



第一部分 非选择题突破练

突破练 1 植物生理

角度 1 细胞代谢过程及拓展

1. (12 分, 每空 2 分)

- (1) 叶绿体基质
- (2) 吸收灯光照射的热量, 排除光照引起的温度变化对实验的影响 杀死细胞(或杀死小球藻)
- (3) 溶解度高的物质随层析液在滤纸上扩散快, 反之则慢(合理即可) 使物质进一步分离
- (4) CO_2 固定后的第一个产物为 3-磷酸甘油酸

【解析】(1) 小球藻固定 CO_2 的场所是叶绿体基质。(2) 实验中在灯和小球藻培养液之间放了盛水玻璃柱, 目的是吸收灯光照射的热量, 排除光照引起的温度变化对实验的影响; 将样品立即加入煮沸的甲醇中的目的是杀死细胞(或杀死小球藻), 使光合作用停止。(3) 纸层析法是一种常用的分离和检测小分子化合物的方法, 其原理是不同物质在层析液中的溶解度不同, 随层析液在滤纸上的扩散速度不同, 溶解度越大, 扩散得越快; 将完成一次层析的层析纸晾干再转动 90° , 换一种层析液 B, 再次层析, 第二次层析能进一步分离产物。(4) 根据标记化合物出现的时间, 最先检测到 ^{14}C 的是 3-磷酸甘油酸, 这说明 $^{14}\text{CO}_2$ 最早转化形成的产物是 3-磷酸甘油酸。

2. (10 分, 除标注外, 每空 1 分)

- (1) 光合作用
- (2) 吸能 电能 NADPH
- (3) H^+ 、 O_2 、 e^- (2 分) Mg^{2+} (镁) 红光和蓝紫
- (4) 有助于提高粮食产量, 解决粮食短缺问题; 缓解温室效应; 有助于实现碳中和(2 分)

【解析】(1) 地球上最大规模的能量物质转换和生物固碳过程是光合作用。(2) 据图可知, 光反应是一个吸能反应, 主要完成水的光解生成 NADPH 以及 ATP 的合成, 需要太阳能为其提供能量, 光系统进行捕光并完成电荷分离, 实现从光能到电能的转换, 生成的电子通过电子传递链最终生成 NADPH; 并使氢离子形成质子梯度(或 H^+ 浓度差), 驱动 ATP 合成酶催化合成 ATP。(3) 叶绿素作为天然光催化剂, 驱动水分解产生 H^+ 、 O_2 、 e^- , 这是维持地球上好氧生命的关键过程。镁是构成叶绿素的重要元素, 通过铜的修饰可以提高叶绿素 a 的稳定性, 因此可利用 Cu 取代叶绿素 a 中心的 Mg^{2+} (镁) 以提高其稳定性。叶绿素主要吸收红光和蓝紫光, 叶绿素可与碳材料形成多元催化剂, 碳材料在 $300\sim 400\text{ nm}$ 范围内表现出

很强的吸光度, 可以有效地将这些光子转化为可见的红光和蓝紫光以被天然叶绿素用于光合作用。(4) 2021 年我国科学家首次实现了无细胞条件下, 二氧化碳到淀粉的人工合成, 速率为玉米的 8.5 倍。这项技术具有的重要意义有有助于提高粮食产量, 解决粮食短缺问题; 缓解温室效应; 有助于实现碳中和等。

3. (12 分, 除标注外, 每空 1 分)

- (1) CO_2 的固定
- (2) 细胞质基质 线粒体基质
- (3) 光呼吸 呼吸作用 7—10 时, 随着光照强度的增加, 株系 1 和 2 由于转入了改变光呼吸的相关基因, 其光呼吸速率降低, 而光呼吸将已经同化的碳释放, 且整体上是消耗能量的过程(2 分) 不能 总光合速率 = 净光合速率 + 呼吸速率, 呼吸速率为光照强度为 0 时二氧化碳的释放速率, 而图丙的横坐标为二氧化碳的浓度, 无法得出呼吸速率(2 分)
- (4) 与株系 2 以及 WT 相比, 转基因株系 1 在不同光照强度以及不同 CO_2 浓度下的净光合速率更大(2 分)

【解析】(1) 在光合作用的暗反应过程中, CO_2 在特定酶的作用下与 C_5 结合形成两个 C_3 , 这个过程称作 CO_2 的固定, 故反应①是 CO_2 的固定过程。(2) 有氧呼吸的第一、二、三阶段的场所依次是细胞质基质、线粒体基质和线粒体内膜。有氧呼吸第一阶段是葡萄糖分解成丙酮酸和 NADH, 合成少量 ATP; 第二阶段是丙酮酸和水反应生成二氧化碳和 NADH, 合成少量 ATP; 第三阶段是 NADH 与 O_2 结合生成水, 合成大量 ATP, 故以葡萄糖为反应物的有氧呼吸产生 NADH 的场所是细胞质基质、线粒体基质。(3) 由图甲可知, 在线粒体中进行光呼吸的过程中, 也会产生二氧化碳, 因此植物光合作用 CO_2 的来源除了外界环境外, 还可来自光呼吸、呼吸作用。7—10 时, 随着光照强度的增加, 株系 1 和 2 由于转入了改变光呼吸的相关基因, 其光呼吸速率降低, 而光呼吸将已经同化的碳释放, 且整体上是消耗能量的过程, 因此与 WT 相比, 株系 1 和 2 的净光合速率较高。总光合速率 = 净光合速率 + 呼吸速率, 呼吸速率为光照强度为 0 时二氧化碳的释放速率, 而图丙的横坐标为二氧化碳的浓度, 无法得出呼吸速率, 故据图丙中的数据不能计算出株系 1 的总光合速率。(4) 由图乙、图丙可知, 与株系 2 以及 WT 相比, 转基因株系 1 在不同光照强度以及不同 CO_2 浓度下的净光合速率更大, 因此选择转基因株系 1 进行种植, 产量可能更具优势。

4. (11分,除标注外,每空2分)

(1)叶肉(1分) 炎热干旱夏季的中午,植物气孔大量关闭,使得空气中的 CO_2 不易进入细胞,细胞内 CO_2 浓度较低,而 C_4 植物的PEP羧化酶比RuBP羧化酶对 CO_2 的亲合力更强,可以利用低浓度的 CO_2

(2)苹果酸分解和细胞呼吸(有氧呼吸)释放 细胞质基质和线粒体

(3)实验思路:在透明的密闭装置内种植蝴蝶兰,利用 CO_2 传感器测定其白天和夜晚 CO_2 含量变化的差异

实验结果和结论:若密闭容器内白天 CO_2 含量不变,晚上 CO_2 含量下降,则为CAM植物,若白天 CO_2 含量下降,晚上 CO_2 含量增多,则不是CAM植物

【解析】(1)结合图甲可知,叶肉细胞的叶绿体中有类囊体,没有RuBP羧化酶,因此可以进行光反应,不能进行暗反应。 C_4 植物的PEP羧化酶对 CO_2 的亲合力更强,这种酶就起一个“二氧化碳泵”的作用,把外界 CO_2 “压”进维管束鞘细胞中去,增加维管束鞘细胞的 CO_2 浓度。所以,在炎热干旱环境中,叶片关闭气孔以减少水分的丧失,导致叶片中 CO_2 浓度下降,在这样的环境中, C_4 植物的光合速率高于 C_3 植物。(2)结合图乙可知,CAM植物参与卡尔文循环的 CO_2 直接来源于呼吸过程释放和苹果酸分解;夜晚其叶肉细胞能产生ATP的过程是呼吸作用,场所是细胞质基质和线粒体。(3)CAM植物白天气孔关闭,夜间气孔开放,因此要设计实验探究蝴蝶兰是否是CAM植物,可将蝴蝶兰培养在透明的密闭容器内,置于自然环境中,若白天 CO_2 含量不变,晚上 CO_2 含量下降,则为CAM植物,若白天 CO_2 含量下降,晚上 CO_2 含量增多,则不是CAM植物。

5. (14分,除标注外,每空2分)

(1)叶绿体色素为脂溶性物质,易溶于乙醇

(2)五碳糖(C_5)(1分) ATP和NADPH CO_2 是光合作用的原料、 ^{13}C 可被仪器检测

(3)降低(1分) 增加(1分) 光合作用合成的有机物总量少,可提供给果实的有机物相应减少

(4)就近分配原则

(5) C (1分)

【解析】(1)叶绿体中的色素为脂溶性物质,易溶于乙醇,因此用乙醇作为提取液。(2)研究光合产物从源分配到库时,给叶片供应 $^{13}\text{CO}_2$, $^{13}\text{CO}_2$ 先与叶绿体内的五碳糖(C_5)结合而被固定,形成的产物还原为糖需接受光反应合成的ATP和NADPH中的化学能。合成的糖分子运输到果实等库中。在本实验中,选用 $^{13}\text{CO}_2$ 的原因有 CO_2 是光合作用的原料、 ^{13}C 可被仪器检测等。(3)分析实验甲、乙、丙组结果可知,随着该植物库源比降低,叶净光合速率降低;果实中含 ^{13}C 光合产物的量增加。库源比升高导致果实单果重变化的原因是光合作用合成的有机物总量少,可提供给果实的有机物相应减少。(4)根据表中实验结果,从库与源的距离分析,叶片光合产物

分配给果实的特点是离叶片越近的果实分配到的有机物越多,即就近分配原则。(5)综合题述实验结果,从调整库源比分析,能提高单枝的合格果实产量的措施是疏果,即减小库和源的比值,能提高果实产量,故选C。

角度2 光合作用的影响因素

1. (10分,除标注外,每空1分)

(1)蓝 类囊体薄膜 (CH_2O)(或糖类) C_5 (与前一空可互换) 紫外光

(2)无水乙醇 叶绿素和类胡萝卜素都能吸收蓝紫光,选择红光可以避免类胡萝卜素对实验的干扰(2分)

(3)蓝膜覆盖下蓝光透过率高于白膜和绿膜,有利于藏川杨幼苗进行光合作用;蓝膜覆盖下叶绿素含量和类胡萝卜素的含量均高于白膜和绿膜,藏川杨幼苗光合速率较强;蓝膜覆盖下紫外光的透过率低于白膜和绿膜,减弱了紫外光辐射对幼苗的伤害(2分,答出2点即可)

【解析】(1)光合作用过程中,叶绿体类囊体薄膜上的光合色素主要吸收红光和蓝紫光;在叶绿体基质中, CO_2 与 C_5 反应产生 C_3 , C_3 在酶的催化下,利用光反应产生的ATP和NADPH还原转化成糖类和 C_5 ;据图可知,白膜透过的紫外光较多,而蓝膜和绿膜透过的紫外光较少,因此与白膜相比,蓝膜和绿膜可以更好地减少紫外光对幼苗的辐射。(2)叶绿体中的光合色素不溶于水而溶于有机溶剂(如无水乙醇),因此可用无水乙醇提取光合色素;提取的光合色素包含叶绿素和类胡萝卜素,叶绿素主要吸收红光和蓝紫光,类胡萝卜素主要吸收蓝紫光,因此在测定叶绿素含量时要选择红光,不能选用蓝紫光,以避免类胡萝卜素对实验结果的影响。(3)据图表可知,与白膜和绿膜处理相比,覆盖蓝膜时藏川杨幼苗的光合色素含量更高,有利于进行光合作用;此外,相比之下,覆盖蓝膜时蓝光的透过率最大、紫外光透过率最小,蓝光较多有利于幼苗的光合作用,紫外光较少可减弱对幼苗的辐射,更有利于幼苗的生长,因此覆盖蓝膜更有利于藏川杨幼苗适应高原环境。

2. (10分,除标注外,每空2分)

(1)叶绿体类囊体薄膜(1分) ATP和NADPH

(2)栽培种(1分) 先上升后下降

(3)2种番茄的光补偿点降低,光饱和点升高,对PAR的利用提高 NADPH和ATP供应不足;固定 CO_2 的酶活性不够高、 C_5 的再生速率不足、有机物在叶绿体中积累较多等

【解析】(1)光反应场所为叶绿体类囊体薄膜,光反应为暗反应提供ATP和NADPH。 CO_2 是光合作用的原料,在暗反应阶段, CO_2 被固定后形成 C_3 , C_3 接受ATP和NADPH释放的能量,随后会被还原。(2)由图甲A可知,提高 CO_2 的浓度,栽培种的下降趋势更显著。图甲B显示,随着 CO_2 浓度升高,栽培种番茄和野生种番茄的光合速率均是先上升再下降。(3) CO_2 浓度从 $300\mu\text{L/L}$ 增至 $800\mu\text{L/L}$ 时,2种番茄的

光补偿点降低,光饱和点升高,对 PAR 的利用提高,故光合速率提高。当 CO_2 浓度倍增时,光合速率不能倍增,其限制因素可能是光反应为暗反应提供的 ATP 和 NADPH 不足,或者暗反应中固定 CO_2 的酶活性不够高(或数量不足),从而影响 CO_2 的固定;或者 C_3 的还原酶活性相对较低,导致 C_3 还原速率慢,生成的 C_5 数量少,影响二氧化碳的固定,进而影响光合作用速率;也可能是有机物在叶绿体中积累较多等。

3. (11 分,除标注外,每空 2 分)

(1)遮阴比例(1 分) 叶绿素含量、净光合速率

(2)B(1 分) 各组玉米籽粒的平均重量

(3)A(1 分) 取等量 A、C 两组玉米叶片若干,分别提取和分离两组叶片中的光合色素,比较两组叶片中叶绿素含量的多少

(4)提高玉米产量的最适遮阴比例是多少?(或为什么 B2 组叶绿素含量和光合速率最低?,合理即可)

【解析】(1)自变量是人为控制的不一样的条件,结合表格可知,本实验的自变量为遮阴比例,因变量的观测指标有叶绿素含量、净光合速率。(2)依据实验结果可推测 B 组玉米产量可能更高,因为其净光合速率最大,可在收获后分别测量各组玉米籽粒的平均重量进行验证。(3)某兴趣小组为验证 C 组的叶绿素含量升高,需要分析玉米植株遮阴处理后光合色素含量的变化,应以 A 组为对照,验证这种差异的实验思路为取等量 A、C 两组玉米叶片若干,分别提取和分离两组叶片中的光合色素,比较两组叶片中叶绿素含量的多少。(4)基于实验现象及结果,可以提出的问题是提高玉米产量的最适遮阴比例是多少?为什么 B2 组叶绿素含量和光合速率最低?

4. (11 分,除标注外,每空 2 分)

(1)ATP 和 NADPH(1 分) 糖类和 C_5 (1 分)

(2)减法原理 加法原理

(3)增大(1 分) ①与 WT 组相比,OE 组叶绿素含量较高,促进旗叶的光合作用 ②与 WT 组相比,OE 组旗叶中编码蔗糖转运蛋白基因的表达量较高,可以及时将更多的光合产物(蔗糖)从叶绿体中运出,从而促进旗叶的光合作用

【解析】(1)旗叶从外界吸收的 CO_2 用于暗反应。在特定酶的作用下,1 分子的 CO_2 与 1 分子的核酮糖-1,5-二磷酸(C_5)结合,形成 2 分子的 3-磷酸甘油酸(C_3)。接着在有关酶的催化作用下, C_3 接受 ATP 和 NADPH 释放的能量,并且被 NADPH 还原,随后,一些接受能量并被还原的 C_3 ,在酶的作用下经过一系列的反应转化为糖类,还有一些接受能量并被还原的 C_3 ,经过一系列变化,又形成 C_5 。(2)在对照实验中,控制自变量可以采用“加法原理”或“减法原理”,即与常态比较,人为增加或去除某种影响因素。根据题干信息,与 WT 相比,KO 是 OsNAC 敲除突变体,相当于人为去除了某种影响因素,利用了“减法原理”;OE 是 OsNAC 过量表达株,相当于增加了某种影响因素,利用了“加法原理”。(3)据表中数据分析可知,WT 组净光合速率为 $24.0 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,而

OE 组净光合速率为 $27.7 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,故 OsNAC 过量表达会使旗叶净光合速率增大。 OsNAC 过量表达会使旗叶净光合速率增大的原因:①据表中数据分析可知,与 WT 组相比,OE 组叶绿素含量较高,可以使旗叶捕获更多的光能,促进其光合作用,使其净光合速率增大;②根据柱形图分析可知,与 WT 组相比,OE 组旗叶中编码蔗糖转运蛋白基因的表达式较高,蔗糖转运蛋白可以及时将更多的光合产物(蔗糖)从叶绿体中运出,避免光合产物积累对光合速率的影响,从而促进旗叶的光合作用,使其净光合速率增大。

角度 3 逆境对植物光合作用的影响

1. (11 分,除标注外,每空 1 分)

(1)三 细胞质基质(或细胞溶胶) 糖酵解 耐渍害

(2)胞间 CO_2 浓度 下降 非气孔限制因素 胞间 CO_2 浓度与光合速率、气孔导度呈负相关(2 分)

(3)脱落酸 细胞凋亡

【解析】(1)有氧呼吸三个阶段均有能量释放,但释放能量最多的是第三阶段;无氧呼吸的整个过程都在细胞溶胶中进行,渍害条件下,丙酮酸在丙酮酸脱氢酶的作用下,转变为乙醛,之后在乙醇脱氢酶的作用下,乙醛被还原成乙醇,同时伴随 NAD^+ 的再生,使糖酵解得以顺利进行,植物可获得生存必需的能量。乙醇脱氢酶活性越高的品种,糖酵解的进行越顺利,获得的能量越多,植物也越耐渍害。(2)由表可知,叶绿素含量与胞间 CO_2 浓度的 r 值为 -0.93 ,所以胞间 CO_2 浓度与叶绿素含量呈负相关。光合速率与蒸腾速率的 r 值为 0.95 ,二者呈正相关,渍害条件下光合速率显著下降,则蒸腾速率也呈下降趋势。光合速率和气孔导度的相关性是 0.99 ,呈正相关,两者和胞间 CO_2 浓度的相关性都是 -0.99 ,呈负相关。因此光合速率下降时,气孔导度下降,但是胞间 CO_2 浓度上升,由此推测光合速率下降主要是由非气孔限制因素导致的。(3)脱落酸能诱导气孔关闭。某些薄壁组织转化为腔隙,形成通气组织是通过细胞凋亡实现的。

2. (10 分,除标注外,每空 2 分)

(1)高(1 分) 常温+清水

(2)低温会降低 CO_2 固定相关酶的活性 光抑制会降低光反应速率,使产生的 ATP 和 NADPH 减少, C_5 的相对含量减少

(3)缓解(1 分) 植物生长调节剂甲能提高 SOD 的活性,清除 ROS,减少 ROS 对光合色素等的破坏

【解析】(1)分析题意可知,本实验目的是研究植物生长调节剂甲对水稻幼苗光抑制的影响,而在光能过剩的条件下容易使光反应速率和光合速率降低,出现光抑制现象,故实验过程中,需要给予水稻幼苗高光照。实验设计应遵循对照与单一变量原则,第④组为对照组,推测第④组的处理方法为常温+清水。(2)二氧化碳是暗反应的原料,生化反应的进行需要酶的催化,且暗反应的进行需要光反应产物参与,低温胁迫诱发光抑制的植物的 CO_2 固定速率降低,原因可能是低温会降低

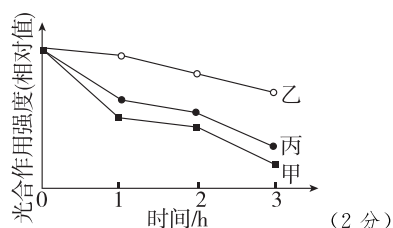
CO₂ 固定相关酶的活性;光抑制会降低光反应速率,使产生的 ATP 和 NADPH 减少,C₅ 的相对含量减少。(3)第①组是低温+清水,第②组是低温+甲溶液,两组的自变量是甲溶液的有无,据图可知,第②组的光合速率>第①组的光合速率,说明植物生长调节剂甲可缓解水稻幼苗的光抑制,且折线图中第②组的 SOD 活性高于第①组,因此其影响光抑制的机理是植物生长调节剂甲能提高 SOD 的活性,清除 ROS,减少 ROS 对光合色素等的破坏。

3. (10 分,除标注外,每空 2 分)

(1)差速离心法(1 分) 叶片的呼吸作用或建构自身结构需要利用一部分有机物

(2)CO₂ 不足;C₅(五碳化合物)含量不足;酶的含量有限;有机物在叶绿体中积累较多等(合理即可)

(3)将水稻幼苗均分为乙、丙两组,并分别用茉莉酸甲酯、茉莉酸甲酯+林可霉素处理,在适宜条件下用强光照射,观察其光合作用强度的变化(3 分)



【解析】(1)由于不同细胞器的密度不同,分离各种细胞器的方法是差速离心法;光合作用能利用二氧化碳和水产生有机物,由于叶片的呼吸作用或建构自身结构需要利用一部分有机物,故在正常情况下,植物叶片的光合产物不会全部运输到其他部位去。(2)光合作用包括光反应和暗反应过程,其中光反应可为暗反应提供 NADPH 和 ATP,此外,光合作用还需要酶的催化,在强光照射后短时间内,水稻幼苗的光合作用达到一定速率后不再增加,从暗反应角度分析,其原因可能是 CO₂ 不足;C₅(五碳化合物)含量不足或酶的含量有限;有机物在叶绿体中积累较多等。(3)实验设计应遵循对照与单一变量原则,具体思路是将水稻幼苗进行分组并分别用茉莉酸甲酯、茉莉酸甲酯+林可霉素处理,在相同且适宜的条件下用强光照射,观察其光合作用强度的变化。已知茉莉酸甲酯处理后叶片的净光合速率升高,可以减轻光抑制;而林可霉素存在时,茉莉酸甲酯对光抑制的缓解受阻,绘制曲线如答案所示。

4. (11 分,除标注外,每空 2 分)

