 染色体上, 雌果蝇中灰色($X^a X^a$)的比例为 $40\% \times 40\% = 16\%$, 雄性中灰色($X^a Y$)的比例为 40%, 由于该种群数量足够大且不发生自然选择和基因突变, 即 F_1 雌雄个体数量相等, 故 F_1 灰色个体中雌性少于雄性, D 错误。

易错警示

基因频率的计算方法

1. “定义法”求基因频率

$$(1) \text{某基因频率} = \frac{\text{该基因总数}}{\text{该基因和其等位基因的总数}} \times 100\%。$$

$$(2) \text{若该基因在常染色体上,则:某基因频率} = \frac{\text{该基因总数}}{\text{种群个体数} \times 2} \times 100\%。$$

(3) 若该基因在 X 染色体上,则:

$$\text{某基因频率} = \frac{\text{该基因总数}}{2 \times \text{雌性个体数} + \text{雄性个体数}} \times 100\%。$$

2. “公式法”求解基因频率(以常染色体上一对等位基因 A 和 a 为例)

$$A \text{ 基因频率} = AA \text{ 基因型频率} + \frac{1}{2} \times Aa \text{ 基因型频率}$$

$$a \text{ 基因频率} = aa \text{ 基因型频率} + \frac{1}{2} \times Aa \text{ 基因型频率}$$

$$\text{即: } P_A = P_{AA} + \frac{1}{2} P_{Aa}, P_a = P_{aa} + \frac{1}{2} P_{Aa}$$

3. 利用遗传平衡定律计算基因频率和基因型频率

(1) 适用条件: ①种群非常大; ②雌雄个体之间自由交配; ③没有迁入和迁出; ④没有自然选择; ⑤没有突变。

(2) 计算公式

①当等位基因只有两个(A、a)时,设 p 表示 A 基因频率, q 表示 a 基因频率,则:

$$\begin{cases} \text{基因型 AA 的频率: } P_{AA} = p^2 \\ \text{基因型 Aa 的频率: } P_{Aa} = 2pq \\ \text{基因型 aa 的频率: } P_{aa} = q^2 \end{cases}$$

②逆推计算: 已知隐性纯合子的概率,求种群的基因频率和基因型频率:

$$\text{若 } P_{aa} = X, \text{ 则 } \begin{cases} P_a = \sqrt{X} \\ P_A = 1 - \sqrt{X} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} P_{AA} = (1 - \sqrt{X})^2 \\ P_{Aa} = 2\sqrt{X} \times (1 - \sqrt{X}) \end{cases}$$

刷提分

1. B 突破点 ▶ 信息提取—自然选择与适应的形成

【解析】该群岛上所有蜜旋木雀属于不同的物种,它们所含有的全部基因组成多个基因库,A 错误;由于自然选择的作用,不同小岛上现存的蜜旋木雀仍可能朝着不同方向进化,突变的随机性和不定向性使得蜜旋木雀存在差异,导致不同种蜜旋木雀的形成,B 正确;生物多样性主要包括物种多样性、遗传多样性、生态系统多样性,其与环境 and 生物都有关系,C 错误;同一物种的不同个体之间,与喙有关的基因的碱基序列也有差异,因此不能作为物种鉴定的依据,D 错误。

2. B 考查点 ▶ 自然选择与适应的形成

【解析】由题干信息可知,群岛化适应指生物类群迁入一系列相互隔离的生态系统中(如岛屿和山地),进而发生快速的适应性进化,所以达尔文在加拉帕戈斯群岛发现的 13 种地雀就是适应辐射的产物,属于适应辐射中的群岛化适应,A 正确;高纬度和海拔较高地区的山地植物体型普遍矮小,叶片表面密布绒毛,是不同的物种适应同一环境,适应辐射是指一个祖先物种在进化中产生不同的新物种从而适应不同的环境,因此该现象不属于

适应辐射, B 错误; 环境性适应指物种能够在不断变化的环境中生存, 并分化出不同物种, 最终分化形成的不同物种之间存在生殖隔离, C 正确; 适应的形成是 (长期) 自然选择的结果, 可遗传变异为进化提供了原材料, 自然选择下有利变异的积累导致物种进化进而产生各种各样不同的适应, D 正确。

