

## 生物学参考答案

1.【答案】C

【解析】核酸和抗原是支原体自身物质，抗体是人体产生的物质，A项错误；支原体核酸是DNA和RNA，含有的元素是C、H、O、N、P；抗体是蛋白质，含有的元素主要是CHON；抗原是蛋白质等物质，若为蛋白质，则元素组成主要是C、H、O、N，若为其他则未知，B项错误；抗体是蛋白质，双缩脲试剂可以使抗体呈紫色，C项正确；人类支原体抗体的合成是在支原体抗原的刺激下，经过一系列的免疫反应后，浆细胞内的抗体基因经转录、翻译后形成的，这与支原体核酸无关，D项错误。

2.【答案】B

【解析】种群密度是指种群在单位面积或单位体积中的个体数，种群密度是种群最基本的数量特征，不能用于区别群落，A项不符合题意；要认识一个群落，首先要分析该群落的物种组成，物种组成是区别不同群落的重要特征，也是决定群落性质最重要的因素。诗句中描写了水边生长的芦苇，除此之外水里还有其他的水生生物，陆地上还会有其他生物，这些物种组成符合湿地群落的特征，B项符合题意；群落演替是指随着时间推移，一个群落被另一个群落代替的过程，群落演替也不能用于区分不同群落，C项不符合题意；年龄结构是指一个种群中各年龄期的个体数目的比例，年龄结构属于种群的数量特征，不能用于区分不同的群落，D项不符合题意。

3.【答案】D

【解析】细胞癌变后，细胞内的生命活动也是受基因控制的，A项错误；胚胎畸形，体内的细胞也可以分化成各种组织，B项错误；基因突变若发生在生殖细胞中，将遵循遗传规律传递给后代，若发生在体细胞中则一般不能遗传，但植物体可通过无性繁殖遗传给后代，C项错误；PVC引起的生殖毒性，可能导致性激素的负反馈调节异常，从而影响生殖器官的发育或生殖细胞的形成，D项正确。

4.【答案】D

【解析】洗冷水澡或冬泳可引起机体血管收缩，应激性增强，并提高免疫力，参与这些反应的化学物质（调节因子）分别是神经递质、激素、细胞因子等，这三种物质起作用共同点是：通过体液进行运输、作为信使传递信息、微量但作用效果显著。多糖、蛋白质、核酸的基本单位分别是单糖、氨基酸、核苷酸，这些基本单位称为单体，而多糖、蛋白质、核酸均是单体的多聚体，参与上述调节过程的物质有神经递质、激素和细胞因子等，神经递质主要是乙酰胆碱、氨基酸类（如谷氨酸）、多巴胺等，激素主要有促甲状腺激素释放激素、甲状腺激素、肾上腺素等，细胞因子主要有白细胞介素、干扰素等，这些物质有的是蛋白质或多肽，有的是氨基酸，有的是其他成分，不一定是单体构成的多聚体。综上所述，D项错误，ABC项正确。

5.【答案】B

【解析】实验结果发现，在80℃下，加碘液后溶液不变蓝，说明淀粉已经被 $\alpha$ -淀粉酶分解成还原糖，在高于80℃的温度下，加碘液后溶液都为深蓝色，说明淀粉很可能均没有被分解，即 $\alpha$ -淀粉酶很可能已经失活，因而溶液中没有产生还原糖，若将检测试剂碘液替换成斐林试剂，则80℃下的溶液呈现砖红色，其他温度下均不出现砖红色，因而可将碘液替换成斐林试剂进行检测，A项错误；实验的自变量是温度，因而反应溶液的pH值必须设置为相同且适宜的pH值，B项正确；实验结果表明让 $\alpha$ -淀粉酶失活的温度为85℃，不能证明酶的高效性和专一性，C项错误；85℃及以上温度的实验现象均为深蓝，这表明85℃及以上温度下，酶活性很低甚至已经失活，在实验期间淀粉几乎没有或完全没有被分解，因而加碘液后溶液呈现深蓝色，所以试管中的酶可能不起催化作用，或者几乎不起催化作用，也即几乎不能降低反应的活化能，酶不能为反应提供活化能，加热可以，D项错误。

