

题号	1-5	6-10	11-15
答案	CABBB	DBCBD	DCCDA

### 1. C 【基础考点】细胞的基本结构、病毒

【深度解析】植物的生命系统层次为细胞、组织、器官、个体,无系统层次, **A 错误**;病毒营寄生生活,必须寄生于活细胞内,不可以大豆细胞间繁殖, **B 错误**;生物膜主要由磷脂分子和蛋白质分子组成,其上的磷脂分子和大多数蛋白质分子是可以相对运动的, **C 正确**;核糖体有的依附于内质网上,有的游离于细胞质基质中,还有的存在于叶绿体和线粒体内, **D 错误**。

**快解** 生物膜的结构特点是具有一定的流动性,原因是组成生物膜的磷脂分子和大多数蛋白质分子是可以相对运动的,所以本题可以直接判断 D 项为正确选项。

### 2. A 【基础考点】物质跨膜运输的方式

【深度解析】细胞膜上的转运蛋白均具有专一性, **A 错误**;据图 1 知,钠钾泵参与运输物质的方式为主动运输,需要消耗能量,动物 CO 中毒导致供氧不足,会降低机体细胞呼吸强度,从而影响能量供应, **B 正确**;观察图 2 可知,液泡内的  $\text{Ca}^{2+}$  浓度高于细胞质基质,因此  $\text{Ca}^{2+}$  从液泡进入细胞质基质是顺浓度梯度运输,为协助扩散, **C 正确**;  $\text{H}^+$  进出液泡的机制可维持液泡内外 pH 的相对稳定, **D 正确**。

**刷有所得** 本题涉及的主动运输时能量来源的途径:一种是协同运输中的另外一种或多种溶质的电化学梯度为主动运输提供驱动力,比如图 1 中葡萄糖主动运输的能量来自钠离子在膜两侧的电化学梯度;另一种是常见的 ATP 驱动泵,通过水解 ATP 获得能量,比如图 1 的钠钾泵。

### 3. B 【基础考点】细胞凋亡、细胞癌变

【深度解析】据图可知,细胞内部环境由 1 恶化到 0 引起的细胞凋亡是主动过程,对机体有利,随细胞分裂到凋亡的转变,其恶化程度逐渐增大, **A 正确**、**B 错误**;由图可知,若细胞内部环境经常处于略低于 A 的状态,细胞的分裂相对更加旺盛,则细胞会更容易发生恶性增殖,即更容易发生癌变, **C 正确**;“垃圾 DNA”高度螺旋化,难以解旋,所以难以转录, **D 正确**。

### 4. B 【基础考点】细胞呼吸的原理及应用

【深度解析】由甲图可知,在一定的温度范围内,温度越高,呼吸速率越快,而人是恒温哺乳动物,外界温度不影响其体温变化, **A 错误**;细胞呼吸一般以葡萄糖为底物,但底物也可以是脂肪等物质,所以若乙图 D 点开始只进行有氧呼吸,则 D 点后  $\text{CO}_2$  释放量和  $\text{O}_2$  吸收量不一定相等, **B 正确**;  $RQ = \frac{\text{CO}_2 \text{ 释放量}}{\text{O}_2 \text{ 吸收量}}$ ,当  $RQ = 1$  时,  $\text{CO}_2$  释放量等于  $\text{O}_2$  吸收量,但是呼吸作用的强度可能继续增加, **C 错误**;

蔬菜、水果应储存于零上低温和低氧的环境中, **D 错误**。

#### 5. B 【基础考点】光合作用的影响因素、干旱胁迫等

【深度解析】据图分析可知,自变量为水稻的种类、喷施试剂的类型和是否有干旱胁迫的处理,其他的均为无关变量, **A 正确**;寡霉素是 ATP 合成酶抑制剂,光合作用的暗反应在叶绿体基质进行,消耗 ATP,故寡霉素的抑制部位不是叶绿体基质, **B 错误**;无论胁迫与否,喷施  $\text{NaHSO}_3$  组比喷施蒸馏水组的光合作用强度高,经胁迫处理的喷施  $\text{NaHSO}_3$  组比喷施蒸馏水组相对于未经胁迫处理组的光合强度下降幅度小, **C 正确**;转 Z 基因的水稻在胁迫条件下,光合作用强度下降的幅度比未转基因水稻的下降幅度小,因此 Z 基因可作为水稻抗干旱胁迫育种的目基因进行基因工程育种, **D 正确**。

