

专题六 生物变异与进化

考点 17 生物变异的类型

1. A 【必刷能力】图表分析—染色体结构变异

【解析】据图可知,经辐射处理后,果蝇一条染色体上的朱红眼和短硬毛等基因所在的染色体片段缺失,故该果蝇发生的变异是染色体结构变异,A 正确。

2. D 【必刷知识】生物变异

【解析】基因突变的随机性体现在基因突变可发生在生物个体发育的任何时期,A 错误;杂种高茎豌豆自交得到矮茎豌豆,是等位基因分离的结果,该过程只涉及一对等位基因,而基因重组必须发生在两对及两对以上等位基因之间,B 错误;基因重组产生新基因型,基因突变会产生新基因,从而产生新基因型,C 错误;染色体结构变异会导致基因数量或排列顺序的改变,而基因突变会导致基因的碱基排列顺序的改变,不会影响基因数量或排列顺序,D 正确。

3. D 【必刷知识】生物变异类型的判断

【解析】由图可知,亲本雄果蝇发生了染色体的易位,A 错误;图中亲本的基因型为 AABb 和 AOAbb(O 表示对应位置缺失),二者杂交产生的 F_1 个体的基因型和表型分别为 AABAb(卷翅裂翅)、AABb(卷翅裂翅)、AOBAb(卷翅裂翅)、AOBb(卷翅裂翅),即均表现为卷翅裂翅,其中雄果蝇约占 $\frac{1}{2}$,B 错误; F_1 个体的基因型分别为 AABAb、AABb、AOBAb、AOBb,其中 O 代表对应位置缺失,该群体能产生的配子类型有 AB、ABb、Ab、OB、Ob、OAb,C 错误;图中亲本果蝇母本的基因型为 AABb,父本的基因型为 AOAbb,可分开考虑两对基因,关于卷翅性状,子一代的基因型为 AA 和 AO(O 表示对应位置缺失),由于含有两条缺失 2 号染色体的个体不能存活,因此子二代中全表现为卷翅,关于裂翅性状,子一代的基因型为 BAb 和 Bb,且比例为 1:1,自由交配会产生占子二代总数约 $\frac{3}{4}$ 的裂翅个体,综合分析可知, F_2 中卷翅裂翅的个体约占 $\frac{3}{4}$,D 正确。

4. C 【必刷能力】图表分析—染色体数目变异

【解析】低温可以抑制纺锤体的形成,导致细胞不能分裂,使染色体数目加倍,A 正确;黑芥与芸薹培育芥菜的过程中发生了减数分裂、受精作用、低温诱导,减数分裂过程发生了基因重组,低温诱导过程发生了染色体数目变异,B 正确;甘蓝型油菜染色体组成为 AACc,黑芥染色体组成为 BB,若甘蓝型油菜与黑芥杂交,产生的子代体细胞染色体组成为 ABC,不含同源染色体,C 错误;芥菜 AABb 与甘蓝 CC 杂交,后代体细胞染色体组成为 ABC,含 3 个染色体组,无同源染色体,故减数分裂中无法正常联会,D 正确。

5. B 【必刷知识】生物变异原因分析

【解析】甲为正常的精细胞,形成过程中发生了非同源染色体上非等位基因的自由组合,属于基因重组,发生在减数分裂Ⅰ后期,A正确;乙中多了一条含A的染色体,可能是减数分裂Ⅱ后期着丝粒分裂后,染色单体形成的染色体未分离造成的,减数分裂Ⅱ前的间期不会发生基因复制,B错误;丙细胞中含a基因的染色体上出现了非等位基因b,而b基因一开始位于非同源染色体上,说明发生了染色体的易位,导致非等位基因组合,C正确;丁细胞中在a基因的相同位置出现了新的等位基因 a_1 ,是基因突变的结果,可能在减数分裂前的间期发生了基因突变,D正确。

6. B 【必刷题型】图表分析—减数分裂过程中的异常分析

【解析】由题意可推知,控制果蝇红、白眼的基因(用B、b表示)在X染色体上,若父本 X^BY (红眼雄蝇)减数分裂时性染色体不分离,则子代基因型异常个体有 X^BX^bY (红眼雌蝇)和 X^bO (白眼雄蝇),A不符合题意;若母本 X^bX^b (白眼雌蝇)减数分裂时性染色体不分离,则子代基因型异常个体有 X^bX^bY (白眼雌蝇)、 $X^BX^bX^b$ (死亡)、 OY (死亡)和 X^BO (红眼雄蝇),B符合题意;若母本减数分裂时白眼基因发生突变形成 X^B ,父本未发生变异,则后代不会出现白眼雌蝇,C不符合题意;若父本减数分裂时红眼基因发生突变形成 X^b ,母本未发生变异,则后代不会出现红眼雄蝇,D不符合题意。

