

# 山东省 2020 年普通高中学业水平等级考试

## 生物

### 一、选择题

1. 经内质网加工的蛋白质进入高尔基体后，S 酶会在其中的某些蛋白质上形成 M6P 标志。具有该标志的蛋白质能被高尔基体膜上的 M6P 受体识别，经高尔基体膜包裹形成囊泡，在囊泡逐渐转化为溶酶体的过程中，带有 M6P 标志的蛋白质转化为溶酶体酶；不能发生此识别过程的蛋白质经囊泡运往细胞膜。下列说法错误的是（ ）

- A. M6P 标志的形成过程体现了 S 酶的专一性
- B. 附着在内质网上的核糖体参与溶酶体酶的合成
- C. S 酶功能丧失的细胞中，衰老和损伤的细胞器会在细胞内积累
- D. M6P 受体基因缺陷的细胞中，带有 M6P 标志的蛋白质会聚集在高尔基体内

【答案】D

【解析】

【分析】1、分泌蛋白的合成与分泌过程：附着在内质网上的核糖体合成蛋白质→内质网进行粗加工→内质网“出芽”形成囊泡→高尔基体进行再加工形成成熟的蛋白质→高尔基体“出芽”形成囊泡→细胞膜，整个过程还需要线粒体提供能量。

2、分析题干信息可知，经内质网加工的蛋白质，只有在 S 酶的作用下形成 M6P 标志，才能被高尔基体膜上的 M6P 受体识别，最终转化为溶酶体酶，无识别过程的蛋白质则被运往细胞膜分泌到细胞外。

【详解】A、酶具有专一性的特点，S 酶在某些蛋白质上形成 M6P 标志，体现了 S 酶的专一性，A 正确；  
B、由分析可知，部分经内质网加工的蛋白质，在 S 酶的作用下会转变为溶酶体酶，该蛋白质是由附着在内质网上的核糖体合成的，B 正确；  
C、由分析可知，在 S 酶的作用下形成溶酶体酶，而 S 酶功能丧失的细胞中，溶酶体的合成会受阻，则衰老和损伤的细胞器会在细胞内积累，C 正确；  
D、M6P 受体基因缺陷的细胞中，带有 M6P 标志的蛋白质不能被识别，最终会被分泌到细胞外，D 错误。  
故选 D。

【点睛】本题考查溶酶体的形成过程及作用等知识，旨在考查考生获取题干信息的能力，并能结合所学知识准确判断各选项。

2. 癌细胞即使在氧气供应充足的条件下也主要依赖无氧呼吸产生 ATP，这种现象称为“瓦堡效应”。下列说法错误的是（ ）

- A. “瓦堡效应”导致癌细胞需要大量吸收葡萄糖

- B. 癌细胞中丙酮酸转化为乳酸的过程会生成少量 ATP
- C. 癌细胞呼吸作用过程中丙酮酸主要在细胞质基质中被利用
- D. 消耗等量的葡萄糖，癌细胞呼吸作用产生的 NADH 比正常细胞少

【答案】B

【解析】

【分析】1、无氧呼吸两个阶段的反应：

第一阶段：反应场所：细胞质基质；反应式  $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3H_4O_3(\text{丙酮酸}) + 4[H] + \text{少量能量}$

第二阶段：反应场所：细胞质基质；反应式  $2C_3H_4O_3(\text{丙酮酸}) + 4[H] \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3H_6O_3(\text{乳酸})$

2、有氧呼吸三个阶段的反应：

第一阶段：反应场所：细胞质基质；反应式  $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3H_4O_3(\text{丙酮酸}) + 4[H] + \text{少量能量}$

第二阶段：反应场所：线粒体基质；反应式  $2C_3H_4O_3(\text{丙酮酸}) + 6H_2O \xrightarrow{\text{酶}} 20[H] + 6CO_2 + \text{少量能量}$

第三阶段：反应场所：线粒体内膜；反应式  $24[H] + 6O_2 \xrightarrow{\text{酶}} 12H_2O + \text{大量能量}(34ATP)$

【详解】A、由于葡萄糖无氧呼吸时只能释放少量的能量，故“瓦堡效应”导致癌细胞需要吸收大量的葡萄糖来为生命活动供能，A 正确；

B、无氧呼吸只在第一阶段产生少量 ATP，癌细胞中进行无氧呼吸时，第二阶段由丙酮酸转化为乳酸的过程不会生成 ATP，B 错误；

C、由题干信息和分析可知，癌细胞主要进行无氧呼吸，故丙酮酸主要在细胞质基质中被利用，C 正确；

D、由分析可知，无氧呼吸只有第一阶段产生少量的 NADH，而有氧呼吸的第一阶段和第二阶段都能产生 NADH，故消耗等量的葡萄糖，癌细胞呼吸作用产生的 NADH 比正常细胞少，D 正确。

故选 B。

【点睛】本题结合癌细胞的“瓦堡效应”，考查有氧呼吸和无氧呼吸的相关内容，掌握有氧呼吸和无氧呼吸各阶段物质和能量的变化是解题的关键。

3. 黑藻是一种叶片薄且叶绿体较大的水生植物，分布广泛、易于取材，可用作生物学实验材料。下列说法错误的是（ ）

- A. 在高倍光学显微镜下，观察不到黑藻叶绿体的双层膜结构
- B. 观察植物细胞的有丝分裂不宜选用黑藻成熟叶片
- C. 质壁分离过程中，黑藻细胞绿色加深、吸水能力减小
- D. 探究黑藻叶片中光合色素的种类时，可用无水乙醇作提取液

【答案】C

### 【解析】

【分析】黑藻叶片细胞含有较多的叶绿体，可以用于观察植物细胞中的叶绿体，也可以用于叶绿体中色素的提取与分离实验。提取色素的原理：色素能溶解在乙醇或丙酮等有机溶剂中，所以可用无水乙醇等提取色素；同时，黑藻叶片细胞是成熟的植物细胞，含有大液泡，可用于观察质壁分离和复原；但黑藻叶片细胞已经高度分化，不再分裂，不能用于观察植物细胞的有丝分裂。

【详解】A、黑藻叶绿体的双层膜结构属于亚显微结构，需要用电子显微镜来观察，A 正确；

B、黑藻成熟叶片为高度分化的细胞，不具有分裂能力，故不能用来观察植物细胞的有丝分裂，B 正确；

C、质壁分离过程中，植物细胞失水，原生质层体积变小，绿色会加深，而随着不断失水，细胞液的浓度增大，吸水能力增强，C 错误；

D、叶绿体中的色素易溶于乙醇、丙酮等有机溶剂，提取黑藻叶片中光合色素时，可用无水乙醇作提取液，D 正确。

故选 C。

【点睛】本题以黑藻为素材，考查观察植物细胞质壁分离及复原实验、观察细胞有丝分裂实验等，对于此类试题，需要考生注意的细节较多，如实验的原理、实验材料的选择是否合理等，需要考生在平时的学习中注意积累。

4. 人体内一些正常或异常细胞脱落破碎后，其 DNA 会以游离的形式存在于血液中，称为 cfDNA；胚胎在发育过程中也会有细胞脱落破碎，其 DNA 进入孕妇血液中，称为 cffDNA。近几年，结合 DNA 测序技术，cfDNA 和 cffDNA 在临床上得到了广泛应用。下列说法错误的是（ ）

A. 可通过检测 cfDNA 中的相关基因进行癌症的筛查

B. 提取 cfDNA 进行基因修改后直接输回血液可用于治疗遗传病

C. 孕妇血液中的 cffDNA 可能来自于脱落后破碎的胎盘细胞

D. 孕妇血液中的 cffDNA 可以用于某些遗传病的产前诊断

【答案】B

### 【解析】

【分析】1、基因治疗就是用正常基因矫正或置换致病基因的一种治疗方法。目的基因被导入到靶细胞内，他们或与宿主细胞染色体整合成为宿主遗传物质的一部分，或不与染色体整合而位于染色体外，但都能在细胞中得以表达，起到治疗疾病的作用。

2、产前诊断又称宫内诊断，是对胚胎或胎儿在出生前应用各种先进的检测手段，了解胎儿在宫内的发育情况，如胎儿有无畸形，分析胎儿染色体核型，检测胎儿的生化检查项目和基因等，对胎儿先天性和遗传性疾病做出诊断，为胎儿宫内治疗及选择性流产创造条件。

【详解】A、癌症产生的原因是原癌基因和抑癌基因发生突变，故可以通过检测 cfDNA 中相关基因来进行

癌症的筛查，A 正确；

B、提取 cfDNA 进行基因修改后直接输回血液，该基因并不能正常表达，不可用于治疗遗传病，B 错误；

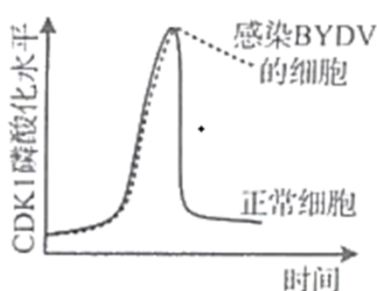
C、孕妇血液中的 cffDNA，可能来自胚胎细胞或母体胎盘细胞脱落后破碎形成，C 正确；

D、提取孕妇血液中的 cffDNA，因其含有胎儿的遗传物质，故可通过 DNA 测序技术检测其是否含有某种致病基因，用于某些遗传病的产前诊断，D 正确。

故选 B。

【点睛】本题结合 cfDNA 和 cffDNA 的产生过程，考查癌症的产生原因、人类遗传病和产前诊断的相关内容，旨在考查考生获取题干信息的能力，并能结合所学知识灵活运用准确判断各选项。