6.【答案】A

【解析】分解者可能是原核生物或真核生物，原核生物只有核糖体一种细胞器，真核生物有核糖体、线粒体、溶酶体或液泡等细胞器，因此当分解者在分解凋落物时，细胞内会进行的生理过程是核糖体进行有关蛋白质（如大多数酶）的合成，但是不一定能发生：[H]在线粒体内膜上与O<sub>2</sub>结合生成水、溶酶体内的酶起作用、

液泡吸收水分等生理过程。综上所述，A 项符合题意，BCD 项不符合题意。

7. 【答案】C

【解析】在 1 号注射器中， $\text{Fe}^{3+}$  会催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解产生氧气，若先关闭 A 阀可使注射器中氧气含量升高，有利于实验的进行，A 项正确；实验开始时，2 号注射器内酵母菌会发生有氧呼吸，有氧呼吸吸收的氧气等于放出的  $\text{CO}_2$ ，因而注射器的压强不变，其推进器不发生移动；没有  $\text{CO}_2$  进入 3 号注射器，则 3 号注射器的推进器也不移动，B 项正确；细胞呼吸产生的  $\text{CO}_2$  会与 4 号注射器内的溴麝香草酚蓝溶液反应，其颜色会由蓝变绿再变黄，C 项错误；线粒体基质进行有氧呼吸第二阶段时，会消耗水产生  $\text{CO}_2$ ，D 项正确。

8. 【答案】C

【解析】变应原初次接触 AR 特异性个体时，会引起该个体通过特异性免疫产生 IgE 抗体，即会引起免疫反应，A 项错误；由图可知，同种变应原再次进入机体后，吸附有 IgE 抗体的肥大细胞会释放活性介质，从而引起辅助性 T 细胞所介导的 I 型变态反应，而不是引起二次免疫反应，B 项错误；SLIT 治疗是将粉尘螨（变应原的一种）制成滴剂，然后通过依次增加浓度的方式舌下含服，这样做的目的是通过用变应原刺激，可能使肥大细胞的活性介质耗尽，C 项正确；活性介质被释放后出现在体液中，通过体液运输作用于辅助性 T 细胞，这体现了细胞膜的信息交流功能，不能体现细胞膜的流动性，D 项错误。

9. 【答案】A

【解析】一般情况下，树突是多而短，轴突是长而少，A 项正确；刺激甲处，细胞外的  $\text{Na}^+$  会通过协助扩散的方式大量内流，内流后细胞外的  $\text{Na}^+$  浓度仍然大于细胞内，B 项错误；乙处是突触间隙，5-HT 能神经元释放的神经递质到达乙处，在其中扩散至 PV 神经元，作用于该神经元细胞膜外的特异性受体，引起 PV 神经元膜电位发生变化，在此过程神经递质只是给 PV 神经元传递信息，不会被胞吞进入细胞内，C 项错误；5-HT 是一种起着抑制作用的神经递质，起作用时阴离子通道开放，从而使突触后膜受到抑制，不能使  $\text{Na}^+$  通道开放，D 项错误。

10. 【答案】C

【解析】CK 组存在内源 IAA 的作用，因而其中胚轴细胞生长也受 IAA 影响，A 项错误；该实验只有 2.0mg/L 一种 IAA 浓度，无法知道其他浓度的作用效果，因而不能确定中胚轴细胞长度随外源 IAA 浓度的升高而升高，B 项错误；由图可知，与其他组相比，深播 15cm 时，添加 2.0mg/L IAA 能更显著促进 N192 中胚轴细胞的生长，C 项正确；在 3cm 深播时，178 比 N192 促进效果明显，而在 15cm 深播时，N192 比 178 的促进效果更明显，D 项错误。

11. 【答案】A

【解析】过程①是转录，该过程中 RNA 聚合酶会破坏基因的氢键而使 DNA 解开单链，然后会以基因的一条链为模板，将单个的核糖核苷酸连接成 mRNA 链，此过程会形成磷酸二酯键，A 项正确；由图可知，形成 mRNA 是将基因的外显子转录出的 RNA 片段连接起来的，在此过程会剪切掉内含子，基因外显子上 1 个碱基对对应 mRNA 上 1 个碱基，因而 SMN 基因上碱基对的数量比 mRNA 上碱基数量的一倍要多一些，无法确定其具体的倍数，B 项错误；过程②是翻译，在该过程中，tRNA 会携带氨基酸进入核糖体，而每种 tRNA 只能携带一种氨基酸，C 项错误；对 SMN2 基因突变处外显子进行诱变处理会导致基因发生突变，而基因突变是随机的，不一定能将突变部位错误的碱基修改成正确的碱基，因而也不一定能够获得正常数量的全长度的 SMN2 蛋白，所以不一定能达到治疗 SMA 的病情，D 项错误。