7. D 【必刷题型】生物变异对子代的影响分析

【解析】若甲果蝇中A所在染色体片段缺失, F_1 产生含缺失片段染色体的雄配子不能存活,则Aa雄性个体只能产生a的配子,与一只aa雌性个体杂交, F_2 中正常翅雄性:正常翅雌性=1:1,与题意不符,A错误;若甲果蝇中A所在染色体片段缺失, F_2 中含缺失片段染色体的雌性个体不能存活,则Aa雄性个体能产生A、a的配子,与一只aa雌性个体杂交, F_2 中Aa的雌性个体不能存活,则 F_2 中卷翅雄性:正常翅雄性:正常翅雌性=1:1:1,与题意不符,B错误;甲果蝇中含A的片段移接到X染色体,甲果蝇的基因型可以表示为 aOX^AY (O表示对应位置缺失),产生配子的种类及比例为 $aY:aX^A:OY:OX^A=1:1:1:1$,aaXX雌性个体产生配子为aX,故 F_2 的基因型及比例为 $aaXY:aaX^AX:aOXY:aOX^AX=1:1:1:1$, F_2 中正常翅雄性:卷翅雌性=1:1,与题意不符,C错误;甲果蝇中含A的片段移接到Y染色体,甲果蝇的基因型可以表示为 $aOXY^A$,产生配子的种类及比例为 $aY^A:aX:OY^A:OX=1:1:1:1$,aaXX雌性个体产生配子为aX,故 F_2 的基因型及比例为 $aaXY^A:aaXX:aOXY^A:aOXX=1:1:1:1$, F_2 中卷翅雄性:正常翅雌性=1:1,符合题意,D正确。

8. (1) 染色体数目变异

(2) $n+1$ 、 $n-1$ 、 $n-1$ 或 $n-1$ 、 n 、 $n-1$

(3) 双体、三体和四体 $1:2:1$ $A:Aa:a:AA=2:2:1:1$ $A:a=2:1$ $17:1$ 让该隐性突变株作父本, 分别和所有的 7 种野生型三体杂交, F_1 再进行自交, 观察并统计 F_2 的性状分离比

【必刷知识】染色体变异

【解析】(1) 由题意可知, 非整倍体变异是指整倍体中缺少或额外增加一条或几条染色体的变异类型, 三体多一条染色体, 四体多两条染色体, 属于染色体数目变异。

(2) 该变异可能是减数分裂 I 后期同源染色体未分离, 此时产生该雄配子的次级精母细胞分裂所得的另一个雄配子也为 Aa , 多一条染色体, 为 $n+1$, 另一个次级精母细胞分裂所得的两个子细胞少一条染色体, 为 $n-1$; 该变异也可能是减数分裂 I 前期同源染色体发生互换后减数分裂 II 后期着丝粒分裂后产生的子染色体移向同一极导致的, 此时产生该雄配子的次级精母细胞分裂所得的另一个雄配子无 A 也无 a , 少一条染色体, 为 $n-1$, 其余两个子细胞染色体数目正常, 为 n 。四体进行减数分裂时其一组同源染色体为 4 条同源染色体, 会联会紊乱 (形成四体、三体+一体、双体+双体), 因此正常的四分体数目最少为 $n-1$ 。

(3) 三体在形成配子时多出的一条染色体随机进入配子中, 可产生配子类型为 n 和 $n+1$, 其自交可产生 $n+n$ 为双体, $n+n+1$ 为三体, $n+1+n+1$ 为四体, 由于配子类型 $n:(n+1)=1:1$, 雌雄配子随机结合, 故子代中双体: 三体: 四体 $=1:2:1$ 。 AAa 可看作是 A_1A_2a , 其可产生 A_1 、 A_2a 、 A_2 、 A_1a 、 A_1A_2 、 a , 即可产生 $A:Aa:a:AA=2:2:1:1$ 。用作父本, 由于 $n+1$ 的雄配子不育, 即 Aa 和 AA 不育, 其配子比例为 $A:a=2:1$ 。 AAa 可产生显性雌配子 (A 、 Aa 、 AA): 隐性雌配子 (a) $=5:1$, 子代显性: 隐性 $=\left(1-\frac{1}{3}\times\frac{1}{6}\right):\left(\frac{1}{3}\times\frac{1}{6}\right)=17:1$ 。欲将新的隐性基因定位到某条染色体上, 可让该隐性突变株作父本, 分别和所有的 7 种 ($2n=14$, 说明有 7 对染色体) 野生型三体杂交, F_1 再进行自交, 观察并统计 F_2 的性状分离比。

考点 18 育种分析与应用

1. ABC 【必刷能力】实验探究一杂交育种与多倍体育种

【解析】WBT 是五倍体, 当父本时, 与哈尼品种回交能产生后代, 说明 WBT 个体减数分裂联会紊乱也能产生可育的精子, 而 WBT 当母本时, 与哈尼品种回交不能产生后代, WBT 个体难以形成可育的卵细胞可能不是因为联会紊乱, A 错误; 哈尼品种 ($8M$) 能产生 $4M$ 的配子, 根据 F_2 的后代 H_1 、 H_2 、 H_3 可知, WBT 产生的可育花粉染色体组成为 $4M+N$ 、 $2M+N$ 、 $2M$, 与体细胞 ($4M+N$) 相比, WBT 产生的可育花粉染色体数目减少或与体细胞相同, B 错误; 自然条件下, 哈尼草莓和森林草莓无法交配, 故二者存在生殖隔离, 不属于同一物种, C 错误; 森林品种某对染色体上有抗虫基因 EE , 由 F_2 可知, WBT 产生的可育花粉染色体组成为 $4M+N$ 、 $2M+N$ 、 $2M$, 染色体组 N 中含有基因 E , 由此推测 WBT 产生的含