5. CDK1 是推动细胞由分裂间期进入分裂期的关键蛋白。在 DNA 复制开始后，CDK1 发生磷酸化导致其活性被抑制，当细胞中的 DNA 复制完成且物质准备充分后，磷酸化的 CDK1 发生去磷酸化而被激活，使细胞进入分裂期。大麦黄矮病毒(BYDV)的 M 蛋白通过影响细胞中 CDK1 的磷酸化水平而使农作物患病。正常细胞和感染 BYDV 的细胞中 CDK1 的磷酸化水平变化如图所示。下列说法错误的是（ ）



- A. 正常细胞中 DNA 复制未完成时，磷酸化的 CDK1 的去磷酸化过程受到抑制
- B. 正常细胞中磷酸化的 CDK1 发生去磷酸化后，染色质螺旋化形成染色体
- C. 感染 BYDV 的细胞中，M 蛋白通过促进 CDK1 的磷酸化而影响细胞周期
- D. M 蛋白发挥作用后，感染 BYDV 的细胞被阻滞在分裂间期

【答案】C

【解析】

【分析】分析题图可知，在正常细胞中，DNA 复制开始后，CDK1 磷酸化水平升高，当细胞中 DNA 复制完成后，CDK1 的磷酸化水平降低，使细胞进入分裂期，从而完成正常的细胞周期。感染 BYDV 的细胞中，间期 DNA 复制时，CDK1 磷酸化水平升高后则不再降低，使细胞不能进入分裂期而停留在间期，不能完成正常的细胞周期。由此可推测 M 蛋白可能是通过抑制 CDK1 的去磷酸化过程而影响细胞周期的。

【详解】A、由分析可知，正常细胞中 DNA 复制未完成时，磷酸化的 CDK1 去磷酸化过程受到抑制，使其磷酸化水平较高，A 正确；

B、正常细胞中，磷酸化的 CDK1 发生去磷酸化后，会使细胞进入分裂期，在分裂期的前期染色质会螺旋化

形成染色体，B 正确；

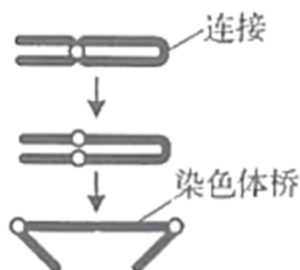
C、由分析可知，感染 BYDV 的细胞中，M 蛋白可能是通过抑制 CDK1 的去磷酸化过程而影响细胞周期的，C 错误；

D、由分析可知，M 蛋白发挥作用后，感染 BYDV 的细胞不能进入分裂期而停留在分裂间期，D 正确。

故选 C。

【点睛】本题通过题图信息介绍了 CDK1 与细胞周期的关系以及感染 BYDV 的细胞发生病变的原因，准确获取题干信息，并能结合所学知识灵活运用判断各选项是解题的关键。

6. 在细胞分裂过程中，末端缺失的染色体因失去端粒而不稳定，其姐妹染色单体可能会连接在一起，着丝点分裂后向两极移动时出现“染色体桥”结构，如下图所示。若某细胞进行有丝分裂时，出现“染色体桥”并在两着丝点间任一位置发生断裂，形成的两条子染色体移到细胞两极。不考虑其他变异，关于该细胞的说法错误的是（ ）



- A. 可在分裂后期观察到“染色体桥”结构
- B. 其子细胞中染色体的数目不会发生改变
- C. 其子细胞中有的染色体上连接了非同源染色体片段
- D. 若该细胞基因型为 Aa，可能会产生基因型为 Aaa 的子细胞

【答案】C

【解析】

【分析】分析题图可知，缺失端粒的染色体不稳定，其姐妹染色单体可能会连接在一起，着丝点分裂后形成“染色体桥”结构，当两个着丝点间任意位置发生断裂，则可形成两条子染色体，并分别移向细胞两极，根据以上信息答题。

【详解】A、由题干信息可知，着丝点分裂后向两极移动时出现“染色体桥”结构，故可以在有丝分裂后期观察到“染色体桥”结构，A 正确；

B、出现“染色体桥”后，在两个着丝点间任意位置发生断裂，可形成两条子染色体分别移向细胞两极，其子细胞中染色体数目不会发生改变，B 正确；

C、“染色体桥”现象使姐妹染色单体之间发生了片段的转接，不会出现非同源染色体片段，C 错误；

D、若该细胞的基因型为 Aa，出现“染色体桥”后着丝点间任意位置发生断裂时，一条姐妹染色单体上的 a 转接到了另一条姐妹染色体上，则会产生基因型为 Aaa 的子细胞，D 正确。

故选 C。

【点睛】本题结合“染色体桥”现象，考查染色体的变异，要求考生识记染色体结构变异和数目变异的类型及原理，并结合题图信息准确判断各选项。

7. 听毛细胞是内耳中的一种顶端具有纤毛的感觉神经细胞。声音传递到内耳中引起听毛细胞的纤毛发生偏转，使位于纤毛膜上的  $K^+$  通道打开， $K^+$  内流而产生兴奋。兴奋通过听毛细胞底部传递到听觉神经细胞，最终到达大脑皮层产生听觉。下列说法错误的是（ ）

- A. 静息状态时纤毛膜外的  $K^+$  浓度低于膜内
- B. 纤毛膜上的  $K^+$  内流过程不消耗 ATP
- C. 兴奋在听毛细胞上以电信号的形式传导
- D. 听觉的产生过程不属于反射

【答案】A

【解析】

【分析】1、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，通常由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器组成。反射活动需要经过完整的反射弧来实现，如果反射弧中任何环节在结构或功能上受损，反射就不能完成。

2、分析题干信息可知，当声音传到听毛细胞时，纤毛膜上的  $K^+$  通道开放， $K^+$  内流而产生兴奋，该过程为顺浓度梯度的运输，属于协助扩散。

【详解】A、分析题意可知， $K^+$  内流为顺浓度梯度，可知静息状态时，纤毛膜外的  $K^+$  浓度高于膜内，A 错误；

B、 $K^+$  内流而产生兴奋，该过程为顺浓度梯度的运输，属于协助扩散，不需要消耗 ATP，B 正确；

C、兴奋在听毛细胞上以局部电流，即电信号的形式传导，C 正确；

D、由题干信息可知，兴奋最终到达大脑皮层产生听觉，没有相应的效应器，反射弧不完整，故不属于反射，D 正确。

故选 A。

【点睛】本题结合听觉的产生过程，考查神经调节的相关内容，掌握兴奋在神经元上的传导和神经元之间的传递过程，并准确获取题干信息是解题的关键。

8. 碘是甲状腺激素合成的重要原料。甲状腺滤泡上皮细胞膜上的钠-钾泵可维持细胞内外的  $Na^+$  浓度梯度，钠-碘同向转运体借助  $Na^+$  的浓度梯度将碘转运进甲状腺滤泡上皮细胞，碘被甲状腺过氧化物酶活化后，进入滤泡腔参与甲状腺激素的合成。下列说法正确的是（ ）



- A. 长期缺碘可导致机体的促甲状腺激素分泌减少
- B. 用钠-钾泵抑制剂处理甲状腺滤泡上皮细胞，会使其摄碘能力减弱
- C. 抑制甲状腺过氧化物酶的活性，可使甲状腺激素合成增加
- D. 使用促甲状腺激素受体阻断剂可导致甲状腺激素分泌增加

【答案】B

【解析】

【分析】1、甲状腺激素分泌的分级调节主要受下丘脑控制，下丘脑分泌促甲状腺激素释放激素，运输到垂体后，促使垂体分泌促甲状腺激素，促甲状腺激素随血液运输到甲状腺，促使甲状腺增加甲状腺激素的合成和分泌。当血液中的甲状腺激素含量增加到一定程度时，又反过来抑制下丘脑和垂体分泌相关激素，进而使甲状腺激素的分泌减少，这样体内的甲状腺激素含量就不至于过高。可见，甲状腺激素的分级调节，也存在着反馈调节机制。

2、钠-钾泵（也称钠钾转运体），为蛋白质分子，进行  $\text{Na}^+$  和  $\text{K}^+$  之间的交换。每消耗一个 ATP 分子，逆浓度梯度泵出三个  $\text{Na}^+$  和泵入两个  $\text{K}^+$ ，保持膜内高钾、膜外高钠的不均匀离子分布。

【详解】A、碘是合成甲状腺激素的原料，长期缺碘可导致机体甲状腺激素分泌减少，从而促甲状腺激素的分泌会增加，A 错误；

B、用钠-钾泵抑制剂处理甲状腺滤泡上皮细胞，会使钠-钾泵的运输功能降低，从而摄取碘的能力减弱，B 正确；

C、抑制甲状腺过氧化物酶的活性，碘不能被活化，可使甲状腺激素的合成减少，C 错误；

D、使用促甲状腺激素受体阻断剂，可阻断促甲状腺激素对甲状腺的作用，从而使甲状腺激素分泌量减少，D 错误。

故选 B。

【点睛】本题考查甲状腺激素的分级调节和反馈调节，旨在考查学生识记所学知识要点，把握知识间的内在联系，形成知识网络的能力，同时获取题干信息准确答题。

9. 植物激素或植物生长调节剂在生产、生活中得到了广泛的应用。下列说法错误的是（ ）

- A. 提高培养基中细胞分裂素与生长素间含量的比值可促进愈伤组织分化出根
- B. 用适宜浓度的生长素类似物处理未受粉的番茄雌蕊，可获得无子番茄
- C. 用适宜浓度的赤霉素处理休眠的种子可促进种子萌发
- D. 利用成熟木瓜释放的乙烯可催熟未成熟的柿子