#### 6. D 【基础考点】传统发酵技术的应用

【深度解析】大豆、小麦、麦麸可为米曲霉大量增殖提供充足的碳源和氮源等营养物质,但不能提供水和无机盐, **A 错误**;米曲霉发酵过程不断搅拌有利于通入氧气,从而促进其有氧呼吸以达到快速增殖的目的, **B 错误**;抗生素会抑制细菌增殖,故其不利于菌种的繁殖,即发酵池中不能加入抗生素, **C 错误**;酱油的制作是米曲霉、酵母菌等代谢类型不同的微生物共同作用的结果, **D 正确**。

#### 7. B 【基础考点】细胞周期

【深度解析】根据题意可知,第一次阻断,一部分细胞阻断在  $G_1$  期与 S 期的交界处,一部分阻断在 S 期的某一阶段, **A 错误**;解除阻断 I,更换培养液,培养时间大于 S 小于  $G_1+M+G_2$  时,所有细胞都处于  $G_1$  期、M 期、 $G_2$  期或  $G_2$  期与 S 期的交界处, **B 正确**;双阻断法使所有细胞都处于  $G_1$  期与 S 期的交界处, **C 错误**;低温或秋水仙素处理,其作用于细胞分裂前期而不是使细胞阻断在分裂前期, **D 错误**。

#### 刷有所得 细胞周期同步化方法及原理

①TdR 双阻断法:在细胞培养液中添加适量的 DNA 合成抑制剂,处于分裂期的细胞不受影响而继续细胞周期的运转,经过两次阻断,最终细胞会停滞在  $G_1/S$  期交界处,以达到细胞周期同步化的目的。

②秋水仙素阻断法:在细胞处于对数生长期的培养液中添加适量的特定浓度的秋水仙素,秋水仙素能够抑制纺锤体的形成,细胞周期被阻断,即可实现细胞周期同步化。

#### 8. C 【基础考点】伴性遗传、人类遗传病

【思路分析】运动肌营养不良症的遗传方式推导:观察图 1 的系谱图,  $I_1$  和  $I_2$  不患病,生出女儿  $II_1$  患病,根据“无中生有为隐性,女病男正非伴性”可知,该病为常染色体隐性遗传病,  $I_1$  和  $I_2$  关于运动肌营养不良症的基因组成为 Aa。鱼鳞病的遗传方式推导:先观察图 1 的系谱图,  $I_3$  和  $I_4$  不患病,生出儿子  $II_7$  患病,根据“无中生有为隐性”,再结合图 2 电泳结果,  $I_3$  只有 B 基因片段,可知该基因位于 X 染色体上,故该病为伴 X 染色体隐性遗传病。

**【深度解析】**根据思路分析可知,运动肌营养不良症属于常染色体隐性遗传病,鱼鳞病为伴 X 染色体隐性遗传病,**A 错误**;根据思路分析,Ⅰ<sub>2</sub> 的基因型为 AaX<sup>B</sup>X<sup>b</sup>,Ⅱ<sub>4</sub> 的基因型为 AaX<sup>b</sup>Y 或 AAX<sup>b</sup>Y,**B 错误**;由于Ⅱ<sub>2</sub> 和Ⅱ<sub>3</sub> 生出运动肌营养不良症患者,所以Ⅱ<sub>2</sub> 和Ⅱ<sub>3</sub> 关于运动肌营养不良症的基因型都是 Aa,再生出不患运动肌营养不良症(A\_)的孩子的概率是  $\frac{3}{4}$ ,Ⅱ<sub>2</sub> 和Ⅱ<sub>3</sub> 关于鱼鳞病的基因组成是 X<sup>B</sup>X<sup>b</sup> 和 X<sup>B</sup>Y,再生出不患鱼鳞病(X<sup>B</sup>\_)的孩子的概率是  $\frac{3}{4}$ ,所以他们生一个正常孩子的概率为  $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$ ,**C 正确**;Ⅱ<sub>5</sub> 的基因型 A\_X<sup>B</sup>X<sup>-</sup>,Ⅱ<sub>6</sub> 的基因型为 A\_X<sup>B</sup>Y,所以图中“?”的基因型有 3×4=12 种,**D 错误**。