12. 【答案】B

【解析】有丝分裂中期细胞中有 8 条染色体和 2 个 A 基因，减数分裂 II 后期细胞中有 4 条染色体，含 0 或 2 个 A 基因，A 项错误；当细胞中有 2 个 a 基因和 2 个 B 基因时，细胞可能正在进行有丝分裂，也可能正在进行减数分裂，因而该细胞可能是次级精母细胞，B 项正确；当细胞中有 2 条 Y 染色体时，细胞可能在有丝分裂后期或减数分裂 II 后期。若为前者，细胞中含有 2 个 A 基因和 2 个 B 基因；若为后者，细胞中的 A、B 基因情况有 4 种：①2 个 A 基因、2 个 B 基因；②2 个 A 基因，0 个 B 基因；③0 个 A 基因，2 个 B 基因；④0 个 A 基因、0 个 B 基因，C 项错误；在有丝分裂后期，细胞中含有 2 条 X 染色体和 2 个 a 基因，在减数分裂 II 后期，细胞中含有的 X 染色体和 a 基因的数量有 4 种情况：①0 条 X 染色体，0 个 a 基因；②2 条

X 染色体，0 个 a 基因；③0 条 X 染色体，2 个 a 基因；④2 条 X 染色体，2 个 a 基因，D 项错误。

13. 【答案】CD

【解析】P 存在捕食者，因而其中某个种群数量的变化将会呈“S”形增长，而“S”形增长的种群，其出生率一直在下降，死亡率一直在升高，但是在达到 K 值之前，其种群密度总是在增大，A 项错误；依据“同化量=摄入量-粪便量”的关系可知，在摄入量不变的情况下，粪便量越大，IV 同化的能量就会越少，而“同化量=呼吸量+储存量”，所以同化量极少与呼吸消耗量无关，B 项错误；V 中不同物种在湖泊中分布在不同的水层与食物的分布和栖息条件有关，C 项正确；后一个营养级是前一个营养级的捕食者，捕食者往往捕食个体数量较多的物种，这样就会避免出现一种或少数几种生物在生态系统中占绝对优势的局面，为其他物种的形成腾出空间，捕食者的存在有利于增加物种多样性，D 项正确。

14. 【答案】ACD

【解析】发酵产生果酒的菌种是酵母菌，酵母菌在有氧呼吸产生  $\text{CO}_2$ ，但不产生酒精，A 项错误；切片后对发酵液进行消毒再进行分组，B 项正确；压榨倒罐用于主发酵需保留空间以促进酵母菌的有氧呼吸，二次倒罐时菌种是进行无氧呼吸，C 项错误；主发酵先有氧促进酵母菌大量繁殖，后无氧进行酒精发酵，后发酵要控制无氧，D 项错误。