有 E 基因的花粉可能都存活,D 正确。

2. BD 【必刷题型】不育基因在生物育种中的应用

题意分析

水稻的基因型及表型有 $N(rr)$ (可育)、 $S(rr)$ (不育)、 $N(RR)$ (可育)、 $N(Rr)$ (可育)、 $S(RR)$ (可育)、 $S(Rr)$ (可育) 等 6 种。

【解析】水稻的育性由核基因和质基因共同控制,雄性可育植株的基因型有 5 种,基因型分别为 $N(rr)$ 、 $N(RR)$ 、 $N(Rr)$ 、 $S(RR)$ 、 $S(Rr)$,A 正确;品系 1 与雄性不育系 $S(rr)$ 杂交后代用于大田生产,水稻大田生产为自花传粉,需要恢复为雄性可育,所以品系 1 基因型是 $N(RR)$ 或 $S(RR)$,B 错误;雄性不育系的基因型只能为 $S(rr)$,只能作母本,C 正确;隔离区 2 中品系 2 的基因型应为 $N(rr)$,这样杂交获得的后代依然为雄性不育系,目的是持续获得雄性不育系,D 错误。

3. (1) 15

(2) 7 : 8 (或 8 : 7) $MsmsRr$ 和 msr

(3) 黄色和茶褐色 1 : 1

(4) 不用对母本进行去雄处理,方便杂交,降低劳动成本

【必刷知识】染色体数目变异在育种中的应用

【解析】(1) 根据题意,育成的新品系三体大麦体细胞中染色体比正常个体体细胞额外多一条,因此育成的新品系三体大麦体细胞染色体为 15 条。

(2) 根据题意,正常大麦的体细胞染色体是 7 对,三体大麦减数分裂时,若其他染色体都能正常配对,唯有这条额外的染色体在后期随机分向一极,两极染色体数之比为 7 : 8 或 8 : 7,所以配子基因型为 $MsmsRr$ 和 msr 。

(3) 根据题意,该三体大麦的基因型为 $MsmsmsRrr$,能产生 2 种类型的雌配子 msr 和 $MsmsRr$,1 种类型的雄配子 msr ,因此该三体大麦自花受粉,子代黄色种皮 $msmsrr$ (雄性不育) 的个体和茶褐色种皮 $MsmsmsRrr$ (雄性可育) 的个体的理论比例为 1 : 1。

(4) 在生产中采用不育系配制杂种的目的是不用对母本进行去雄环节,降低劳动成本。

关键点拨

根据题意,该植株的基因型为 $MsmsmsRrr$,这条额外的染色体不能正常配对,在分裂过程中随机移向细胞一极,则产生的配子为 msr 和 $MsmsRr$,其中,基因型为 msr 的雄配子是正常的雄配子,基因型为 $MsmsRr$ 的雄配子无受粉能力,两种雌配子的种类为 msr 和 $MsmsRr$,则受精卵为 $msmsrr$ 和 $MsmsmsRrr$,表型为黄色种皮雄性不育和茶褐色种皮雄性可育。

4. ACD 【必刷题型】远缘杂交育种过程分析

【解析】六倍体普通小麦的体细胞中含有 $6 \times 7 = 42$ 条染色体,在有丝分裂后期的细胞中染色体数目加倍,因此,根尖细胞内最多

含有 84 条染色体,A 错误;多倍体通常表现为茎秆粗壮、花大、色浓、有机物含量高,据此可推测与单倍体小麦(M)相比,六倍体普通小麦的茎秆比较粗壮,B 正确;四倍体小麦(AABB)和六倍体普通小麦(AABBDD)通过远缘杂交,可获得 F_1 ,上述远缘杂交所得的 F_1 为五倍体, F_1 自花传粉可得到少量 F_2 ,说明能产生少量可育配子,C 错误;四倍体小麦有 $4 \times 7 = 28$ 条染色体,在产生配子过程中可形成 14 个四分体,D 错误。

5. C 【必刷题型】远缘杂交育种过程分析

【解析】玉米的花粉中含有 10 条染色体,小麦的卵细胞中含有 21 条染色体,故小麦和玉米杂交形成的受精卵中含有 31 条染色体,A 正确;玉米染色体消失可能是因为纺锤丝没有附着到着丝粒,使染色体不能正常移向细胞两极,B 正确;小麦和玉米远缘杂交后代没有同源染色体,是不可育的,即小麦和玉米存在生殖隔离,故小麦—玉米远缘杂交技术不能突破生殖隔离,C 错误;分析题意,利用小麦与玉米远缘杂交育种技术可获得小麦单倍体,该技术利用小麦与玉米杂交,后代体细胞中父本染色体丢失,经培养获得小麦单倍体植株,再经染色体加倍,获得能够稳定遗传的纯合子,D 正确。