#### 9. B 【基础考点】表观遗传、细胞癌变

**【深度解析】**根据表观遗传概念可知,DNA 甲基化不改变 DNA 的空间结构,能遗传给后代,不论细胞是否分裂,其 DNA 都可能存在甲基化,**A、D 错误**;由题干信息“DNA 甲基化可能使抑癌基因无法表达,从而促使癌症的发生和恶化”,可推出萝卜硫素的抗肿瘤作用可能是通过抑制 DNMTs 活性,进而抑制肿瘤细胞增殖来实现的,**B 正确**;构成染色体的组蛋白发生甲基化、乙酰化等修饰也可能影响基因的表达,**C 错误**。

#### 10. D 【基础考点】胚胎工程、动物体细胞核移植

**【深度解析】**A 为供体体细胞的细胞核,其供体的性染色体的组成可以为 XX 或 XY,**A 错误**;过程①表示去除细胞核,该过程需要将卵母细胞培养至适当时期再进行,通常采用显微操作去核,**B 错误**;过程②是胚胎移植,在进行胚胎移植时,受体对植入的胚胎不会产生排斥反应,因此不需要注射免疫抑制剂,**C 错误**;在胚胎发育的卵裂期,胚胎中细胞进行有丝分裂,细胞数量不断增加,但胚胎的总体积并不增加,**D 正确**。

#### 11. D 【基础考点】细胞膜的功能、受精作用、基因表达产物与性状的关系

**【深度解析】**受精过程有细胞膜上相关蛋白参与识别,体现了细胞膜具有细胞间信息交流的功能,**A 正确**;Izumo1 基因属于奢侈基因,只有分化为某种特定功能的细胞才会表达该类基因,**B 正确**;小鼠的次级卵母细胞在减数第二次分裂中期才能与精子结合继续完成减数分裂,否则会停滞在减数第二次分裂中期,直至细胞死亡,该过程属于细胞凋亡,**C 正确**;Izumo1 蛋白参与精卵识别,能体现基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物性状,**D 错误**。

#### 12. C 【基础考点】神经调节的方式和过程

**【深度解析】**由题干可知,经鼻腔给予大鼠胰岛素,可降低可卡因所致的奖赏效应和运动活性,说明胰岛素有望开发为治疗可卡因成瘾的药物,**A 正确**;神经调节的基本方式是反射,完成反射的结构基础是反射弧,反射活动需要经过完整的反射弧来实现,体现了结构决定功能的生命观念,**B 正确**;可卡因成瘾对神经系统、心脏功能和免疫系统都会有一定的影响,**C 错误**;多巴胺转运蛋白

基因在细胞核和核糖体分别完成转录和翻译,该蛋白属于膜蛋白,还需要在内质网和高尔基体进行加工并运输到膜上才能发挥作用,**D 正确**。

### 13. C 【基础考点】种群基因频率的计算、生物的进化

【深度解析】甲地区昆虫种群中  $AA=2\%$ ,  $Aa=32\%$ , 所以种群中 A 基因的频率为  $2\%+32\%\div 2=18\%$ , **A 错误**; 昆虫发生突变具有自发性, 不是环境导致的, **B 错误**; 在理想情况下, 乙地区的昆虫种群 A 的基因频率为  $4\%+18\%\div 2=13\%$ , 该种群在自由交配的情况下, 子代突变型纯合子 (AA) 的比例为  $13\%\times 13\%=0.0169$ , **C 正确**; 种群中产生的变异是不定向的, 而自然选择使种群的基因频率发生定向改变, 并决定生物进化的方向, **D 错误**。