(1)脱落酸(1 分)

(2)叶绿素含量下降使吸收利用的光能减少,干旱胁迫导致气孔关闭,吸收利用的 CO₂ 减少 呼吸速率的下降幅度小于光合速率的下降幅度,需要更强的光照才能使二者相等 提高细胞液的渗透压,减少渗透失水

(3)2.7

(4)叶绿素含量高,使光反应速率较高;RuBP 羧化酶的活性高,使暗反应速率较高

【解析】(1)脱落酸能够抑制细胞分裂,促进气孔关闭,促进植物休眠,促进叶和果实的衰老、脱落。在干旱胁迫下,该植物合成的脱落酸明显增多,促进气孔关闭,降低蒸腾作用,减少水分散失。(2)随着干旱胁迫程度的增加,最大净光合速率逐渐下降,其原因是叶绿素含量下降使吸收利用的光能减少,干旱胁迫导致气孔关闭,吸收利用的 CO₂ 减少。呼吸速率的下降幅度小于光合速率的下降幅度,需要更强的光照才能使二者相等,因此随着干旱胁迫程度的增加,光补偿点逐渐升高。细胞内可溶性小分子物质含量增多能提高细胞液的渗透压,减少渗透失水,以适应干旱的环境。(3)真正光合作用速率等于呼吸速率与净光合作用速率之和,由表格可知重度干旱(T₃)胁迫下,最大净光合作用速率是 1.7 μmol CO₂ · m⁻² · s⁻¹,呼吸速率是 1.0 μmol CO₂ · m⁻² · s⁻¹,因此,该植物的最大光合速率为 1.7+1.0=2.7 μmol CO₂ · m⁻² · s⁻¹。(4)与对照组相比,施加氮肥组的叶绿素含量和 RuBP 羧化酶的活性都提高了,叶绿素含量高,使光反应速率较高;RuBP 羧化酶的活性高,使暗反应速率较高,因此施加氮肥组幼苗植株的光合速率较高。

5. (11 分,除标注外,每空 2 分)

(1)叶绿素和类胡萝卜素(1 分) 不同色素在层析液中溶解度不同,溶解度高的随层析液在滤纸上扩散得快,反之则慢

(2)高盐胁迫条件下部分气孔关闭,从外界进入胞间的 CO₂ 减少,叶绿体从细胞间吸收利用的 CO₂ 基本不变 色素含量降低,光反应产生的 NADPH 和 ATP 不足,暗反应减弱,CO₂ 固定量减少,最终导致胞间 CO₂ 浓度升高

(3)①低盐条件下主要通过提高细胞中无机盐的相对浓度进行调节;高盐条件下主要通过提高细胞中可溶性糖的相对含量进行调节 ②将细胞质中的 Na⁺ 运输到细胞外;通过载体蛋白和囊泡运输将细胞质中的 Na⁺ 储存在液泡中;将细胞质中的 Na⁺ 储存在囊泡中

【解析】(1)光合色素主要包括叶绿素和类胡萝卜素,叶绿素包括叶绿素 a 和叶绿素 b,类胡萝卜素包括胡萝卜素和叶黄素。绿叶中的色素能够溶解在有机溶剂无水乙醇中,所以,可以用无水乙醇提取绿叶中的色素。不同色素在层析液中的溶解度不同,溶解度高的随层析液在滤纸上扩散得快,反之则慢,因此,色素就会随着层析液在滤纸上的扩散而分离开。(2)从图甲来看,第 15 天之前色素含量下降不大,胞间 CO₂ 浓度降低,推测可能是高盐胁迫条件下部分气孔关闭,从外界进入胞间的 CO₂ 减少,叶绿体从细胞间吸收利用的 CO₂ 基本不变,使胞间 CO₂ 浓度降低。第 15 天之后色素含量大幅度下降,光反应速率下降,使光反应产生的 NADPH 和 ATP 不足,C₃ 未能被及时还原并形成 C₅,最终导致 CO₂ 固定量减少,叶绿体从细胞间吸收利用的 CO₂ 减少,故胞间 CO₂ 浓度会升高。(3)①分析图乙可知,当 NaCl 溶液浓度低于 150 mmol/L 时(低盐胁迫),随 NaCl 溶液浓度的升高,根部细胞内无机盐相对浓度逐渐增加;当 NaCl 溶液浓度高于 150 mmol/L 时(高盐胁迫),随着 NaCl 溶液浓度的升高,根

部细胞内可溶性糖含量大幅度增加,可见该海水稻根部细胞适应低盐和高盐胁迫的调节机制不同,即低盐条件下主要通过提高细胞中无机盐的相对浓度进行调节,高盐条件下主要通过提高细胞中可溶性糖的相对含量进行调节。②根据图丙可知,盐胁迫条件下,植物根部细胞降低 Na^+ 毒害的“策略”有通过细胞膜上的载体蛋白将 Na^+ 从胞质运输到胞外;通过液泡膜上的载体蛋白和囊泡运输将细胞质中的 Na^+ 运输到液泡中储存;将细胞质中的 Na^+ 储存在囊泡中。

角度 4 植物激素及植物激素间的相互作用

1. (10 分,每空 2 分)

- (1)主动运输 植物顶端产生的生长素运输至侧芽处,使得侧芽处生长素浓度较高,且侧芽对生长素敏感
- (2)生长素的极性运输能够抑制水稻分蘖的发生
- (3)降低水稻根茎结合处的总磷含量,进而抑制水稻分蘖的发生
- (4)除了生长素之外,可能存在其他因素抑制水稻分蘖的发生(合理即可)

【解析】(1)极性运输属于主动运输,植物顶端产生的生长素运输至侧芽处,使得侧芽处生长素浓度较高,且侧芽对生长素敏感,从而抑制侧芽生长。(2)图 a 结果表明,在正常供磷条件下,施加 NAA 显著抑制了水稻分蘖的发生,而施加 NPA 处理后水稻分蘖数则显著增加,由此说明生长素的极性运输能够抑制水稻分蘖的发生。(3)由于分蘖产生于根茎结合处,根茎结合处的磷含量会影响分蘖发生。实验测定,与正常供磷处理相比,低磷处理时水稻根茎结合处的总磷含量显著降低 67%。结合图 b 分析可知,低磷胁迫能降低水稻根茎结合处的总磷含量,进而抑制水稻分蘖的发生。(4)图 b 结果表明,在正常供磷条件下,施加 NAA 后水稻分蘖数与低磷处理相近,差异不显著;在低磷条件下,施加 NPA 处理不能增加水稻的分蘖数,其分蘖数与低磷处理相近,差异不显著。上述结果表明,在低磷胁迫下,除了生长素之外,可能存在其他因素抑制水稻分蘖的发生。

2. (9 分,除标注外,每空 2 分)

- (1)ATP、NADPH 突变体细胞分裂素合成增多,使类囊体膜蛋白稳定性增强,而细胞分裂素能促进叶绿素的合成
- (2)高(1 分) 开花 14 天后突变体气孔导度大于野生型,但胞间 CO_2 浓度小于野生型,且突变体的呼吸代谢不受影响,因此突变体的光合作用强度更大,需要的光照强度更大
- (3)蔗糖转化酶催化蔗糖分解为单糖,图中突变体蔗糖转化酶活性大于野生型,因此突变体内可向外运输到籽粒的蔗糖少于野生型

【解析】(1)光反应产生的 ATP 和 NADPH 可用于暗反应中 C_3 的还原。对比野生型和突变体不同条件下类囊体膜蛋白稳定性可知,不同条件下突变体类囊体膜蛋白稳定性均高于野生型,原因可能是突变体细胞分裂素合成增加,使类囊体膜

蛋白稳定性增强,而细胞分裂素可促进叶绿素的合成,故与野生型相比,开花后突变体叶片变黄的速度慢。(2)据表可知,开花 14 天后突变体的气孔导度大于野生型,但突变体的胞间 CO_2 浓度低于野生型,且突变体的呼吸代谢不受影响,说明突变体光合作用更强,消耗的 CO_2 更多,因此突变体达到光饱和点需要的光照强度更高。(3)据图可知,与野生型相比,突变体蔗糖转化酶活性更高,而蔗糖转化酶催化蔗糖分解为单糖,故突变体内蔗糖减少,且叶片的光合产物主要以蔗糖的形式运输到植株各处,因此突变体向外运输的蔗糖减少,导致籽粒淀粉含量低。

3. (12 分,除标注外,每空 1 分)

- (1)内膜 ATP 热能
- (2)正反馈调节
- (3)逐渐上升而后相对稳定 将采摘后分别放置 0、1、2、3、4、5 天的菠萝蜜分成 6 组,编号为 a、b、c、d、e、f 在 6 支试管中分别添加等量的 DNS 试剂,混匀(2 分) 在加热的过程中使用比色仪分别测定各组试管中棕红色可溶性物质的浓度,记录并分析(2 分)
- (4)呼吸速率随乙烯释放速率的增加而增加,乙烯释放速率降低后,呼吸速率也随之降低,表明两者的相关性(2 分)

【解析】(1)菠萝蜜在贮藏期间,细胞呼吸消耗氧气的阶段是有氧呼吸的第三阶段,发生在线粒体内膜上,其释放的能量一部分用于生成 ATP,另一部分以热能的形式散失。(2)据图可知,菠萝蜜在贮藏初期会释放少量乙烯,随后有大量乙烯生成,进而加速了果实的成熟,这体现了乙烯产生的调节方式为正反馈调节。(3)图中显示,菠萝蜜在贮藏 5 天内乙烯的产生量也表现出先上升后下降的趋势,据此推测,该过程中可溶性糖的含量变化趋势是逐渐上升而后相对稳定。为证实上述推测,拟设计实验进行验证。本实验假设菠萝蜜中的可溶性糖均为葡萄糖,并提供了充足的新采摘菠萝蜜、仪器设备(如比色仪,可用于定量分析溶液中物质的浓度)、玻璃器皿和试剂(如 DNS 试剂,该试剂能够和葡萄糖在沸水浴中加热产生棕红色的可溶性物质)等,本实验的目的是检测葡萄糖含量的变化,利用的原理是颜色反应,颜色的深浅代表葡萄糖含量的多少,据此简要描述实验过程:①分组编号,将采摘后分别放置 0、1、2、3、4、5 天的菠萝蜜分成 6 组,编号为 a、b、c、d、e、f,实验中保证采摘后用于实验的菠萝蜜生长状态一致;②分别取等量的 6 组菠萝蜜制作匀浆,取等量(1 毫升)匀浆液分别置于 6 支干净的试管中;③在 6 支试管中分别添加等量的 DNS 试剂,混匀;④分别在沸水浴中加热;⑤在加热的过程中使用比色仪分别测定各组试管中棕红色可溶性物质的浓度,记录并分析。(4)综合上述发现,新采摘的菠萝蜜在贮藏过程中释放的乙烯能调控果实的呼吸速率上升,这是因为呼吸速率随乙烯释放速率的增加而增加,乙烯释放速率降低后,呼吸速率也随之降低,表明两者的相关性。

角度5 植物生理结合其他知识的综合考查

1. (11分,除标注外,每空2分)

(1)增强(1分) 暗反应(1分)

(2)水是光合作用原料之一;干旱会降低小麦 Rubisco 活性;干旱会降低气孔导度,减少小麦对 CO_2 的吸收

(3)ABA 能降低气孔导度,使光合作用强度减弱 ABA 能提高 Rubisco 活性,使光合作用强度增强

(4)ABA 会降低气孔导度,使光合作用强度减弱,而又能提高 Rubisco 活性,使光合作用加强;在正常供水情况下,施加 ABA 后,气孔导度的下降对光合速率的影响大于 Rubisco 活性升高对光合速率的影响,则光合速率下降;在干旱胁迫下,施加 ABA 后,气孔导度的下降对光合速率的影响小于 Rubisco 活性升高对光合速率的影响,则光合速率提高(3分)

【解析】(1)经干旱处理后,根细胞的溶质浓度增大,渗透压增大,对水分子吸引力增大,植物根细胞的吸水能力增强。Rubisco 参与二氧化碳的固定,因此 Rubisco 活性影响小麦光合作用的暗反应阶段。(2)干旱会影响小麦的光合作用,因为水是光合作用原料之一;实验表明,与正常供水(甲组)相比,在干旱条件(丙组)下,Rubisco 活性降低,说明干旱会降低小麦 Rubisco 活性,从而影响小麦的光合作用;实验表明,与正常供水(甲组)相比,在干旱胁迫(丙组)下,气孔导度降低, CO_2 的吸收减少,说明干旱会降低气孔导度,减少小麦对 CO_2 的吸收,从而影响小麦的光合作用。(3)丙组与丁组比较可知,丁组 Rubisco 活性升高,光合作用强度增强,说明脱落酸(ABA)能提高 Rubisco 活性,使光合作用强度增强;甲组与乙组比较可知,乙组的气孔导度降低,光合速率下降,说明脱落酸(ABA)能降低气孔导度,使光合作用强度减弱。(4)分析题图可知,ABA 会降低气孔导度,使光合作用强度减弱,而又能提高 Rubisco 活性使光合作用加强,正常供水下,乙组在加入 ABA 后光合速率低于甲组,干旱胁迫下,丁组在加入 ABA 后光合速率高于丙组,两种情况下光合速率变化出现差异的原因可能是在正常供水情况下,施加 ABA 后,气孔导度的下降对光合速率的影响大于 Rubisco 活性升高对光合速率的影响,因此光合速率下降;在干旱胁迫下,施加 ABA 后,气孔导度的下降对光合速率的影响小于 Rubisco 活性升高对光合速率的影响,因此光合速率提高。

2. (10分,除标注外,每空1分)

(1)蛋白质 空间

(2)线粒体内膜 H^+ 浓度差

(3)ADP 和 ATP 的交换 细胞内 ATP 的合成减少(2分)

(4)缺乏水、ADP 和 Pi 等原料(2分) 叶绿体基质

【解析】(1)蛋白质是生命活动的主要承担者和体现者,生物膜的功能复杂程度与膜上蛋白质的种类和数量有关,功能越复杂的膜,蛋白质的种类和数量越多,因此线粒体外膜和内膜的功能不同,主要原因是所含蛋白质不同。结构决定功能,在

运输 ATP 时和运输 ADP 时,载体的空间结构不同。(2)图乙所示反应为氧气和 H^+ 结合形成水,是有氧呼吸的第三阶段,在线粒体内膜上进行。电子在传递的过程中,能量驱动 H^+ 进入膜间隙,从而建立起跨线粒体内膜的浓度差,当 H^+ 返回线粒体基质时, H^+ 浓度差提供动力合成 ATP。(3)线粒体内膜上存在专门运输 ATP 和 ADP 的转运体(AAC),AAC 只能 1:1 交换 ADP 和 ATP,米醇菌酸可以竞争性地结合在 AAC 上,从而抑制 ADP 和 ATP 的交换,使得细胞内 ATP 的合成减少,进而引发人体中毒。(4)光合作用的光反应需要光照,还需要以 ADP、Pi 为原料合成 ATP,如果缺少光以及 ADP、Pi,则光反应无法进行,此时 NTT 负责将细胞质基质中的 ATP 转运至叶绿体基质,从而满足叶绿体中依赖 ATP 的代谢活动的需要。

3. (11分,除标注外,每空2分)

(1)不可行(1分) 斐林试剂使用时需水浴加热处理,会改变自变量,从而影响实验结果

(2)蔗糖被水解成果糖和葡萄糖后,在酶的催化作用下生成了淀粉 费玉3号(1分) 费玉3号中后期蔗糖含量和淀粉含量均显著高于豫玉22号

(3)正相关(1分) 降低支链淀粉合成所需的活化能

【解析】(1)若要比较不同温度条件下淀粉酶催化玉米淀粉分解的速率,则实验的自变量是温度,用斐林试剂检测产物不可行,因为斐林试剂使用时需水浴加热处理,会改变自变量,从而影响实验结果。(2)图甲中蔗糖含量下降,图乙中支链淀粉含量升高,可能是蔗糖被水解成果糖和葡萄糖后,在一系列酶的催化作用下生成了淀粉。费玉3号中后期支链淀粉含量显著高于豫玉22号,蔗糖含量也高于豫玉22号,由此推断费玉3号的蔗糖供应水平更高。(3)图丙中20d时,两个品种的SBE活性均达到峰值,对应图乙中20d后一段时间支链淀粉积累速率最快,后期酶活性降低对应淀粉积累速率减缓,所以二者呈正相关。SBE的作用机理是降低支链淀粉合成所需的活化能。

4. (6分,除标注外,每空1分)

(1)无水乙醇 防止研磨中色素被破坏

(2)叶绿素的形成需要光照,正常光下更有利于叶绿素的形成

(3)正常光照条件下,纯合突变体叶片中的叶绿素和类胡萝卜素的相对含量都极低,光合作用极弱,无法满足植株生长对有机物的需求

(4)与野生型相比,纯合突变体叶片中类胡萝卜素含量极低(几乎为零)(2分)

【解析】(1)叶片中的叶绿素和类胡萝卜素都能溶解在有机溶剂无水乙醇中,所以常使用无水乙醇提取。加入少许碳酸钙可以防止研磨中色素被破坏。(2)叶绿素的形成需要光照,正常光下更有利于叶绿素的形成,所以野生型植株叶片叶绿素含量在正常光下比弱光下高。(3)在正常光照下($400\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$),纯合突变体叶片中叶绿体发育异常、类囊体消失,叶绿素

和类胡萝卜素的相对含量都极低,分别为0.3和0.1,说明纯合突变体的光合作用极弱,无法满足植株生长对有机物的需求,使得植株难以生长,因此正常光照条件下种植纯合突变体将无法获得种子。(4)由图可知:与野生型相比,纯合突变体叶片中类胡萝卜素含量极低(几乎为零),说明此突变体与类胡萝卜素合成有关。

5. (14分,除标注外,每空2分)

(1)失水 减小

(2)促进

(3)干旱条件下脱落酸含量升高,促进叶片脱落和气孔关闭,能够减少蒸腾作用,保存植物体内水分,使植物能够在干旱中生存(4分)

(4)*rhc1* (4分)

【解析】(1)保卫细胞液泡中的溶质转运到胞外,导致细胞液的渗透压降低,保卫细胞失水引起气孔关闭。气孔关闭后, CO_2 吸收减少,光合作用速率减小。(2)*r*组是*rhc1*基因功能缺失突变体,即缺少*rhc1*基因产物,wt组能正常表达*rhc1*基因。分析图乙,高浓度 CO_2 时,wt组气孔开放度低于*r*组,说明*rhc1*基因产物能促进气孔关闭。(3)脱落酸是植物生长抑制剂,它能够抑制细胞的分裂,促进气孔关闭,还能促进叶和果实的衰老和脱落。干旱条件下脱落酸含量升高,促进叶片脱落和气孔关闭,从而减少蒸腾作用,保存植物体内水分,使植物能够在干旱中生存。(4)分析图乙可知,高浓度 CO_2 时,*r*组气孔开放度均高于wt组、*h*组和*h/r*组,结合图甲分析,高浓度 CO_2 时蛋白甲经过一系列调控机制最终使气孔关闭。*r*组是*rhc1*基因功能缺失突变体,高浓度 CO_2 时,*r*组气孔开放度高,说明缺失*rhc1*基因编码的蛋白质时不能引起气孔关闭,由此推测,编码蛋白甲的基因是*rhc1*。

突破练2 动物生理

角度1 神经调节

1. (10分,除标注外,每空1分)

(1)减少 肾小管和集合管(2分)

(2)葡萄糖 下丘脑

(3)脊髓 正反馈

(4)分级调节 大脑皮层对脊髓排尿中枢的控制不完善(2分)

【解析】(1)人在大量饮水后,细胞外液渗透压降低,下丘脑渗透压感受器兴奋,引起下丘脑分泌的抗利尿激素减少,肾小管和集合管对水的重吸收减少,尿量增加。(2)糖尿病患者由于糖代谢异常,原尿中含有较多的葡萄糖,渗透压增大,影响水的重吸收,尿量增加;血浆渗透压的增大,使位于下丘脑的渗透压感受器兴奋,通过神经传导至大脑皮层,产生渴觉,主动饮水。(3)产生尿意的路径:膀胱壁的牵张感受器→传入神经→脊髓、延髓→大脑皮层→产生尿意。排尿过程中,尿液刺

激尿道壁感受器,进一步加强排尿,属于正反馈调节。(4)神经调节具有的分级调节和反馈调节机制,在成年人排尿活动中都有体现。其中,分级调节是指低级中枢受到高级中枢的控制,婴儿对排尿的控制不完善,是由于婴儿大脑皮层对脊髓排尿中枢的控制不完善。

2. (10分,除标注外,每空1分)

(1)神经冲动(兴奋) 传出神经 条件

(2)大脑皮层 肺通气量主要通过刺激中枢化学感受器进行调节(2分)

(3)失歌症组前测和训练后测对音乐感知准确率均较低,失歌症组训练后对音乐感知准确率的提升更大(2分) 失歌症组相比前测,后测音乐感知准确率有一定的提高(2分)

【解析】(1)听歌跟唱时,声波传入内耳使听觉感受细胞产生神经冲动(兴奋),经听神经传入神经中枢,再通过中枢对信息的分析和综合后,由传出神经支配发声器官唱出歌声,该过程属于神经调节的条件反射活动,需要大脑皮层的参与。(2)唱歌时,呼吸是影响发声的重要因素,需要有意识地控制“呼”与“吸”。换气的随意控制由高级中枢(大脑皮层)和低级中枢对呼吸肌的分级调节实现。由题意可知,肺通气量通过刺激中枢化学感受器和外周化学感受器进行调节,据图分析,切断动物外周化学感受器的传入神经前后,让动物短时吸入 CO_2 (5% CO_2 和95% O_2),对照组和实验组肺通气量均先增加后下降,变化趋势一致,且实验组神经切断前后肺通气量变化较小,说明肺通气量主要通过刺激中枢化学感受器进行调节。(3)对正常组和失歌症组进行“前测—训练—后测”的实验研究,结果如图乙。从不同角度分析可知,与正常组相比,失歌症组前测和训练后测对音乐感知准确率均较低,失歌症组训练后对音乐感知准确率的提升更大。仅分析失歌症组后测和前测音乐感知准确率的结果,可得出的结论是失歌症组相比前测,后测音乐感知准确率有一定的提高,因此,应该鼓励失歌症者积极学习音乐和训练唱歌。