15. 【答案】B

【解析】据题意可知，该变异可能发生的情况是：①常染色体上、②Z 染色体上、③W 染色体上。设该基因为 A，则上述变异对应的雌蚕基因型分别是① $\text{A}0$ 、② $\text{Z}^{\text{A}}\text{W}$ 、③ $\text{Z}\text{W}^{\text{A}}$ ，雄蚕基因型则为① $00$ 、② $\text{ZZ}$ 、③ $\text{ZZ}$ 。当雌蚕的基因型是  $\text{A}0$  时， $\text{F}_1$  的基因型及比例是  $\text{A}0:00=1:1$ ，不同颜色卵杂交，不管哪一代的基因型均与亲本一致，当雌蚕的基因型是  $\text{Z}^{\text{A}}\text{W}$ ， $\text{F}_1$  的基因型及比例是  $\text{ZZ}:\text{Z}^{\text{A}}\text{W}=1:1$ ，不同颜色卵个体杂交，不管哪一代的基因型也与亲本一致，A 项错误；若导入的基因位于 Z 染色体上，则雌蚕的基因型是  $\text{Z}^{\text{A}}\text{W}$ ，雄蚕的基因型是  $\text{ZZ}$ ， $\text{F}_1$  的基因型是  $\text{Z}^{\text{A}}\text{Z}$  和  $\text{ZW}$ ，不同颜色个体杂交  $\text{F}_2$  的基因型及比例是  $\text{Z}^{\text{A}}\text{Z}:\text{ZZ}:\text{Z}^{\text{A}}\text{W}:\text{ZW}=1:1:1:1$ ，表型比例也是  $1:1:1:1$ ，B 项正确；若导入的基因位于 W 染色体上，则雌蚕的基因型是  $\text{Z}\text{W}^{\text{A}}$ ，雄蚕的基因型是  $\text{ZZ}$ ， $\text{F}_1$  的基因型及比例是  $\text{ZZ}:\text{Z}\text{W}^{\text{A}}=1:1$ ，不同颜色卵个体杂交， $\text{F}_2$ 、 $\text{F}_3$  的基因型及比例均为  $\text{ZZ}:\text{Z}\text{W}^{\text{A}}=1:1$ ，其中  $\text{F}_3$  中产黑色卵的个体占  $1/2$ ，C 项错误；当导入的基因位于 Z 染色体上时，雌蚕的基因型是  $\text{Z}^{\text{A}}\text{W}$ ，雄蚕的基因型是  $\text{ZZ}$ ， $\text{F}_1$  的基因型及比例是  $\text{Z}^{\text{A}}\text{Z}:\text{ZW}$ ，不同颜色卵个体杂交， $\text{F}_2$  的基因型及比例是  $\text{ZZ}:\text{Z}^{\text{A}}\text{Z}:\text{ZW}:\text{Z}^{\text{A}}\text{W}$ ， $\text{F}_2$  不同颜色卵个体杂交的情况有两种：① $\text{ZZ}\times\text{Z}^{\text{A}}\text{W}$  和② $\text{Z}^{\text{A}}\text{Z}\times\text{ZW}$ ，前者子代 ( $\text{F}_3$ ) 基因型及比例为  $\text{Z}^{\text{A}}\text{Z}:\text{ZW}$ ，其中黑卵雌蚕的比例是 0，后者子代 ( $\text{F}_3$ ) 的基因型及比例是  $\text{ZZ}:\text{Z}^{\text{A}}\text{Z}:\text{ZW}:\text{Z}^{\text{A}}\text{W}$ ，其中黑卵雌蚕的比例是  $1/4$ ，D 项错误。

16. 【答案】BCD

【解析】过程①只是去掉雌原核内的遗传物质，受精卵中还有卵细胞细胞质的遗传物质，A 项错误；过程②需保证培养过程无菌，因而可添加抗生素，由于人们对细胞所需的营养物质尚未全部研究清楚，因此在使用合成培养基时，通常需要添加血清等天然成分，B 项正确；孤雌单倍体胚胎细胞只含有精子的染色体，而精子只含 1 条性染色体，因而过程③获得的干细胞只有一条性染色体，C 项正确；卵母细胞的性染色体是 X，类精子单倍体胚胎干细胞的性染色体也是 X，因而半克隆小鼠的性染色体是 X，发育成雌性，受体只为胚胎提供营养物质，不影响胚胎的遗传物质，D 项正确。

17. 【答案】（12 分）

(1) 衰老（2 分）

大于（2 分）

第 1 位叶的叶龄小于第 3 位叶的叶龄，同一生物组织中幼嫩细胞的细胞代谢旺盛，自由水比例更大（2 分）

(2) 叶片的光合速率大于呼吸速率（2 分）

叶绿素、酶（2 分）

(3) ①第 1 位叶气孔未发育完全，气孔导度小，吸收的  $\text{CO}_2$  少；②叶绿素含量少，光合速率降低，胞间  $\text{CO}_2$  固定量少（答案合理即可）（2 分）