【答案】A

【解析】

【分析】1、生长素类具有促进植物生长的作用，在生产上的应用主要有：（1）促进扦插的枝条生根；（2）

促进果实发育；(3) 防止落花落果。

2、赤霉素的生理作用是促进细胞伸长，从而引起茎秆伸长和植物增高。此外，它还有防止器官脱落和解除种子、块茎休眠促进萌发等作用。

3、细胞分裂素在根尖合成，在进行细胞分裂的器官中含量较高，细胞分裂素的主要作用是促进细胞分裂和扩大，此外还有诱导芽的分化，延缓叶片衰老的作用。

4、脱落酸在根冠和萎蔫的叶片中合成较多，在将要脱落和进入休眠期的器官和组织中含量较多，脱落酸是植物生长抑制剂，它能够抑制细胞的分裂和种子的萌发，还有促进叶和果实的衰老和脱落，促进休眠和提高抗逆能力等作用。

5、乙烯主要作用是促进果实成熟，此外，还有促进老叶等器官脱落的作用。植物体各部位都能合成乙烯。

【详解】A、提高细胞分裂素和生长素含量的比值，有利于愈伤组织分化成芽，A 错误；

B、生长素类似物可以促进子房发育成果实，所以如果用生长素类似物处理未授粉的番茄雌蕊，可以获得无子番茄，B 正确；

C、赤霉素可以打破种子休眠，促进种子萌发，C 正确；

D、乙烯可以促进果实成熟，成熟木瓜释放的乙烯可以促进未成熟的柿子成熟，D 正确。

故选 A。

【点睛】本题考查植物激素的功能，考生需要识记不同植物激素的功能，特别是在植物组织培养过程中的作用。

10. 为加大对濒危物种绿孔雀的保护，我国建立了自然保护区，将割裂的栖息地连接起来，促进了绿孔雀种群数量的增加。下列说法错误的是（ ）

A. 将割裂的栖息地连接，促进了绿孔雀间的基因交流

B. 提高出生率是增加绿孔雀种群数量的重要途径

C. 绿孔雀成年雄鸟在繁殖期为驱赶其他雄鸟发出的鸣叫声，属于物理信息

D. 建立自然保护区属于易地保护，是保护绿孔雀的有效措施

【答案】D

【解析】

【分析】1、生态系统的信息传递的种类：(1) 物理信息：生态系统中的光、声、温度、湿度、磁力等，通过物理过程传递的信息，如蜘蛛网的振动频率。

(2) 化学信息：生物在生命活动中，产生了一些可以传递信息的化学物质，如植物的生物碱、有机酸，动物的性外激素等。

(3) 行为信息：动物的特殊行为，对于同种或异种生物也能够传递某种信息，如孔雀开屏。

2、保护生物多样性的措施：就地保护和易地保护。



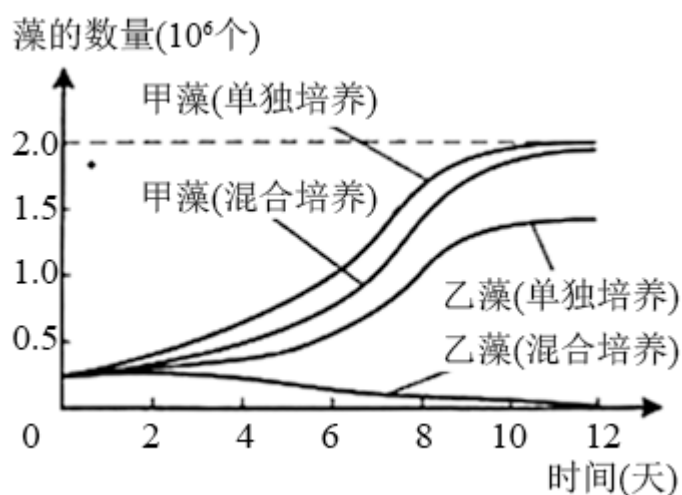
3、隔离：不同种群间的个体，在自然条件下基因不能发生自由交流的现象。常见的有地理隔离和生殖隔离，地理隔离在物种形成中起促进性状分离的作用，是生殖隔离必要的先决条件，一般形成亚种，生殖隔离：不同物种之间一般是不能相互交配的，即使交配成功，也不能产生可育的后代的现象。

- 【详解】A、将割裂的栖息地连接，打破了种群之间的地理隔离，促进绿孔雀间的基因交流，A 正确；  
B、提高出生率可以增加绿孔雀的种群数量，B 正确；  
C、雄鸟发出的鸣叫声属于物理信息，C 正确；  
D、建立自然保护区，属于就地保护，D 错误。

故选 D。

【点睛】本题考查生态学和物种进化的知识，难度较低，识记教材基本内容即可。

11. 为研究甲、乙两种藻的竞争关系，在相同条件下对二者进行混合培养和单独培养，结果如下图所示。下列说法错误的是（ ）



- A. 单独培养条件下，甲藻数量约为  $1.0 \times 10^6$  个时种群增长最快  
B. 混合培养时，种间竞争是导致甲藻种群数量在 10~12 天增长缓慢的主要原因  
C. 单独培养时乙藻种群数量呈“S”型增长  
D. 混合培养对乙藻的影响较大

【答案】B

【解析】

【分析】从图中看出，单独培养甲和乙种群都呈“S”型增长，在混合培养后，乙藻数量降低直至 0，甲藻数量增加，说明甲和乙之间是竞争关系。

【详解】A、单独培养时，甲藻的 K 值约为  $2.0 \times 10^6$  个，所以种群增长最快的是 K/2 时，约为  $1.0 \times 10^6$  个，A 正确；

B、10-12 天乙藻种群数量接近 0，所以竞争强度低，此时甲藻数量增长缓慢的原因是培养液和空间有限，B

错误；

C、由于空间和资源有限，所以种群数量呈“S 型”增长，C 正确；

D、据图可知：混合培养时，乙藻在竞争中处于劣势，导致灭绝，D 正确。

故选 B。

【点睛】本题需要考生结合种群数量增长曲线和群落种间关系进行解答，结合图形分析出甲藻和乙藻之间的关系是解答本题的关键。

12. 我国的酿酒技术历史悠久，古人在实际生产中积累了很多经验。《齐民要术》记载：将蒸熟的米和酒曲混合前需“浸曲发，如鱼眼汤，净淘米八斗，炊作饭，舒令极冷”。意思是将酒曲浸到活化，冒出鱼眼大小的气泡，把八斗米淘净，蒸熟，摊开冷透。下列说法错误的是（ ）

A. “浸曲发”过程中酒曲中的微生物代谢加快

B. “鱼眼汤”现象是微生物呼吸作用产生的  $\text{CO}_2$  释放形成的

C. “净淘米”是为消除杂菌对酿酒过程的影响而采取的主要措施

D. “舒令极冷”的目的是防止蒸熟的米温度过高导致酒曲中的微生物死亡

【答案】C

【解析】

【分析】参与酒精的制作的微生物是酵母菌，酵母菌是兼性厌氧型微生物，在有氧条件下进行有氧呼吸将葡萄糖分解为二氧化碳和水，在无氧条件下生成酒精和二氧化碳。

【详解】A、“浸曲发”是将酵母菌活化，可以使微生物代谢加快，A 正确；

B、“鱼眼汤”是指酵母菌在呼吸过程中产生  $\text{CO}_2$ ，使溶液中出现气泡，B 正确；

C、在做酒过程中，为消除杂菌的影响主要靠“炊作饭”，即蒸熟，C 错误；

D、“舒令极冷”是将米饭摊开冷透，防止温度过高导致微生物（酵母菌死亡），D 正确。

故选 C。

【点睛】本题需要考生结合酵母菌的代谢类型进行分析，理解题干中的相关术语是解答本题的关键。

13. 两种远缘植物的细胞融合后会导致一方的染色体被排出。若其中一个细胞的染色体在融合前由于某种原因断裂，形成的染色体片段在细胞融合后可能不会被全部排出，未排出的染色体片段可以整合到另一个细胞的染色体上而留存在杂种细胞中。依据该原理，将普通小麦与耐盐性强的中间偃麦草进行体细胞杂交获得了耐盐小麦新品种，过程如下图所示。下列说法错误的是（ ）



- A. 过程①需使用纤维素酶和果胶酶处理细胞
- B. 过程②的目的是使中间偃麦草的染色体断裂
- C. 过程③中常用灭活的病毒诱导原生质体融合
- D. 耐盐小麦的染色体上整合了中间偃麦草的染色体片段

【答案】C

【解析】

【分析】从图中看出①是去掉植物细胞壁，②是用紫外线诱导染色体变异，③融合形成杂种细胞。

【详解】A、过程1是获得植物细胞的原生质体，需要用纤维素酶和果胶酶将细胞壁分解，A正确；

B、根据题干信息“将其中一个细胞的染色体在融合前断裂，形成的染色体片段在细胞融合后可能不会被全部排出，未排出的染色体片段可以整合到另一个细胞的染色体上而留存在杂种细胞中，将普通小麦与耐盐性强的中间偃麦草进行体细胞杂交获得了耐盐小麦新品种，”故过程②通过紫外线照射是使中间偃麦草的染色体断裂，B正确；