3. (11分,除标注外,每空2分)

(1)条件(1分) 耳→传入神经→神经中枢→传出神经→效应器(肌肉)

(2)分级调节 效应器和感受器 减弱

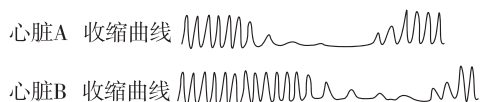
(3)⑥

【解析】(1)运动员听到发令枪响后起跑的行为是出生后在生活过程中通过学习和训练而形成的反射,需要大脑皮层的参与,属于条件反射。听到发令枪响后起跑的行为需要经过完整的反射弧,兴奋传导的路径是耳(听觉感受器)接受声音刺激后产生兴奋,经传入神经将兴奋传至神经中枢,再经传出神经将兴奋传给肌肉(效应器)。(2)大脑皮层是调节机体活动的最高级中枢,其发出的指令通过皮层下神经元④和⑤控制位于低级中枢脊髓的神经元②和③,进而精准调控肌肉收缩,说明高级中枢可以控制低级中枢的活动,体现了神经系统对躯体运动的分级调节。图中④兴奋后可以经②将兴奋传给a

(位于肌肉中),说明 a 可以作为反射弧中的效应器;同时 a 可以经①将兴奋传给③,再传给 b,说明 a 也可以作为反射弧中的感受器。根据题中信息,中枢神经元④和⑤都可以使 b 收缩,兴奋传导途径分别是……④→②→a→①→③→b 和……⑤→③→b,因此,切断图中箭头处神经纤维,b 结构收缩强度会减弱。(3)根据(2)的分级调节过程分析可知,低级中枢脊髓会接收最高级中枢大脑皮层发出的指令,因此因脊髓损伤导致瘫痪的临床康复治疗中,脑机接口获取了图中⑥(大脑皮层)发出的信号。

4. (8 分,除标注外,每空 1 分)

- (1)压力感受器→传入神经→心血管中枢→副交感神经和交感神经→心脏和血管(2 分)
- (2)神经冲动(或电信号) 突触
- (3)减弱
- (4)支配心脏 A 的副交感神经末梢释放的化学物质,随灌流液在一定时间后到达心脏 B,使心脏 B 跳动变慢(2 分)



【解析】(1)减压反射的反射弧:压力感受器→传入神经→心血管中枢→副交感神经和交感神经→心脏和血管。(2)上述反射活动过程中,兴奋在神经纤维上以神经冲动(或电信号)的形式传导,在神经元之间通过突触结构传递。(3)血压升高引起的减压反射会使支配心脏和血管的交感神经活动减弱。(4)支配心脏 A 的副交感神经末梢释放的化学物质(神经递质),可随灌流液在一定时间后到达心脏 B,使心脏 B 跳动变慢,故心脏 B 的收缩曲线见答案。

5. (12 分,除标注外,每空 1 分)

- (1)分裂和分化 不能
- (2)小 Na^+ 不变 相反
- (3)①→②→③→② 兴奋在突触处传递时需经过电信号→化学信号→电信号的转换(2 分) 兴奋 加快神经递质的释放,提高兴奋传递效率(2 分)

【解析】(1)胎儿脑中的神经干细胞能使视网膜视神经萎缩症患者的视网膜再生和功能恢复,这是神经干细胞分裂和分化成新的视网膜细胞的结果,该过程不能说明神经干细胞具有全能性。(2)静息时,神经纤维膜对钾离子通透性较大,钾离子外流产生静息电位,适当提高细胞外 K^+ 浓度会使膜内外钾离子浓度差降低,外流的钾离子数量减少,测得的静息电位绝对值变小;由图可知, t_1 时的刺激可以引起 Na^+ 通道打开,但无法产生动作电位,动作电位的峰值与膜内外 Na^+ 浓度差有关,与刺激强度无关,因此 t_3 时增大刺激强度,则对应的动作电位峰值不变; t_4 时,神经元产生了动作电位,此时神经元膜外局部电流的方向与兴奋传导的方向相反。(3)兴奋在神经元之间的传递方向为轴突到树突或轴突到细胞体,则图中兴奋在环路中的传递顺序是①→②→③→②,兴奋在 N 处

(突触处)传递的速度较 M(神经纤维)处慢,原因是兴奋在突触处传递时需经过电信号→化学信号→电信号的转换。信息在环路中循环运行,使神经元活动的时间延长,N 处(突触处)突触前膜释放兴奋性神经递质;突触前膜以胞吐方式持续释放神经递质的意义是加快神经递质的释放,提高兴奋传递效率。

6. (10 分,除标注外,每空 1 分)

- (1)空间结构 协助扩散
- (2)催化 NO 合成,NO 进入突触前膜,促进更多神经递质(谷氨酸)释放(2 分,不答全不得分) 促进胞内 A 受体向突触后膜移动,增加突触后膜上 A 受体数量(2 分,不答全不得分)
- (3) Na^+
- (4)L-LTP 维持的时间更长(或 L-LTP 的电位变化高于 E-LTP)(2 分) 新突触

【解析】(1)据“N 受体与谷氨酸结合在突触后膜产生动作电位后才打开偶联的 Ca^{2+} 通道”可推知,突触后膜由静息状态转为兴奋状态时,N 受体通道发生了空间结构的改变,从而使 Ca^{2+} 通过协助扩散的方式内流。(2)由图可知,NO 合成酶催化 NO 合成,NO 进入突触前膜后,促进更多谷氨酸释放;PCK 促进胞内 A 受体向突触后膜移动,增加了突触后膜上 A 受体数量,从而使得突触后神经元更容易兴奋,兴奋持续时间更长。(3)阻断 N 受体的作用,不能促进 Ca^{2+} 内流,从而不能使 Ca^{2+} 与钙调蛋白结合,不能促进 NO 合成酶催化合成 NO,从而不能产生 LTP,但是谷氨酸还可以与 A 受体结合,促进 Na^+ 内流,从而引发电位变化。(4)由图可知,E-LTP 消失后,L-LTP 依然处于较高水平,可知后者维持时间更长,即 L-LTP 与 E-LTP 的主要区别是 L-LTP 维持的时间更长。长时记忆的产生可能涉及新突触的建立,L-LTP 维持的时间更长,因此 L-LTP 的形成可能还涉及新突触的建立。

角度 2 内环境稳态及体液调节

1. (12 分,除标注外,每空 2 分)

- (1)体液(1 分) K^+ 和 Ca^{2+} 机体出现低血糖症状
- (2)胰岛素(1 分)
- (3)② 小于 GLP-1 类似物的功能与 GLP-1 相同,GLP-1 发挥作用依赖于葡萄糖,当胰岛素分泌导致血糖浓度下降时,GLP-1 不会持续发挥作用

【解析】(1)胰岛素是一种激素,在体内通过体液运输到身体各处。药物甲能促进胰岛素分泌,该过程中 ATP 敏感性 K^+ 通道关闭, Ca^{2+} 通道开放, Ca^{2+} 内流,即会减少 K^+ 外流,同时会促进 Ca^{2+} 内流,从而导致细胞内的 K^+ 和 Ca^{2+} 浓度都增大。过量使用药物甲会促使胰岛素大量释放,从而使得血糖浓度持续下降,导致机体可能出现低血糖症状。(2)药物甲的作用是促进胰岛素的分泌,使用药物甲后血糖无改善,说明对于该患者,药物甲丧失了促使胰岛素分泌的作用,因此患者 B 可能有胰岛素分泌障碍。(3)根据题意分析,该患者体内的

GLP-1 表达量较低,但其受体数量无变化,因此可以选择 GLP-1 类似物;患者 GIP 表达量无变化,因此使用 GIP 类似物不会有明显改善作用;使用酶 D 激活剂会促使 GLP-1 和 GIP 被降解,不利于疾病的治疗。因此,首选的药物是 GLP-1 类似物。使用 GLP-1 类似物一般不会导致低血糖症状,其原因是 GLP-1 类似物功能与 GLP-1 相同,GLP-1 发挥作用依赖于葡萄糖,当胰岛素分泌导致血糖浓度下降时,GLP-1 不会持续发挥作用,因此不会引起胰岛素持续分泌,避免了低血糖症状的发生。

2. (12 分,除标注外,每空 1 分)

(1)神经调节 免疫调节

(2) Cl^-

(3)肾小管、集合管(2 分) 水

(4)肾上腺皮质 垂体 激素的分泌减少、激素一经靶细胞接受并起作用后就失活了(2 分)

(5)③①②④(2 分)

【解析】(1)内环境相对稳定的状态需要依靠机体通过神经调节、体液调节和免疫调节共同维持。(2)参与形成人体血浆渗透压的离子主要是 Na^+ 和 Cl^- 。(3)运动中,尿液中 Na^+ 浓度降低、 K^+ 浓度升高,是因为肾小管、集合管加强了保钠排钾的作用,同时也加强了对水的重吸收,使得尿液渗透压升高。(4)醛固酮是由肾上腺皮质分泌的,抗利尿激素是由垂体释放的。血浆中醛固酮和抗利尿激素浓度下降的可能原因是激素的分泌减少、激素一经靶细胞接受并起作用后就失活了。(5)与运动前相比,运动后血容量(参与循环的血量)减少,机体为了维持内环境渗透压的稳定,醛固酮和抗利尿激素分泌增多,促进肾脏的重吸收等作用,进而引起尿液浓缩和尿量减少,使血浆渗透压维持相对稳定。因此排序是③①②④。

3. (12 分,除标注外,每空 1 分)

(1)神经递质 辅助性 T 细胞、B 细胞和抗体

(2)皮肤血管收缩,皮肤血流量减少和汗腺分泌减少(2 分) 细胞代谢加快,产热增多

(3)甲状腺 如果病变部位是甲状腺,即甲状腺激素的分泌会减少,则激素 b 含量应高于正常范围,而不是低于正常范围(2 分)

(4)将多只发热模型家兔随机均分为甲、乙、丙三组,丁组为相同数量的体温调节中枢被损毁的发热模型家兔;甲组注射生理盐水,乙组注射药物 M 溶液,丙组注射药物 X 溶液,丁组注射药物 X 溶液;一段时间后测量甲、乙、丙、丁四组家兔的体温并记录(2 分) 若甲组、丙组和丁组家兔都发热,乙组家兔体温都恢复正常,则新药 X 不具有退热作用;若甲组和丁组家兔都发热,乙组和丙组家兔体温都恢复正常,则新药 X 具有退热作用,并通过影响下丘脑体温调节中枢调节体温;若甲组家兔都发热,乙组、丙组和丁组家兔体温都恢复正常,则新药 X 具有退热作用,但不是通过影响下丘脑体温调节中枢起作用(2 分)

【解析】(1)题图中的信息分子有致热性细胞因子、促甲状腺激素释放激素(激素 a)、促甲状腺激素(激素 b)、甲状腺激素(激素 c)和神经递质。若病原体初次侵入人体,在体液免疫过程中,能够特异性识别病原体的细胞与分子有辅助性 T 细胞、B 细胞和抗体。(2)在体温由 $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 调至 $38.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的过程中,机体可通过皮肤血管收缩,皮肤血流量减少和汗腺分泌减少来减少散热量。激素 c 是由甲状腺细胞分泌的,为甲状腺激素,甲状腺激素能够使细胞代谢加快,产热增多。(3)如果病变部位是甲状腺,则甲状腺激素的分泌会减少,激素 b(促甲状腺激素)含量应高于正常范围,与题意不符。(4)①确定实验目的:探究新药 X 是否可作用于体温调节中枢,从而起到退热的作用。②确定实验变量:自变量为家兔的下丘脑体温调节中枢是否正常和注射药物的类型,因变量为家兔的体温。③实验思路:将多只发热模型家兔随机均分为甲、乙、丙三组,丁组为相同数量的体温调节中枢被损毁的发热模型家兔;甲组注射生理盐水,乙组注射药物 M 溶液,丙组注射药物 X 溶液,丁组注射药物 X 溶液;一段时间后测量甲、乙、丙、丁四组家兔的体温并记录。④预期结果和结论:若甲组、丙组和丁组家兔都发热,乙组家兔体温都恢复正常,则新药 X 不具有退热作用;若甲组和丁组家兔都发热,乙组和丙组家兔体温都恢复正常,则新药 X 具有退热作用,并通过影响下丘脑体温调节中枢调节体温;若甲组家兔都发热,乙组、丙组和丁组家兔体温都恢复正常,则新药 X 具有退热作用,但不是通过影响下丘脑体温调节中枢起作用。

4. (10 分,除标注外,每空 1 分)

(1)食物消化吸收、糖类转化等(2 分) 反馈调节

(2)增多 较高 瘦素受体受损 控制瘦素合成

(3)体脂稳态的调节需要瘦素和神经调节共同参与;瘦素可以通过下丘脑调控脂肪器官交感神经的分布密度,影响神经调节;交感神经分布密度可调节脂肪代谢,进而影响瘦素分泌(3 分)

【解析】(1)脂肪是细胞中重要的储能物质,人体中脂肪来源于食物消化吸收、糖类转化等;瘦素调控能量代谢,并受脂肪和能量代谢的影响,这种调节机制属于反馈调节,该调节方式可使脂肪的含量维持相对稳定。(2)分析题意,对两动物进行外科结合手术,使两个个体的组织直接愈合,血液发生交换,图甲实验结果是与瘦素受体基因突变小鼠共生的野生型小鼠体重降低,但瘦素受体基因突变小鼠体重未降低,据此推测瘦素受体基因突变小鼠体内的瘦素含量增多。图乙中下丘脑受损小鼠与野生型小鼠共生后野生型小鼠体重降低,说明其瘦素水平较高;下丘脑受损小鼠肥胖,说明瘦素无法发挥作用,很可能与受体受损有关。图丙中 ob 基因突变小鼠与瘦素受体基因突变小鼠共生后体重降低,瘦素受体基因突变小鼠体重未降低,结合题干信息 ob 基因突变会导致小鼠异常肥胖可推测,ob 基因的功能是控制瘦素合成。(3)在体脂稳态的调节过程中神经调节与体液调节的相互关系:体脂稳态的调节

需要瘦素和神经调节共同参与;瘦素可以通过下丘脑调控脂肪器官交感神经的分布密度,影响神经调节;交感神经分布密度可调节脂肪代谢,进而影响瘦素分泌。

角度3 免疫调节

1. (8分,除标注外,每空2分)

(1)体液免疫

(2)肽键

(3)思路:用放射性同位素标记蛋白质A,加入有吞噬细胞的培养液中,一段时间后采用差速离心法分离溶酶体,并检测其放射性。(2分)

结果:溶酶体有放射性。(2分)

【解析】(1)特异性免疫包括体液免疫和细胞免疫。病原体感染诱导产生浆细胞的特异性免疫方式属于体液免疫。(2)蛋白酶可将蛋白质A的一条肽链水解成多个片段,因此蛋白酶切断的是肽键。(3)为验证蛋白质A的片段可出现在吞噬细胞的溶酶体中,可以用放射性同位素标记蛋白质A,加入有吞噬细胞的培养液中,一段时间后采用差速离心法分离溶酶体,并检测其放射性。若结果显示溶酶体有放射性,则说明蛋白质A的片段可出现在吞噬细胞的溶酶体中。

2. (10分,除标注外,每空2分)

(1)细胞毒性T(1分)

(2)①翻译(1分) 部分mRNA被小鼠的免疫系统清除

②注射修饰后mRNA的肿瘤荧光强度更高;其他部位检测不到荧光

(3)丙 感染时间可能较短,机体没有产生相应抗体

【解析】(1)在清除肿瘤细胞的过程中主要由细胞免疫参与,辅助性T细胞分泌的细胞因子会促进细胞毒性T细胞的分裂与分化等过程,进而完成细胞免疫。(2)①mRNA是翻译的模板,将编码细胞因子的mRNA与编码荧光素酶的mRNA连接后,注射到肿瘤模型鼠的实体瘤中,翻译荧光素酶的同时会翻译细胞因子,故可通过荧光强度反映mRNA在肿瘤内的翻译情况。若部分编码细胞因子的mRNA被小鼠的免疫系统清除,则翻译的模板减少,产生的细胞因子数量就会下降。②通过荧光强度反映编码细胞因子的mRNA在肿瘤内的翻译情况,若注射修饰后mRNA的肿瘤荧光强度更高且其他部位检测不到荧光,则可说明注射修饰后的mRNA产生了大量的细胞因子,且仅在注射肿瘤内产生。(3)根据题干信息,当人体被某种病毒感染后,可在血清中检测到IgM和IgG这两种抗体,由表可知,乙、丙、丁体内均检测到抗体,可推测乙、丙、丁均已被感染,其中密切接触者丙没有检测到早期感染会产生的IgM抗体,而检测到了感染后期出现的IgG抗体,说明其很可能是最先受到感染的。密切接触者甲虽然没有检测到抗体,但不能排除其已被感染的可能,原因是感染时间较短,机体没有产生相应抗体,因此还需要进一步通过核酸检测进行诊断。

3. (11分,除标注外,每空1分)

(1)非特异性免疫 免疫细胞

(2)用伪尿苷对外源mRNA进行修饰(或对外源mRNA进行核苷酸碱基修饰)(2分)

(3)胞吞 病毒S蛋白与B细胞接触;辅助性T细胞表面的特定分子发生变化并与B细胞结合;辅助性T细胞分泌的细胞因子起促进作用(2分) 细胞 记忆

(4)在肿瘤细胞存在而在正常细胞中不存在;不同的癌症疫苗表达不同的抗原蛋白,具有特异性;该抗原蛋白能够诱导和加强免疫效应等(2分)

【解析】(1)人体的血液、汗水和眼泪中存在RNA酶,这种酶可以迅速分解细胞外的RNA,这种免疫方式称为非特异性免疫;细胞因子和抗体等免疫活性物质是由免疫细胞或其他细胞产生的发挥免疫作用的物质。(2)由题意可知“哺乳动物细胞的tRNA、rRNA等RNA上因有丰富的伪尿苷修饰能躲过免疫系统的攻击”,因此为避免mRNA疫苗中的外源mRNA被人体免疫系统清除,可以用伪尿苷对外源mRNA进行修饰(或对外源mRNA进行核苷酸碱基修饰)。(3)mRNA疫苗用脂质包裹后注入人体,通过胞吞的方式进入细胞,表达出病毒S蛋白后诱导特异性免疫;由题图可知,B细胞活化过程需要的条件是病毒S蛋白与B细胞接触;辅助性T细胞表面的特定分子发生变化并与B细胞结合;辅助性T细胞分泌的细胞因子起促进作用等。(4)癌症疫苗的总思路是让人体的免疫系统可以精准区分肿瘤细胞和正常细胞,因此癌症mRNA疫苗表达的抗原蛋白有在肿瘤细胞中存在而在正常细胞中不存在;不同的癌症疫苗表达不同的抗原蛋白,具有特异性;该抗原蛋白能够诱导和加强免疫效应等特点。

角度4 神经—体液—免疫调节综合

1. (10分,每空1分)

(1)增加 传出神经(元) 肾上腺髓质细胞

(2)下丘脑 分级

(3)细胞膜 表达 拮抗

(4)C

(5)ABCD

【解析】(1)遭遇危险时,交感神经促进肾上腺髓质分泌儿茶酚胺类激素,引起心跳加快、呼吸加深、血压升高、肌肉血流量增加等生理效应,有助于机体作出快速反应。从反射弧的组成分析,交感神经属于传出神经(元)。交感神经纤维末梢与肾上腺髓质细胞形成突触,支配肾上腺髓质的分泌。(2)促肾上腺皮质激素释放激素由下丘脑分泌,因此危险引起的神经冲动还能传到下丘脑,使其分泌促肾上腺皮质激素释放激素,该激素作用于腺垂体,使腺垂体分泌促肾上腺皮质激素作用于肾上腺皮质,最终促进肾上腺皮质分泌糖皮质激素,该过程中存在下丘脑—垂体—靶腺调控轴,体现了糖

皮质激素的分泌具有分级调节的特点。(3)儿茶酚胺类激素具有较强的亲水性,不进入细胞,故其受体位于细胞膜上。糖皮质激素属于脂溶性物质,进入细胞后与受体结合,产生的复合物与DNA特定位置结合,从而影响相关基因的表达。胰岛素具有降血糖的作用,糖皮质激素具有促进非糖物质转化为葡萄糖、抑制组织细胞利用葡萄糖等作用,因此在血糖浓度调节方面与胰岛素具有拮抗作用。(4)激素和神经递质都可作为信号分子,A正确;激素和神经递质都与相关受体结合,从而引起靶细胞相关生理活动的变化,B正确;激素主要随血流传送到靶细胞,神经递质通过组织液到达靶细胞,C错误;激素和神经递质的分泌都受机体内、外因素的影响,D正确。(5)长期较大剂量用药,体内糖皮质激素的浓度很高,通过负反馈调节导致促肾上腺皮质激素含量减少,引起肾上腺皮质萎缩,A正确;由于长期较大剂量使用糖皮质激素,自身促肾上腺皮质激素释放激素和促肾上腺皮质激素减少,肾上腺皮质功能较弱,自身分泌糖皮质激素不足,因此立即停药会导致体内糖皮质激素不足,B正确;由于体内促肾上腺皮质激素水平较低,因此停药前可适量使用促肾上腺皮质激素,C正确;逐渐减量用药有利于促使自身肾上腺皮质功能的恢复,D正确。