【解析】

(1) 由图 1 可知, 第 7 位叶的叶龄是 1a, 明显大于其他位叶, 第 7 位叶属于老叶, 叶肉细胞衰老后细胞中的含水量降低。第 1 位叶细胞的含水量多于第 3 位叶, 因为第 1 位叶的叶龄是 0~10d, 第 3 位叶的叶龄是 20~30d, 同一生物组织中幼嫩细胞的细胞代谢旺盛, 自由水比例更大。

(2) 叶片净光合速率大于 0 的含义是叶片的光合速率大于呼吸速率。由图 2 可看出叶龄会影响油茶叶片的光合作用, 从叶绿体角度分析其可能原因是随着叶龄的增大, 叶片中的叶绿素含量, 以及与光合作用有关的酶含量增多, 从而促进叶片的光合作用。

(3) 第 2-7 位叶的气孔导度和胞间  $\text{CO}_2$  均无明显差异, 而第 1 位叶的气孔导度明显小于第 2 位叶, 胞间  $\text{CO}_2$  明显大于第 2 位叶, 从光合作用的过程分析影响第 1 位叶光合作用的原因是第 1 位叶的气孔并未发育完全, 气孔导度小, 而且叶绿体结构也发育不完善, 暗反应消耗的  $\text{CO}_2$  较少, 从而使得胞间  $\text{CO}_2$  增多。

#### 18. 【答案】 (10 分)

(1) 非特异性免疫和特异性 (2 分)

部分内分泌腺直接或间接地受中枢神经系统的调节, 体液调节可以看作是神经调节的一个环节; 内分泌腺分泌的激素影响神经系统的发育和功能 (2 分)

(2) 氧化分解葡萄糖、合成肝糖原和肌糖原、将葡萄糖转化成非糖物质 (任答两点即可, 共 2 分)

肾上腺素可促进脂肪分解产生大量的脂肪酸和甘油, 从而升高血脂浓度 (2 分) (答案合理即可)

(3) 不含尼古丁的电子烟与传统香烟都能导致血脂异常和胰岛素敏感度下降 (2 分)

#### 【解析】

(1) 吞噬细胞可参与非特异性免疫的第二道防线, 也可在特异性免疫中参与下列过程: 摄取、处理病原体、暴露抗原并将抗原传递给 (辅助性) T 细胞、吞噬抗原-抗体结合物。在人体内, 体液调节和神经调节的关系可概括为一方面, 不少内分泌腺直接或间接地受中枢神经系统的调节, 在这种情况下, 体液调节可以看作是神经调节的一个环节; 另一方面, 内分泌腺分泌的激素也可以影响神经系统的发育和功能。

(2) 组织细胞对胰岛素的敏感度下降, 会导致其摄取的葡萄糖减少, 使得组织细胞内氧化分解葡萄糖、合成肝糖原和肌糖原、将葡萄糖转化成非糖物质等生理过程异常, 从而无法降低血糖浓度, 进而导致糖尿病。烟草的有害物质或气溶胶能促进肾上腺素分泌, 进而导致血脂异常, 可能的机理是肾上腺素可促进脂肪分解产生大量的脂肪酸和甘油, 从而升高血脂浓度。

(3) 由实验结果可知, 与对照组相比, 传统香烟组、电子烟组、电子烟不含尼古丁组的总胆固醇、甘油三酯、均有升高; 对照组与传统香烟组、电子烟组相比, 血糖值在胰岛素注射后第 60min、90min 差异显著, 传统香烟组合、电子烟组血糖的下降趋势明显减缓, 电子烟组和电子烟不含尼古丁组的差异也显著, 这表明不含尼古丁的电子烟与传统香烟一样都能导致血脂异常和胰岛素敏感度下降。

#### 19. 【答案】 (13 分)

(1) 研究白三叶与黑麦草的种植比例对植物的影响 (2 分)

种植的株数、培养的环境条件、每组设置的组合数、营养液的更换频率等 (任答 2 点即可, 每点 1 分, 共 2 分)

(2) ① 1:3 (1 分)

② 白三叶是豆科植物, 能与固氮菌共生, 其生长不受培养液中氮的影响, 而黑麦草不能固氮, 其生长受氮的影响, 因而在对氮的利用上竞争并未对两者产生影响 (2 分)

③ 地下竞争 (1 分)

光照 (2 分)