3. C 突破点 ▶ 信息提取—基因频率的改变与生物进化

思路分析

根据题干信息“若将 A 基因转入甲 (种群中不含 A 基因), 其花颜色由白变紫, 其他性状不变, 但对蛾类的吸引下降, 对蜂类的吸引增强”, 可知吸引蛾类或蜂类传粉的决定性因素不是挥发物质。

【解析】甲、乙两种牵牛花主要传粉昆虫存在差异, 不能证明二者存在生殖隔离, A 错误。由题干信息“甲开白花, 释放的挥发物质多, 主要靠蛾类传粉; 乙开紫花, 释放的挥发物质少, 主要靠蜂类传粉”可知, 在蛾类多而蜂类少的环境下, 甲有选择优势, 白花后代数量会增多, 但不会改变基因突变的速率, B 错误。基因库是指一个种群内所有个体所含的全部基因, 将 A 基因引入甲植物种群 (种群中不含 A 基因) 后, 甲植物种群的基因库发生改变, C 正确。将 A 基因转入甲, 其花颜色由白变紫, 其他性状不变 (释放的挥发物质没有改变), 但对蛾类的吸引下降, 对蜂类的吸引增强, 可推知甲释放的挥发物质不是吸引蛾类传粉的决定性因素, D 错误。

4. (1) 表型 34.4% 单向选择 (2) 高 缩小

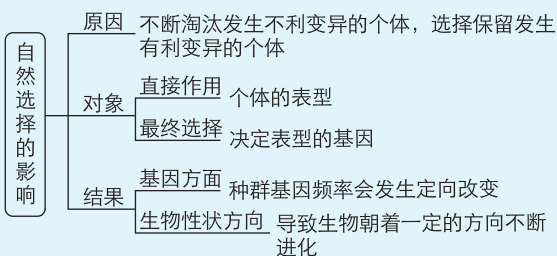
突破点 ▶ 图表分析—生物进化理论

【解析】(1) 基因型决定表型, 但天敌在捕食桦尺蛾时, 看到的是桦尺蛾的体色而不是控制体色的基因型, 所以自然选择直接选择的是个体的表型, 最终改变了种群的基因频率。该种群中 SS、Ss、ss 的基因型频率分别为 10%、20%、70%, 假设第一年该种群中三种基因型个体的数量分别为 10、20、70, 树干变黑不利于浅色桦尺蛾的生存, 使得种群中浅色个体每年减少 10%, 黑色个体每年增加 10%, 则第二年该种群中三种基因型个体数量为 11、22、63, 黑色个体的基因型频率为 $(11+22) \div (11+22+63) \times 100\% \approx 34.4\%$, 这种选择属于自然选择三种类型中的单向选择。

(2) 稳定选择是把种群中趋于极端的变异个体淘汰, 而保留那些中间型的个体, 使生物的性状更趋于稳定。根据题图分析可知, 稳定选择保留表型频率高的个体, 淘汰表型频率低的个体, 选择的结果是性状的变异范围不断缩小。

刷有所得

自然选择对种群基因频率变化的影响



全章综合提升

刷素养

1. BC 突破点 ▶ 信息提取—基因突变的类型分析

【解析】甲与乙同时感染大肠杆菌，产生了子代噬菌体，可能是发生了 DNA 片段交换，也可能是利用了对方合成的蛋白质，A 错误；乙与丙同时感染大肠杆菌，无子代噬菌体，表明突变位点在相同的基因中，缺少相同的蛋白质，交换片段或用对方蛋白质都不能产生子代噬菌体，B 正确；甲与丙同时感染大肠杆菌，得到产生子代能力的噬菌体，说明发生了 DNA 片段的交换后遗传给子代，子代可能不含带有突变位点的基因，交换后能合成原来不能合成的蛋白质，说明突变位点在不同的基因中，C 正确；一个基因的多个位点可发生多种突变，基因并不是 T4 噬菌体发生突变的最小结构单位，D 错误。

刷有所得

(1) 基因突变是指 DNA 分子中发生碱基的替换、增添或缺失，而引起的基因碱基序列的改变，具有随机性、普遍性、不定向性。

(2) 突变型菌体缺少某种蛋白质，若成对组合同时感染大肠杆菌能产生子代噬菌体，说明发生了 DNA 片段交换或利用了对方的蛋白质，若子代的性状能遗传说明发生的是 DNA 片段的交换，且子代具有全部的正常基因，也可以说明二者发生的突变是不同位点。