2. (10分,除标注外,每空1分)

- (1)交感 下丘脑—垂体—肾上腺皮质 负反馈 细胞免疫和体液
(2)随训练时间延长,SDS小鼠逃逸潜伏期下降的速度快于正常小鼠(2分)
(3)轴突 突触前膜 变大(或升高) 受体

【解析】(1)遭遇紧急情况,交感—肾上腺髓质系统会被调动,如小鼠遭遇社交挫败时,交感神经兴奋,促进肾上腺素的分泌,提高应变能力;糖皮质激素的分泌受下丘脑—垂体—肾上腺皮质调控轴调控,SDS持续存在时,血浆中GC可长期维持在高水平,表明在应激状态下GC的分泌几乎不受负反馈调节机制控制。GC显著升高会抑制T细胞活化,推测SDS小鼠的细胞免疫和体液免疫功能会下降。(2)将正常小鼠和SDS小鼠置于水迷宫中训练6天,每天记录逃逸潜伏期,结果显示随训练时间延长,SDS小鼠逃逸潜伏期下降的速度快于正常小鼠,表明SDS小鼠具有更强的学习记忆能力。(3)研究发现,SDS小鼠海马体神经元树突棘(树突分枝上的棘状凸起)数量明显多于正常小鼠,增加的树突棘可与其他神经元的轴突形成新的突触。突触小泡与突触前膜融合释放谷氨酸(神经递质),谷氨酸作用于突触后膜,引起阳离子内流。随突触间隙中谷氨酸浓度升高,突触后膜电位变化幅值变大,当后膜电位达到阈电位时,突触后神经元产生动作电位。进一步研究发现SDS小鼠海马体突触蛋白的表达水平显著上升,导致突触后膜上受体数量多于正常小鼠,兴奋传递效率更高。

3. (12分,除标注外,每空2分)

- (1)兴奋 突触

(2)非保守

(3)长度相同但非保守序列不同的DNA片段

(4)少量的气味分子通过活化G蛋白使C酶活化,在C酶的催化下合成大量的cAMP使 Na^+ 通道打开, Na^+ 内流,神经元细胞膜上产生动作电位,气味分子被动物感知(4分)

【解析】(1)气味分子刺激感受器产生兴奋。嗅觉神经元轴突末端、神经元间隙与下一个神经元组成突触,包括突触前膜、突触间隙和突触后膜。(2)不同气味受体能特异性识别相应气味分子的关键在于蛋白质中结构不同的部分,其由非保守序列编码。(3)由题图可知,PCR产物含保守序列和非保守序列,若非保守序列不同,酶切产物的长度可能不同,导致酶切片段长度之和大于PCR产物长度。(4)由图丙可知,少量的气味分子通过活化G蛋白使得C酶活化,在C酶的催化下,ATP分解产生大量的cAMP,促使 Na^+ 通道打开, Na^+ 内流,导致神经元细胞膜上产生动作电位,气味分子被动物感知。

角度5 动物生理学实验分析与设计

1. (12分,除标注外,每空1分)

- (1)下降 脑干 低代谢率
(2)下丘脑
(3)分级 有机物
(4)与新陈代谢降低相关的神经元(2分) 激活该神经元的物质(2分) 觉醒和阵间觉醒(2分)

【解析】(1)分析图乙可知,入眠阶段该动物体温逐渐下降,呼吸频率会发生相应变化,调控呼吸频率的中枢位于脑干。进入深冬眠阶段后该动物维持低代谢率,以减少有机物的消耗。(2)下丘脑是体温调节中枢。(3)排尿是在高级中枢调控下由低级中枢发出的传出神经兴奋使膀胱缩小完成的,这种调节方式属于分级调节。该动物冬眠季节不进食、不饮水,主要通过分解体内的有机物产生水。(4)研究人体低代谢调节机制的关键是要找到与新陈代谢降低相关的神经元,用于接受相应物质(激活该神经元的物质)的刺激。

2. (7分,除标注外,每空3分)

- (1)体温(1分)
(2)细胞因子m促进兴奋性信号输入,提高神经元兴奋性,细胞因子n除了能促进兴奋性信号输入外,还能抑制抑制性信号输入,进一步提高了区域A神经元的兴奋性
(3)实验组阻断大鼠区域A和区域B的神经联系,然后注射脂多糖;对照组不阻断区域A和区域B的神经联系,然后注射脂多糖,测定两组大鼠体温变化,检测两组大鼠区域B神经细胞的兴奋程度

【解析】(1)分析题意,下丘脑区域A神经细胞中Fos蛋白的含量受体温的影响较大,且在发热模型大鼠的体温达到峰值后,Fos蛋白数值出现短暂速增,由此推测区域A神经细胞参与体温调控。(2)区域A神经细胞的细胞膜上不仅有细胞因

子 m、n 的受体,还能通过突触接受相邻区域神经细胞传来的抑制性信号或兴奋性信号,由表可知,和对照组处理相比,m 处理和 n 处理后神经元兴奋度相对值均有所增加,n 处理组比 m 处理组兴奋度高,结合题图可知,原因可能是细胞因子 m 促进兴奋性信号输入,提高神经元兴奋性,细胞因子 n 除了能促进兴奋性信号输入外,还能抑制抑制性信号输入,进一步提高了区域 A 神经元的兴奋性。(3)实验目的是验证区域 A 通过神经联系激活区域 B 的神经细胞导致发热,自变量是区域 A 和区域 B 是否有神经联系,实验组阻断大鼠区域 A 和区域 B 的神经联系,然后注射脂多糖;对照组不阻断区域 A 和区域 B 的神经联系,然后注射脂多糖,测定两组大鼠体温变化,检测两组大鼠区域 B 神经细胞的兴奋程度。

突破练 3 遗传与变异

角度 1 分离和自由组合定律

1. (12 分,除标注外,每空 1 分)

(1)自由组合 1/3

(2)增添 下降

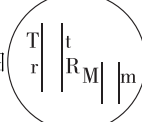
(3)MmRr 5 1/9 0

(4)对实验 2 中 F_2 个体的喙色和羽色进行调查统计(2 分)

F_2 中黑喙灰羽:花喙黑羽:黑喙白羽:黄喙白羽=6:3:3:4(2 分)

【解析】(1)由题干信息可知,该家禽喙色由等位基因 M/m 和 T/t 共同控制,实验 1 的 F_2 中喙色表型有三种,比例为 9:3:4,是 9:3:3:1 的变式,表明 F_1 产生的雌、雄配子各有 4 种,且比例相同,受精时雌、雄配子结合方式有 16 种。因此,家禽喙色的遗传遵循自由组合定律。 F_1 基因型为 MmTt, F_2 中花喙个体(有黑色素合成)的基因型有 2 种,分别为 MmTt(1/16)和 Mmtt(2/16),其中纯合体 MmTt 占比为 1/3。(2)由实验 1 结果可知,针对 M/m 基因位点, P_1 基因型为 MM, P_3 基因型为 mm,对 P_1 的 M 基因进行 PCR 扩增后产物大小约为 1200 bp,而 P_3 的 m 基因大小约为 7800 bp,推测 M 基因发生了碱基的增添而突变为 m 基因。当 M 基因突变为 m 基因后,其调控的下游基因表达量明显下降,最终影响了黑色素的合成。(3)由题干信息可知,该家禽羽色由等位基因 M/m 和 R/r 共同控制,实验 2 的 F_2 中羽色表型有 3 种,比例为 3:6:7,是 9:3:3:1 的变式,因此 F_1 灰羽个体基因型为 MmRr。 F_2 中黑羽和灰羽个体共占 9/16,基因型为 $M_R_$;白羽个体占 7/16,基因型共 5 种,分别为 mmRR(1/16)、mmRr(2/16)、MMrr(1/16)、Mmrr(2/16)和 mmrr(1/16)。由于 MM 和 Mm 的表型效应相同, F_2 黑羽个体为 1/3MMRR 和 2/3MmRR。黑羽个体随机交配所得后代中,白羽个体(mmRR)的占比为 $2/3 \times 2/3 \times 1/4 = 1/9$ 。由实验 1 和实验 2 结果可知,黄喙个体基因型为 mmT $_$ 和 mmtt,黑羽的基因型为 M_RR ,因此不存在黄喙黑羽的个体,即黄喙黑羽

个体占比为 0。(4)综合实验 1 和实验 2 的结果可知, P_1 的基因型为 MMTTrr, P_2 的基因型为 MMTTr, P_3 的基因型为 mmttRR。利用现有材料进行调查实验,判断基因 T/t 和 R/r 在染色体上的位置关系,需要选择对 TtRr 双杂合个体随机交配的子代进行统计分析。实验 2 中的 F_1 基因型为 MmTtRr,因此应对实验 2 的 F_2 个体的喙色和羽色进行调查统计。如果基因 T/t 和 R/r 在同一对染色体上,由实验 2 亲本的基因型可知 F_1 个体中三对基因在染色体上的位置关系

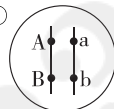
如图 。不考虑染色体互换, F_1 可产生等比例的

四种雌、雄配子 MTr、MtR、mTr、mtR。雌、雄配子随机结合,产生的 F_2 表型及比例为黑喙灰羽:花喙黑羽:黑喙白羽:黄喙白羽=6:3:3:4。

2. (14 分,除标注外,每空 2 分)

(1)显(1 分) 常(1 分) 表中实验①②为正反交实验,子一代表型及比例相同,且与性别无关

(2)①



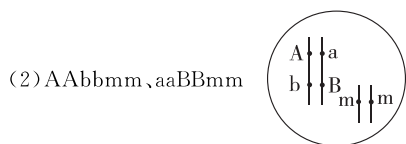
② $AaBbX^D X^d$ 、 $aaBBX^d Y$ 9/28 ③裂翅非紫眼:正常翅紫眼=1:1 裂翅非紫眼:裂翅紫眼:正常翅非紫眼:正常翅紫眼=1:1:1:1

【解析】(1)据表格可知,裂翅和野生型杂交,后代雌、雄个体中均有裂翅:正常翅 $\approx 1:1$,相当于测交实验,亲代应该一个是杂合子,一个是隐性纯合子,据题干中信息可知,野生型是纯合子,那么裂翅是杂合子,因此裂翅是显性性状,属于显性突变。表中实验①②为正反交实验,子一代雌、雄个体中表型是一致的,即表型与性别无关,说明裂翅基因位于常染色体上。(2)①裂翅基因是显性基因,纯合(AA)致死,还存在一个隐性纯合致死基因(b),裂翅突变体在遗传学上被称为双平衡致死系,裂翅突变体果蝇间随机交配,子代全为裂翅,那么双平衡致死系果蝇中相应基因位置如答案所示。②裂翅和正常翅基因存在于常染色体上,红眼和白眼基因位于 X 染色体上,让裂翅红眼雌性突变体与正常翅白眼雄性野生型纯合个体杂交, F_1 雌、雄果蝇中均有红眼和白眼,说明亲代雌性为红眼杂合子,雄性为隐性纯合子,因此亲代的基因型为 $AaBbX^D X^d$ 、 $aaBBX^d Y$,让 F_1 果蝇自由交配,只考虑翅型, F_1 产生的配子及比例为 $1/4AB$ 、 $2/4aB$ 、 $1/4ab$,后代中出现 AA 或者 bb 都是致死个体,因此成活个体中裂翅和正常翅比例为 $(1/4 \times 2/4 + 1/4 \times 1/4 + 2/4 \times 1/4 + 1/4 \times 1/4) : (2/4 \times 2/4 + 1/4 \times 2/4 + 2/4 \times 1/4) = 6:8 = 3:4$;只考虑眼色, F_1 产生的雌配子及比例为 $1/4X^D$ 、 $3/4X^d$,雄配子及比例为 $1/4X^D$ 、 $1/4X^d$ 、 $2/4Y$,后代中出现白眼($X^d X^d$ 、 $X^d Y$)比例为 $3/4 \times 1/4 + 3/4 \times 2/4 = 9/16$;因此 F_2 中正常翅白眼果蝇出现

的概率为 $4/7 \times 9/16 = 9/28$ 。③ 纯合正常翅紫眼果蝇 (aaBBee) 与非紫眼的双平衡致死系果蝇 (AaBbEE) 杂交, F_1 裂翅非紫眼的基因型为 AaBBEe, 与亲本正常翅紫眼果蝇 (aaBBee) 杂交, 此时后代不可能出现 bb 纯合致死, 则不需要考虑 B 或 b 基因, 即 AaEe 与 aaee 杂交, 若裂翅基因在 2 号染色体上, 符合分离定律, A 和 E 在一条染色体上, a 和 e 在另一条染色体上, 子代裂翅非紫眼 : 正常翅紫眼 = 1 : 1; 若裂翅基因不在 2 号染色体上, 符合自由组合定律, 子代裂翅紫眼 : 裂翅非紫眼 : 正常翅紫眼 : 正常翅非紫眼 = 1 : 1 : 1 : 1。

3. (8 分, 每空 1 分)

(1) 基因通过控制酶的合成来控制代谢进而控制生物性状
6



(3) $9/64$ 基因 X 插入 B 基因中 基因 X 插入 M 基因中
基因 X 插入 A 基因中

【解析】 (1) 结合图示可以看出, 基因 A 和基因 B 是通过控制酶的合成来控制代谢进而实现了对花色这对性状的控制, 该过程体现了基因对性状的间接控制途径。白花的基因型有 aa____ ($3 \times 3 = 9$ 种)、A_M____ ($2 \times 2 \times 3 = 12$ 种), 可见白花品种共有 21 种基因型, 其中纯种白花的基因型有 $2 \times 2 + 2 = 6$ (种)。(2) 以植物甲为研究对象, 研究人员选择纯合粉花植株 (AAbbmm) 与纯合白花植株杂交, F_1 全部开红花 (AaBbmm), 可见亲本白花的基因型为 aaBBmm。令 F_1 植株自交, 子代表型及比例为红花 : 粉花 : 白花 = 2 : 1 : 1。据此推断 A、a 和 B、b 基因位于一对同源染色体上, 即 A 和 b 连锁、a 和 B 连锁, F_1 体细胞中三对基因在染色体上的相对位置关系见答案。(3) 植物乙体细胞中三对等位基因相互独立遗传, 则 AaBbMm 植株自交, 子代中红花植株 (A_B_mm) 的比例为 $3/4 \times 3/4 \times 1/4 = 9/64$ 。科研人员进行转基因研究时意外将一个外源基因 X 插入植物乙与花色有关的显性基因所在的染色体上, 结果抑制了 A、B、M 中某个基因的表达, 影响了花瓣颜色性状的遗传。现在让该植株自交以探究 X 基因的插入对以上三个基因的抑制情况: ① 若子代中表型及比例为白色 : 粉色 = 13 : 3, 该比例为 $9 : 3 : 3 : 1$ 的变式, 由于子代中没有红色出现, 因而可判断不能表达的是 B 基因, 即说明基因 X 插入了 B 基因中, 此时该个体的基因型相当于 AabbMm; ② 若子代中表型及比例为红色 : 白色 : 粉色 = 9 : 4 : 3, 该比例为 $9 : 3 : 3 : 1$ 的变式, 由于三种表型都有, 因而基因 X 插入了 M 基因内部, 导致基因 M 不能表达, 此时该个体的基因型相当于 AaBbmm; ③ 若子代中表型全部为白色, 则 A 基因不能表达, 即说明基因 X 插入了 A 基因中, 该个体的基因型相当于 aaBbMm, 表现为稳定遗传, 子代均为白花。

角度 2 伴性遗传和人类遗传病

1. (12 分, 除标注外, 每空 2 分)

(1) $6 : 2 : 3 : 5$ ($3 : 5 : 3 : 5$) 是 $9 : 3 : 3 : 1$ 的变式 正交、反交结果不同

(2) aaZ^bZ^b (1 分) AaZ^bZ^b 、 AaZ^bW , 表型均为棕色

(3) aaZ^bW (1 分) AaZ^bZ^b 、 AaZ^bW , 表型分别为棕色、红色

(4) ① 为基因 A (或 B); ② 为基因 B (或 A); ③ 为红色; ④ 为棕色

【解析】 (1) 依据表格信息可知, 无论是正交 $6 : 2 : 3 : 5$, 还是反交 $3 : 5 : 3 : 5$, 均是 $9 : 3 : 3 : 1$ 的变式, 故可判断太阳鹦鹉的眼色至少由两对基因控制; 但正交和反交结果不同, 说明其中一对基因位于 Z 染色体上。(2) 依据正交结果, F_2 中棕眼 : 红眼 = 9 : 7, 说明棕眼为双显性个体, 红眼为单显性或双隐性个体, 鹦鹉为 ZW 型性别决定生物, 在雄性个体中, 棕眼为 $6/8 = 3/4 \times 1$, 在雌性个体中, 棕眼为 $3/8 = 3/4 \times 1/2$, 故可推知, F_1 的基因型为 AaZ^bZ^b 、 AaZ^bW , 表型均为棕色, 亲本为纯系, 其基因型为 aaZ^bZ^b (父本)、 AAZ^bW (母本)。(3) 依据反交结果, 结合上述分析可知, 亲本的基因型为 AAZ^bZ^b 、 aaZ^bW , 则 F_1 的基因型为 AaZ^bZ^b 、 AaZ^bW , 对应的表型依次为棕色、红色。(4) 结合上述分析可知, 棕眼为双显性个体, 红眼为单显性或双隐性个体, 故可知基因 ① 为 A (或 B), 控制酶 1 的合成, 促进红色前体物合成红色中间物, 基因 ② 为 B (或 A), 控制酶 2 的合成, 促进红色中间物合成棕色产物。

2. (12 分, 除标注外, 每空 2 分)

(1) 常染色体显性遗传 (1 分) 常染色体隐性遗传 (1 分)

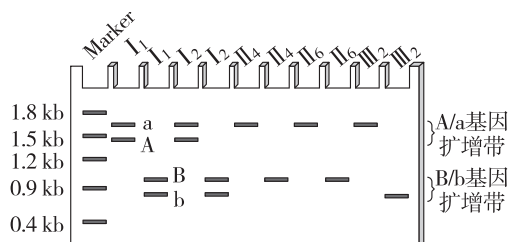
Aabb (1 分)

(2) 操作简便、准确安全、快速等 (合理即可)

(3) 缺失 (1 分) $1/900$ 25

(4) A

【解析】 (1) 据图分析, I_1 和 I_2 不患乙病, II_2 (女性) 患乙病, 可推断乙病 (苯丙酮尿症) 为常染色体隐性遗传病。 I_1 和 I_2 患甲病, II_3 (女性) 正常, 可推断甲病为常染色体显性遗传病。进一步分析可知 I_1 和 I_2 的基因型都为 AaBb, 所以 II_2 的基因型为 A_bb, 又因为 III_2 只患乙病, 则其基因型为 aabb, 所以 II_1 、 II_2 的基因型分别为 aaBb、Aabb。(2) 采用 PCR 方法可以检测胎儿的基因状况, 进行遗传病诊断, 该技术的优点有操作简便、准确安全、快速等。(3) 分析该家系成员的基因型与两个基因的 PCR 扩增产物凝胶电泳图, 由 III_2 的基因型为 aabb 可确定基因 a、b 所对应的条带, 进而推出基因 A、B 所对应的条带, 如图所示。



从而确定Ⅱ₄、Ⅱ₆的基因型均为aaBB。由于b基因的长度小于B基因,说明乙病是由于正常基因B发生了碱基的缺失。只考虑乙病,由Ⅰ₁和Ⅰ₂的基因型均为Bb可确定Ⅱ₃、Ⅱ₅的基因型为1/3BB、2/3Bb,所以Ⅲ₃、Ⅲ₅的基因型为Bb的概率为2/3×1/2=1/3。因为在正常人群中乙病携带者的概率为1/75,所以若Ⅲ₅(不患甲病)与一个无亲缘关系的正常男子婚配,生育患病孩子的概率为1/3×1/75×1/4=1/900。若Ⅲ₅和Ⅲ₃婚配,生育患病孩子的概率为1/3×1/3×1/4=1/36,故Ⅲ₅和Ⅲ₃婚配生育患病孩子的概率是前一种婚配的25倍。(4)由题意可知,乙病患者相关基因型为bb,甲病患者相关基因型为A₋。根据题意可知,反义RNA药物的治疗原理是阻碍基因表达,所以上述家系中,选择A基因作为目标,有望达到治疗目的。

3. (11分,除标注外,每空1分)

(1)20 0或1或2

(2)相对性状 基因的分离

(3)bbX^rY、bb'X^rY(2分) 雌猫体内含有两条X染色体,且表现为其中一条随机失活(2分)

(4)包裹X染色体并吸引失活因子聚集(2分) XistRNA

[解析] (1)根据题意,猫的性别决定方式是XY型,猫的染色体为18对常染色体加上一对性染色体X和Y,由于X与Y具有非同源区段,因此要对该种猫进行基因组测序,则需要测20条染色体。在减数第一次分裂过程中同源染色体分离,分别进入两个次级精母细胞中,因此雄性猫的一个次级精母细胞中含有的X染色体数目可能为0或1或2条。(2)在遗传学中,黑色系中的黑色、巧克力色、肉桂色被称为相对性状,控制它们的基因属于复等位基因,它们的遗传遵循基因的分定律。(3)题意显示,某种猫的花色有黑色、红色、白色三种品系。其中黑色系是通过真黑素表现出来的,包括黑色、巧克力色、肉桂色等,分别由位于常染色体上的基因B、b、b'控制,且表达顺序为B>b>b',当X染色体上存在R基因时,真黑素的合成会受抑制,转而合成褐黑素表现为红色系,巧克力色属于黑色系,因此一定不含有R基因,则巧克力色雄猫的基因型有2种,为bbX^rY、bb'X^rY。雌猫体内含有两条X染色体,且表现为其中一条随机失活,因此雌猫可以同时拥有黑、红两色。(4)分析题图可知:当某条X染色体失活中心上的Xist基因转录出XistRNA后,该分子能起到包裹X染色体并吸引失活因子聚集的作用,使该X染色体失活。结合题干Tsix基因是Xist基因的反义基因(其模板链位于Xist基因的非模板链上),可知该基因转录得到的TsixRNA通过与失活中心上的Xist基因转录出的XistRNA结合,抑制XistRNA包裹X染色体,从而阻止XistRNA发挥作用,使表达该基因的X染色体保持活性。