C、灭活的病毒诱导是动物细胞融合特有的方法，诱导植物原生质体融合常用物理法、化学法，C错误；

D、实验最终将不抗盐的普通小麦和抗盐的偃麦草整合形成耐盐小麦，说明耐盐小麦染色体上整合了中间偃麦草的染色体片段，D正确。

故选C。

【点睛】本题的难点是对过程②的分析，考生需要结合题干中的信息作答。

14. 经遗传改造的小鼠胚胎干细胞注入囊胚，通过胚胎工程的相关技术可以获得具有不同遗传特性的实验小鼠。下列说法错误的是（ ）

- A. 用促性腺激素处理雌鼠可以获得更多的卵子
- B. 体外受精前要对小鼠的精子进行获能处理
- C. 胚胎移植前要检查胚胎质量并在囊胚或原肠胚阶段移植
- D. 遗传改造的小鼠胚胎干细胞可以通过转基因等技术获得

【答案】C

【解析】

【分析】1、胚胎移植的基本程序主要包括：

①对供、受体的选择和处理。选择遗传特性和生产性能优秀的供体，有健康的体质和正常繁殖能力的受体，供体和受体是同一物种。并用激素进行同期发情处理，用促性腺激素对供体母牛做超数排卵处理。

②配种或人工授精。

③对胚胎的收集、检查、培养或保存。配种或输精后第7天，用特制的冲卵装置，把供体母牛子宫内的胚胎冲洗出来（也叫冲卵）。对胚胎进行质量检查，此时的胚胎应发育到桑椹或胚囊胚阶段。直接向受体移植

或放入-196℃的液氮中保存。

④对胚胎进行移植。

⑤移植后的检查。对受体母牛进行是否妊娠的检查。

2、体外受精主要包括：卵母细胞的采集和培养、精子的采集和获能、受精。

【详解】A、促性腺激素可以使雌鼠超数排卵，获得更多的卵子，A 正确；

B、精子只有获能后才能完成受精，故体外受精前要对小鼠的精子进行获能处理，B 正确；

C、胚胎移植通常选择囊胚期之前的阶段，如桑椹胚或囊胚阶段，C 错误；

D、转基因技术可以定向改造小鼠的基因，所以遗传改造的小鼠胚胎干细胞可以通过转基因等技术获得，D 正确。

故选 C。

【点睛】本题考查胚胎工程的基本知识，考生需要识记基本操作，D 项中需要结合基因工程的目的进行解答。

15. 新型冠状病毒的检测方法目前主要有核酸检测法和抗体检测法。下列说法错误的是（ ）

A. 抗体检测法利用了抗原与抗体特异性结合的原理

B. 感染早期，会出现能检测出核酸而检测不出抗体的情况

C. 患者康复后，会出现能检测出抗体而检测不出核酸的情况

D. 感染该病毒但无症状者，因其体内不能产生抗体不适用抗体检测法检测

【答案】D

【解析】

【分析】体液免疫过程为：（1）感应阶段：除少数抗原可以直接刺激 B 细胞外，大多数抗原被吞噬细胞摄取和处理，并暴露出其抗原决定簇；吞噬细胞将抗原呈递给 T 细胞，再由 T 细胞产生淋巴因子作用于 B 细胞；（2）反应阶段：B 细胞接受抗原刺激后，开始进行一系列的增殖、分化，形成记忆细胞和浆细胞；（3）效应阶段：浆细胞分泌抗体与相应的抗原特异性结合，发挥免疫效应。

核酸检测法：利用碱基互补配对的原则进行。

【详解】A、抗体只能与特定抗原结合，所以抗体检测法就利用了抗原与抗体特异性结合的原理，A 正确；

B、体液免疫需要经过一段时间才会产生抗体，所以感染早期会出现能检测出核酸而检测不出抗体的情况，B 正确；

C、机体通过产生较多的抗体从而将新冠病毒彻底消灭，故患者康复后，会出现能检测出抗体而检测不出核酸的情况，C 正确；

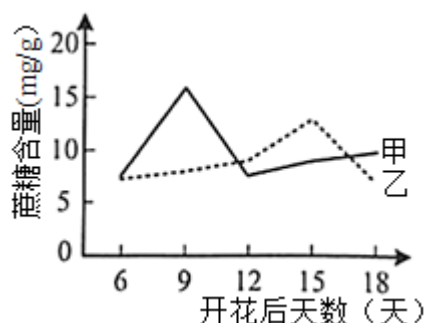
D、感染该病毒的部分人由于其机体自身免疫力强而未出现症状，但其仍发生相关免疫反应，故其体内也能产生抗体，D 错误。

故选 D。

【点睛】本题需要考生理解抗体检测和核酸检测的基本原理。

## 二、选择题

16. 棉花纤维由纤维细胞形成。蔗糖经膜蛋白 SUT 转运进入纤维细胞后逐渐积累，在纤维细胞的加厚期被大量水解后参与纤维素的合成。研究人员用普通棉花品系培育了 SUT 表达水平高的品系 F，检测两品系植株开花后纤维细胞中的蔗糖含量，结果如图所示。下列说法正确的是（ ）



- A. 纤维素的基本组成单位是葡萄糖和果糖
- B. 曲线甲表示品系 F 纤维细胞中的蔗糖含量
- C. 15~18 天曲线乙下降的主要原因是蔗糖被水解后参与纤维素的合成
- D. 提高 SUT 的表达水平会使纤维细胞加厚期延后

【答案】BC

【解析】

【分析】根据题意分析题图，甲乙曲线蔗糖含量都是先上升是因为蔗糖经膜蛋白 SUT 转运进入纤维细胞后积累，随后蔗糖含量下降是因为在纤维细胞的加厚期被大量水解后参与纤维素的合成造成的。品系 F 中的 SUT 表达水平提高，对蔗糖的运输增加，而甲曲线蔗糖含量的最高值大于乙且上升的时间早于乙，所以曲线甲应为品系 F 纤维细胞中的蔗糖含量。

【详解】A. 纤维素的基本组成单位是葡萄糖，A 错误；

B. 品系 F 中的 SUT 表达水平提高，对蔗糖的运输增加，分析曲线可知，甲曲线蔗糖含量的最高值大于乙且上升的时间早于乙，所以曲线甲应为品系 F 纤维细胞中的蔗糖含量，B 正确；

C. 由题干信息“蔗糖在纤维细胞的加厚期被大量水解后参与纤维素的合成”可知，15-18 天曲线乙下降的主要原因是蔗糖被水解后参与纤维素的合成，C 正确；

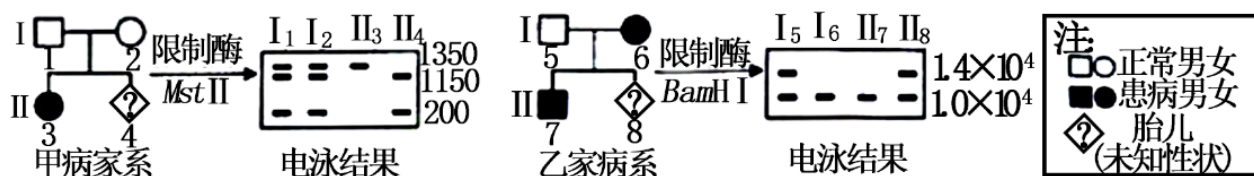
D. 甲曲线蔗糖含量下降的时间早于乙曲线，故提高 SUT 的表达水平会使纤维细胞加厚期提前，D 错误。

故选 BC。

【点睛】解答本题的关键是准确理解题意，根据题意判断出甲曲线代表品系 F。

17. 下图表示甲、乙两种单基因遗传病的家系图和各家庭成员基因检测的结果。检测过程中用限制酶处理相

关基因得到大小不同的片段后进行电泳，电泳结果中的条带表示检出的特定长度的酶切片段，数字表示碱基对的数目。下列说法正确的是（ ）



- A. 甲病的致病基因位于常染色体上，乙病的致病基因位于 X 染色体上
- B. 甲病可能由正常基因发生碱基对的替换导致，替换后的序列可被 *Mst* II 识别
- C. 乙病可能由正常基因上的两个 *Bam*HI 识别序列之间发生碱基对的缺失导致
- D. II<sub>4</sub> 不携带致病基因、II<sub>8</sub> 带致病基因，两者均不患待测遗传病

【答案】CD

【解析】

【分析】分析甲病家系图可知，甲病为常染色体隐性遗传病。分析乙病家系图，再结合 DNA 电泳图可判断，乙病可能为常染色体隐性遗传病，也可能为致病基因位于 XY 同源染色体上的伴性遗传。

【详解】A. 由 II-3 患病而 I-1 和 I-2 均正常可知，甲病致病基因位于常染色体上，乙病基因可能位于 XY 同源区段上，也可能位于常染色体上，A 错误；

B. 根据电泳结果，II-3 只有 1350 一个条带，而 I-1 和 I-2 除 1350 的条带外还有 1150 和 200 两个条带，可推知甲病可能由正常基因发生碱基对的替换导致，替换前的序列能被 *Mst*II 识别，替换后的序列则不能被 *Mst*II 识别，B 错误；

C. I-6 为隐性纯合子，故  $1.0 \times 10^4$  为隐性基因的条带， $1.4 \times 10^4$  为显性基因的条带，所以乙病可能由正常基因上的两个 *Bam*HI 识别序列之间发生碱基对的缺失导致，C 正确；

D. II-4 电泳结果只有 1150 和 200 两个条带，为显性纯合子，不携带致病基因；II-8 电泳结果有两条带，为携带者，二者都不患待测遗传病，D 正确。故选 CD。

【点睛】解答家系图的问题时，先利用口诀“无中生有为隐性，隐性遗传看女病。一女病。其父子有正非伴性。有中生无为显性，显性遗传看男病，一男病，其母女有正非伴性。”进行判断，有些家系图含有的个体较少，可能无法判断具体的遗传方式，则利用假设法，如本题的乙家系。解答本题还要结合 DNA 的电泳图进一步进行分析判断。