2. A 突破点 ▶ 图表分析—染色体变异的应用

【解析】题图重排过程属于染色体结构变异，不属于基因突变，A 错误；由题图可知第二次重排时的 V_1 片段取代了第一次重排后的 V_2 片段，B 正确；各基因片段只有经 V、(D)、J 基因片段重排连接在一起时，才具有转录功能，都不能作为一个独立的单位进行表达，C 正确；Ig 的众多基因不连续地排列在染色体上，它们在 DNA 水平随机地结合是 Ig 分子多样性的基础，而体细胞突变又可增大基因的多样性，另外在 V-J、V-D-J 连接过程中发生的碱基缺失和插入又增加了多样性的程度，故 Ig 的基因结构和基因重排的机制决定了 Ig 的多样性，D 正确。

3. AD 突破点 ▶ 图表分析—种群的基因频率

【解析】小的群体中不同基因型个体生育的子代数有所变动而引起基因频率随机波动的现象称为遗传漂变，若群体越小，一般来说，遗传漂变就越显著，A 正确。基因重组是指在生物体进行有性生殖的过程中，控制不同性状的基因的重新组合，不会影响图中种群的 A 基因频率，B 错误。结合题干可知，小的群体中不同基因型个体生育的子代数有所变动是引起遗传漂变的主要原因，且遗传漂变对种群基因频率的影响具有随机性，C 错误。由题图可知：第 125 代时， $N=250$ 的群体中，A 的基因频率为 75%，a 的基因频率为 25%，Aa 基因型频率 $2 \times 75\% \times 25\% = 37.5\%$ ；第

125 代时, $N=2\ 500$ 的群体中, A 的基因频率为 50%, a 的基因频率为 50%, Aa 基因型频率 $2 \times 50\% \times 50\% = 50\%$, 综合分析, 若群体随机交配, 第 125 代时, $N=250$ 的群体中 Aa 基因型频率比 $N=2\ 500$ 的群体中的小, D 正确。

4. ABD 考查点 ▶ 基因突变与生物进化

【解析】该基因突变为 DNA 分子中添加了一对碱基, 导致之后的碱基序列都发生改变, 则可能导致多肽中不止两个氨基酸发生改变, A 错误; 尼龙材料出现之后对突变菌种产生了筛选作用, 最终形成尼龙菌, B 错误; 尼龙菌的形成过程, 说明原本的细菌种群中有的基因频率发生了改变, 说明该野生型菌株种群发生了进化, C 正确; 尼龙菌的出现体现了基因通过控制酶的合成进而控制细胞代谢, 间接控制生物性状, D 错误。

刷真题

1. A 命题点 ▶ 染色体变异

【解析】相同数字标注的结构起源相同, 但是基因的表达受到多种因素的调控, 如甲基化、乙酰化等, 所以不同种昆虫相同数字标注结构上基因表达不一定相同, A 错误; 甲和乙是不同种昆虫, 所以甲和乙具有生殖隔离现象, B 正确; 丙的 1 号染色体结构与乙不同, 故与乙相比, 丙发生了染色体结构变异, C 正确; 由题图可知, 乙和丙仅存在 1 号染色体不同, 说明染色体变异可以为生物进化提供原材料, 是新物种产生的方式之一, D 正确。

2. A 命题点 ▶ 遗传规律及染色体异常情况分析

【解析】该三体植株的染色体组成为 $2n+1$, 产生的配子类型及比例为雌配子: “ n ”型: “ $n+1$ ”型 = 1: 1 (卵子不受影响); 雄配子: “ n ”型: “ $n+1$ ”型 = 1: 1, 但“ $n+1$ ”型花粉受精率仅 50%, 故有效雄配子的类型及比例为“ n ”型: “ $n+1$ ”型 = 2: 1。自交时, 雌雄配子随机结合, 由于四体 ($2n+2$) 细胞无法存活, 因此存活子代类型有两种: 二倍体 ($2n$) 占比为 $\frac{2}{5}$, 三体 ($2n+1$) 占比为 $\frac{3}{5}$, 故存活子代中三体所占的比例为 $\frac{3}{5}$, A 正确。