角度3 遗传规律与DNA复制、基因表达

1. (11分,除标注外,每空2分)

- (1)翻译(1分) 复合体2中的RNA可以与目标mRNA之间碱基互补配对,但不能与其他mRNA进行碱基互补配对
- (2) $m(1/2n-1)-8m$ miRNA基因中含有脱氧核糖和胸腺嘧啶,miRNA中含有核糖和尿嘧啶
- (3)针对性较强,避免误伤正常细胞

[解析] (1)在过程③中,miRNA可与目标mRNA配对,导致核糖体不能沿mRNA移动,进而会导致翻译终止。由于复合体2中的RNA可以与目标mRNA之间碱基互补配对,但不能与其他mRNA进行碱基互补配对,所以过程④复合体2能使目标mRNA水解,而不能水解其他mRNA。(2)若miRNA基因中,腺嘌呤有m个,占该基因全部碱基的比例为n,则胸腺嘧啶也有m个,且该基因全部碱基数为m/n,胞嘧啶=鸟嘌呤=(m/n-2m)/2=m(1/2n-1)。该基因中腺嘌呤脱氧核苷酸有m个,第4次复制所需的腺嘌呤脱氧核苷酸数(2⁴-2³)×m=8m。miRNA基因中含有脱氧核糖和胸腺嘧啶,miRNA中含有核糖和尿嘧啶。(3)由题意“肿瘤细胞中会产生一些正常细胞没有的蛋白质”可知,正常细胞内不会产生这些蛋白质,可以利用RNA干扰技术抑制这些蛋白质的合成,该治疗方法的优点是针对性较强,避免误伤正常细胞。

2. (9分,除标注外,每空1分)

- (1)在形成配子的过程中等位基因随同源染色体的分开而分离,从而出现性状分离(2分)
- (2)G—C被替换成A—T
- (3)RNA聚合 G—C突变为A—T导致剪切识别位点改变,剪切位点后移,且识别位点可能为GU(2分)
- (4)mRNA 抑制E基因的表达(2分)

[解析] (1)根据突变体S与野生型杂交,F₁都是野生型,F₂中野生型:突变型≈3:1,说明这对性状的遗传是由一对等位基因控制的,遵循分离定律,且突变型是隐性性状。实验一F₂植株中出现野生型与斑点叶型比例为3:1的原因是在形成配子的过程中等位基因随同源染色体的分开而分离,从而出现性状分离。(2)由图可以直接看出,野生型E基因的碱基对在图中从左向右数第七位是G—C,突变体E^s基因的碱基对在图中从左向右数第七位是A—T,碱基对发生的变化为G—C被替换成A—T。(3)转录是指以DNA的一条链为模板,按照碱基互补配对原则,合成RNA的过程,该过程需要的酶是RNA聚合酶。由题图可知,G—C突变为A—T导致剪切识别位点改变,剪切位点后移,且识别位点可能为GU,故突变体S成熟mRNA序列中多出“AUAG”4个碱基。(4)基因表达包括转录和翻译过程,转录的产物是RNA,E基因表达水平的变化可通过分析水稻叶肉细胞中mRNA含量得出。由题目所给信息“突变体S中的表达量相较野生型显著下降”和“突变体S表现出对白叶枯病很高的抗性”可推出,抑制E基因的表达可以预防水稻感染白叶枯病。

3. (11分,除标注外,每空2分)

- (1)生长激素(1分) 不确定(1分)

(2)①母方(1分) 亲代雌鼠 f 基因存在甲基化,而雌配子形成过程中才会发生甲基化(或雄配子形成过程中发生去甲基化) ②a×e 后代表型均为矮小型 ③正常型灰色:矮小型灰色:正常型白色:矮小型白色=3:3:1:1

【解析】(1)据题干信息“小鼠胰岛素样生长因子 2 是调节生长发育的重要激素之一”可知,胰岛素样生长因子 2 在调节小鼠生长发育方面与生长激素具有协同作用。根据基因印记现象,基因型为 Ff 的小鼠表型是不确定的,这是因为若 F 基因被印记而不表达,则表型为矮小型,若 F 基因未被印记而正常表达,则表型为正常型。(2)①据图可知,亲代雌鼠 f 基因存在甲基化,由题干信息可知,亲代雌鼠 f 基因只能来自其母方。②为验证雌配子形成过程中 F 基因存在印记重建,即 F 基因存在甲基化,可以选择纯合的生长正常的雌鼠 a(基因型为 FF)与纯合矮小型雄鼠 e(ff)杂交得到 F₁,观察并统计 F₁ 的表型及比例,理论上,F₁ 基因型为 Ff,表型应为正常型,若来自雌配子的 F 基因发生印记重建(甲基化),则 F₁ 全为矮小型,故实验的杂交组合可选择 a×e;预期结果:后代表型均为矮小型。③已知小鼠体色不存在基因印记现象,F/f 基因在 11 号染色体上且雌配子中存在基因印记现象,让纯合正常型灰色雌鼠(FFGg)与纯合矮小型白色雄鼠(ffgg)交配产生 F₁(FfGg),若 G/g 基因不在 11 号染色体上,则两对等位基因遵循自由组合定律,F₁ 雌、雄交配产生 F₂,在体色方面,子代表型及比例为灰色:白色=3:1,在生长发育方面,F₁ 基因型可表示为 F⁻f(F⁻表示基因甲基化),则子代表型及比例为正常型:矮小型=1:1,故 F₂ 小鼠的表型及比例为正常型灰色:矮小型灰色:正常型白色:矮小型白色=3:3:1:1。

角度 4 变异、育种

1. (10 分,除标注外,每空 2 分)

(1)乙(1分) 突变体甲相关的蛋白质中最多只有一个氨基酸发生改变;而突变体乙相关的蛋白质可能从第 19 个氨基酸开始均发生改变

(2)不定向性(1分)

(3)长翅对正常翅、残翅为显性,正常翅对残翅为显性

(4)长翅雌果蝇:正常翅雌果蝇:长翅雄果蝇:残翅雄果蝇=1:1:1:1

(5)温度通过影响酶的活性,进行影响生物体的性状,但不会改变生物体的基因型

【解析】(1)依据题意可知,突变体甲相关 mRNA 的第 19 个密码子的第二个碱基 U 变成了 C,发生了碱基的替换,导致其表达的蛋白质中最多有一个氨基酸发生改变,突变体乙相关 mRNA 的第 19 个密码子中第二个碱基前多了一个 U,发生了碱基的增添,可能导致其表达的蛋白质从第 19 个氨基酸开始均发生改变,因此与正常果蝇相比,突变体乙的翅长变化可能更大。(2)突变体甲和乙均由基因 A 突变引起,甲表现为长翅(基因 A⁺控制),突变体乙表现为残翅(基因 A⁻控制),由于基因 A 向不同的方向发生突变,产生了一个以上的等位基因,体现了基因突变的不定向性。(3)由题意可知,用突变体甲(长翅)和突变体乙(残翅)作亲本进行杂交,所得 F₁ 雌、雄果蝇均表现为长翅:正常翅=1:1,无残翅果蝇,可说明长翅对正常翅、残翅为显性,正常翅对残翅为显性。(4)若控制翅长的基因位于 X 染色体上,则突变体甲的基因型为 X^{A+}X^{A+},突变体乙的基因型为 X^{A-}Y,F₁ 个体的基因型及表型分别为 X^{A+}X^{A-}(长翅雌果蝇)、X^{A+}Y(长翅雄果蝇)、X^AX^{A-}(正常翅雌果蝇)和 X^AY(正常翅雄果蝇),F₁ 中的长翅雌果蝇和正常翅雄果蝇杂交,即 X^{A+}X^{A-}×X^AY,子代的基因型及表型分别为 X^{A+}X^A(长翅雌果蝇)、X^{A+}Y(长翅雄果蝇)、X^AX^{A-}(正常翅雌果蝇)和 X^AY(残翅雄果蝇),即长翅雌果蝇:正常翅雌果蝇:长翅雄果蝇:残翅雄果蝇=1:1:1:1。(5)依据题干信息可知,正常翅果蝇幼虫放在 35~37℃ 的环境中处理 6~24 小时以后,会得到残翅果蝇,但这些残翅果蝇在正常环境温度下产生的后代,仍然是正常翅果蝇,说明温度可以通过影响酶的活性,改变生物体的性状,但不会改变生物体的基因型。

2. (14 分,每空 2 分)

(1)F₂ 的表型比例是 9:3:3:1 的变式,符合基因的自由组合定律,则翅色的遗传受两对等位基因控制 绿色翅:无色翅=1:1

(2)UAS-GFP 插入了 X 染色体上 6:2:3:5

(3)P 品系和 M 品系杂交能产生可育后代 M 品系卵细胞的细胞质中有一种能激活 P 因子转座的物质,而 P 品系的卵细胞中不存在这种物质 进行多对 P 品系雄果蝇与该地雌果蝇杂交,检测子代果蝇的育性。若子代全可育,则该地果蝇为 P 品系;若子代全不育,则该地果蝇为 M 品系;若子代部分可育、部分不可育,则该地果蝇既有 P 品系又有 M 品系

【解析】(1)将 F₁ 中绿色翅雌、雄个体随机交配,F₂ 中绿色翅:无色翅=9:7,是 9:3:3:1 的变式,符合基因的自由组合定律,则翅色的遗传受两对等位基因的控制,故 UAS-GFP 没有插入 3 号染色体上。且 G 和 UAS-GFP 基因同时存在时,表现为绿色翅,只含有一个 G 基因或 UAS-GFP 基因或二者都不含时,表现为无色翅。已知一个 G 基因(设为 G)插入雄果蝇的一条 3 号染色体上,若 UAS-GFP(设为 U)插入了 3 号染色体上,则亲本的基因型为 Gu//gu(//表示同源染色体)、gU//gu,F₁ 中绿色翅雌、雄个体的基因型均为 Gu//gU,让 F₁ 中绿色翅雌、雄个体随机交配,则 F₂ 的基因型及比例为 Gu//Gu:Gu//gU:gU//gU=1:2:1,F₂ 表型及比例为绿色翅:无色翅=1:1。(2)若 F₂ 中雌、雄果蝇的翅色比例不同,推测最可能的原因 UAS-GFP 插入了 X 染色体上。则亲本的基因型可以设为 GgX^uY 和 ggX^uX^u,(u 和 g 表示没有相关的基因),F₁ 的绿翅雌、雄果蝇的基因型为 GgX^uX^u 和 GgX^uY,杂交后代基因型及其比例为 G⁻X^uX^u:G⁻X^uY:ggX^uX^u:(G⁻X^uY+ggX^uY+ggX^uY)=6:3:

2:(3+1+1),表型及其比例为绿翅雌性:绿翅雄性:无色翅雌性:无色翅雄性=6:3:2:5。(3)①由于P品系和M品系杂交能产生可育后代,因此P品系和M品系属于同一物种。②P品系的核DNA中有许多转座子,称为P因子,M品系中不存在P因子,M品系卵细胞的细胞质中有一种能激活P因子转座的物质,而P品系的卵细胞中不存在这种物质,因此P品系和M品系互交结果不同。若要测定某地黑腹果蝇的品系种类(P品系或M品系),可进行多对P品系雄果蝇与该地雌果蝇杂交,检测子代果蝇的育性。若子代全可育,则该地果蝇为P品系;若子代全不育,则该地果蝇为M品系;若子代部分可育、部分不可育,则该地果蝇既有P品系又有M品系。

3. (11分,除标注外,每空2分)

- (1)改变(1分) 不改变(1分)
- (2)PCR(1分) 能稳定遗传 1:1
- (3)不同的作用方式或活性
- (4)合理性:BFL4-1的阳性个体自交后代约有25%的非转基因植株,通过选择延缓玉米螟抗性的产生;缺点:需要更多的耕地面积才能满足对玉米产量的要求

【解析】(1)抗虫基因 *cryIAb*、*cryIF* 经剪辑、优化、表达后,基因的碱基排列顺序发生改变,进而转录出的 mRNA 序列有所改变,但密码子具有简并性,因而杀虫蛋白的氨基酸序列不改变,否则会影响杀虫效果。(2)利用农杆菌转化法将基因表达载体导入受体玉米材料中,经筛选获得多个阳性植株(B)。将B与高产玉米品种A采用回交转育的方法(过程如图甲)得到品系BFL4-1。采用PCR技术和凝胶电泳等方法对BFL4-1回交不同世代(BC_4F_1 、 BC_5F_1)中阳性植株的DNA进行扩增检测(结果如图乙),图乙中显示待测植株中均含有目的基因,根据该结果说明目的基因均已整合到玉米基因组中,并且表现出稳定遗传。因为回交不同世代中阳性植株与阴性植株比例均接近1:1,因此可推测外源基因片段在染色体上为单一位点插入。(3)BFL4-1若能在实际种植中延缓玉米螟抗性的产生,需要满足的假设是 *cryIAb*、*cryIF* 基因编码的杀虫蛋白具有不同的作用方式或活性。(4)BFL4-1的阳性个体相当于杂合子,其自交得到的后代会出现性状分离,即BFL4-1的阳性个体自交后代约有25%的非转基因植株,这些个体在大田中种植,作为一种自然选择的因素可以延缓玉米螟抗性的产生,但同时这种方法会导致玉米对玉米螟的抗性下降,产量降低,因此该种植方法的设计可能需要更多的耕地面积才能满足对玉米产量的要求,这是其设计的缺点所在。

4. (10分,除标注外,每空1分)

- (1)碱基排列顺序 基因重组
- (2)DNA 两者都含 *Yr15* 基因,PCR扩增产物类型相同
- (3)易位 黑麦 1R 染色体短臂
- (4)用条锈菌淘汰 F_1 中不抗条锈病植株,让 F_1 自交得 F_2 ,用探针 1RNOR 检测 F_2 植株,细胞中没有荧光点的 F_2 植株即为纯合抗条锈病小麦(2分)

(5)7/16(2分)

【解析】(1)不同基因的根本区别在于碱基排列顺序不同。将 *Yr5* 基因或 *Yr15* 基因导入普通小麦中,属于基因重组。(2)利用PCR扩增 *Yr15* 基因时,可提取抗条锈病小麦的DNA作为PCR的模板。无论纯合还是杂合,两者都含 *Yr15* 基因,PCR扩增产物类型相同,所以利用题述方法不能区分纯合和杂合的抗条锈病小麦。(3)由题意及图可知,B、R染色体形成的原因是两条非同源染色体之间发生了易位。不抗条锈病小麦品系T,其1B染色体的短臂(1BS)被黑麦1R染色体的短臂(1RS)取代,形成了B、R染色体,欲检测小麦细胞中的B、R染色体,设计荧光标记的探针时应根据染色体的黑麦1R染色体短臂中DNA片段的特殊核苷酸序列。(4)让纯合小麦品系T与小麦品系F杂交得到 F_1 ,由于品系F中含有纯合子和杂合子,所以需用条锈菌淘汰 F_1 中不抗条锈病植株,让 F_1 自交得 F_2 ,用探针 1RNOR 检测 F_2 植株,细胞中没有荧光点的 F_2 植株即为纯合抗条锈病小麦。(5)抗条锈病且含荧光点的植株既含有 *Yr5* 或 *Yr15* 基因,又含有B、R染色体,丙植株与杂合的小麦品系F杂交,所得 F_1 有B、R1B 2B2B、B、R1B 2B2B^{Yr5}、B、R1B^{Yr15} 2B2B、B、R1B^{Yr15} 2B2B^{Yr5},上述四种基因型各占1/4,各自自交后,基因型为B、R1B2B2B的植株自交后代中没有既抗条锈病又含荧光点的植株;基因型为B、R1B2B2B^{Yr5}的植株自交后代中既抗条锈病又含荧光点的植株占 $1/4 \times 3/4 \times 3/4 = 9/64$;基因型为B、R1B^{Yr15} 2B2B的植株自交后代中既抗条锈病又含荧光点的植株占 $1/4 \times 1/2 = 1/8$;基因型为B、R1B^{Yr15} 2B2B^{Yr5}的植株自交后代中既抗条锈病又含荧光点的植株有2种类型:基因型为B、R、R_2B^{Yr5}的植株占 $1/4 \times 1/4 \times 3/4 = 3/64$,基因型为B、R1B^{Yr15} _ _的植株占 $1/4 \times 1/2 \times 1 = 1/8$,故 F_2 植株中所有抗条锈病且含荧光点的植株占 $9/64 + 1/8 + 3/64 + 1/8 = 7/16$ 。

角度5 遗传规律与现代生物工程的综合应用

1. (12分,每空2分)

- (1)正常女性:红色盲男性=1:1 正常女性:绿色盲女性:红色盲男性:红绿色盲男性=1:1:1:1 红蓝色盲:绿蓝色盲:红色盲:绿色盲=1:1:1:1
- (2)①部分Z+M+部分M ②Z发生突变,导致L、M基因无法表达 ③L、M基因的共用调控序列发生突变或L、M基因发生基因突变

【解析】(1)根据题意分析,绿色盲男性的基因型为 $X^{lm}Y$,红色盲女性的基因型为 $X^{lm}X^{lm}$ 或 $X^{lm}X^{lm}$,若该女性的基因型为 $X^{lm}X^{lm}$,则后代的基因型及比例为 $X^{lm}X^{lm}:X^{lm}Y=1:1$,表型及比例为正常女性:红色盲男性=1:1;若该女性的基因型为 $X^{lm}X^{lm}$,则后代的基因型及比例为 $X^{lm}X^{lm}:X^{lm}X^{lm}:X^{lm}Y:X^{lm}Y=1:1:1:1$,表型及比例为正常女性:绿色盲女性:红色盲男性:红绿色盲男性=1:1:1:1。无论哪种情况,后代的正常个体只有女性,且基因型为 $X^{lm}X^{lm}$,若同时

考虑蓝色盲,其基因型为 $ssX^{Lm}X^{Im}$,而蓝色盲男性的基因型为 $SsX^{Lm}Y$,两者婚配,其男性后代的基因型及比例为 $SsX^{Lm}Y : SsX^{Im}Y : ssX^{Lm}Y : ssX^{Im}Y = 1 : 1 : 1 : 1$,表型及比例为绿蓝色盲:红蓝色盲:绿色盲:红色盲 $= 1 : 1 : 1 : 1$ 。(2)①已知对照组的序列组成为 $Z+L+M+M$,患者甲的 Z 序列的电泳结果和对照组不同,且迁移距离更远,因此片段较小,只具有部分 Z 片段;患者甲 B_L 、 C_L 和 D_L 均缺失,因此不含 L 片段;对照组含有两个 M 片段,其 B_M 、 C_M 和 D_M 的量分别为 45.5、21.3 和 66.1,而患者甲 B_M 、 C_M 和 D_M 的量分别为 21.9、10.9 和 61.4,其 B_M 、 C_M 的量约为对照组的一半,而 D_M 的量和对照组相差不大,因此患者甲除含有一个完整的 M 片段外,还有一个 M 片段的 D_M 区,因此其序列组成可表示为部分 $Z+M$ +部分 M 。②据表可知,患者丙和患者丁的 L 和 M 片段的相关结果和对照组差异不大,但缺失 Z_1 或 Z_2 ,说明 Z_1 和 Z_2 的缺失会影响 L 和 M 基因的表达,从而使机体患病,即患病的原因是 Z 发生突变,导致 L 、 M 基因无法表达。③分析甲、乙、丙和丁的检测结果可知,红绿色盲的遗传病因是 L 、 M 基因的共用调控序列发生突变或 L 、 M 基因发生基因突变。

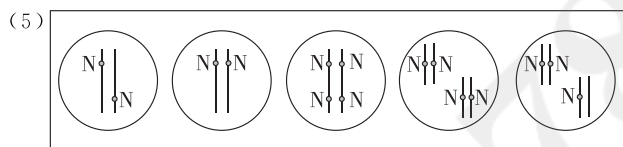
2. (13 分,除标注外,每空 1 分)

(1)12

(2)aabb、AABB 3/16 取 F_2 中对两种菌均具有抗性的植株自交,选择子代不发生性状分离的植株即为纯合子(2 分)

(3)3 缺失

(4)T-DNA 植物组织培养



(4 分,每画出 1 个图形得 1 分,最多 4 分)

【解析】(1)为建立水稻基因组数据库,需要测序一个染色体组的全部染色体,因此科学家须完成水稻 12 条染色体的 DNA 测序。(2)依据题干信息,水稻对镰刀菌和立枯丝核菌的抗性分别受非同源染色体上的 A/a 、 B/b 基因控制,且图示中镰刀菌抗性株:易感株 $\approx 3 : 1$,说明抗性(A)对易感(a)为显性,立枯丝核菌抗性株:易感株 $\approx 1 : 3$,说明易感(B)对抗性(b)为显性,由此可推知,连梗 11 号和龙梗 39 号的基因型分别为 aabb、AABB。在 F_2 中对两种菌均有抗性的基因型为 A_bb ,所占比例为 3/16。获得对两种菌均具有抗性的纯合子最简便的方法是直接取 F_2 中对两种菌均具有抗性的植株自交,选择子代不发生性状分离的植株即为纯合子 AAbb。(3)乙和茎优 822 号第 3 对引物对应区间的基因电泳条带位置不同并且突变体条带距点样孔更远,因此据图推测,5 号染色体上第 3 对引物对应区间的基因(标记为 N 基因)发生了碱基的缺失。(4)将 N 基因作为目的基因与 Ti 质粒的 T-DNA 拼接后,应采用农杆菌转化法,导入水稻的叶肉细胞中,经过植物的组织培养技术获取转基因植株丙。(5)丙植株