6. D 【必刷题型】信息提取—远缘杂交育种过程分析

【解析】一粒小麦(AA)含两个染色体组共 14 条染色体,花药中的细胞可以进行有丝分裂和减数分裂,因此观察一粒小麦花药中的细胞分裂图像,能观察到含有 7 条、14 条或 28 条染色体的细胞,A 错误;杂种一(AB)是一粒小麦(AA)和斯氏麦草(BB)杂交形成的二倍体,但因没有同源染色体,高度不育,B 错误;杂种一(AB)经过秋水仙素处理得到的拟二粒小麦(AABB)可育,拟二粒小麦减数分裂时,同源染色体联会形成四分体,观察其减数分裂图像时可看到 14 个四分体,C 错误;杂种二(ABD)是拟二粒小麦(AABB)和滔氏麦草(DD)杂交获得的三倍体,含有三个染色体组,减数分裂时联会紊乱,很难产生正常配子,D 正确。

7. (1)4 抑制纺锤体形成,使染色体数目加倍

(2)7 品系乙含有的 7M 染色体为 1 个染色体组,减数分裂时这些染色体不能联会而随机进入配子中,配子最多含有长穗偃麦草的 7 条染色体

(3)含有 1 条含抗虫基因的 3 号染色体的小麦 $\frac{3}{4}$

(4)染色体数目变异、基因重组

【必刷能力】图表分析—远缘杂交在育种中的应用

题图解读

图示为普通小麦与长穗偃麦草杂交选育抗虫小麦新品种的过程。先将普通小麦与长穗偃麦草杂交得到 F_1 ,①表示人工诱导染色体数目加倍(常用秋水仙素处理幼苗)获得甲;再将甲和普通小麦杂交获得乙,乙再和普通小麦杂交获得丙,经过选择获得丁,最终获得染色体组成为 42E 的戊。

【解析】(1) 通过杂交获得的 F_1 为 $21E(3N) + 7M(N)$, 含有 4 个染色体组。秋水仙素的作用是抑制纺锤体形成, 使染色体数目加倍。

(2) $7M$ 代表长穗偃麦草的一个染色体组中的染色体条数, 分析题图可知, 乙中来自长穗偃麦草的染色体组是一个, 因此乙中长穗偃麦草的染色体不能联会, 产生的配子的染色体是 $21E + 0 \sim 7M$, 因此丙中来自长穗偃麦草的染色体数目为 $0 \sim 7$ 。

(3) 由图可知, 丁为 $42E + 1M$, 对比普通小麦可知, 获得丁的实质是获得了 $1M$, 即含有 1 个抗虫基因的长穗偃麦草 ($2N = 14$, 用 $14M$ 表示) 的 3 号染色体, 由于丁形成配子时发生染色体易位才获得的戊, 所以戊是含有一个抗虫基因的抗虫杂合子, 可记作 AO (O 代表对应位置缺失), 则其自交后子代中抗虫植株 A_+ 的比例为 $\frac{3}{4}$ 。

(4) 培育品系戊的过程中, 运用的遗传学原理有染色体结构变异 (易位)、染色体数目变异 (秋水仙素处理)、基因重组 (减数分裂) 等。

8. D 【必刷知识】杂交育种与诱变育种

【解析】抗旱高秆 ($AABB$) 和不抗旱矮秆 ($aabb$) 两品种植株进行杂交得 F_1 , 则 F_1 基因型为 $AaBb$, 若将 F_1 自交, F_2 中能稳定遗传的抗旱矮秆植株 ($AAbb$) 比例为 $\frac{1}{16}$, A 错误; 通过单倍体育种可获得所需新品种, 但果实和种子都正常, 多倍体的果实和种子比较大, B 错误; F_1 的花粉进行花药离体培养后获得的是单倍体, 高度不育, 不能得到所需新品种, 需要将染色体加倍才能得到所需新品种, C 错误; 若 F_1 的种子用紫外线进行照射, 属于诱变育种, 原理是基因突变, 基因突变具有不定向性等, 所得种子大多数不符合要求, D 正确。

9. B 【必刷知识】育种工作中的“筛选”方法

【解析】若变异株是个别基因的突变体, 即杂合子, 可采用①杂交育种, 通过连续自交筛选出纯合子而培育新品种, A 正确; 单倍体育种时, 可用秋水仙素处理萌发的幼苗, 而不能处理萌发的种子, 因为单倍体高度不育, B 错误; ③利用的是植物组织培养技术, 可快速繁殖获得具有优良性状的新品种, C 正确; 新品种 1 通过杂交育种形成, 属于有性生殖, 而新品种 3 经植物组织培养技术获得, 属于无性繁殖, D 正确。