3. A 命题点 ▶ 基因突变

【解析】中性突变既无害也无益, 由题干信息可知, 基因 H 突变为基因 h 会导致血红蛋白异常, 故引起镰状细胞贫血的基因突变不是中性突变, A 错误; 携带者 (Hh) 的红细胞含有正常和异常血红蛋白, 并对疟疾有较强的抵抗力, 由此推测, 疟疾流行区, 基因 h 不会在进化历程中消失, B 正确; 患者 (hh) 只有异常血红蛋白, 推测基因 h 通过控制血红蛋白的结构影响红细胞的形态, C 正确; 基因 h 可影响多个性状, 体现了基因与性状之间不是一一对应的关系, 不能体现基因突变的不定向性, D 正确。

4. B 命题点 ▶ 基因突变、基因表达

【解析】已知该突变体合成的蛋白质氨基端与 Z 蛋白氨基端部分

氨基酸序列相同,羧基端与 Y 蛋白羧基端部分氨基酸序列相同,又因为翻译时合成蛋白质的方向是由氨基端到羧基端,所以,突变位点位于 Z 与 Y 基因之间,且 Z 基因位于 Y 基因的上游,A、D 错误;同时说明缺失碱基数目为 3 的整倍数,若不是 3 的整倍数,会导致移码,突变位点后对应氨基酸序列不同于突变前,B 正确,C 错误。

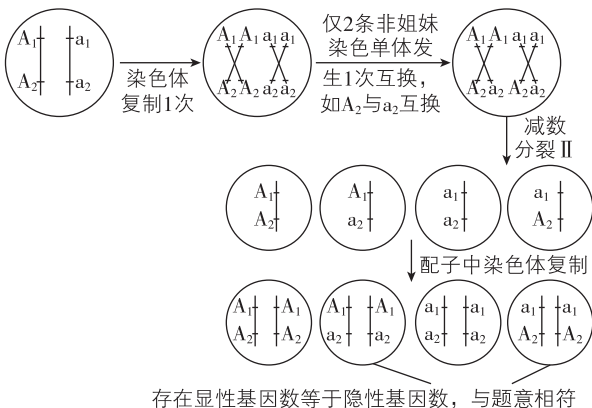
刷有所得

基因突变有增添、替换、缺失三种类型,一般来说在不考虑终止密码子的情况下,替换造成的影响最小,缺失或者增添 3 的整倍数的碱基造成的影响次之,缺失或者增添非 3 的整倍数的碱基造成的影响最大,因为当增添或缺失的碱基数目不是 3 的整倍数时,从突变位点往后的序列可能全部错位,氨基酸序列将可能全部被打乱。

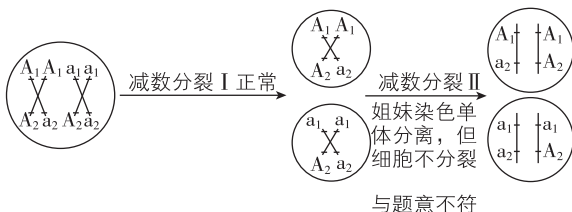
5. B 【命题点】▶减数分裂、染色体互换

思路分析

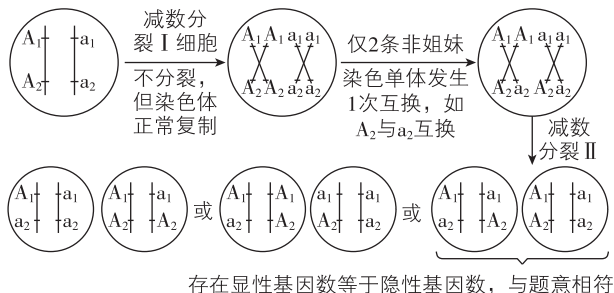
分析机制①:



分析机制②:



分析机制③:



6. (1) HhG^+G^- 近亲繁殖会导致隐性致病基因纯合可能性增加
含部分 G 酶基因序列的染色体片段移接到了 8 号染色体上

(2) HhG^+G^+ 或 HhG^+G^- ④

(3) 乙 乙的 H 基因敲除后表达受 TM 试剂调控

命题点 ▶ 生物的变异、基因工程及其应用

题图解读

H基因条件敲除小鼠的H基因表达受TM试剂调控，TM试剂能激活G酶，进而切割h基因两端的LX序列，导致h基因丢失，不能正常表达H蛋白

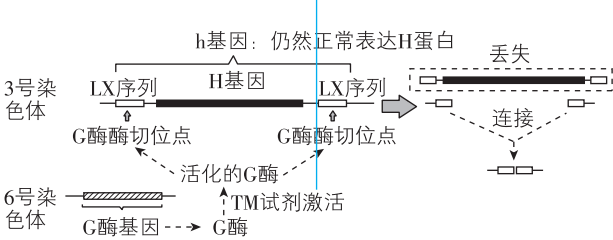


图1

②③都含有H基因，可正常表达H蛋白

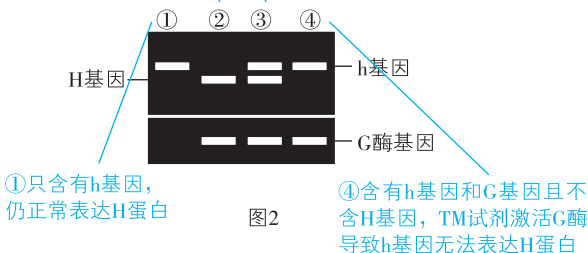


图2

【解析】(1)分析图1可知,H基因位于3号染色体,G酶基因插入6号染色体,则亲本雌性基因型为 HhG^-G^- ,雄性基因型为 HHG^+G^- ,则产生的 F_1 基因型包括 HhG^+G^- 、 HhG^-G^- 、 HHG^+G^- 和 HHG^-G^- ,要获得H基因条件敲除小鼠 hhG^+G^- 和 hhG^+G^+ ,则用于繁殖的 F_1 基因型是 HhG^+G^- 。近亲繁殖会导致隐性致病基因纯合可能性增加,降低小鼠后代生存和生育能力。若6号和8号染色体上含有部分G酶基因序列,说明发生了染色体易位,即含有部分G酶基因的染色体片段从6号染色体移接到了8号染色体上。

(2)分析图2可知,③含有基因H、h和G酶基因,所以其基因型为 HhG^+G^+ 或 HhG^+G^- 。分析图1可知,G酶被TM试剂激活,能使H基因条件敲除小鼠的相关基因丢失,不能正常表达H蛋白;结合图2可知,只有④含有h基因和G酶基因而不含H基因,喂食TM试剂会激活G酶,导致h基因无法表达,其H蛋白水平为0。

(3)患者在一定年龄会表现出智力障碍,该病与H蛋白表达下降有关,要研究缺失H蛋白导致该病发生的机制,乙为H基因条件敲除鼠,采用TM试剂调控H基因是否敲除,可避免由于个体差异引起的实验误差,便于形成前后对照,故选择H基因条件敲除鼠乙。

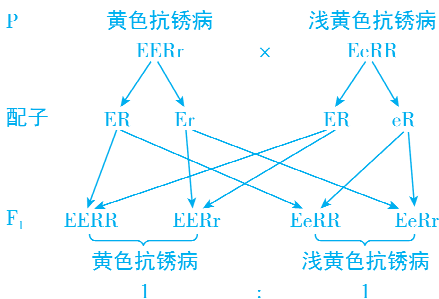
7.C 命题点 杂交育种、单倍体育种、基因工程育种

【解析】甲是具有许多优良性状的纯合品种水稻,甲与乙杂交所得 F_1 在减数分裂时许多优良性状基因与抗稻瘟病基因自由组合,自交多代和单倍体育种均不能保留甲的优良性状,方案①③不合理;将甲与乙杂交,所得 F_1 均抗稻瘟病,让 F_1 与甲回交,选 F_2 中的抗稻瘟病植株与甲再次回交,依次重复多代,可提高子代优良性状相关基因纯合概率,再选取抗稻瘟病植株自交多代,每代均选取抗稻瘟病植株,这样可获得纯合抗稻瘟病植株,也能保留甲的优良性状,方案②合理;直接将抗稻瘟病基因转入甲中,筛选转入成功的抗稻瘟病植株自交多代,每代均选取抗稻瘟病植株,可获得抗稻瘟病纯合植株,且能保留甲的所有优良性状,方案④合理。故选C。

8. (1) 人工去雄 套袋

(2) ① $4 \text{ EERR} \times \frac{3}{8}$ 基因重组

②



(3) 选择 远缘杂交、植物体细胞杂交、基因工程 (答两点即可)

命题点 ▶ 孟德尔遗传规律和育种

【解析】(1) 授粉前,将处于盛花期的栽培种谷穗浸泡在 $45\sim 46\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温水中 10 min ,目的是人工去雄(去除自身花粉),防止自花授粉。为了防止其他花粉的干扰,需要对授粉后的谷穗进行套袋处理。