### 14. D 【基础考点】神经调节、内环境稳态

【深度解析】用光遗传学手段激活乙酰胆碱能神经元, 会诱发细胞外腺苷不显著增加, 而激活谷氨酸能神经元, 则会诱导细胞外腺苷大量增加, 故可推测腺苷的释放主要与谷氨酸能神经元有关, **A 正确**; 根据题干信息腺苷浓度增大可促进睡眠, 故每天清晨, 人体内的腺苷发生清除 (分解), 使睡眠压力减小而使人逐渐恢复清醒状态, **B 正确**; 犯困时可以通过喝咖啡“提神”, 推测咖啡可以使人处于觉醒状态, 但过度饮用咖啡会导致神经系统长时间处于觉醒状态而超负荷工作, 故咖啡不能过度饮用, **C 正确**; 腺苷被认为是调节睡眠的内稳态因子之一, 内环境的稳态包括内环境 关键句 的每一种成分和理化性质都处于动态平衡之中, **D 错误**。

### 15. A 【基础考点】种群的数量特征

【深度解析】东亚飞蝗迁移到新的适宜环境, 在食物和空间充裕、气候适宜、没有天敌和其他竞争物种等条件下, 种群数量每年以一定的倍数增长, 一定时间内类似“J”形增长, **A 正确**; 样方法是估算种群密度常用的方法, 通过样方法获得的是估算值, 而五点取样法是样方法的取样方式, 故采用五点取样法不能精确调查某一草地上东亚飞蝗虫卵的密度, **B 错误**; 一定的环境条件所能维持的种群最大数量称为环境容纳量, 环境容纳量与食物、空间、天敌等因素密切相关, 通过实施生物防治减少蝗虫数量可以降低蝗虫的环境容纳量, **C 错误**; 气温和干旱等气候因素以及地震、火灾等自然灾害, 对种群的作用强度与该种群的密度无关, 因此被称为非密度制约因素, **D 错误**。

### 16. (除标注外, 每空 2 分, 共 9 分)

(1) 协调 (1 分)

(2) 凤仙花 (1 分) 凤仙花吸收重金属铅的能力更强

(3) 不赞成, 因为该园区凤仙花茎中铅浓度较高, 服用可能引发铅中毒

(4) 全球 (1 分) 铅属于重金属, 不易分解, 故在食物链的传递过程中具有生物富集现象, 营养级越高的生物, 其富集的铅越多

【基础考点】物质循环的概念及特点、生态工程

【深度解析】(1) 协调原理是指在进行生态工程建设时, 生物与环境、生物与生物的协调与适应, 故在进行生态修复时应该选择合适的生物, 即需要遵循生态工程的协调原理。

(2)根据表格分析可知,凤仙花相对于月季来说,其不同部位含有的铅浓度都较高,说明其吸收铅的能力更强,故应选择凤仙花修复土壤。

(3)虽然凤仙花可用于治疗风湿性关节炎等多种疾病,但该园区凤仙花茎中含有较多的铅,服用后可能会引发铅中毒,故不赞成他的做法。

(4)生物体从周围环境吸收、积蓄某种元素或难以降解的化合物,使其在机体内浓度超过环境浓度的现象,称作生物富集。铅属于重金属,不易分解,故在食物链的传递过程中具有生物富集现象,营养级越高的生物,其富集的铅就越多。铅还可以通过大气、水和生物迁移等途径扩散到世界各地,这种现象说明物质循环具有全球性。

#### 17. (除标注外,每空 2 分,共 12 分)

(1)叶绿体基质(1分) ATP 和 NADPH(1分) 蓝细菌等原核生物虽然没有叶绿体,但含有光合作用的色素(叶绿素和藻蓝素)和参与光合作用的酶,也能进行光合作用