10. (1) 无法确定类型的突变 $\frac{3}{16}$ $\frac{1}{8}$

(2) PCR 等 使花叶基因和雄性不育基因与甲的 (更多的) 优良性状基因整合在同一植株上

(3) ①自交 (与相同基因型个体杂交) ② $mmRR$ (或 $mmRr$)

③将基因型为 $mmRR$ (或 $mmRr$) 的花叶植株与品系乙杂交 半花叶

【必刷知识】杂交育种的应用

【解析】(1) 由于圆叶和花叶杂交, 所得 F_1 均表现为介于圆叶与花叶之间的半花叶, 则推测控制圆叶的基因与控制花叶的基因间显隐性关系可能为不完全显性, 不能确定圆叶与花叶的显隐性关系, 也就不能确定花叶基因的突变类型。据题分析, 雄性不育植株的基因型为 $mmR_$, 甲与丙杂交, F_1 半花叶的基因型为 $MmRr$, F_1 自交, 则子代中雄性不育株 ($mmR_$) 所占比例约为 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$, 植株甲 ($MMrr$) 和基因型为 $MmRr$ 的半花叶植株杂交时, 子代中基因型为 $MmRr$ 的半花叶植株的比例为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 。

(2) 从分子水平上筛选出基因型为 $MmRr$ 的植株需要用到 PCR 等技术。PCR 原理是 DNA 的体外复制, 可用于基因的检测与鉴定。过程中连续多代与植株甲杂交、筛选, 其目的是将花叶基因以外的遗传背景替换为植株甲的基因, 即使花叶基因与甲的优良性状基因整合在同一植株上, 同时保留雄性不育的基因 ($MmRr$ 自交可以获得基因型为 $mmR_$ 的雄性不育个体)。

(3) 育种目标是获得兼具品系甲和乙优良性状的杂种一代植株, 故需要进行杂交, 若要以叶形性状作为标记性状区分杂交种, 需先获得花叶植株, $MmRr$ 的半花叶植株具有甲品系的优良性状, 可用于花叶植株的制备, 所以设计杂交方案如下: ①将筛选得到的基因型为 $MmRr$ 的半花叶植株自交, 获得花叶植株; ②在花叶植株中, 筛选得到基因型为 $mmRR$ (或 $mmRr$) 的花叶植株; ③将基因型为 $mmRR$ (或 $mmRr$) 的花叶植株与品系乙 $MMrr$ 杂交, 所有半花叶植株均为所需杂交种。

考点 19 生物进化

1. C 【必刷知识】自然选择与适应的形成

【解析】种群中产生的变异是不定向的, 其中的不利变异被不断淘汰, 有利变异则逐渐积累。不同地区环境不同, 对远东鼯鼠的皮毛颜色选择不同, 导致毛色差异, 是自然选择的结果, A 错误。适应的普遍性指现存的生物对它生存的环境都有一定的适应性, 不同地区的远东鼯鼠都能够产生出多种毛色供不同环境选择, 且都能适应环境, 体现了适应的普遍性, B 错误。种群中产生的变异是不定向的, 经过长期的自然选择, 其中的不利变异被不断淘汰, 有利变异则逐渐积累, 从而使种群的基因频率发生定向改变, 导致生物朝着一定的方向缓慢地进化, 远东鼯鼠毛色发生变化的过程就是变异和自然选择不断作用, 改变了种群基因频率, 即种群发生了进化, C 正确。选项中“不同地区的远东鼯鼠能进行交配”不满足生殖隔离的条件 (生殖隔离是指种群间的个体不能交配, 或者交配后不能产生出可育后代的现象), 所以无法判断这两个种群是否存在生殖隔离, 即无法判断这两个种群是否为同一物种, D 错误。

2. D 【必刷知识】物种形成与生物进化

【解析】新隔离种群的基因库与旧种群基因库存在差异, 但不一

定产生新物种,A 错误;建立者效应中小部分个体迁移到另一区域自行繁殖,不一定使 A 的基因频率上升,也可能是 a 的基因频率上升,也可能均不变,B 错误;建立者效应中产生的新群体仍然要受自然选择的影响,C 错误;新隔离的种群因未与其他生物群体交配繁殖,因此与旧群体彼此之间基因的差异性很小,D 正确。

3. C 【必刷题型】图表分析—基因突变、进化与基因频率的计算

【解析】不同基因型草地贪夜蛾之间可以杂交形成可育种群,无生殖隔离,说明它们属于同一物种,A 正确; a_1 、 a_2 的产生体现了基因突变的不定向性,基因突变产生了新基因,为草地贪夜蛾的进化提供了原材料,B 正确; a_1 基因频率 $= (18+1 \times 2+15) \div [(20+18+24+1+15+22) \times 2] \times 100\% = 17.5\%$, a_2 基因频率 $= (24+15+22 \times 2) \div [(20+18+24+1+15+22) \times 2] \times 100\% = 41.5\%$,C 错误;草地贪夜蛾会与其捕食的植物以及无机环境相互作用、协同进化,D 正确。