体细胞中含有 2 个 N 基因,这 2 个 N 基因的位置可能位于同源染色体的非等位基因处、位于同源染色体的等位基因处、位于同一条染色体、位于非同源染色体上,因此丁植株细胞内 N 基因在染色体上可能的相对位置即如答案所示。

突破练 4 生物与环境

角度 1 种群与群落

1. (10 分,除标注外,每空 2 分)

(1)藻细胞密度增加,光合作用强度增大,吸收培养液中的 CO_2 增多,从而导致培养液的 pH 升高(合理即可,1 分)

(2)混合培养时,两种藻类之间存在种间竞争,并且甲在竞争中处于劣势,最终两种藻类的 K 值都下降 乙(1 分)

(3)乙代谢产生的物质明显抑制甲的生长 混合培养时资源、空间有限,导致乙的种群数量下降,乙的种群数量下降与甲代谢产生的物质无关

(4)受人类活动等的影响,近海水域中的 N 、 P 等矿质元素增多、 CO_2 浓度较高,藻类大量增殖

【解析】(1)藻细胞密度增加,光合作用强度增大,吸收培养液中的 CO_2 增多,从而导致培养液的 pH 升高。(2)据图(1)分析可知,与单独培养相比,相同条件下,混合培养的两种藻类的细胞密度都下降,甲的细胞密度下降的幅度更大,说明混合培养时两种藻类之间存在种间竞争,并且甲在竞争中处于劣势,最终导致两种藻类的 K 值都下降。据图(1)分析可知,与 ρ_2 条件下相比,在 ρ_1 条件下乙细胞密度明显下降,而甲的细胞密度变化不大,推测推行绿色低碳生活更有利于减缓乙的种群增长。(3)根据图(2)结果分析可知,其他条件相同情况下,用培养过乙的过滤液培养甲,一段时间后,甲的细胞密度比对照组的小,说明乙代谢产生的物质明显抑制甲的生长;其他条件相同情况下,用培养过甲的过滤液培养乙,一段时间后,乙的细胞密度与对照组的无明显差异,说明乙的细胞密度变化与甲代谢产生的物质无关,结合图(1)结果分析可知,可能是混合培养时资源、空间有限,导致乙的种群数量下降。(4)近海水域人类活动相对较多,使 N 、 P 等矿质元素增多、 CO_2 浓度较高,从而使藻类短时间内急剧增殖,引发赤潮。

2. (11 分,除标注外,每空 1 分)

(1)密度制约 减少 间接

(2)栖息地面积 竹林面积(与前一空可互换) 食物 碎片化

(3)栖息地面积大,食物资源丰富提高了种群的繁殖能力,使出生率增加,种内竞争降低导致死亡率减小,出生率大于死亡率,从而使大熊猫种群密度增加(2 分)

(4)建立动物园、繁育中心;建立精子库、基因库,利用生物技术对其基因进行保护;通过人工授精、胚胎移植等生物技术加强保护(2 分)

【解析】(1)人和家畜影响大熊猫的食物资源,属于密度制约因素;部分森林转化为裸岩或草地,生产者通过光合作用获取的能量下降,消费者获得的总能量减少;土壤保持和水源涵养属于生态学功能,属于生物多样性的间接价值。(2)由图可知,大熊猫种群数量与栖息地面积和竹林面积呈正相关;建立自然保护区等措施可以减少人和家畜的干扰,增加大熊猫的食物资源,提高了栖息地对大熊猫的环境容纳量。而旅游开发和路网扩张等使大熊猫栖息地丧失和碎片化,导致大熊猫被分为33个局域种群,种群增长受限。(3)根据题意,栖息地面积和食物资源均会影响种群繁殖能力,即影响种群出生率,则大熊猫栖息地面积和竹林面积增大,会提高种群繁殖能力,出生率上升,同时种内竞争减弱,死亡率减小,进而提高种群密度;若大熊猫栖息地面积和竹林面积减小,大熊猫种群繁殖能力减弱,出生率降低,同时种内竞争增强,死亡率增加,导致大熊猫种群密度减小。(4)除了就地保护,还可以选择易地保护,如建立动物园、繁育中心;还可以通过人工授精、胚胎移植等生物技术加强保护;建立精子库和基因库,利用生物技术对其基因进行保护。

3. (10分,除标注外,每空1分)

(1)大 结构

(2)①不同放牧强度(2分) 样方 ③无明显差异 降低差

(3)接近且不超过K值(2分)

【解析】(1)优势种是指对群落的结构和内部环境的形成有明显决定作用的物种。贝加尔针茅作为优势种,应该具有生活力强、个体数量多和生物量大的特点,其对群落的结构和功能起决定性的作用。(2)本实验的目的是探究草原放牧强度和氮素施加量对草原群落的影响,自变量是放牧强度和氮素施加量,检测指标是丰富度相对值。据图所示,设置不同水平的氮素添加组,每个氮素水平都设置不同放牧强度处理。植物物种丰富度的调查常采用样方法。图示结果表明,同一放牧强度下不同水平的氮素添加组之间植物的物种丰富度基本相同。由于过度放牧使适口性好的植物先被家畜采食,使其与适口性差的植物竞争资源时容易处于劣势,故过度放牧会导致植物的物种丰富度降低。(3)为了保护草场资源,同时保证牧民的经济效益,应将家畜种群数量维持在接近且不超过K值的水平。

4. (8分,除标注外,每空2分)

(1)生态系统(1分)

(2)鸟类参与花葵的传粉,其作用与昆虫相当 A(1分)

(3)无昆虫和鸟类传粉,花葵能否完成自花传粉

(4)小岛的自然环境与陆地不同,对生物的选择作用不同,生物能够进化出与陆地生物不同的物种特征;岛屿环境资源有限,物种之间竞争激烈,为了更好地适应环境,生物的进化速度更快

【解析】(1)生态系统是指在一定空间内,由生物群落与它的非生物环境相互作用而形成的统一整体,故小岛上的生物与非生物环境共同构成一个生态系统。(2)自然状态下,昆虫和鸟类都可以访花,用疏网屏蔽鸟类后,只有昆虫可以访花。由图可知,自然状态组相对传粉率约为100%,屏蔽鸟类组相对传粉率约为50%,这说明用疏网屏蔽鸟类访花后,鸟类无法对花葵进行传粉,花葵只能依赖能通过网孔的昆虫进行传粉,由此可知,鸟类也可以参与花葵的传粉,其作用与昆虫相当。本题中的鸟类可以帮助花葵传粉,花葵能为鸟类提供花粉或花蜜作为补充食物,鸟和花葵分开后,各自也能独立生活,不影响生存,所以两者是原始合作关系,故选A。(3)将花葵花蕾进行套袋处理后花葵无法进行异花传粉,因此该实验的目的是探究没有昆虫和鸟类传粉时,花葵能否完成自花传粉。(4)与陆地相比,小岛的自然环境不同,则对生物的选择作用不同,生物能够进化出与陆地生物不同的物种特征,这是“小岛”在进化研究中的主要优势之一;此外,岛屿环境资源有限,不同物种之间竞争更为激烈,生物为了更好地适应环境,进化速度更快。

5. (9分,除标注外,每空1分)

(1)不能 水平结构 冷杉与其他物种在长期的自然选择过程中,相互适应、相互依存,形成了相对稳定的生态关系(2分)

(2)45

(3)丙和丁(2分) 在群落丙和丁建立自然保护区,可以保护更多的物种,维系物种多样性(2分)

【解析】(1)不能仅根据种群数量多少判断冷杉是否占据优势,还需要考虑其他因素,如冷杉在群落中的生态作用、与其他物种的关系等。群落空间结构包括水平结构和垂直结构,冷杉在不同地段的种群密度不同,体现了群落的水平结构。冷杉在群落甲中能占据相对稳定的生态位,是因为它与其他物种之间存在竞争和互利共生等关系,通过协同进化,冷杉适应了环境,与其他物种形成了相对稳定的生态关系。(2)由题意可知, β 多样性=两群落独有物种数之和/两群落各自物种数之和,因此两群落独有物种数之和/(70+80)=0.4,则两群落独有物种数之和为60,共有物种数为(70+80-60)/2=45。(3) β 多样性高表示两群落之间的物种组成差异较大,在这种情况下,在群落丙和丁建立自然保护区可以保护更多的物种。这是因为自然保护区的建立可以保护物种的栖息地和生态环境,减少人类活动的干扰和破坏,从而维系物种的多样性。在群落丙和丁建立自然保护区,可以将两个群落的物种都纳入保护范围,更好地保护生物多样性。

6. (11分,除标注外,每空1分)

(1)与其他物种的关系 红外触发相机

(2)大 S5 S6

(3)物种S3和物种S4的时间生态位重叠指数最大,说明这两种生物在栖息地、食物、天敌等方面的相似度较高(2分)

(4)S3 S4 S2与S3、S4的时间生态位重叠指数最小,说明S3、S4与物种S2在活动时间上几乎不重叠(2分)

【解析】(1)物种的生态位包括该物种所处的空间位置、占用资源的情况以及与其他物种的关系等。长时间调查生活在隐蔽、复杂环境中的猛兽数量,使用红外触发相机对动物干扰少。(2)当两个物种利用同一资源或共同占有某一资源因素(食物、营养成分、空间等)时,就会出现生态位重叠现象,所以具有捕食关系的两个物种之间的时间生态位重叠指数一般相对较大,由表格可以看出,S1与S5、S6的时间生态位重叠指数最大,因此物种S1的猎物有可能是物种S5和物种S6。(3)由表格信息可知,物种S3和物种S4的时间生态位重叠指数最大,说明这两种生物在栖息地、食物、天敌等方面的相似度较高,因此二者可能属于同一属的动物。(4)物种S2是夜行性动物,由表格信息可知,S2与S3、S4的时间生态位重叠指数最小,说明S3、S4与物种S2在活动时间上几乎不重叠,因此最有可能属于昼行性动物的是物种S3和物种S4。

7. (12分,每空2分)

- (1)初生演替
- (2)增加
- (3)变小
- (4)倒 正
- (5)环境条件

【解析】(1)群落演替的类型有初生演替和次生演替,裸石上没有土壤条件,发生的群落演替类型为初生演替。(2)由图甲可知,演替的前120天,随着演替时间延长,新增物种数目减少,也就是增加速率减慢,但还是在增加,到120天时,新增物种数为0,即不再增加,因此演替的前120天,生长在裸石上的物种总数增加,之后,演替趋于稳定。(3)由图甲可知,120天后,新增物种数为0,群落演替达到稳定,由图乙可知,与演替初期优势种A的圆圈面积相比,120天后的优势种A圆圈面积较小,因此演替稳定后,优势种A的环境容纳量与演替初期相比变小。(4)由图乙可知,120天后,异养类群圆圈面积较自养类群圆圈面积大,即异养类群数量较多,据此推测演替达到稳定后,两者的数量金字塔是倒金字塔形。由于能量在流动过程中总是逐级递减,因此能量金字塔通常都是正金字塔形。(5)群落演替的根本原因是内外环境条件的变化使得群落基因库发生改变,当试验裸石上的演替稳定后,其群落结构应与周围类似石块上已稳定存在的群落结构相似,原因是两者所处的环境条件相似。

角度2 生态系统的综合应用

1. (10分,除标注外,每空1分)

- (1)垂直 生态位 种间竞争 捕食
- (2)3/3 浮游植物(或浮游植物固定的太阳能)
- (3)(鲢、鳙和蒙古鲈等)大中型鱼类(2分) 迁入 环境容纳量(或K值)

【解析】(1)在垂直方向上,群落的分层体现了群落的垂直结构。分析食物网可以发现,在该水生生物群落中,鲢、鳙等大中型鱼类

与小型鱼类具有相似的地位或作用,彼此存在共同的资源利用,即存在生态位重叠,表现为种间竞争关系。结合食物网和数据表提供的信息可以发现,蒙古鲈等大中型鱼类和长江江豚均通过捕食短颌鲚等小型鱼类获得能量,蒙古鲈等大中型鱼类增多使小型鱼类生物量明显降低,导致长江江豚食物资源减少。(2)由食物网可知,长江江豚可处于第三、四、五营养级。在该食物网中,所有能量根本上均来自于浮游植物(或浮游植物固定的太阳能)。(3)结合生物量数据表和食物网可知,与长江江豚的饵料鱼类(短颌鲚等小型鱼类)存在种间竞争关系的鲢、鳙等大中型鱼类,以及通过捕食限制短颌鲚等长江江豚饵料鱼类生物量的蒙古鲈等大中型鱼类在2021年生物量急剧增长,这是长江江豚的饵料鱼类生物量显著降低的直接原因,需适度去除鲢、鳙和蒙古鲈等大中型鱼类以提高长江江豚的食物资源供给。采取“在丰水期打开闸口”这一措施的目标是使该水域长江江豚饵料鱼类种群数量增加,这与种群数量特征的“迁入率”直接相关。以上措施均可提高该水域对长江江豚的环境容纳量。

2. (10分,除标注外,每空1分)

- (1)循环
- (2)取样器取样 种类(类群或类别)和数量
- (3)1年和3年 增加了土壤有机质含量,为更多的土壤动物提供食物,同时提高了土壤温度,有利于中小型土壤动物的生存和繁衍(2分)
- (4)捕食和种间竞争 18.1 通过呼吸作用以热能的形式散失(2分)

【解析】(1)利用秸秆生产大球盖菇,减少“废物”的产生,主要遵循了生态工程的循环原理,达到物质循环再生的目的。(2)土壤中部分小动物活动能力较强,身体较小,故研究土壤中小动物类群丰富度时不采用样方法和标记重捕法,一般采用取样器取样法进行采集调查,统计数据时需要记录土壤动物的种类(类群或类别)和数量。(3)分析表格数据可知,1年和3年两种年限的Cs最大,说明1年和3年两种年限的毛竹林群落最为相似;引入稻草、稻壳增加了土壤有机质含量,为更多的土壤动物提供食物,同时提高了土壤温度,有利于土壤小动物的生存和繁衍,故稻草、稻壳等被大量引入毛竹林地,增加了土壤小动物的类群数和种群密度。(4)该食物网中,B与D的种间关系是捕食和种间竞争;第二营养级到第三营养级的能量传递效率为 $(680+860-460)/5980 \times 100\% \approx 18.1\%$;若不考虑未被利用的能量,第二营养级最主要的能量去向是通过呼吸作用以热能的形式散失。

3. (12分,每空2分)

- (1)协调、自生
- (2)为红树林的自然修复提供空间和资源
- (3) NH_4^+ 氧化过程中 反硝化作用、厌氧氨氧化
- (4)在低氮环境中,促进植物地下部分生长进而扩大氮的吸收面积;在高氮环境中,促进植物地上部分生长进而增加光合面积有效减少种子传播,去除根(无性繁殖器官),避免其无性繁殖

【解析】(1)红树林群落修复首先应退塘还湿,修复过程中往往需要筛选乡土树种进行种植,乡土树种更加适合本地生长,遵循了生态工程的协调原理,并且间植挺水植物,遵循了自生原理。(2)为了给红树林的自然修复提供空间和资源,配置群落结构时应稀疏种植红树。(3)①硝化细菌可利用 NH_4^+ 氧化过程中释放出的化学能将 CO_2 和 H_2O 合成糖类。②土壤中的 NH_4^+ 和 NO_3^- 等含氮无机物含有大量氮元素,可以为植物的生长提供所需要的氮元素,根据图示,若湿地中氮元素过量会造成富营养化,而图中的反硝化作用、厌氧氨氧化作用可使湿地“脱氮”。(4)①据图可知,在低氮条件下,地下生物量大于对照组,说明可通过促进植物地下部分的生长来扩大其氮的吸收面积;在高氮条件下,地上生物量增加,推测其通过促进植物地上部分生长来增加光照面积,从而提高自身的环境适应能力。②为清除该植物,可在种子成熟前,连根拔除,有效减少种子传播;通过拔除根(无性繁殖器官),可避免其无性繁殖。

角度3 生态环境与保护

1. (10分,除标注外,每空2分)

- (1)消费者和分解者 生物富集
- (2)N、P(1分) 正反馈调节
- (3)浮游植物和海带等生产者可以通过光合作用吸收 CO_2 食物链(食物网)
- (4) CO_2 从大气向海洋扩散

【解析】(1)分析题意,牡蛎可以以水体中的颗粒有机物为食,说明其属于分解者,也可以以浮游植物、底栖微藻为食,说明其也属于消费者;微塑料和重金属物质属于不易被降解的物质,这些污染物可通过生物富集作用在牡蛎体内聚集。(2)工厂和生活污水中含有 N、P 等元素,工厂和生活污水的排放会导致该地区海洋中相关元素含量升高;藻类大量繁殖,其死亡后被微生物分解,引起水体溶氧量下降,造成鱼类等死亡,进一步破坏生态系统的稳定,该调节方式属于正反馈调节。(3)浮游植物和海带等生产者可以通过光合作用吸收 CO_2 ,故养殖区可降低表层海水 CO_2 相对含量;食物链和食物网是能量流动和物质循环的渠道,故贝类食性广泛,通过滤食浮游生物和海带碎屑促进了有机物沿食物链(食物网)传递,增加了有机碳的储存。(4)分析题意,“藻—贝”共生的养殖模式在获得经济效益的同时,通过海洋生物对海洋 CO_2 的吸收,促进 CO_2 从大气向海洋扩散,从而降低大气中的 CO_2 含量,助力“碳中和”。

2. (10分,除标注外,每空2分)

- (1)生产者(1分) 样方(1分) 假臭草的种群密度、假臭草在果园中出现的频率、假臭草植株的高度等
- (2)弃荒地(1分) 白花鬼针草(1分)
- (3)合理地调整生态系统中的能量流动关系,使能量持续高效地流向对人类有益的部分

(4)根据种间关系可知,从豚草原产地引入天敌可以抑制豚草种群数量的增加,但是引入外来物种的同时,要考虑当地是否存在抑制豚草天敌的物种存在,否则盲目引入外来物种可能会导致当地其他物种的灭绝,使生物多样性丧失

【解析】(1)入侵杂草能够利用光能把无机物合成有机物,因此入侵杂草一般属于生态系统组成成分中的生产者。对植物进行种群密度调查时可以采用样方法,调查过程中要做到随机取样。研究某种植物的生态位,通常要研究它在研究区域内的出现频率、种群密度、植株高度等特征,以及它与其他物种的关系等,若要了解假臭草在某果园中的生态位,可以研究它在果园内的出现频率、种群密度、植株高度等特征,以及假臭草与其他物种的关系等。(2)一个群落中的物种数目称为物种丰富度。依据表分析可知,在6种生境中弃荒地的杂草丰富度最高,因此弃荒地杂草入侵种类最多,对重要入侵杂草的分布生境进行归类统计可以发现,白花鬼针草在其中的5种生境中均有分布,故白花鬼针草分布生境最广,应当对其进行重点防范。(3)田间除去入侵植物等杂草,可以提高农作物的产量,这体现的研究能量流动的实践意义是通过合理地调整生态系统中的能量流动关系,使能量持续高效地流向对人类有益的部分。(4)根据题意,豚草茎和叶释放的化学物质对本地的禾本科、豆科等农作物生长有抑制作用,同时其花粉是当地人群的主要过敏原之一。某地政府欲从豚草原产地引入天敌对其进行防治,根据种间关系可知,从豚草原产地引入天敌,可以抑制豚草的繁殖,控制豚草种群数量的增加,但是引入外来物种的同时,要考虑当地是否存在抑制豚草天敌的物种,否则盲目引入外来物种可能会导致当地其他物种的灭绝,使生物多样性丧失。

3. (13分,除标注外,每空2分)

- (1)改变演替的速度和方向 过度砍伐使物种丰富度降低,营养结构变得简单,抵抗力稳定性减弱
- (2)云豹的同化量中有来自其他生物的部分(或云豹并不是只以斑羚为食) 物种多样性(1分)
- (3)环境因素引起的黑毛藻生长或死亡(或环境因素对黑毛藻的影响) 克氏原螯虾直接捕食田螺 克氏原螯虾对田螺采食黑毛藻起到抑制作用,且对小田螺采食黑毛藻影响较大

【解析】(1)过度砍伐和不合理的土地利用对群落演替的影响是改变群落演替的速度和方向。过度砍伐使物种丰富度降低,营养结构变得简单,抵抗力稳定性减弱。(2)云豹以保护区的斑羚等植食性动物为食,并不是只以斑羚为食,云豹的同化量中有来自其他生物的部分,因此云豹与斑羚的能量传递效率不能按照两者同化量进行计算。从生物多样性的角度分析,国家加大对云豹的保护主要是对物种多样性进行保护。(3)本题研究的是克氏原螯虾和田螺的捕食关系对黑毛藻的影响,图甲中d组的作用是作为对照组,其目的是排除环境因素引起的黑毛藻生长或死亡对实验结果的影响。用带孔不透明的隔板隔开克氏原螯虾和田螺,是为了防止捕食关系的影响。

生,但克氏原螯虾产生的化学信息依然可以传递,因而会对田螺采食黑毛藻产生影响。依据实验结果可知,在有克氏原螯虾的情况下,黑毛藻的存活率均较高,而在无克氏原螯虾、有田螺的情况下,黑毛藻的存活率降低,说明克氏原螯虾对田螺采食黑毛藻起到抑制作用,同时,在无克氏原螯虾的情况下有小田螺组的黑毛藻存活率最低,可见,克氏原螯虾对小田螺采食黑毛藻影响较大。