(2) $C_4$ 植物的 PEP 酶对  $CO_2$  的亲合力高,能够更有效地吸收低浓度的  $CO_2$ ,减少低  $CO_2$  浓度下光呼吸对有机物的消耗,同时可以将吸收的  $CO_2$  储存于  $C_4$  化合物再释放出高浓度  $CO_2$  用于光合作用(3分)

(3) $z+x-2y$

(4)同位素标记(1分) 改造 Rubisco 酶的基因进而改变 Rubisco 酶的结构,使其只能特异性结合  $CO_2$ ,提高  $C_3$  植物的产量

#### 【基础考点】光合作用、细胞呼吸

【深度解析】(1)据图分析,玉米维管束鞘细胞中  $CO_2$  的固定发生的具体部位是叶绿体基质, $C_3$  的还原需要光反应提供 ATP 和 NADPH。叶绿体是光合作用的场所,但光合作用不都发生在叶绿体中,比如蓝细菌、红螺菌等原核生物虽然没有叶绿体,但含有光合作用的色素(叶绿素和藻蓝素)和参与光合作用的酶,也能进行光合作用。

(2) $C_4$ 植物的 PEP 酶对  $CO_2$  的亲合力高,能够更有效地吸收低浓度的  $CO_2$ ,减少低  $CO_2$  浓度下光呼吸对有机物的消耗,同时可以将吸收的  $CO_2$  储存于  $C_4$  化合物再释放出高浓度  $CO_2$  用于光合作用,相同环境中  $C_4$  植物积累的有机物更多,因此存活时间更长。

(3)黑暗 1 h 后叶圆片的干重为  $y$ ,即呼吸消耗为  $(x-y)$ ;第 2 小时的净光合作用积累下有机物为  $(z-y)$ ,所以光合作用制造有机物=有机物积累量+呼吸消耗= $(z-y)+(x-y)=z+x-2y$ 。

(4)欲追踪光合作用过程中物质转移过程,可采用同位素标记法进行研究。提高  $C_3$  植物产量的研究思路:改造 Rubisco 酶的基因进而改变 Rubisco 酶的结构,使其只特异性结合  $CO_2$ ,从而提高  $C_3$  植物的产量。

#### 18. (除标注外,每空 2 分,共 13 分)

(1)  $II_2$   $hhI^Bi$   $HHI^Ai$  或  $HhI^Ai$ (或  $H_I^Ai$ )、 $Hhii$

(2)h  $\text{II}_2$  个体基因型为  $\text{hhI}^{\text{B}}\text{i}$ , 表现为 O 型, 所以 h 为上位基因

(3)是(1分)

(4) $\frac{1}{1\ 001}$

### 【基础考点】基因的自由组合定律

**思路分析** 根据题干: 在  $\text{I}^{\text{A}}$  和  $\text{I}^{\text{B}}$  作用下 H 物质进一步分别形成 A 抗原和 B 抗原, 只含 A 抗原为 A 型血, 只含 B 抗原为 B 型血, 都含有则为 AB 型, 否则为 O 型血, 故 A 型血的基因型为  $\text{H\_I}^{\text{A}}\text{I}^{\text{A}}$  和  $\text{H\_I}^{\text{A}}\text{i}$ , B 型血的基因型为  $\text{H\_I}^{\text{B}}\text{I}^{\text{B}}$  和  $\text{H\_I}^{\text{B}}\text{i}$ , AB 型血的基因型为  $\text{H\_I}^{\text{A}}\text{I}^{\text{B}}$ , O 型血的基因型为  $\text{hh\_}$  或者  $\text{H\_ii}$ ;  $\text{hh}$  个体不能产生 H 物质, 这种称为孟买血型 O 型 ( $\text{hh\_}$ )。由  $\text{III}_2$  (AB 型) 的基因型为  $\text{H\_I}^{\text{A}}\text{I}^{\text{B}}$ , 其  $\text{I}^{\text{B}}$  一定来自  $\text{II}_2$  孟买血型 O 型 ( $\text{hh\_}$ ), 即  $\text{II}_2$  的基因型为  $\text{hhI}^{\text{B}}\text{i}$ 。再由亲子代关系推得:  $\text{I}_1$  和  $\text{I}_2$  的基因型分别为  $\text{Hhii}$ 、 $\text{HhI}^{\text{B}}\text{I}^{\text{B}}$  或  $\text{HhI}^{\text{B}}\text{i}$ ,  $\text{II}_1$  的基因型为  $\text{H\_I}^{\text{A}}\text{i}$ ,  $\text{III}_1$  的基因型  $\text{Hhii}$ ,  $\text{III}_2$  的基因型为  $\text{HhI}^{\text{A}}\text{I}^{\text{B}}$ 。