4. D 【必刷知识】种群基因频率、基因型频率的计算

【解析】一个种群的基因库是指该种群中全部个体所含的全部基因,A 错误;该兔群自由交配,下一代 FF 基因型频率为 $(66\%)^2 = 43.56\%$,ff 基因型频率为 $(34\%)^2 = 11.56\%$,B 错误;该兔群自由交配,下一代中 F、f 的基因频率与亲本相同,因此 F 基因频率为 66%,f 基因频率为 34%,C 错误;该兔群中白色脂肪兔可能为 FF (占 $\frac{3}{8}$)、Ff (占 $\frac{5}{8}$),两只白色脂肪兔交配,产 f 配子的概率为 $\frac{5}{16}$,则后代为淡黄色脂肪兔(ff)的概率为 $\frac{5}{16} \times \frac{5}{16} = \frac{25}{256}$,D 正确。

5. D 【必刷能力】信息提取—种群基因频率、基因型频率的计算

【解析】赖特把小的群体中,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,遗传漂变不会产生新的可遗传变异,A 错误。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 为 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 为 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 为 250 的群体中 Aa 基因型频率比 N 为 2 500 的群体中的小,D 正确。

6. (1) 种群基因频率的改变 突变和基因重组

(2) 让四川大熊猫和陕西大熊猫雌雄个体间进行交配,通过观察是否能产生可育后代即可确定四川大熊猫和陕西大熊猫两个亚

种是否为同一物种

(3) 8% 20%

(4) $5' \rightarrow 3'$ 不变 能

【必刷知识】基因频率的改变与生物进化

【解析】(1) 进化的实质是种群基因频率的改变。现代生物进化理论认为,突变和基因重组为生物进化提供了原材料。

(2) 是否具有生殖隔离是判断是否为同一物种的重要标志。所以让四川大熊猫和陕西大熊猫雌雄个体间进行交配,通过观察是否能产生可育后代即可确定四川大熊猫和陕西大熊猫两个亚种是否为同一物种。

(3) 根据题意,该种群中 B 的基因频率为 60%,b 的基因频率为 40%,若该对等位基因只位于 X 染色体上,则在雌性个体中 X^bX^b 的基因型频率 $= (40\%)^2 = 16\%$,在雄性个体中 X^bY 的基因型频率 $= 40\%$,且种群中雌雄数量相等,所以该种群中 X^bX^b 、 X^bY 的基因型频率分别为 8%、20%。

(4) 在转录时,新产生的子链延伸方向为 $5' \rightarrow 3'$ 。基因被甲基化后不影响基因的数量和碱基序列,故被甲基化的 DNA 中 $(A+T)/(G+C)$ 的值不变,DNA 经过甲基化修饰后能遗传给后代,使后代出现同样的表型。

7. (1) 寄生 早期在黏液瘤病毒的选择下,不具有抗性的兔子大量死亡,兔子数量下降,一段时间后,由于种内竞争减弱,具有抗性的兔子得以存活并大量繁殖,兔子数量迅速上升

(2) 自然选择 定向

(3) 狐狸吃掉的大多数是兔子种群中年老、病弱或年幼的个体,有利于兔子种群发展 协同进化

(4) 50% 增大

【必刷题型】种群基因频率、基因型频率的计算

【解析】(1) 黏液瘤病毒寄生在兔子体内,二者的种间关系属于寄生;引入黏液瘤病毒后,早期在黏液瘤病毒的选择下,不具有抗性的兔子大量死亡,兔子数量下降,一段时间后,由于种内竞争减弱,具有抗性的兔子得以存活并大量繁殖,兔子数量迅速上升。

(2) 自然选择决定生物进化的方向,兔子擅长打洞又警惕,有利于躲避敌害是自然选择的结果;自然选择是定向的。

(3) 由于狐狸吃掉的大多数是兔子种群中年老、病弱或年幼的个体,有利于兔子种群发展,故澳大利亚引入的狐狸,客观上对兔子种群的发展起到了促进作用;协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展,狐狸和兔子的“军备竞赛”属于协同进化。

(4) 由雌性的个体中 X^AX^A 、 X^AX^a 、 X^aX^a 三种基因型的个体所占比例分别为 30%、40%、30%可以判断,雌性中 A 和 a 基因的比例各占 50%,而雄性个体中 X^AY 、 X^aY 两种基因型的个体各占 50%,A 和 a 基因的比例依然是各占 50%,因此不管雌雄比例如何,该种群中 A 基因的基因频率为 50%;生物进化的实质是种群基因频率的

改变,长期在冰天雪地的环境中,该种群中 a 基因控制的性状更加适应环境,基因频率会增大,由此说明狐狸种群在不断进化。

专题训练

1. A 【必刷知识】协同进化与生物多样性

【解析】线虫、植物及微生物之间通过自然选择协同进化,形成生物的多样性和适应性,A 正确;两种不同线虫是进化而来的,两种不同线虫的细胞壁降解酶基因频率不一定相同,B 错误;这种基因与细菌的基因非常相似,说明可能来自细菌中的基因与线虫基因的重组,即基因重组,C 错误;具有降解酶基因的线虫可以更好地分解植物的细胞壁,但酶发挥作用需要一定的条件,故只能适应某些生活环境,D 错误。