角度 4 生态工程

(14 分,除标注外,每空 2 分)

(1)自组织、自我调节(1 分) 实现物质的循环再生和能量的多级利用、减少环境污染(少消耗,多效益,可持续)

(2)自生、整体 本地物种有较高生态适应性;避免外来物种入侵,保护本地生物多样性 自我调节能力是有一定限度的 厌氧池中微生物能把禽畜粪中的有机物分解成无机物,有利于植物直接吸收 定期适度捕捞鲢、鳙成鱼;定期合理投放鲢、鳙鱼苗

(3)直接(1 分)

【解析】(1)农业生态工程是以生态系统的自组织、自我调节功能为基础建立的,根据生态工程概念和特点分析,与传统的农业相比较,农业生态工程能实现物质的循环再生和能量的多级利用、减少环境污染等,与传统的工程相比,生态工程是一类少消耗,多效益,可持续的工程体系。(2)①在创建该生态工程时,应选择污染物净化能力较强的多种水生经济类植物,这主要体现生态工程的自生、整体原理。因为本地物种有较高生态适应性同时又为了避免外来物种入侵,保护本地生物多样性,因此应尽量选择本地的优良物种。②在污水处理时,须控制废水流入氧化塘的速率,废水不能过量流入氧化塘,说明生态系统的自我调节能力是有一定限度的,超过这个限度,生态系统就会遭到破坏。③厌氧池中的残渣还可以作为肥料还田,比直接施用禽畜粪的肥效更快,原因是厌氧池中微生物能把禽畜粪中的有机物分解成无机物,有利于植物直接吸收。④氧化塘中投放能够捕食浮游植物、浮游动物的鲢鱼、鳙鱼,但是要注意定期适度捕捞鲢、鳙成鱼;定期合理投放鲢、鳙鱼苗等,提高鲢鱼、鳙鱼的种群数量的增长速率,增加渔业产量,同时也要防止鲢鱼、鳙鱼过多,破坏生态环境。(3)该农村综合发展型农业生态工程的建立不仅提高了当地村民的生活水平,还为当地区域增添了旅游观光资源,这能够体现生物多样性的直接价值。

突破练 5 生物技术与工程

角度 1 发酵与发酵工程

(10 分,除标注外,每空 2 分)

(1)湿热灭菌(高压蒸汽灭菌)(1 分) 涂布器(1 分)

(2)①降低牛肉的水分含量的效果更好 ②与杂菌竞争,数目较少(数量减少) ③— 亚硝酸盐还原酶促进亚硝酸盐转化为 NO,减少 NDEA 的生成

【解析】(1)灭菌是指使用强烈的理化方法杀死物体内外所有的微生物,包括芽孢和孢子。培养基常用的灭菌方法是湿热灭菌(高压蒸汽灭菌)。(2)①据图甲可知,经纯化的 A、B 酵母菌处理后的牛肉,水分含量少,说明纯化的酵母菌降低牛肉水分含量的效果更好,从而使腊肉拥有更长的保质期。②与用纯化酵母菌处理相比,在自然发酵时,起作用的菌是混合菌,酵母菌与杂菌竞争,数目较少,合成并释放的蛋白酶少,产生的氨基酸量减少。③据表中数据可知,A、B 酵母菌处理组 pH 呈现酸性,因此两种菌株发酵过程中 NDEA 最可能是通过途径一形成。依题意可知,两种菌株产生的亚硝酸盐还原酶能将亚硝酸盐转化为 NO,结合图乙可知,与 A、B 地区农家腊牛肉相比,纯化菌株在发酵中通过产生亚硝酸盐还原酶促进亚硝酸盐转化为 NO,从而减少通过图乙中途径一生成 NDEA,以提高产品的安全性。

角度 2 微生物培养与计数

1. (12 分,每空 2 分)

(1)高压蒸汽(湿热) 倒平板

(2)以甲醇为唯一碳源 a、b、d

(3)氧气 10^4

【解析】(1)培养基常用高压蒸汽(湿热)灭菌法进行灭菌。灭菌后待培养基冷却至约 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,在酒精灯火焰附近进行倒平板,待培养基凝固后倒置。(2)④的目的是筛选能利用工业废甲醇作为营养的酵母菌,因此④的培养基应以甲醇为唯一碳源。为保证无菌操作,接种针、接种环使用前都必须灭菌,以防止杂菌污染,a 正确;划线时应避免划破培养基表面,若划破培养基表面,会导致酵母菌大量聚集繁殖,从而不能形成正常菌落,b 正确;挑取菌落时,应挑取多个菌落,分别测定培养液中甲醇的含量,c 错误;据图可知,图中划线区域有 5 个,说明接种环蘸取一次菌液后依次在 5 个区域进行了划线,每次接种结束都要进行灭菌,因此需要灭菌 5 次,d 正确。故选 a、b、d。(3)酵母菌在有氧条件下可快速繁殖,因此为使酵母数量迅速增加,培养过程中须保证充足的营养和氧气供应。 $1\text{ mL}=1000\text{ }\mu\text{L}$,假设稀释的倍数为 a,则 $200\div 100\times 10^3\times a=2\times 10^7$, $a=10^4$,即至少应将锥形瓶中的菌液稀释 10^4 倍。

2. (10 分,除标注外,每空 2 分)

(1)液体(1 分) LPC 抑制沙门氏菌的生长(答出“抑制生长”的意思即可) 种内竞争(加剧)(1 分)

(2)(稀释)涂布平板法(1 分) 为排除植物乳杆菌培养液(MRS 培养基)对实验结果的影响 强(1 分) LPC 中含有酸性物质(pH 为酸性),可以起到抑制沙门氏菌生长的作用

【解析】(1)须选用物理状态为液体的培养基,才能用抽样检测的方法估算沙门氏菌的种群数量,而且液体培养基有利于菌种与营养物质充分结合,利于其繁殖。据图甲分析,与对照组相比,LPC 组沙门氏菌的数量显著降低,说明 LPC 能抑制沙门氏菌的生长。若不改变现有条件,沙门氏菌组继续培养

72 h 后,种群数量不再增加,限制其种群增长的生物因素是种内竞争。(2)据图乙菌落分布状态可知,采用(稀释)涂布平板法接种沙门氏菌进行抑菌圈实验。设置 MRS 组的目的是排除植物乳杆菌培养液(MRS 培养基)对实验结果的影响,使实验结果更加准确。根据实验结果分析,Heat-LPC 组与 LPC 组的抑菌圈大小一致,说明 LPC 的热稳定强,NaOH-LPC 组没有出现抑菌圈,说明碱性条件下 LPC 没有发挥作用,故推测 LPC 对沙门氏菌发挥作用的机制可能是 LPC 中含有酸性物质(pH 为酸性),可以起到抑制沙门氏菌生长的作用。

角度 3 植物细胞工程

1. (12 分,除标注外,每空 1 分)

- (1)外植体 过滤
- (2)克隆 DNA 合成抑制剂 微生物侵害
- (3)丙 先培养大量细胞,改变条件使细胞停止生长,大量产生 X(2 分)
- (4)器官 代谢途径 关键酶 发酵

【解析】(1)植物体的器官和组织、细胞都可以作为外植体,外植体经脱分化形成愈伤组织,将愈伤组织进行振荡培养,使其分散成小的细胞团或单细胞,然后用适当孔径的不锈钢筛网过滤,除去大的细胞团和残渣,离心除去小的残渣,得到单细胞悬浮液。(2)对分离获得的单细胞进行克隆培养,并通过添加 DNA 合成抑制剂或营养缺陷培养方法获取细胞周期同步、遗传和代谢稳定、来源单一的细胞群。将微生物菌体或其产物作为诱导子加入培养基中,模拟了微生物侵害的胁迫条件。(3)若 X 只在细胞生长停止后才能合成,则 X 的合成符合图丙。此时应先培养大量细胞,改变条件使细胞停止生长,大量产生 X。(4)因为多种次生代谢产物在根部合成与积累,所以可通过器官培养替代细胞悬浮培养生产次生代谢产物。在全面了解生物体合成次生代谢产物的代谢途径和关键酶的基础上,可利用合成生物学的方法改造酵母菌等微生物,再利用该微生物通过发酵工程生产植物的次生代谢产物。

2. (10 分,除标注外,每空 2 分)

- (1)8(1 分) aabb(1 分)
- (2)涂布在固体培养基中,对单菌落进行鉴定
- (3)②④③①
- (4)减数第一次分裂后期部分同源染色体未分离(答出“同源染色体未分离”即可)
- (5)AS₁ 体细胞中染色体确定为 52 条,且减数分裂 I 后期时细胞两极染色体数目比为 26 : 26 的占比大

【解析】(1)以抗性植株和易感植株作为亲本进行杂交,子一代几乎全部个体的表型为易感,子二代表型易感 : 抗根肿菌 ≈ 15 : 1,属于 9 : 3 : 3 : 1 的变式,且该性状是由两对独立遗传的基因控制的,满足自由组合定律,因此抗根肿菌的基因型为 aabb,其他 8 种基因型均为易感。(2)为鉴定油菜品种感染的根肿菌类别,首先是从感病植物根部提取菌样制成悬液,

然后稀释菌液,用涂布器将菌液涂布在固体培养基中,最后对单菌落进行鉴定。(3)植物体细胞杂交的一般步骤是①先利用纤维素酶和果胶酶去除细胞壁获得原生质体;②人工诱导原生质体融合;③融合后的杂种细胞再经过诱导脱分化形成愈伤组织;④通过植物组织培养发育成完整的杂种植株,因此正确的排序是②④③①。(4)减数第一次分裂后期同源染色体分离,移向两极的染色体数量正常情况下是相同的,但此时有 10.6% 的细胞两极染色体数目比为 28 : 24,原因可能是减数第一次分裂后期部分同源染色体未分离。(5)作为有性杂交的亲本,更适合选择 AS₁,原因是 AS₁ 体细胞中染色体确定为 52 条,且减数第一次分裂后期时细胞两极染色体数目比为 26 : 26 的占比大,这样可以保证亲子代遗传性状的稳定。

3. (10 分,除标注外,每空 1 分)

- (1)胚轴 支持 研究中缺乏 2,4-D 和 6-BA 的不同浓度组合的相关实验数据(2 分)
- (2)细胞分裂素 原料广泛、容易合成、效果稳定(2 分) 下降
- (3)增加一组空白对照,再增设若干更高浓度组,其他条件与原有实验相同(2 分)

【解析】(1)由表 a 可知,表中列出的四种外植体中,胚轴生长较快,因此最佳外植体应为胚轴;表 b 中自变量为不同浓度的 2,4-D 和 6-BA 组合,但二者浓度比值均为 1,没有 2,4-D 和 6-BA 的不同浓度组合对诱导率的影响的实验数据,因此支持第 2 组不一定是形成愈伤组织的最佳浓度组合的观点。(2)细胞分裂素能促进细胞分裂,促进芽的分化、侧枝发育、叶绿素的合成,因此植物生长调节剂 6-BA 与细胞分裂素类似;植物生长调节剂是由人工合成的,对植物的生长、发育有调节作用的化学物质,因不是植物自身合成,因此植物没有能分解它的酶,所以效果稳定,且植物生长调节剂的原料广泛、容易合成;由实验结果可知,在实验所给浓度范围内,当 6-BA 浓度相同时,NAA 浓度增大,丛芽分化率逐渐减小。(3)支持低浓度 IAA 促进生根,高浓度 IAA 抑制生根这一结论的结果应和喷施蒸馏水的空白对照组比较,若所给浓度下生根数高于空白对照组,则该浓度为促进作用,若所给浓度下生根数低于空白对照组,则该浓度为抑制作用。题(3)所给实验中没有喷施蒸馏水的空白对照组的数据,同时实验组中喷施的 IAA 浓度均较低,因此需要增加一组空白对照,再增设若干更高浓度组,其他条件与原有实验相同。

4. (8 分,除标注外,每空 1 分)

- (1)基因突变的频率低 生长素和细胞分裂素 植物细胞的全能性
- (2)DNA 连接酶 启动子 将构建好的基因表达载体导入受体细胞

植株类型	处理方式	CBFs 蛋白表达量	拟南芥的细胞活力
野生型拟南芥	低温处理 4 ℃		

(续表)

植株类型	处理方式	CBFs 蛋白表达量	拟南芥的细胞活力
高表达拟南芥突变体	低温处理 4 ℃		
中表达拟南芥突变体	低温处理 4 ℃		
低表达拟南芥突变体	低温处理 4 ℃		

(2 分)

【解析】(1)基因突变具有低频性,所以获得的突变体较少。植物组织培养依据的原理是植物细胞的全能性,在此过程中,起关键作用的植物激素是生长素和细胞分裂素,二者的含量和比例是细胞脱分化和再分化的关键。(2)启动子是 RNA 聚合酶识别和结合的部位,能驱动基因转录出 mRNA,因此 CBFs 蛋白基因可以连接在启动子后,启动子调控 CBFs 蛋白基因的转录过程从而影响基因的表达,所以应用 DNA 连接酶将 CBFs 蛋白编码序列连接在启动子后。构建好的基因表达载体需要导入受体细胞中去。实验的自变量是低、中、高三种 CBFs 蛋白表达量的转基因拟南芥突变体 α ,因变量是 CBFs 蛋白表达量和拟南芥的细胞活力,设计表格见答案。

角度 4 动物细胞工程与胚胎工程

1. (11 分,除标注外,每空 1 分)

(1)联合 该疗法既发挥了化疗药物的作用,也增加了活化的 CTL 数量(3 分)

(2)CXCL1 受体 (细胞膜)表面 杀伤肿瘤细胞

(3)一 方案一的偶联物既可阻断 PD-L1 与 PD-1 结合,恢复 CTL 的免疫活性,又能使化疗药物靶向作用于肿瘤细胞(3 分)

【解析】(1)由图可知,联合疗法既发挥了化疗药物的作用,也增加了活化的 CTL 数量。在联合疗法下小鼠肿瘤体积是最小的,说明联合疗法的治疗效果最好。(2)若将 CXCL1 受体基因导入 CTL,并且让 CTL 的细胞膜表面表达 CXCL1 受体,则 CTL 可被黑色素瘤细胞吸引,提高 CTL 与黑色素瘤细胞的接触概率,减少肿瘤免疫逃逸,同时 CXCL1 受体基因的导入不能影响 CTL 杀伤肿瘤细胞的能力。(3)方案一中 PD-L1 单克隆抗体可以特异性地与 PD-L1 结合,阻断 PD-1 与 PD-L1 结合,恢复 CTL 的免疫活性,同时 PD-L1 位于肿瘤细胞表面,当 PD-L1 单克隆抗体与 PD-L1 结合时,可以使结合的化疗药物靶向作用于肿瘤细胞。

2. (10 分,除标注外,每空 1 分)

(1)脱分化 提高

(2)促性腺

(3)各种组织 胚胎移植 黑色 黑鼠和 X 鼠(2 分)

(4)胰岛素抵抗(2 分)

【解析】(1)黑鼠体细胞在诱导因子的作用下转化为 iPS 细胞的过程与植物组织培养中的脱分化过程类似,是组织细胞恢复分裂分化能力的过程。iPS 细胞具有全能性,该过程结束后,细胞的全能性提高。(2)超数排卵是指应用外源促性腺激

素,诱导卵巢排出比自然情况下更多的卵子。(3)囊胚中的内细胞团将来可以发育成胎儿的各种组织。将重构胚移入代孕白鼠子宫内的技术为胚胎移植。克隆属于无性繁殖,iPS 细胞来自黑鼠,所以 X 鼠的体色为黑色。图中提供胚胎的灰鼠和代孕白鼠都是雌鼠,可以是雄鼠的有黑鼠和 X 鼠。(4)据图所示,最终得到了 X 鼠,而实验最终目的为“开发出胰岛素抵抗模型鼠”,故为确定克隆鼠的培育是否成功,须对 X 鼠进行胰岛素抵抗的相关检测。

角度 5 基因工程

1. (11 分,除标注外,每空 2 分)

(1)pG13-Basic 缺少启动子 增大质粒的适用性(方便目的基因插入)

(2)5' (1 分) b 链(1 分)

(3)将 pG13-Basic (空载质粒)转染 HEK293 细胞 P3(1 分)

(4)乙组的表达量高,说明 GATA3(GATA 结合蛋白 3)促进 ADAM33 的表达,促进哮喘的发生与发展

【解析】(1)由图可知:pG13-Basic 缺少启动子,为使 ADAM33 基因能够正常表达,应将 P1、P2、P3、P4、P5 五个引物设计在 ADAM33 的调控区,pG13-Basic 的 MCS 上有多个限制酶酶切位点,其设计的意义是增大质粒的适用性(方便目的基因插入)。(2)DNA 分子是由两条链按反向平行方式盘旋成的双螺旋结构。图中的 a 链和 b 链中,有一个游离的磷酸基团的为 5' 端,有一个羟基(—OH)的一端为 3' 端,利用 PCR 技术扩增目的基因时,子链的延伸方向为 5' 端到 3' 端。已知 F 引物上构建了 BglII 序列,则应在 P1~P5 的 5' 端构建 KpnI 序列。在 P1~P5 上,限制酶序列 3' 端以外的其他碱基序列与 a 链上的相应碱基序列互补,则应与 b 链上的相应碱基序列相同。(3)由题意和题图可知:自变量为 pG13-Basic 中是否插入外源的 DNA 片段。P1~P5 组为实验组,将 P1~P5 重组质粒分别转染 HEK293 细胞,因此对照组的实验处理是将 pG13-Basic (空载质粒)转染 HEK293 细胞。题图显示:P3 组的荧光素酶相对活性最高,据此可推知,为获得包含强启动子的 ADAM33,上游引物应选 P3。(4)由题意和题图可知:该实验的自变量为是否转染 GATA 3 重组质粒,因变量是 ADAM33 的转录水平。结果转染 GATA 3 重组质粒的乙组的 ADAM33 的转录水平明显高于没有转染 GATA 3 重组质粒的甲组的 ADAM33 的转录水平,由此可初步表明:乙组的表达量高,说明 GATA 3(GATA 结合蛋白 3)促进 ADAM33 的表达,(GATA 3/GATA 结合蛋白 3)促进哮喘的发生与发展。

2. (11 分,除标注外,每空 1 分)

(1)PCR DNA 半保留复制

(2)一段互补序列 F₁ 和 F₄

(3)Mun I 和 Sal I 信号肽可以引导 HBsAg 以分泌蛋白的形式分泌到细胞外,便于从 CHO 细胞培养液中提取 HBsAg (2 分)

(4)标记基因(或筛选)

(5)定期更换培养液 95%空气 维持培养液的 pH

【解析】(1)扩增目的基因可采用 PCR 技术,该技术原理是 DNA 半保留复制。(2)为了将信号肽基因和 HBsAg 基因连接在一起,在分别扩增两种基因时,应在引物 F₂ 和引物 F₃ 的 5' 端引入一段互补序列,第一次扩增后,可得到带有互补序列的子链,在进行第二次扩增时,互补序列可与另一个基因上的互补序列配对结合,形成新的杂交基因,再进行扩增即可获得连接在一起的融合基因;据图甲可知,形成融合基因后可选用引物 F₁ 和 F₄ 对融合基因进行 PCR 扩增。(3)据图乙可知,限制酶 XhoI 会破坏终止子,限制酶 NheI 会将质粒上的终止子切掉,因此应选择限制酶 MunI 和 SalI 切割质粒;根据题干信息可知,信号肽可以引导 HBsAg 进入内质网进行合成和加工,进而以分泌蛋白的形式分泌到胞外,因此与单独将 HBsAg 基因转入 CHO 细胞相比,融合基因中的信号肽基因表达信号肽可以引导 HBsAg 以分泌蛋白的形式分泌到细胞外,便于从 CHO 细胞培养液中提取 HBsAg。(4)根据题干信息可知,只有带有 *dhfr* 基因的 CHO 细胞可以在培养基上生长,因此在筛选表达 HBsAg 的细胞株时 *dhfr* 基因起标记基因的作用,便于快速筛选获得转基因成功的 CHO 细胞。(5)大规模连续培养目标细胞株时,为了防止细胞代谢物积累对细胞自身造成危害,需要通过定期更换培养液的方法,为培养的细胞株营造无毒的环境;在生物反应器中要通入 95% 空气和 5% CO₂ 的混合气体,其中 CO₂ 的主要作用是维持培养液的 pH。

3. (9 分,除标注外,每空 2 分)

(1)使 DNA 聚合酶能够从引物的 3' 端开始连接脱氧核苷酸
BamH I(1 分) Xbo I(1 分) 5'-GGATCCATGAGC-3'

(2)DNA 连接(1 分) 限制酶 2 识别序列后面的一个碱基 A 与 His 标签基因编码链的前两个碱基 CA 编码一个氨基酸,导致 His 标签基因对应的 mRNA 的密码子被错位读取

【解析】(1)PCR 中,引物的作用是使 DNA 聚合酶能够从引物的 3' 端开始连接脱氧核苷酸。据图甲可知,TAT-RTA 融合基因中 TAT 靠近启动子一侧有 BamH I 的识别位点,RTA 靠近终止子一侧有 Xbo I 的识别位点,则引物 1 的 5' 端加入 BamH I 识别序列,引物 2 的 5' 端加入 Xbo I 识别序列。TAT 基因编码链序列为 5'-ATGAGCTACGGCCGTA-AAAAGAGACGCCAACGTAGA-3',由于其 5' 端需插入 BamH I 的识别位点,根据碱基互补配对原则可知,其对应的引物的 5' 端应包含 BamH I 的识别序列,故引物 1 5' 端的 12 个碱基为 5'-GGATCCATGAGC-3',以便 BamH I 切出相应的黏性末端。(2)切割后的 DNA 片段需要用 DNA 连接酶连接成完整 DNA 分子。由图乙可知,限制酶 2 识别序列与 His 标签序列之间多出一个碱基 A,这一个碱基 A 与 His 标签基因编码链的前两个碱基 CA 编码一个氨基酸,导致 His 标签基因对应的 mRNA 的密码子被错位读取,导致不能正确编码出 His 标签蛋白质。