**【深度解析】**(1) 根据上述思路分析, 结合系谱图, 因为该家系中,  $\text{II}_1$  与  $\text{II}_2$  分别为 A 型血和 O 型血, 但育有一 AB 型血个体, 故  $\text{II}_2$  是孟买血型 O 型个体,  $\text{II}_2$  的基因型为  $\text{hhI}^{\text{B}}\text{i}$ ;  $\text{II}_1$ 、 $\text{III}_1$  的基因型分别为  $\text{H\_I}^{\text{A}}\text{i}$ 、 $\text{Hhii}$ 。

(2) 该家系中, 属于孟买型血型 O 型的为  $\text{II}_2$ , 由前面可知, 因为  $\text{II}_2$  的基因型为  $\text{hhI}^{\text{B}}\text{i}$ , 其含有  $\text{I}^{\text{B}}$  基因但表现为 O 型血, 即 h 基因对  $\text{I}^{\text{B}}$  基因有遮盖作用。

(3) 复等位基因  $\text{I}^{\text{A}}$ 、 $\text{I}^{\text{B}}$  和 i 与 H、h 的遗传遵循基因的自由组合定律, 因为该两对基因独立遗传。

(4) 假设孟买血型在人群中的概率是  $\text{hh} = \frac{1}{10^6}$ , 则 h 基因的频率为

$\frac{1}{10^3}$ , H 基因的频率是  $\frac{999}{1\ 000}$ , 人群中 Hh 的概率是  $2 \times \frac{1}{1\ 000} \times \frac{999}{1\ 000}$ ,

HH 的概率是  $(\frac{999}{1\ 000})^2$ , 由思路分析可知  $\text{II}_1$  的基因型是  $\text{H\_}$ ,

$\text{II}_1$  的基因型为 Hh 的概率为  $\frac{\text{Hh}}{\text{Hh}+\text{HH}} = \frac{2}{1\ 001}$ , 即  $\text{II}_1$  的基因型为

$\text{HhI}^{\text{A}}\text{i}$  的概率是  $\frac{2}{1\ 001}$ ,  $\text{II}_2$  的基因型为  $\text{hhI}^{\text{B}}\text{i}$ , 故二者再生一孩子

为孟买血型 ( $\text{hh\_}$ ) 的概率为  $\frac{2}{1\ 001} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{1\ 001}$ 。

### 19. (除标注外, 每空 2 分, 共 10 分)

(1)S(1分)

(2)局部电流(答神经冲动或电信号均可)(1分)

(3)突触小泡(1分) 神经递质(或信号分子, 1分) 细胞膜

(4)①多肽不可通过喂食方式给药; 对照组不应喂食清水 ②需要对实验组小鼠海马区局部直接给药 (APP17mer), 比如注射等; 应对对照组小鼠海马区局部直接给等量生理盐水(或对对照组小鼠海马区局部直接给等量的其他无效多肽)