2. C 【必刷题型】基因频率的改变与生物进化

【解析】根据题干“P 年时种群乙 AA、Aa、aa 的基因型频率分别为 30%、40%、30%。由于生存环境的变化,aa 个体每年减少 10%,AA 和 Aa 个体每年分别增加 10%”,假设原种群有 100 个个体,AA、Aa、aa 分别有 30、40、30 个个体,则 P 点后的下一年中, $aa = 30 - 30 \times 10\% = 27$, $AA = 30 + 30 \times 10\% = 33$, $Aa = 40 + 40 \times 10\% = 44$,则 A 的基因频率为 $(33 \times 2 + 44) \div [(27 + 33 + 44) \times 2] \times 100\% \approx 52.9\%$,A 错误;由图 1 可知,过程 a 表示由于河流分割产生的地理隔离,经过长期的过程 b 产生品系 1、2,则过程 b 表示可遗传变异和自然选择,过程 c 表示物种 1 和物种 2 产生的生殖隔离,B 错误;由于 b 为自然选择,其实质就是定向改变种群的基因频率,最终使两种群的基因库有较大差异,C 正确;由图 2 可知,RT 段 A 基因频率保持稳定,在 T 点之后,若出现生存环境的改变,种群乙仍可能会发生进化,D 错误。

3. AB 【必刷能力】信息提取—染色体结构的变异

【解析】由题图分析可知,育性异常的植株出现的原因是发生了非同源染色体之间的错误拼接即易位,易位属于染色体结构变异,A 正确。由题干信息“减数分裂 I 后期,异常联会的染色体两两分离”可知,该育性异常的植株两两分离的方式有相间分离,即含有基因 A、B 的染色体和含有基因 E、F 的染色体移向细胞的一极,产生基因型为 AEBF 的配子,含有基因 A、F 的染色体和含有基因 B、E 的染色体移向细胞的另一极,产生基因型为 AEFB 的配子,以该方式分开形成的两种配子均可育;该育性异常的植株两两分离的方式还有相邻分离,即包括上下分开或左右分开,上下分开时,产生基因型为 AE BB 和 AE FF 的配子,同理,左右分开时会产生基因型为 AA BF 和 EE BF 的配子,由于基因存在缺失或重复时表现不育,所以以相邻分离方式产生的 4 种配子均不育,B 正确。结合 B 选项的分析可知,该种育性异常的植株仅基因型为 AEBF 和 AEFB 的配子可育,比例为 1:1,若该种育性异常的植株自由交配,子代中染色体组成与亲本相同(只有 AEBF 的配子和 AEFB 的配子组合形成的个体才能和亲本染色体一样出现异常联会)的概率为 $\frac{1}{2}$,C 错误。该不育性状是由染色体结

构变异引起的,与基因频率无关,D错误。

4. C 【必刷知识】生物变异及其对子代的影响

【解析】易位三体含有 21 条染色体,由于易位染色体不能参与联会,因此减数分裂时可形成 10 个正常四分体,A 错误;已知易位染色体不能参与联会,在同源染色体分离时,该染色体随机移向细胞一极,该三体的基因型为 $MmmRrr$,能产生 2 种类型的雌配子(mr 和 $MmRr$),其中含 11 条染色体的是 $MmRr$,占 $\frac{1}{2}$,B 错误;该三体的基因型为 $MmmRrr$,能产生 2 种类型的雌配子(mr 和 $MmRr$),1 种类型的雄配子 mr ($MmRr$ 的雄配子致死),因此该三体自交得到的种子中黑色可育($MmmRrr$):金黄色不育($mmrr$)=1:1,即后代中雄性不育个体占 $\frac{1}{2}$,C 正确;以该易位三体($MmmRrr$)为父本与金黄色玉米(M_rr)杂交,由于 $MmmRrr$ 产生的雄配子只有 mr 能与雌配子结合,而金黄色玉米(M_rr)产生的雌配子中只含有 r 基因,因此后代所结的种子全部是金黄色种子,D 错误。

5. C 【必刷知识】基因突变和基因重组

【解析】线粒体存在于细胞质基质中,线粒体 DNA 进入细胞核的通道可能为核孔,因为核孔是大分子物质进出细胞核的通道,A 正确;线粒体 DNA 的插入引起的是基因重组,可能不会导致基因突变的发生,B 正确;甲基化不会改变线粒体 DNA 的碱基序列,但会使 RNA 聚合酶无法与线粒体 DNA 的启动子结合,使其不能表达,C 错误;线粒体 DNA 插入核基因组 DNA 中引起了遗传物质的改变,即产生了可遗传的变异,因而可能为进化提供了原材料,D 正确。

6. (1) 基因通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而间接控制生物体的性状

(2) $Aabbcc \times AaBbee \rightarrow \frac{2}{3}$ 粉花:白花=8:1

(3) RNA 聚合 否 基因的碱基序列没有发生改变 选取纯合粉花植株与纯合白花植株进行正反交实验,观察子代的表型 粉花植株作为父本时子代均为白花个体,粉花植株作为母本时子代均为粉花个体