(3) 另设置两组白三叶和黑麦草混播的实验组, 白三叶: 黑麦草种植比例分别是 1:3 和 3:1, 然后在“正常”的基础上施加适量且等量的含氮无机盐, 其他操作不变 (3 分)

#### 【解析】

(1) 由表中信息可知, 该实验的自变量是白三叶与黑麦草的种植比例, 因变量是生物量、根茎比、叶数、叶长, 因而本实验的目的是研究白三叶与黑麦草的种植比例对植物的生物量、根茎比、叶数、叶长变化的影响。该实验的无关变量有种植的株数、培养的环境条件、每组设置的组合数、营养液的更换频率等, 这些均需控制相同

且适宜，否则会影响实验结果的可信度。

(2) 由实验结果可知，①整体上黑麦草的生物量明显高于白三叶生物量，在白三叶:黑麦草混播比例=1:3 时，黑麦草生物量与总生物量达到最高值。②与单播相比，混播对白三叶和黑麦草的生物量无显著影响，这说明竞争并未对两者生物量积累产生影响。从植物对无机盐的利用的角度分析，可能的原因是白三叶是豆科植物，能与固氮菌共生，其生长不受培养液中氮的影响；而黑麦草不能固氮，其生长受氮的影响，因而在对氮的利用上竞争并未对两者产生影响，从而使两者得以共存，对资源的竞争表现的不明显。③从实验结果可知，白三叶在根茎比上的投入侧重于地下竞争，而黑麦草则在地上与地下竞争间较均衡。在竞争条件下，黑麦草叶片数量有增加趋势，白三叶则表现出减少趋势，在白三叶:黑麦草混播比例=3:1 时，黑麦草的叶数显著增加，白三叶变化较小，此外两者的叶片数均受混播比例的显著影响，由此说明，黑麦草在地上光照资源竞争过程中占据较大优势，并通过增加叶片数量增加竞争能力，茎叶的竞争抑制了白三叶茎的生长，可能是由于黑麦草的叶层较高，对白三叶产生了遮蔽作用而造成其茎叶生长受抑制，不利于对光的竞争。另外也可看出竞争条件下混播对黑麦草的叶长存在显著影响，其中白三叶:黑麦草混播比例为 1:3 时，黑麦草叶片长显著增加，此时黑麦草叶片在竞争光照资源上表现出更大的优势，使自身能够获得更多的光照。

(3) 由题意可知，增设的实验的自变量是“施氮与否”，原实验没有“施氮”，因而增设的实验组需在原实验的基础上“施氮”，因此该实验的思路是另设置两组白三叶和黑麦草混播的实验组，其比例分别是 1:3 和 3:1，然后在“正常”的基础上施加适量且等量的含氮无机盐，其他操作不变。

## 20. 【答案】 (12 分)

(1) X 染色体 (1 分)

子代窄叶只有雄株，没有雌株 (2 分)

2/3 (3 分)

(2) 两对染色体上的 2 对等位基因 (1 分)

红花:粉花:白花=4:1:1 (3 分)

(3) 均为红花阔叶 (2 分)

### 【解析】

(1) 部分阔叶雌株与阔叶雄株杂交，结果发现窄叶只有雄株，没有雌株，雌雄比例不相当，据此说明控制叶形的基因位于 X 染色体上。阔叶雌株的基因型可能是  $X^B X^B$  或  $X^B X^b$ ，设  $X^B X^b$  占比为  $x$ ，则  $X^B X^B$  占比为  $(1-x)$ ，阔叶雄株的基因型是  $X^B Y$ ，子代窄叶雄株占 1/6，也即  $1/4x=1/6$ ，则  $x=2/3$ ，即亲本中杂合雌株 ( $X^B X^b$ ) 占 2/3，纯合的雌株 ( $X^B X^B$ ) 占 1/3。