18. 某人进入高原缺氧地区后呼吸困难、发热、排尿量减少，检查发现其肺部出现感染，肺组织间隙和肺泡渗出液中有蛋白质、红细胞等成分，被确诊为高原性肺水肿。下列说法正确的是（ ）

- A. 该患者呼吸困难导致其体内  $\text{CO}_2$  含量偏高



- B. 体温维持在 38℃时，该患者的产热量大于散热量
- C. 患者肺部组织液的渗透压升高，肺部组织液增加
- D. 若使用药物抑制肾小管和集合管对水的重吸收，可使患者尿量增加

【答案】ACD

【解析】

【分析】本题以高原肺水肿为情境，考察病理情况下内环境稳态的维持和调节，蕴含稳态和平衡观。

【详解】A.该患者呼吸困难导致 CO<sub>2</sub> 不能够及时排放出去，使体内 CO<sub>2</sub> 含量偏高，A 正确；

B.体温维持在 38℃时，患者的产热量等于散热量，B 错误；

C.肺部出现感染，肺组织间隙和肺泡渗出液中有蛋白质，红细胞等成分，使得肺部组织液渗透压升高，对水的吸引力增大，肺部组织液增加，C 正确；

D.使用药物抑制肾小管和集合管对水的重吸收，原尿中的水吸收会减少，导致患者尿量增加，D 正确。

故选 ACD。

【点睛】体温只要维持恒定，机体产热量等于散热量。

19. 在互花米草入侵地栽种外来植物无瓣海桑，因无瓣海桑生长快，能迅速长成高大植株形成荫蔽环境，使互花米草因缺乏光照而减少。与本地植物幼苗相比，无瓣海桑幼苗在荫蔽环境中成活率低，逐渐被本地植物替代，促进了本地植物群落的恢复。下列说法错误的是（ ）

- A. 在互花米草相对集中的区域选取样方以估算其在入侵地的种群密度
- B. 由互花米草占优势转变为本地植物占优势的过程不属于群落演替
- C. 逐渐被本地植物替代的过程中，无瓣海桑种群的年龄结构为衰退型
- D. 应用外来植物治理入侵植物的过程中，需警惕外来植物潜在的入侵性

【答案】AB

【解析】

【分析】本题以利用外来植物无瓣海桑治理入侵植物互花米草的过程为情境，培养考生保护生态环境，热爱自然，尊重自然的积极感情。

【详解】A.在利用样方法进行种群密度的调查时，取样的关键是随机取样，A 错误；

B.群落演替是指随着时间的推移一个群落被另一个群落代替的过程，由互花米草占优势，转变为本地植物占优势的过程属于群落演替，B 错误；

C.由题干信息“无瓣海桑幼苗在隐蔽环境中成活率低。”可知逐渐被本地植物代替的过程中，无瓣海桑种群的年龄结构为衰退型，C 正确；

D.应用外来植物治理入侵植物的过程中，需警惕外来植物没有天敌抑制其快速繁殖，导致本地物种缺乏资源而灭绝，D 正确。

故选 AB。

【点睛】本题是对防控外来物种入侵的新方法的探索，但需警惕外来物种的潜在危害，不能盲目引种，以免造成新的生物入侵。

20. 野生型大肠杆菌可以在基本培养基上生长，发生基因突变产生的氨基酸依赖型菌株需要在基本培养基上补充相应氨基酸才能生长。将甲硫氨酸依赖型菌株 M 和苏氨酸依赖型菌株 N 单独接种在基本培养基上时，均不会产生菌落。某同学实验过程中发现，将 M、N 菌株混合培养一段时间，充分稀释后再涂布到基本培养基上，培养后出现许多由单个细菌形成的菌落，将这些菌落分别接种到基本培养基上，培养后均有菌落出现。该同学对这些菌落出现原因的分析，不合理的是（ ）

- A. 操作过程中出现杂菌污染
- B. M、N 菌株互为对方提供所缺失的氨基酸
- C. 混合培养过程中，菌株获得了对方的遗传物质
- D. 混合培养过程中，菌株中已突变的基因再次发生突变

【答案】B

【解析】

【分析】本题以大肠杆菌营养缺陷型为材料进行相关实验探究为情境，考查考生综合运用所学知识分析实验结果的能力。

【详解】A.操作过程当中出现杂菌污染，基本培养基上生长的为杂菌，A 合理；

B.若 M、N 菌株互为对方提供所缺失的氨基酸形成的菌落，需要 MN 混合在一起才能生存，而该菌落来自于单个细菌形成的菌落，而题干中进行了充分稀释，单个细菌缺少必须的氨基酸，不能形成菌落，B 不合理；

C.M、N 菌株混合培养后在基本培养基上可以生存。推测可能是混合培养过程当中，菌株间发生了基因交流，获得了对方的遗传物质，C 合理；

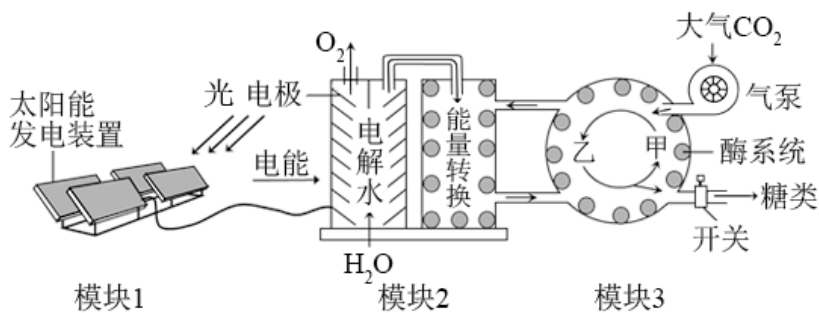
D.基因突变是不定向的，在混合培养过程中，菌株当中已突变的基因也可能再次发生突变得得到可在基本培养基上生存的野生型大肠杆菌，D 合理。

故选 B。

【点睛】两种营养缺陷型的大肠杆菌混合培养细菌可以通过相互“接合”（即有性生殖）而实现基因交流。

### 三、非选择题

21. 人工光合作用系统可利用太阳能合成糖类，相关装置及过程如下图所示，其中甲、乙表示物质，模块 3 中的反应过程与叶绿体基质内糖类的合成过程相同。



- (1) 该系统中执行相当于叶绿体中光反应功能的模块是\_\_\_\_\_，模块 3 中的甲可与  $\text{CO}_2$  结合，甲为\_\_\_\_\_。
- (2) 若正常运转过程中气泵突然停转，则短时间内乙的含量将\_\_\_\_\_（填：增加或减少）。若气泵停转时间较长，模块 2 中的能量转换效率也会发生改变，原因是\_\_\_\_\_。
- (3) 在与植物光合作用固定的  $\text{CO}_2$  量相等的情况下，该系统糖类的积累量\_\_\_\_\_（填：高于、低于或等于）植物，原因是\_\_\_\_\_。
- (4) 干旱条件下，很多植物光合作用速率降低，主要原因是\_\_\_\_\_。人工光合作用系统由于对环境中的水的依赖程度较低，在沙漠等缺水地区有广阔的应用前景。

【答案】 ①. 模块 1 和模块 2 ②. 五碳化合物（或： $\text{C}_5$ ） ③. 减少 ④. 模块 3 为模块 2 提供的  $\text{ADP}$ 、 $\text{Pi}$  和  $\text{NADP}^+$  不足 ⑤. 高于 ⑥. 人工光合作用系统没有呼吸作用消耗糖类(或：植物呼吸作用消耗糖类) ⑦. 叶片气孔开放程度降低， $\text{CO}_2$  的吸收量减少

#### 【解析】

【分析】1、光合作用中光反应和暗反应的比较：

比较项目	光反应	暗反应
场所	类囊体薄膜	叶绿体基质
条件	色素、光、酶、水、 $\text{ADP}$ 、 $\text{Pi}$	多种酶、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{ATP}$ 、 $[\text{H}]$
反应产物	$[\text{H}]$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{ATP}$	有机物、 $\text{ADP}$ 、 $\text{Pi}$ 、 $\text{NADP}^+$ 、水
物质变化	水的光解： $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光、色素}} 4[\text{H}]+\text{O}_2$ $\text{ATP}$ 的生成： $\text{ADP}+\text{Pi}+\text{光能} \xrightarrow{\text{酶}} \text{ATP}$	$\text{CO}_2$ 的固定： $\text{CO}_2+\text{C}_5 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_3$ $\text{C}_3$ 的还原： $2\text{C}_3 \xrightarrow{[\text{H}], \text{ATP}, \text{酶}} (\text{CH}_2\text{O})+\text{C}_5$
能量变化	光能→电能→ $\text{ATP}$ 中活跃的化学能	$\text{ATP}$ 中活跃的化学能→糖类等有机物中稳定的化学能

实质	光能转变为化学能，水光解产生 $O_2$ 和 $[H]$	同化 $CO_2$ 形成 $(CH_2O)$
联系	①光反应为暗反应提供 $[H]$ 和 $ATP$ ； ②暗反应为光反应提供 $ADP$ 、 $P_i$ 和 $NADP^+$ ； ③ 光反应与暗反应相互偶联，离开了彼此均会受阻，即无光反应，暗反应无法进行。若无暗反应，有机物无法合成，同样光反应也会停止。	