【必刷知识】自由组合定律的实质和应用

题图解读

A 基因控制合成的酶 1 能使白色物质转化为粉色色素,使花呈现粉色,B 基因控制合成的酶 2 能使粉色色素转化为红色色素,E 基因表达的产物能抑制 A 基因的表达,据此可知, $aa_ _ _$ 和 $A_ _ _E_$ 表现为白色, A_B_ee 表现为红色, A_bbcc 表现为粉色。

【解析】(1) 基因 A 和基因 B 控制的酶分别催化白色物质转变成粉色色素以及粉色色素转变为红色色素的过程,进而实现了对花色的控制,即该事实说明了基因对生物性状的控制方式是通

过控制酶的合成来控制代谢过程,进而实现了对相关性状的间接控制。

(2) 将一株粉花植株 (A_bbee) 与一株红花植株 (A_B_ee) 杂交,子一代表型及比例为红花:粉花:白花 = 3:3:2,红花植株所占比例为 $\frac{3}{8}$,可推测亲本粉花植株和红花植株的基因型分别为 $Aabb ee$ 和 $AaBbee$ 。根据亲本基因型可推出子一代红花植株基因型及概率为 $\frac{1}{3}AABbee$ 、 $\frac{2}{3}AaBbee$,因此子一代红花植株中与亲本红花植株基因型相同的概率是 $\frac{2}{3}$ 。子一代粉花个体的基因型及比例为 $AAbbee:Aabb ee = 1:2$,这些粉花个体产生的配子及比例为 $Abe:abe = 2:1$,则该群体随机交配,子二代的基因型(表型)及概率为 $\frac{4}{9}AAbbee$ (粉色)、 $\frac{4}{9}Aabb ee$ (粉色)、 $\frac{1}{9}aabb ee$ (白色),即粉花:白花 = 8:1。

(3) 由题意分析可知,若亲本粉花 A 基因的 -CCGG- 位点甲基化,则 RNA 聚合酶不能与之结合,进而无法驱动基因的转录过程,影响基因的表达,导致性状的改变,即最终可使其变为白花个体。基因突变是指 DNA 中碱基的增添、缺失或替换引起的基因碱基序列的改变,据此可知,A 基因的甲基化,并没有引起基因中碱基的增添、缺失或替换,即基因中的碱基序列并没有发生改变,因而不属于基因突变。现有纯合粉花 ($AAbbee$) 与白花 ($aabb ee$),由于要验证来自父方的 A 基因都会甲基化,而来自母方的 A 基因都不会甲基化,因此需要选择粉花个体和白花个体进行正反交实验,然后观察后代的花色表现。因此实验思路为选取纯合粉花植株与纯合白花植株进行正反交实验,观察子代的表型;预期结果:若粉花植株作为父本时子代均为白花个体,则说明粉花植株提供的精子中的 A 基因是甲基化的;粉花植株作为母本时子代均为粉花个体,则说明粉花植株提供的卵细胞中的 A 基因均是正常的,因而证明该报道是正确的。

7. (1) 避免去雄(或避免母本自交) 避免外来花粉对实验结果的影响(或提高授粉成功率,获得更多子代)

(2) B 位于两对同源染色体上

(3) $MMbb$ $mmBb$

(4) ① $MMbb$ ② 3:5 $Mmbb$

【必刷知识】基因自由组合定律

【解析】(1) 雄性不育系植株不能产生可育花粉,在杂交育种过程中省去了人工去雄过程,降低了工作量。杂交实验中需要在授粉前后套袋的目的是提高授粉成功率,获得更多子代,以及避免外来花粉的影响。

(2) 实验二中 F_1 雄性可育自交,得到 F_2 为雄性可育:雄性不育 = 13:3,属于 9:3:3:1 的变式,说明其遗传遵循基因的自由组合定律,可判断两对等位基因位于两对同源染色体上,且 F_1 中雄性可

育的基因型为 $MmBb$, 故雄性不育基因 M 基因的表达受基因 B 的抑制。

(3) 杂交实验一中雄性不育亲本 $P_1 (M_bb)$ 与雄性可育亲本 P_2 杂交, 得到 F_1 雄性可育 ($MmBb$): 雄性不育 (M_bb) = 1:1, 为单杂合子测交的结果, 由此可判断雄性不育亲本 P_1 基因型为 $MMbb$, 雄性可育亲本 P_2 基因型为 $mmBb$ 。

(4) F_2 雄性不育植株的基因型有两种, 分别为 $MMbb$ 、 $Mmbb$ 。让其与实验一 F_1 中的雄性可育 ($MmBb$) 进行回交: ①若该雄性不育植株基因型为 $MMbb$, 则后代中雄性不育 (M_bb) 占比为 $1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$, 即雄性不育: 雄性可育 = 1:1; ②若该雄性不育植株基因型为 $Mmbb$, 则后代中雄性不育 (M_bb) 占比为 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$, 即雄性不育: 雄性可育 = 3:5。