(2)  $F_2$  中红花:粉花:白花=12:3:1， $F_2$  刚好是 9:3:3:1 的变式，这说明  $F_1$  是两对基因杂合的个体，且这两对基因分别位于两对染色体上，设相应的基因是 A/a 和 D/d，因为红花与非红花之比是 3:1，又在非红花内部，粉花和红花之比也是 3:1，所以假定 A 和 a 分别控制红花和非红花，D 和 d 分别控制粉花和红花，只要有 A 存在，植株就表现为红花，有没有显性基因 D 都一样，如果没有 A 的存在，即在基因型为 dd 的植株中，表现为粉花还是红花，就看 D 是否存在，有 D 存在时，表现为粉花，没有 D 存在时，表现为红花。因而  $F_2$  中红花的基因型及比例为  $AADD:AADd:AaDD:AaDd:AAdd:Aadd=1:2:2:4:1:2$ ，白花植株的基因型是 aadd， $F_2$  红花与白花杂交， $F_3$  的表现型及比例为红花 ( $1/12+2/12 \times 1/2+2/12 \times 1/2+2/12 \times 1/2+4/12 \times 1/2+1/12+2/12 \times 1/2$ ):粉花 ( $4/12 \times 1/4+2/12 \times 1/2$ ):白花 ( $4/12 \times 1/4+2/12 \times 1/2$ ) =4:1:1。

(3) 一株雌株与一株雄株杂交， $F_1$  红花窄叶占 3/16，说明红花占  $9/16+3/16=12/16$ ，窄叶占 1/4，这表明亲本的基因型是  $AaDdX^B X^b$  和  $AaDdX^B Y$  或  $AaDDX^B X^b$  和  $AaDDX^B Y$  或  $AaddX^B X^b$  和  $AaddX^B Y$ ，均表现为红花阔叶。

## 21. 【答案】 (13 分)

(1)  $N-1$  (1 分)

不能自身成环、不能与引物 B 互补配对、长度要适中 (任答两点即可，共 2 分)

*EcoR* I 和 *Hind* I (2 分)

磷酸二酯键 (2 分)

(2) 感受态细胞 (1 分)

用 *EcoR* I 单酶切对照和重组质粒，均使质粒成为线形，2 的 DNA 条带略比 3 小，是因为 3 多了一段 *rhtA* 基因序列，4 被双酶切后形成两个 DNA 片段，此两段 DNA 的大小相加刚好与 3 基本相同（答案合理即可）（2 分）

(3) 目的基因的检测与鉴定（1 分）

微生物繁殖速度快，可在短时间内获得大量基因表达的产物（或 *rhtA* 基因取自大肠杆菌，该基因在真核细胞中可能难以表达，答案合理即可）（2 分）

【解析】

(1) 由图可知，获取大量 *rhtA* 基因要经 PCR 技术扩增，若要扩增出 N 个 *rhtA* 基因，需要引物 A、B 各 N-1 个，理由是经 PCR 扩增获得 N 个 *rhtA* 基因，其中只有最初的两条模板链不需要引物，则引物的数量是 2N-2 个，引物有 A、B 两种，因此各需要 N-1 个。引物 A 要与 *rhtA* 基因的相应的部位互补配对，因而其自身不能成环，也不能与引物 B 互补配对，为了防止出现非特异性扩增片段，其长度不能过短。通过过程①得到重组质粒，需选用的两种限制酶是 *EcoR* I 和 *Hind* I，理由是引物 A 含 *EcoR* I 的识别序列，引物 B 含 *Hind* I 的识别序列，经 PCR 扩增后形成的 *rhtA* 基因的两端分别可被 *EcoR* I 和 *Hind* I 切割，而 pEC-XK99E 质粒上也有相应的识别序列。限制酶起作用部位是相邻核苷酸之间的磷酸二酯键。

(2) 过程②⑤在操作时，需将大肠杆菌处理成感受态细胞。若 2 是对照，则 3、4 分别是单酶切、双酶切的结果，理由是用 *EcoR* I 单酶切对照和重组质粒，均使质粒成为线形，2 的 DNA 条带略比 3 小，是因为 3 多了一段 *rhtA* 基因序列，4 被双酶切后形成两个 DNA 片段，此两段 DNA 的大小相加刚好与 3 基本相同。

(3) 将正确的质粒导入 A19 后，后续的步骤是目的基因的检测与鉴定。本技术选用微生物大肠杆菌作为受体细胞，而不选用动物细胞，理由是微生物繁殖速度快，可在短时间内获得大量基因表达的产物（或 *rhtA* 基因取自大肠杆菌，该基因在真核细胞中可能难以表达）。