(2) 根据题干可知,亲本为黄色感锈病的栽培种和白色抗锈病的农家种,正反交得到的 F_1 全为浅黄色抗锈病,因此推知黄色对白色为不完全显性,抗锈病对感锈病为完全显性,亲本的基因型为 $EErr$ 和 $eeRR$, F_1 的基因型为 $EeRr$ 。

①分析 F_2 的表型,单独研究每种性状,黄色:浅黄色:白色 $\approx 1:2:1$,抗锈病:感锈病 $\approx 3:1$;两种性状一起研究,其表型比约为 $3:6:3:1:2:1$,是 $9:3:3:1$ 的变式,因此两种性状的遗传遵循自由组合定律,即两对基因位于两对同源染色体上。 F_1 可产生 ER 、 Er 、 eR 、 er 共 4 种基因型的配子。从 F_2 中选出黄色抗锈病的甲和乙(基因型为 EER_{-}),浅黄色抗锈病的丙(基因型为 EeR_{-})。甲自交子一代全为黄色抗锈病,无性状分离,说明甲是纯合子,基因型为 $EERR$;乙自交子一代为黄色抗锈病和黄色感锈病,自交后代出现性状分离,说明乙是杂合子,基因型为 $EERr$;丙自交子一代为黄色抗锈病、浅黄色抗锈病和白色抗锈病,推知丙的基因型是 $EeRR$ 。由于乙的基因型为 $EERr$,自交得子一代的基因型及比例是 $EERR:EERr:EErr=1:2:1$,再连续自交得到的子

二代中,纯合黄色抗锈病(基因型为 $EERR$)的比例是 $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} \times$

$\frac{1}{4} = \frac{3}{8}$ 。利用黄色感锈病的栽培种和白色抗锈病的农家种杂

交,选育黄色抗锈病的品种,该育种方式的原理是基因重组。

②乙($EERr$)×丙($EeRR$)杂交获得子一代的遗传图解见答案。

(3) 20 世纪 80 年代开始,作物栽培中长期大范围施用除草剂,由于除草剂的选择作用,不抗除草剂的青狗尾草被淘汰,种群中不抗除草剂的基因频率下降,抗除草剂的基因频率上升,导致后代中抗除草剂的青狗尾草比例逐渐增加。由于谷子($2n=18$)的祖先是野生青狗尾草($2n=18$)。若利用抗除草剂的青狗尾草培育抗除草剂的谷子,方法一:由于二者有亲缘关系,因此可利用远缘杂交即两物种间杂交,通过有性生殖获得后代,筛选出具有抗除草剂性状的子代;方法二:利用植物体细胞杂交,即将两种生物的体细胞去壁,获得原生质体,将原生质体融合,获得杂种细胞,然后利用植物组织培养技术获得杂种植株;方法三:利用现代生物技术中的基因工程技术,从青狗尾草中获得抗除草剂基因,构建重组基因表达载体,将目的基因导入谷子的细胞中,经过培养筛选,最终获得抗除草剂的谷子。

9. A 命题点 ▶ 基因频率的计算

【解析】基因频率是指一个种群基因库中某个基因占全部等位基因数的比值,据表分析可知,1 000 棵植株中含有的 W_1 基因数为 $211+114=325$,而 1 000 棵植株中的全部等位基因数为 2 000,所以 W_1 的基因频率为 $325 \div 2\,000 \times 100\% = 16.25\%$,A 正确。

10. C 命题点 ▶ 种群基因频率、现代生物进化理论

【解析】由题意可知,m 是 M 发生一个碱基替换形成的,所以 m 的出现是基因突变的结果,A 错误;m 与东亚人有更多汗腺等典型体征有关,所以东亚人含有 m,由于不同人种间可进行基因交流产生后代,故 m 可能存在于现代非洲和欧洲人群中,B 错误;自然选择能够使种群的基因频率发生定向改变,导致生物朝着一定方向不断进化,末次盛冰期后环境温度升高,具有更多汗腺的人更适应炎热环境,所以 m 的频率升高是末次盛冰期后环境选择的结果,C 正确;m 的频率从末次盛冰期后开始明显升高,推测 MM、Mm 和 mm 个体的汗腺密度依次上升,D 错误。