2、分析题图，模块 1 将光能转化为电能，模块 2 将电能转化为活跃的的化学能，模块 3 将活跃的的化学能转化为糖类（稳定的化学能），结合光合作用的过程可知，模块 1 和模块 2 相当于光反应阶段，模块 3 相当于暗反应阶段。在模块 3 中， $CO_2$  和甲反应生成乙的过程相当于暗反应中  $CO_2$  的固定，因此甲为  $C_5$ ，乙为  $C_3$ 。

【详解】（1）叶绿体中光反应阶段是将光能转化成电能，再转化成  $ATP$  中活跃的的化学能，题图中模块 1 将光能转化为电能，模块 2 将电能转化为活跃的的化学能，两个模块加起来相当于叶绿体中光反应的功能。在模块 3 中， $CO_2$  和甲反应生成乙的过程相当于暗反应中  $CO_2$  的固定，因此甲为五碳化合物（或  $C_5$ ）。

（2）据分析可知乙为  $C_3$ ，气泵突然停转，大气中  $CO_2$  无法进入模块 3，相当于暗反应中  $CO_2$  浓度降低，短时间内  $CO_2$  浓度降低， $C_3$  的合成减少，而  $C_3$  仍在正常还原，因此  $C_3$  的量会减少。若气泵停转时间较长，模块 3 中  $CO_2$  的量严重不足，导致暗反应的产物  $ADP$ 、 $P_i$  和  $NADP^+$  不足，无法正常供给光反应的需要，因此模块 2 中的能量转换效率也会发生改变。

（3）糖类的积累量=产生量-消耗量，在植物中光合作用产生糖类，呼吸作用消耗糖类，而在人工光合作用系统中没有呼吸作用进行消耗，因此在与植物光合作用固定的  $CO_2$  量相等的情况下，该系统糖类的积累量要高于植物。

（4）在干旱条件下，植物为了保住水分会将叶片气孔开放程度降低，导致二氧化碳的吸收量减少，因此光合作用速率降低。

【点睛】本题主要考查了光合作用过程中光反应和暗反应之间的区别与联系，以及影响光合作用速率的因素，需要考生识记相关内容，联系图中三个模块中能量和物质的变化，结合题干进行分析。

22. 科研人员在转入光敏蛋白基因的小鼠下丘脑中埋置光纤，通过特定的光刺激下丘脑 CRH 神经元，在脾神经纤维上记录到相应的电信号，从而发现下丘脑 CRH 神经元与脾脏之间存在神经联系，即脑-脾神经通路。该脑-脾神经通路可调节体液免疫，调节过程如图 1 所示，图 2 为该小鼠 CRH 神经元细胞膜相关结构示意图。

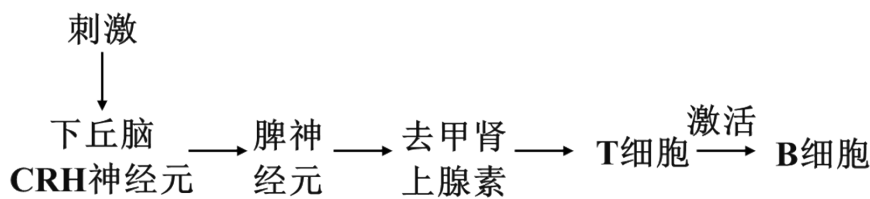


图1

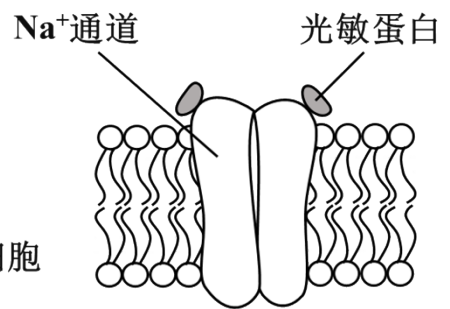


图2

(1) 图 1 中，兴奋由下丘脑 CRH 神经元传递到脾神经元的过程中，兴奋在相邻神经元间传递需要通过的结构是\_\_\_\_\_，去甲肾上腺素能作用于 T 细胞的原因是 T 细胞膜上有\_\_\_\_\_。

(2) 在体液免疫中，T 细胞可分泌\_\_\_\_\_作用于 B 细胞。B 细胞可增殖分化为\_\_\_\_\_。

(3) 据图 2 写出光刺激使 CRH 神经元产生兴奋的过程：\_\_\_\_\_。

(4) 已知切断脾神经可以破坏脑-脾神经通路，请利用以下实验材料及用具，设计实验验证破坏脑-脾神经通路可降低小鼠的体液免疫能力。简要写出实验设计思路并预期实验结果。

实验材料及用具：生理状态相同的小鼠若干只，N 抗原，注射器，抗体定量检测仪器等。

实验设计思路：\_\_\_\_\_。

预期实验结果：\_\_\_\_\_。

**【答案】** ①. 突触 ②. 去甲肾上腺素受体 ③. 淋巴因子（或：细胞因子） ④. 浆细胞和记忆细胞（或：效应 B 淋巴细胞和记忆 B 淋巴细胞） ⑤. 光刺激光敏蛋白导致钠离子通道开放，钠离子内流产生兴奋 ⑥. 取生理状态相同的小鼠若干只，随机均分为两组，将其中一组小鼠的脾神经切断作为实验组，另一组作为对照组；分别给两组小鼠注射相同剂量的 N 抗原；一段时间后，检测两组小鼠抗 N 抗体的产生量 ⑦. 实验组小鼠的抗 N 抗体产生量低于对照组的产生量

**【解析】**

**【分析】** 1、神经元间兴奋的传递：兴奋在神经元之间的传递通过突触完成，突触包括突触前膜、突触间隙、突触后膜，突触后膜上有神经递质的特异性受体，当兴奋传至轴突末端时，轴突末端的突触小体释放神经递质，作用于突触后膜上的受体，使突触后膜所在神经元兴奋或抑制。

2、动作电位：当某一部位受刺激时，神经纤维膜对钠离子的通透性增加，即钠离子通道开放， $\text{Na}^+$ 内流，使得刺激点处膜两侧的电位表现为内正外负，产生动作电位。

3、体液免疫过程为：（1）除少数抗原可以直接刺激 B 细胞外，大多数抗原被吞噬细胞摄取和处理，并暴露出其抗原决定簇；吞噬细胞将抗原呈递给 T 细胞，再由 T 细胞呈递给 B 细胞；（2）B 细胞接受抗原刺激后，

开始进行一系列的增殖、分化，形成记忆细胞和浆细胞；（3）浆细胞分泌抗体与相应的抗原特异性结合，发挥免疫效应。

【详解】（1）由以上分析可知，兴奋在相邻神经元之间是通过突触进行传递的。由图 1 可知，T 细胞是去甲肾上腺素作用的靶细胞，激素之所以能作用于靶细胞，是因为靶细胞上有特异性受体，因此去甲肾上腺素能作用于 T 细胞，是因为 T 细胞膜上有去甲肾上腺素受体。

（2）在体液免疫过程中，吞噬细胞处理抗原后呈递给 T 细胞，T 细胞分泌淋巴因子作用于 B 细胞，B 细胞经过增殖、分化，形成记忆细胞和浆细胞。

（3）生物膜的功能与蛋白质有关，分析图 2，光敏蛋白受到光刺激后导致钠离子通道开放，钠离子内流，从而使 CRH 神经元产生兴奋。

（4）实验目的是验证破坏脑—脾神经通路可降低小鼠的体液免疫能力，因此实验中的自变量为脑—脾神经通路是否被破坏。设计实验时要围绕单一自变量，保证无关变量相同且适宜，最终体液免疫能力的高低可通过产生抗体的量来进行检测。

实验设计思路为：取生理状态相同的小鼠若干只，随机均分为两组，将其中一组小鼠的脾神经切断作为实验组，另一组小鼠不作任何处理作为对照组；分别给两组小鼠注射相同剂量的 N 抗原；一段时间后，检测两组小鼠抗 N 抗体的产生量。

本题为验证性实验，预期实验结果应该符合题目要求，即破坏脑—脾神经通路可以降低小鼠的体液免疫能力，因此实验组小鼠的抗 N 抗体产生量低于对照组的产生量。

【点睛】本题主要考查了兴奋在神经元之间的传递、动作电位的形成原因、体液免疫过程等知识，需要考生识记相关内容，其中第（4）题，要根据实验题目找出自变量，按照单一自变量、无关变量相同且适宜的原则，根据所给材料进行实验设计。

23. 玉米是雌雄同株异花植物，利用玉米纯合雌雄同株品系 M 培育出雌株突变品系，该突变品系的产生原因是 2 号染色体上的基因 Ts 突变为 ts，Ts 对 ts 为完全显性。将抗玉米螟的基因 A 转入该雌株品系中获得甲、乙两株具有玉米螟抗性的植株，但由于 A 基因插入的位置不同，甲植株的株高表现正常，乙植株矮小。为研究 A 基因的插入位置及其产生的影响，进行了以下实验：

实验一：品系 M (TsTs) × 甲 (Atsts) → F <sub>1</sub> 中抗螟：非抗螟约为 1：1
实验二：品系 M (TsTs) × 乙 (Atsts) → F <sub>1</sub> 中抗螟矮株：非抗螟正常株高约为 1：1

（1）实验一中作为母本的是\_\_\_\_\_，实验二的 F<sub>1</sub> 中非抗螟植株的性别表现为\_\_\_\_\_（填：雌雄同株、雌株或雌雄同株和雌株）。