**【基础考点】**兴奋在神经纤维上的传导和神经元之间的传递



【深度解析】(1)大脑皮层的语言中枢的 S 区控制说话,某 AD 患者不能说话,但能听懂别人讲话,原因可能是损伤了该区。

(2)电突触是两个神经元细胞膜上由跨膜连接蛋白形成的通道,允许细胞内液从一个细胞流到另一个细胞。所以动作电位产生后电突触允许局部电流(神经冲动或电信号)从已兴奋神经元到未兴奋神经元,导致后者产生兴奋。

(3)突触小体内的突触小泡与突触前膜融合,释放神经递质[神经肽(CGRP)],与突触后膜(下一神经元、肌细胞或腺体细胞的细胞膜)上的相应受体结合,从而实现兴奋的传递。

(4)APP17mer 是多肽,不能口服,否则会被消化酶水解成氨基酸,不能发挥作用,可以采用注射处理。为了排除无关变量的影响,对照组不应该喂等量清水,而应该对对照组小鼠海马区局部直接给等量生理盐水(或对对照组小鼠海马区局部直接给等量的其他无效多肽),然后分别检测实验组和对照组小鼠海马神经元的电信号变化。

## 20. (除标注外,每空 2 分,共 11 分)

(1)碳源(1 分) 丙酮酸(1 分)

(2)作为标记基因,用于筛选出 F 基因敲除突变菌株 用相同的方法获得 F 酶、T 酶双基因敲除菌株;实际发酵使用的菌株要将引入的  $Gm^r$  去除

(3) ① 4(1 分) ②感受态(1 分) 空质粒(1 分) ③大肠杆菌能利用甲酰胺和亚磷酸盐合成自身所需要的物质,正常生长,而杂菌体内无甲酰胺酶基因和亚磷酸脱氢酶基因,无法利用这两种物质,所以无法生长,从而不能污染大肠杆菌发酵过程

### 【基础考点】基因工程的基本操作步骤

【深度解析】(1)葡萄糖为细胞呼吸的底物,能为大肠杆菌提供营养和能量,可作为培养基的碳源(提供碳元素的物质);细胞呼吸的第一阶段为葡萄糖产生丙酮酸和[H]的过程,无氧呼吸的第二阶段可以是丙酮酸和[H]生成乳酸,故 A 是丙酮酸。

(2)重组片段上庆大霉素抗性基因( $Gm^r$ ),可以使得含有重组质粒的大肠杆菌在含有庆大霉素的培养基上生长,而筛选得到含有重组质粒的大肠杆菌,即含有目的基因的大肠杆菌;综合图甲和图乙信息,需要对该工程菌的进一步改造,除去 F 酶基因后,丙酮酸可以转化为乳酸和乙酸,因此可以用相同方法获得 F 酶、T 酶双基因敲除菌株; $Gm^r$  是抗生素抗性基因,只能用于筛选,若发酵产品中含有抗生素会引发安全性问题,因此实际发酵使用的菌株要将引入的  $Gm^r$  去除。

(3) ①扩增 1 种目的基因时,PCR 中需要加入 2 种引物,作为 DNA 复制的起点,使 DNA 聚合酶能够从引物的 3'端开始复制,扩增甲酰胺酶基因和亚磷酸脱氢酶 2 种基因时,需要 4 种引物。

②将目的基因导入微生物细胞的方法是感受态细胞法,导入表达载体前需先将大肠杆菌用  $Ca^{2+}$  处理为感受态细胞,该实验的自变量是导入基因的不同,实验组大肠杆菌导入甲酰胺酶基因和亚磷酸脱氢酶基因,则对照组的大肠杆菌应不导入基因,即导入空

质粒。③将加强型大肠杆菌培养在以甲酰胺、亚磷酸盐为唯一氮源和磷源的培养液中,细菌没有能同时表达甲酰胺酶基因和亚磷酸脱氢酶基因,大肠杆菌能利用甲酰胺和亚磷酸盐合成自身所需要的物质,正常生长。而杂菌体内无甲酰胺酶基因和亚磷酸脱氢酶基因,无法利用两种物质,所以无法生长,从而不能污染大肠杆菌发酵过程。