11. A 命题点 ▶ 生物进化

【解析】由于环境的改变(冰川消融),半荷包紫堇突变的 *bHLH35* 基因对于该植物来说是有利变异(不易被成体绢蝶识别),有更多的机会产生后代,故该基因的频率会逐渐增加,A 正确;半荷包紫堇 *bHLH35* 基因突变不会引起绢蝶的变异,B 错误;*bHLH35* 基因的突变使半荷包紫堇出现灰叶型,只是出现新性状,不能标志着新物种的形成,C 错误;冰川消融导致裸露的岩石增多,绢蝶更不易识别灰叶型的半荷包紫堇叶片,其受到的选择压力增大,D 错误。

易错警示

半荷包紫堇 *bHLH35* 基因突变不会引起绢蝶的变异,只会筛选出能识别灰叶型半荷包紫堇的绢蝶,从而使其基因频率改变。同理,某种物质(如抗生素)不会引起细菌产生抗性,只是将有抗性的细菌筛选出来,从而使细菌的抗性基因频率增加。

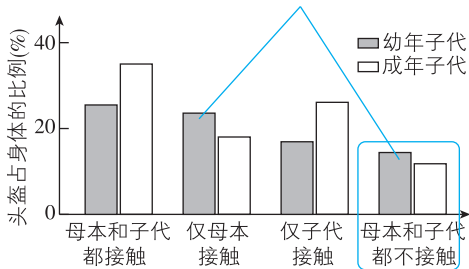
12. BD 命题点 ▶ 染色体组及进化

【解析】新热带木本竹与温带木本竹均为四倍体生物,二者杂交后代含有四个染色体组,不是六倍体,A 错误;染色体数目变异是可遗传变异(常考点:可遗传变异包括基因突变、基因重组、染色体变异),B 正确;进化的基本单位是种群,种群是指生活在一定区域的同种生物全部个体的集合,四种类群的竹子不属于一个种群,C 错误;化石是研究生物进化最直接、最重要的证据,D 正确。

13. B 命题点 ▶ 生物的进化

题图解读

与母本和子代都不接触组相比,仅母本接触组的幼年子代头盔占身体的比例较大,说明母本接触利它素可增大幼年子代头盔占身体的比例,A 正确



在没有利它素时,即母本和子代都不接触利它素,成年子代头盔占身体的比例比幼年的小,说明没有利它素时,僧帽蚤发育过程中头盔占身体的比例会减小,D 正确

【解析】利它素刺激僧帽蚤,使其头盔占身体的比例增大,降低被天敌捕食的风险,有利于生存和繁衍,因此,利它素刺激引起的表型变化,是自然选择的结果,利它素不能使僧帽蚤发生相应基因突变(易错点:基因突变在前,自然选择在后),B 错误,C 正确。

14. D 命题点 ▶ 自然选择、基因频率的计算

【解析】1987 年, Aat^{120} 基因在低潮带的基因频率低于其在高潮带的基因频率,说明含 Aat^{120} 基因的个体在高潮带比低潮带具有更强的适应能力,A 错误;据题干可知,1993 年,种群又恢复到 1987 年的相对稳定状态,这对等位基因的频率在该种群世代间保持相对稳定,故 Aat^{100} 基因频率不会持续上升,B 错误;据题干可知,1988 年,该螺分布区发生了一次有毒藻类爆发增殖,藻类分泌的藻毒素使低潮带个体大量死亡,而高潮带个体受影响较小,因此,1988—1993 年,影响低潮带种群基因频率变化的主要因素并非个体迁移,C 错误;1993 年,低潮带 Aat^{120} 基因频率为 0.4,则 Aat^{100} 基因频率为 0.6,根据哈迪—温伯格定律,含 Aat^{100} 基因的个体在低潮带种群中所占比例为 $0.6^2 + 2 \times 0.4 \times 0.6 \times 100\% = 84\%$,D 正确。

刷有所得

在达到遗传平衡的状态下,种群中控制某一性状的所有等位基因的基因频率之和为 1,基因型频率之和也为 1,称为哈迪—温伯格定律。设在遗传平衡群体中,一对等位基因 A 和 a 的基因频率分别为 p 和 q ,则 $p+q=1$,基因型 AA、Aa 和 aa 的频率分别为 p^2 、 $2pq$ 和 q^2 ,则 $p^2+2pq+q^2=1$ 。