（2）选取实验一的 F<sub>1</sub> 抗螟植株自交，F<sub>2</sub> 中抗螟雌雄同株：抗螟雌株：非抗螟雌雄同株约为 2：1：1。由此可知，甲中转入的 A 基因与 ts 基因\_\_\_\_\_（填：是或不是）位于同一条染色体上，F<sub>2</sub> 中抗螟雌株



的基因型是\_\_\_\_\_。若将 F<sub>2</sub> 中抗螟雌雄同株与抗螟雌株杂交，子代的表现型及比例为\_\_\_\_\_。

(3) 选取实验二的 F<sub>1</sub> 抗螟矮株自交，F<sub>2</sub> 中抗螟矮株雌雄同株：抗螟矮株雌株：非抗螟正常株高雌雄同株：非抗螟正常株高雌株约为 3：1：3：1，由此可知，乙中转入的 A 基因\_\_\_\_\_（填：位于或不位于）2 号染色体上，理由是\_\_\_\_\_。F<sub>2</sub> 中抗螟矮株所占比例低于预期值，说明 A 基因除导致植株矮小外，还对 F<sub>1</sub> 的繁殖造成影响，结合实验二的结果推断这一影响最可能是\_\_\_\_\_。F<sub>2</sub> 抗螟矮株中 ts 基因的频率为\_\_\_\_\_，为了保存抗螟矮株雌株用于研究，种植 F<sub>2</sub> 抗螟矮株使其随机受粉，并仅在雌株上收获籽粒，籽粒种植后发育形成的植株中抗螟矮株雌株所占的比例为\_\_\_\_\_。

【答案】 ①. 甲 ②. 雌雄同株 ③. 是 ④. AAtsts ⑤. 抗螟雌雄同株：抗螟雌株=1：1  
⑥. 不位于 ⑦. 抗螟性状与性别性状间是自由组合的，因此 A 基因不位于 Ts、ts 基因所在的 2 号染色体上 ⑧. 含 A 基因的雄配子不育 ⑨. 1/2 ⑩. 1/6

#### 【解析】

【分析】根据题意可知，基因 Ts 存在时表现为雌雄同株，当基因突变为 ts 后表现为雌株，玉米雌雄同株 M 的基因型为 TsTs，则实验中品系 M 作为父本，品系甲和乙的基因型为 tsts，则作为母本。由于基因 A 只有一个插入到玉米植株中，因此该玉米相当于杂合子，可以看做为 AO，没有插入基因 A 的植株基因型看做为 OO，则分析实验如下：

实验一：品系 M (OOTsTs) × 甲 (AOtsts) → F<sub>1</sub> AOTsts 抗螟雌雄同株 1：OOTsts 非抗螟雌雄同株 1；让 F<sub>1</sub> AOTsts 抗螟雌雄同株自交，若基因 A 插入到 ts 所在的一条染色体上，则 F<sub>1</sub> AOTsts 抗螟雌雄同株产生的配子为 Ats、OTs，那么后代为 1AAtsts 抗螟雌株：2AOTsts 抗螟雌雄同株：1OOTsTs 非抗螟雌雄同株，该假设与题意相符合，因此说明实验一中基因 A 与基因 ts 插入到同一条染色体上。

实验二：品系 M (OOTsTs) × 乙 (AOtsts) → F<sub>1</sub> AOTsts 抗螟矮株雌雄同株 1：OOTsts 非抗螟正常株高雌雄同株 1，选取 F<sub>1</sub> AOTsts 抗螟矮株雌雄同株自交，后代中出现抗螟雌雄同株：抗螟雌株：非抗螟雌雄同株：非抗螟雌株=3：1：3：1，其中雌雄同株：雌株=3:1，抗螟：非抗螟=1:1，说明抗螟性状与性别之间发生了自由组合现象，说明基因 A 与基因 ts 没有插入到同一条染色体上，则基因 A 与基因 ts 位于非同源染色体上，符合基因自由组合定律，其中雌雄同株：雌株=3:1，但是抗螟：非抗螟=1:1 不符合理论结果 3:1，说明有致死情况出现。

【详解】(1) 根据题意和实验结果可知，实验一中玉米雌雄同株 M 的基因型为 TsTs，为雌雄同株，而甲品系的基因型为 tsts，为雌株，只能做母本，根据以上分析可知，实验二中 F<sub>1</sub> 的非抗螟植株基因型为 OOTsts，因此为雌雄同株。

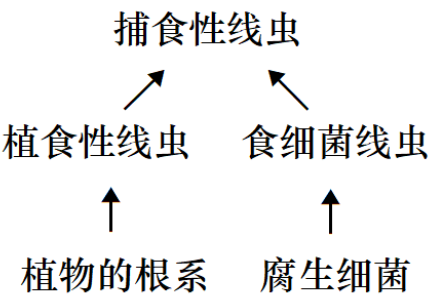
(2) 根据以上分析可知，实验一的 F<sub>1</sub> AOTsts 抗螟雌雄同株自交，后代 F<sub>2</sub> 为 1AAtsts 抗螟雌株：2AOTsts 抗螟雌雄同株：1OOTsTs 非抗螟雌雄同株，符合基因分离定律的结果，说明实验一中基因 A 与基因 ts 插入

到同一条染色体上，后代中抗螟雌株的基因型为  $AAAtsts$ ，将  $F_2$  中  $AAAtsts$  抗螟雌株与  $AOTsts$  抗螟雌雄同株进行杂交， $AAAtsts$  抗螟雌株只产生一种配子  $Ats$ ， $AOTsts$  抗螟雌雄同株作为父本产生两种配子，即  $Ats$ 、 $OTs$ ，则后代为  $AAAtsts$  抗螟雌株： $AOTsts$  抗螟雌雄同株=1:1。

(3) 根据以上分析可知，实验二中选取  $F_1AOTsts$  抗螟矮株雌雄同株自交，后代中出现抗螟雌雄同株：抗螟雌株：非抗螟雌雄同株：非抗螟雌株=3：1：3：1，其中雌雄同株：雌株=3:1，抗螟：非抗螟=1:1，说明抗螟性状与性别之间发生了自由组合现象，故乙中基因  $A$  不位于基因  $ts$  的 2 号染色体上，且  $F_2$  中抗螟矮株所占比例小于理论值，说明  $A$  基因除导致植株矮小外，还影响了  $F_1$  的繁殖，根据实验结果可知，在实验二的  $F_1$  中，后代  $AOTsts$  抗螟矮株雌雄同株： $OOTsts$  非抗螟正常株高雌雄同株=1:1，则说明含  $A$  基因的卵细胞发育正常，而  $F_2$  中抗螟矮株所占比例小于理论值，故推测最可能是  $F_1$  产生的含基因  $A$  的雄配子不育导致后代中雄配子只产生了  $OTs$  和  $Ots$  两种，才导致  $F_2$  中抗螟矮株所占比例小于理论值的现象。根据以上分析可知，实验二的  $F_2$  中雌雄同株：雌株=3:1，故  $F_2$  中抗螟矮植株中  $ts$  的基因频率不变，仍然为  $1/2$ ；根据以上分析可知， $F_2$  中抗螟矮株的基因型雌雄同株为  $1/3AOTsTs$ 、 $2/3AOTsts$ ，雌株基因型为  $AOts$ ，由于  $F_1$  含基因  $A$  的雄配子不育，则  $1/3AOTsTs$ 、 $2/3AOTsts$  产生的雄配子为  $2/3OTs$ 、 $1/3Ots$ ， $AOts$  产生的雌配子为  $1/2Ats$ 、 $1/2Ots$ ，故雌株上收获的籽粒发育成的后代中抗螟矮植株雌株  $AOts$  所占比例为  $1/2 \times 1/3 = 1/6$ 。

【点睛】本题考查基因分离定律和自由组合定律的知识点，要求学生掌握基因分离定律和自由组合定律的实质和常见的分离比，能够根据题意和实验结果分析相关个体的基因型及其比例，充分利用题干中的条件和比例推导导致后代比例异常的原因，这是该题考查的难点，能够利用配子法计算相关个体的比例，这是突破该题的重点。

24. 与常规农业相比，有机农业、无公害农业通过禁止或减少化肥、农药的使用，加大有机肥的应用，对土壤生物产生了积极的影响。某土壤中部分生物类群及食物关系如图所示，三种农业模式土壤生物情况如表所示。



取样深度(em)	农业模式	生物组分(类)	食物网复杂程度(相对值)
0-10	常规农业	15	1. 06
	有机农业	19	1. 23

	无公害农业	17	1. 10
10-20	常规农业	13	1. 00
	有机农业	18	1. 11
	无公害农业	16	1. 07

(1) 土壤中的线虫类群丰富，是土壤食物网的关键组分。若捕食性线虫为该土壤中的最高营养级，与食细菌线虫相比，捕食性线虫同化能量的去向不包括\_\_\_\_\_。某同学根据生态系统的概念认为土壤是一个生态系统，其判断依据是\_\_\_\_\_。

(2) 取样深度不同，土壤中生物种类不同，这体现了群落的\_\_\_\_\_结构。由表中数据可知，土壤生态系统稳定性最高的农业模式为\_\_\_\_\_，依据是\_\_\_\_\_。

(3) 经测定该土壤中捕食性线虫体内的镉含量远远大于其他生物类群，从土壤生物食物关系的角度分析，捕食性线虫体内镉含量高的原因是\_\_\_\_\_。

(4) 植食性线虫主要危害植物根系，研究表明，长期施用有机肥后土壤中植食性线虫的数量减少，依据图中信息分析，主要原因是\_\_\_\_\_。

**【答案】** ①. 流入下一个营养级 ②. 土壤是由各类土壤生物组成的生物群落和无机环境相互作用而形成的统一整体 ③. 垂直 ④. 有机农业 ⑤. 生物组分多，食物网复杂程度高 ⑥. 镉随着食物链的延长逐渐积累 ⑦. 长期施用有机肥后腐生细菌增加使食细菌线虫增加，引起捕食性线虫增加，植食性线虫因被大量捕食而减少，减少量多于其因植物根系增长而增加的量

**【解析】**

**【分析】** 1、生态系统的概念：由生物群落与无机环境相互作用而形成的统一整体，叫做生态系统。

2、生态系统能量流动的去向：一个营养级的生物所同化着的能量一般用于 4 个方面：一是呼吸消耗；二是用于生长、发育和繁殖，也就是贮存在构成有机体的有机物中。贮存在有机体的有机物中能量有一部分是死亡的遗体、残落物、排泄物等被分解者分解掉；另一部分是流入下一个营养级的生物体内，及未被利用的部分。

3、生态系统的稳定性：生态系统所具有的保持或恢复自身结构和功能相对稳定的能力，叫做生态系统的稳定性。生态系统的稳定性包括抵抗力稳定性和恢复力稳定性，一般来说，生态系统中的组分越多，食物网越复杂，其自我调节能力就越强，抵抗力稳定性就越高。

4、群落的空间结构：包括垂直结构和水平结构。群落的垂直结构指群落在垂直方面的配置状态，其最显著的特征是成层现象，即在垂直方向分成许多层次的现象。影响植被分层的主要因素是阳光，影响动物分层的主要因素是栖息空间和食物。群落的水平结构指群落的水平配置状况或水平格局，其主要表现特征是镶

嵌性。影响群落水平结构的因素包括地形的变化、土壤的湿度、盐碱度的差异性、光照强度的不同、生物自身的生长特点不同以及人与动物的影响等。

【详解】（1）根据以上分析可知，一个营养级的生物所同化着的能量一般用于 4 个方面：一是呼吸消耗；二是分解者分解；三是流入下一营养级；四是未利用的能量。根据图示可知图中捕食性线虫处于最高营养级，因此与食细菌线虫相比同化能量的去向不包括流入下一营养级。根据以上生态系统的概念分析可知，土壤是由各类土壤生物组成的生物群落与土壤无机环境相互作用构成的统一整体，因此属于生态系统。

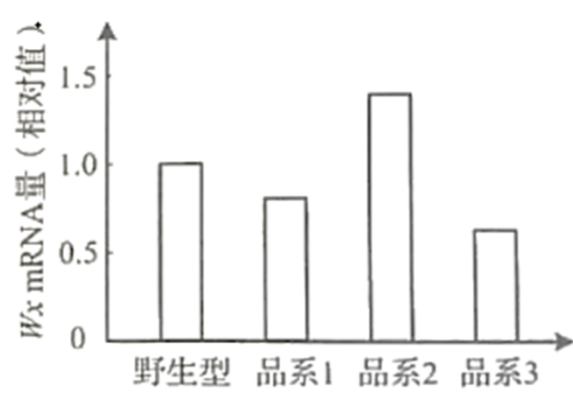
（2）根据以上分析可知，群落的空间结构包括垂直结构和水平结构，垂直结构的特点是分层现象，水平结构的特点是镶嵌分布，因此土壤中深度不同，土壤动物的不同体现了明显的分层现象，属于群落的垂直结构。生态系统稳定性与自我调节能力有关，一般来说，生态系统中的组分越多，食物网越复杂，其自我调节能力就越强，稳定性就越高，因此分析表中数据可知，有机农业土壤中生物组分多，食物网复杂程度高，是土壤生态系统稳定性最高的农业模式。

（3）生物富集作用亦称“生物放大作用”。指通过生态系统中食物链或食物网的各营养级的传递，某些污染物，如放射性化学物质和合成农药等，在生物体内逐步浓集增大的趋势。而且随着营养级的不断提高，有害污染物的浓集程度也越高，因此土壤中的污染物铬随着食物链延长逐渐积累，出现富集现象，在最高营养级生物捕食性线虫体内含量最高。

（4）根据图中信息可知，长期施用有机肥后，土壤中腐生细菌数量增加，导致食细菌线虫数量增加，在食物网中引起捕食性线虫数量的增加，这使得植食性线虫由于被大量捕食而数量减少，且减少量多与因植物根系增长而增加的数量。

【点睛】本题考查生态系统和群落的知识，要求学生掌握生态系统的概念和生态系统能量流动的过程，特别是把握生态系统能量流经每一营养级的去向，理解生态系统的稳定性及其原因，识记并理解群落的空间结构及其特点，这是该题考查的重点。

25. 水稻胚乳中含直链淀粉和支链淀粉，直链淀粉所占比例越小糯性越强。科研人员将能表达出基因编辑系统的 DNA 序列转入水稻，实现了对直链淀粉合成酶基因（*Wx* 基因）启动子序列的定点编辑，从而获得了 3 个突变品系。



(1) 将能表达出基因编辑系统的 DNA 序列插入 Ti 质粒构建重组载体时, 所需的酶是\_\_\_\_\_, 重组载体进入水稻细胞并在细胞内维持稳定和表达的过程称为\_\_\_\_\_。

(2) 根据启动子的作用推测, *Wx* 基因启动子序列的改变影响了\_\_\_\_\_, 从而改变了 *Wx* 基因的转录水平。与野生型水稻相比, 3 个突变品系中 *Wx* 基因控制合成的直链淀粉合成酶的氨基酸序列\_\_\_\_\_(填: 发生或不发生) 改变, 原因是\_\_\_\_\_。

(3) 为检测启动子变化对 *Wx* 基因表达的影响, 科研人员需要检测 *Wx* 基因转录产生的 mRNA (*Wx* mRNA) 的量。检测时分别提取各品系胚乳中的总 RNA, 经\_\_\_\_\_过程获得总 cDNA。通过 PCR 技术可在总 cDNA 中专一性的扩增出 *Wx* 基因的 cDNA, 原因是\_\_\_\_\_。

(4) 各品系 *Wx* mRNA 量的检测结果如图所示, 据图推测糯性最强的品系为\_\_\_\_\_, 原因是\_\_\_\_\_。

**【答案】** ①. 限制性核酸内切酶和 DNA 连接酶 ②. 转化 ③. RNA 聚合酶与启动子的识别和结合 ④. 不发生 ⑤. 编码直链淀粉合成酶的碱基序列中不含启动子 ⑥. 逆转录 (或: 反转录) ⑦. 引物是根据 *Wx* 基因的一段已知序列设计合成的 (或: 引物能与 *Wx* 基因的 cDNA 特异性结合) ⑧. 品系 3 ⑨. 品系 3 的 *Wx* mRNA 最少, 控制合成的直链淀粉合成酶最少, 直链淀粉合成量最少, 糯性最强

#### **【解析】**

**【分析】** 基因工程的操作步骤:

1、获取目的基因 (从基因组文库中获取、利用 PCR 技术扩增目的基因、化学合成法);

2、基因表达载体的构建 (这也是基因工程的核心); 一个完整的基因表达载体包括:

(1) 启动子: 位于基因的首端, 是 RNA 聚合酶识别并结合的位点, 驱动目的基因的转录; (2) 目的基因: 编码蛋白质的基因; (3) 终止子: 位于基因的尾端, 其作用使转录在需要的地方停止; (4) 标记基因: 作用是为了鉴别受体细胞中是否含有目的基因, 从而将含有目的基因的受体细胞筛选出来。

3、将目的基因导入受体细胞 (植物、动物、微生物): 目的基因进入受体细胞内, 并且在受体细胞内维持稳定和表达的过程, 称为转化。

4、目的基因的检测与鉴定 (DNA 分子杂交技术, 分子杂交技术、抗原抗体杂交)。

**【详解】** (1) 将目的基因与 Ti 质粒构建基因表达载体时, 需要限制酶的切割, 将目的基因插入载体时需要 DNA 连接酶的连接, 重组载体进入水稻细胞并在细胞内维持稳定和表达的过程叫做转化。

(2) 根据以上分析可知, 启动子是 RNA 聚合酶识别并结合的位点, 如果启动子序列改变将会影响 RNA 聚合酶与之结合和识别, 进而影响基因的转录水平。在真核生物中, 编码蛋白质的序列是基因中编码区, 编码区中不包括启动子序列, 因此直链淀粉合成酶的基因碱基序列中不含有启动子, 因此 3 个突变品系中 *Wx* 基因中控制合成直链淀粉酶的氨基酸序列不发生改变。

(3) 以 mRNA 为模板合成 cDNA 的过程为逆转录，利用 PCR 技术扩增 Wx 基因的 cDNA，需要以 Wx 基因合成的引物，这样引物能够在总 cDNA 中与 Wx 基因的 cDNA 特异性结合，从而利用 PCR 扩增技术专一性扩增出 Wx 基因的 cDNA。

(4) 识图分析可知，图中品系 3 的 Wx 基因的 mRNA 的含量最少，那么合成的直链淀粉酶最少，直链淀粉合成量最少，因此该水稻胚乳中含的直链淀粉比例最小，糯性最强。

**【点睛】** 本题考查基因工程的知识点，要求学生掌握基因工程的操作工具和操作步骤是解决问题的关键。识记并理解基因工程中工具酶的种类和作用，把握基因表达载体构建的过程，理解启动子的功能和编码蛋白质的基因的结构，这是该题考查的难点；把握 PCR 扩增技术的操作过程和引物的作用，这是突破第 (3) 问的关键。