4. (11 分,除标注外,每空 2 分)

(1)外(1 分)

(2)P1 和 P6

(3)不含尿嘧啶 2 含有 5-氟乳清酸和尿嘧啶(只答含有 5-氟乳清酸得 1 分)

(4)4

【解析】(1)由于酵母菌无法吸收纤维素、寡糖和纤维二糖,所以分解纤维素的酶发挥作用的场所在细胞外。(2)同源重组需要在外源基因两端分别引入 A 和 B,可通过 PCR 方法实现三个片段的连接。引物对 P3/P4 只能扩增外源基因,引物对中含 P2 或 P5 则可能不能有效扩增。而引物 P1(P6)同时包含 A(B)和外源基因部分序列,可达到设计要求。故选用的一对引物为 P1 和 P6。(3)①选择了尿嘧啶合成基因作标记基因,则应该将酵母菌放在缺乏尿嘧啶的培养基上培养,如果导入成功,则形成菌落;如果没有导入,则会因缺乏尿嘧啶而不能生存。②方式 1, C 和 C' 方向相反,如果切割,则黏性末端在一条链上,不能连接,所以选择方式 2, 连接方向相同,切割后形成黏性末端,便于连接。由于尿嘧啶可以使 5-氟乳清酸转化为有毒物质,所以应该在含有 5-氟乳清酸的培养基上培养,如果切割成功,则培养基不含尿嘧啶,可以形成菌落,如果切割不成功,则会产生有毒物质,不能形成菌落。(4)在明确了表达载体整体构建思路后,最终的表达载体需要同时满足两个条件:一是需要将 URA3 标记基因与目的基因(酶基因)一起插入酿酒酵母基因组 AB 之间,所以 A、B 应置于标记基因与目的基因最外侧;二是需要利用 C、C' 片段切除 URA3 标记基因,同时不能影响酶基因,所以 C、C' 应紧邻 URA3 两侧。同时满足上述条件的只有图 4。

5. (11 分,除标注外,每空 2 分)

(1)(HSP70 基因转录的)mRNA(1 分) II、III III

(2)氨苄青霉素(1 分) 有且只有两个 HSP70 基因分别整合到了该花椒树细胞的两条非同源染色体上并成功表达(两个 HSP70 基因分别整合到了两对同源染色体)

(3)2 号转基因植株中 HSP70 基因没有转录出 mRNA 或没有翻译出 HSP70 蛋白 抗原—抗体杂交(1 分)

【解析】(1)题干所示经逆转录获得 HSP70 基因,因此需要提取南瓜细胞中的(HSP70 基因转录的)mRNA,PCR 扩增的前提是依据目的基因两侧的碱基序列设计引物,且子链延伸方向是 5' 端→3' 端,因此在 PCR 扩增 HSP70 基因时应选择的引物组合是引物 II、III;5'-CTCGAG-3' 序列为 Xho I 的识别序列,为使扩增后的产物按照正确方向与质粒连接,需要用 Xho I、Kpn I 两种限制酶切割质粒和目的基因,因此需在引物 III 的 5' 端添加-CTCGAG-序列。(2)Amp^R 为氨苄青霉素抗性基因,因此通过农杆菌转化法转化花椒树细胞后,可以使用含氨苄青霉素的选择培养基筛选出含有目的基因的花椒树细胞,将某细胞培育为植株后进行自交,收获子代植株 641 株,其中不耐高温的植株为 42 株,约占全部子代的 1/16,符

合 9:3:3:1 的变式,遵循自由组合定律,因此出现该结果的原因最可能是有且只有两个 *HSP70* 基因分别整合到了该花楸树细胞的两条非同源染色体上并成功表达。(3)PCR 扩增 *HSP70* 基因片段后进行琼脂糖凝胶电泳实验,电泳结果显示 2 号花楸树植株成功导入目的基因,但是 2 号花楸树植株的耐热能力并没有增强,原因可能是转录或者翻译出现问题,也就是 2 号转基因植株中 *HSP70* 基因没有转录出 mRNA 或没有翻译出 *HSP70* 蛋白,若要进一步检测目的基因在转基因植物中是否成功表达,从分子水平上可通过抗原-抗体杂交法进行检测。

6. (12 分,每空 1 分)

(1)磷酸二酯 sgRNA 碱基互补配对

(2)2 T—A

(3)①输卵管 体外受精 胰蛋白酶 ②分选被编辑细胞与未编辑细胞的后代 ③对照 基因编辑工具(基因编辑) 来自同一受精卵的细胞基因(组)相同

【解析】(1)一条链上的脱氧核苷酸通过磷酸二酯键连接,Cas9 酶可以水解该键。*CRISPR/Cas9* 编辑系统能特异性识别某段特定 DNA 序列的原理是依靠 sgRNA 与特定 DNA 序列进行碱基互补配对。(2)根据题意,CBE 单碱基编辑系统能将靶位点的胞嘧啶 C 脱氨基成尿嘧啶 U,第一次复制的两个子代 DNA 中相应位置的碱基对分别是 G—C 和 U—A,再经过第二次复制,得到的 4 个子代 DNA 中相应位置的碱基对分别是 G—C、C—G、U—A、和 A—T,所以复制 2 次后,子代 DNA 中靶位点碱基对由 C—G 彻底替换成 T—A。(3)①受精作用发生在输卵管,小鼠受精卵可以从雌鼠输卵管中采集或通过体外受精技术获得。可用胰蛋白酶将整个小鼠胚胎分散成单细胞。②脱靶检测过程中标记基因的作用是分选被编辑细胞与未编辑细胞的后代。③在该实验中,没有编辑的那个细胞发育出的细胞起到对照作用。如果两种细胞之间存在基因组碱基序列上的差异,这种差异就是基因编辑工具进行基因编辑引起的。若是用同一品系小鼠不同受精卵进行脱靶检测,不同小鼠受精卵的基因会不同,有可能对实验结果造成影响。

角度 6 生物技术与工程综合

1. (11 分,除标注外,每空 2 分)

(1)在 PCR 反应中,需要利用高温使 DNA 双链解旋,普通的 DNA 聚合酶在高温下会变性失活,而 *Taq* DNA 聚合酶能够耐高温,在高温条件下依然具有活性(合理即可)

(2)在平板中添加氯霉素,再将能在含氯霉素的培养基中生长的菌落利用影印法影印到添加四环素的培养基中,在含有四环素的培养基中不能正常生长的菌落由导入目的基因的菌株形成

(3)乳酸或酒精和 CO_2 9(1 分)

(4)大肠杆菌进行细胞呼吸时会释放大热量(合理即可)

(5)提取、分离、纯化

【解析】(1)在 PCR 反应中,需要利用高温使 DNA 双链解旋,普通的 DNA 聚合酶在高温下会变性失活,而 *Taq* DNA 聚合酶能够耐高温,在高温条件下依然具有活性,因此扩增 X 基因时,PCR 反应中需要使用 *Taq* DNA 聚合酶。(2)质粒中含有四环素抗性基因和氯霉素抗性基因,而四环素抗性基因中含有限制酶 *Bam*H I 和 *Sal* I 的酶切位点,用限制酶 *Bam*H I 和 *Sal* I 处理质粒会破坏四环素抗性基因,而氯霉素抗性基因完整。使用限制酶 *Bam*H I 和 *Sal* I 处理质粒和 X 基因,连接后转化大肠杆菌,并涂布在无抗生素的平板上。在此基础上,若要进一步筛选含目的基因的菌株,则需要在平板中添加氯霉素,能够生长的菌落可能含有重组质粒或空质粒,再将能在含氯霉素的培养基中生长的菌落利用影印法(用无菌绒布轻盖在已长好菌落的原培养基上,然后不转动任何角度,“复印”至新的培养基上)影印到添加了四环素的培养基中,在含有四环素的培养基中不能正常生长的菌落由含目的基因的菌株(易错提醒:重组质粒中四环素抗性基因被破坏。导入重组质粒的菌株不能在含有四环素的培养基上生长)形成。(3)如果培养基中碳源相对较多,容易使其氧化不彻底,形成较多的乳酸或酒精和 CO_2 ,引起发酵液 pH 下降。由于木薯淀粉和酵母粉的浓度各有 3 个,若要筛选碳源和氮源浓度的最佳组合,以获得较高发酵产量,理论上应设置 $3 \times 3 = 9$ (组)实验。(4)大肠杆菌进行细胞呼吸时会释放大热量,因此大肠杆菌在发酵罐内进行高密度发酵时,温度会升高。(5)如果产品是代谢物,可根据产物的性质采取适当的提取、分离和纯化措施来获得产品。由于本实验的目的是提高丁二醇的产量,即获得代谢物,因此发酵工业中通过菌种选育、扩大培养和发酵后,再经提取、分离、纯化,最终获得发酵产品。

2. (11 分,除标注外,每空 1 分)

(1)只有能利用羧甲基纤维素钠的微生物才能生长繁殖

(2 分) 菌落产生纤维素酶的能力

(2)耐高温的 DNA 聚合酶

(3)基因表达载体的构建 限制酶、DNA 连接酶

(4)繁殖周期短、繁殖能力强、生理结构和遗传物质简单、易培养、容易进行遗传操作等(2 分) 容易吸收周围环境中 DNA 分子

(5)降解时的温度不同、降解时的 pH 不同(2 分)

【解析】(1)具有只允许特定的微生物生长,而同时抑制或阻止其他微生物生长的培养基称为选择培养基,在以羧甲基纤维素钠为唯一碳源的选择培养基中,只有能利用羧甲基纤维素钠的微生物才能生长繁殖。刚果红能与培养基中的纤维素形成红色复合物,使得含有纤维素的培养基呈现红色。当纤维素被纤维素酶分解时,刚果红与纤维素的复合物无法形成,培养基中就会出现以纤维素分解菌为中心的透明圈,这个透明圈的大小直接反映了纤维素分解菌分解纤维素的能力。透明圈越大,说明纤维素分解菌分解纤维素的能力越强,即菌落

产生的纤维素酶的活性强、量多。(2)扩增目的基因片段需要耐高温的 DNA 聚合酶。(3)根据图示中酶基因与质粒载体经过过程⑤构成重组质粒,推导出过程⑤为基因表达载体的构建,该过程需要限制酶和 DNA 连接酶。(4)大肠杆菌作为受体细胞的优点有繁殖周期短、繁殖能力强、生理结构和遗传物质简单、易培养、容易进行遗传操作等。先用 Ca^{2+} 处理细胞,使其成为感受态细胞,即处于一种容易吸收周围环境中 DNA 分子的生理状态。将重组质粒加入缓冲液中与感受态细胞混合,在一定的温度下促进感受态细胞吸收 DNA 分子,完成转化过程。(5)不同酶的最适温度、最适 pH 不同,当温度和 pH 改变时,酶促反应速率也会受到影响。

3. (13 分,除标注外,每空 2 分)

- (1)碳源、氮源
- (2) P_{T7} 、 P_{BAD} 和 P_{BAD} 基因 2 和 3 正常表达产生无活性产物,被蓝光激活后再启动基因 1 表达
- (3)抑制杂菌;去除丢失光控表达载体的菌株
- (4)该处细胞中产生有活性的 T7RNAP,启动基因 1 表达产生酪氨酸酶,催化酪氨酸合成黑色素(3 分)
- (5)将酪氨酸酶替换成催化其他色素合成的酶

【解析】(1)培养基的营养物质有水、碳源、氮源、维生素、无机盐等。(2)基因 2 和 3 在通用型启动子 P_{BAD} 的作用下正常表达,使 T7RNAP 的 N 端和 C 端分别携带蓝光光敏蛋白标签,而在蓝光下 T7RNAP 被激活,启动基因 1 表达后形成酪氨酸酶,可催化酪氨酸形成黑色素,从而实现光控染色。(3)抗生素可以抑制杂菌,还可筛选出含光控表达载体的菌株,去除丢失光控表达载体的菌株。(4)染色池中添加酪氨酸,蓝光照射后 T7RNAP 被激活,启动基因 1 表达产生酪氨酸酶,催化酪氨酸形成黑色素。(5)酪氨酸酶催化酪氨酸形成黑色素从而实现染色,因此可以将酪氨酸酶替换成催化其他色素合成的酶,以生产其他颜色图案的 BC 膜。

4. (12 分,除标注外,每空 1 分)

- (1)水解蛋白质,使得 DNA 与蛋白质分离(2 分) 溶解蛋白质等物质,析出不溶于酒精的 DNA
- (2)PCR 技术扩增 人工合成
- (3)RNA 聚合酶识别并结合的部位 同时实现两个目的基因的共同表达及调控,从而降低基因工程的成本与复杂性(2 分)
- (4) Hyg^{R}
- (5) F_3 R_2
- (6)D

【解析】(1)从苏云金杆菌提取 DNA 时,需加入蛋白酶,其作用是水解蛋白质,使得 DNA 与蛋白质分离。提取过程中加入体积分数为 95%的预冷酒精,其目的是溶解蛋白质等物质,析出不溶于酒精的 DNA。(2)本操作中获取目的基因的方法是人工合成和 PCR 技术扩增。(3)穿梭质粒中 $p35s$ 为启动子,其作用是 RNA 聚合酶识别并结合的部位,驱动目的基因转录;插

入两个 $p35s$ 启动子,其目的可能是同时实现两个目的基因的共同表达及调控,从而降低基因工程的成本与复杂性。(4)结合基因表达载体的示意图,根据图中穿梭质粒上的 Kan^{R} 和 $\text{Hyg}^{\text{B}^{\text{R}}}$ 两个标记基因的位置,可知应用 $\text{Hyg}^{\text{B}^{\text{R}}}$ 基因对应的抗生素初步筛选转化的棉花愈伤组织。(5)为检测棉花植株是否导入目的基因,提取棉花植株染色体 DNA 作模板,进行 PCR,由于最终导入棉花细胞的目的基因是人工合成的 1—1362 基因序列和天然的 1363—1848 基因序列组成的基因,因此应选用的引物是 F_3 和 R_2 。(6)蛋白质工程是指以蛋白质分子的结构规律及其与生物功能的关系作为基础,通过改造或合成基因,来改造现有蛋白质,或制造一种新的蛋白质,以满足人类生产和生活的需求。本研究采用的部分生物技术属于蛋白质工程,理由是用 1—1362 合成基因序列和 1363—1848 天然基因序列获得改造的抗虫蛋白,将 1—1362 基因序列改变为棉花细胞偏好密码子的基因序列,未产生新的蛋白质,不属于蛋白质工程,A、B、C 不符合题意,D 符合题意。

5. (14 分,除标注外,每空 1 分)

- (1)仅在胚乳中特异性表达的基因 使转录在所需要的地方停下来 HindIII EcoRI
- (2)农杆菌转化 是否转录出 mRNA 抗原—抗体杂交
- (3)1/4 纯合体自交后代不发生性状分离(2 分)
- (4)体液 细胞(与前一空可互换)
- (5)水稻易于种植,容易获得疫苗;水稻的产量较高,能够获得大量的疫苗(2 分,合理即可)

【解析】(1)基因工程中常使用只在特定组织中发挥功能的启动子,从而实现基因的选择性表达。若使 $r2HN$ 仅在水稻胚乳中表达,GtP 应为仅在水稻胚乳中特异性表达的基因的启动子;终止子的作用是使转录在所需要的地方停下来;图甲为实验所用载体的部分结构及其限制酶识别位点, $KpnI$ 会破坏启动子 GtP, SacI 的一个识别序列位于终止子 Nos 之后,为保证 $r2HN$ 基因正确插入启动子 GtP 与终止子 Nos 之间,应选择 HindIII 与 EcoRI 对载体和 $r2HN$ 基因进行切割。(2)水稻是植物,将基因导入植物细胞常用的方法是农杆菌转化法。基因的表达包括转录合成 mRNA 与翻译得到蛋白质两个过程。将 mRNA 逆转录得到 cDNA,通过特异性引物对 cDNA 进行 PCR 扩增,若能得到产物说明 $r2HN$ 基因转录出了 mRNA;抗体能与抗原特异性结合,通过抗原—抗体杂交技术能判断是否翻译出 $r2HN$ 蛋白。(3)目的基因只在单一位点插入,所以得到的植物可以认为是“杂合子”,自交后含有 $r2HN$ 基因的纯合体植株占 1/4;纯合体自交后代不发生性状分离,能保证子代植株稳定地合成 $r2HN$ 蛋白。(4)由图乙可知,注射疫苗后,鸡体内的抗体水平提高,说明疫苗能激活鸡的体液免疫; CD8^+ T 细胞水平提高,说明疫苗能激活鸡的细胞免疫。(5)利用水稻作为生物反应器生产 $r2HN$ 疫苗的优点有水稻易于种植,容易获得疫苗;水稻的产量较高,能够获得大量疫苗。

6. (12分,每空3分)

(1)驱动基因的转录;翻译开始信号

(2)含有叶绿体转移信号

(3)*GFP* 基因片段应插入基因 X 内启动子②的下游 *Bam*H I、*Not* I

【解析】(1)启动子是 RNA 聚合酶识别与结合的位点,可用于驱动基因的转录;而起始密码子位于 mRNA 上,是翻译开始的信号。(2)分析题图可知,X①和 X②蛋白质 b 末端的氨基酸序列相同,与蛋白质 X②相比,蛋白质 X①的 a 末端含有叶绿体转移信号。(3)①分析题图甲可知,*GFP* 基因片段应插入基因 X 内启动子②的下游,使 X①和 X②均能带有绿色荧光蛋白,不能插入基因 X 的 B 位置。②限制酶能识别 DNA 分子中特定核苷酸序列,并使每一条链中特定部位的磷酸二酯键断开,分析题图乙可知,*GFP* 基因两侧序列中含有 GGATCC 序列和 GCGGCCGC 序列,故应选择表中的 *Bam*H I 和 *Not* I 将 *GFP* 基因从染色体基因组中切割下来。

突破练 6 实验与探究

角度 1 实验分析类表述

1. (8分,每空2分)

(1)盐碱胁迫对水稻乙分蘖的抑制作用强于水稻甲

(2)抗盐碱剂能减轻盐碱胁迫对水稻甲分蘖的抑制作用 T1 处理组的分蘖数高于 T2 处理组

(3)移栽水稻乙 15 天之前,T1 处理组的分蘖数高于 T4 处理组;15 天之后,T4 处理组的分蘖数更高

【解析】(1)T3 处理组不施抗盐碱剂,T4 处理组无人工盐碱胁迫。与图 a 相比,图 b 中 T4 处理组分蘖数与 T3 处理组的差异较大,说明盐碱胁迫对水稻乙分蘖的抑制作用强于水稻甲。(2)T1 组喷施微纳米硅,T2 组喷施矿源黄腐酸钾,二者为抗盐碱剂,由图 a 可知,移栽水稻甲 39 天后,T1 与 T2 处理组的分蘖数均高于 T3,说明抗盐碱剂能减轻盐碱胁迫对水稻甲分蘖的抑制作用;在不同的处理组中 T1 组的分蘖数高于 T2 组,表明微纳米硅的处理效果优于矿源黄腐酸钾。(3)分析图 b,在移栽水稻乙 15 天之前,T1 处理组的分蘖数高于 T4 处理组;15 天之后,T4 处理组的分蘖数更高,说明抗盐碱剂微纳米硅在水稻乙分蘖初期的作用更明显。

2. (7分,除标注外,每空2分)

(1)转 *BADH* 番茄株系产生的甜菜碱 (GB) 抑制根吸收 Cd^{2+} ; 转 *BADH* 番茄株系产生的甜菜碱 (GB) 抑制根部 Cd^{2+} 向叶运输; 转 *BADH* 番茄株系产生的甜菜碱 (GB) 促进叶片排出 Cd^{2+}

(2)光照过强时光反应速率加快,单位时间产生的 H^+ 增多,酸性增强,VDE 被激活,ZEP 受抑制,Z 含量升高,激发并促进 NPQ

(3)强(1分) 镉胁迫条件下,用 DTT 处理 WT 番茄叶片后,单位时间 PI 下降幅度大于用 SM 处理后的 PI 下降幅度

【解析】(1)据图乙分析可知,用 5 mmol/L 的 CdCl_2 培养液对各植株根系进行处理后,与野生株相比,转甜菜碱基因番茄株系 L7、L10、L42 的叶片的 Cd^{2+} 含量都更低。据图甲分析可知,与野生番茄植株相比,转甜菜碱基因番茄株系 L7、L10、L42 的甜菜碱 (GB) 表达量都更高。综合以上信息,可推测转 *BADH* 番茄株系产生的甜菜碱 (GB) 抑制根吸收 Cd^{2+} ; 转 *BADH* 番茄株系产生的甜菜碱 (GB) 抑制根部 Cd^{2+} 向叶运输; 转 *BADH* 番茄株系产生的甜菜碱 (GB) 促进叶片排出 Cd^{2+} 。(2)依题意,VDE 在酸性条件下被激活,ZEP 在碱性条件下起作用。光能过剩时,V 在 VDE 的作用下发生脱环作用经 A 转化成 Z,Z 含量达到一定值时可激发并促进 NPQ,耗散多余的光能,减少对 PS II 的损伤。因此可推测,光照过强时光反应速率加快,单位时间产生的 H^+ 增多,酸性增强,VDE 被激活,ZEP 受抑制,Z 含量升高,激发并促进 NPQ。(3)据图丙可知,与对照组相比,SM 和 DTT 处理下番茄 PI 值下降,且镉胁迫条件下,用 DTT 处理 WT 番茄叶片后,单位时间 PI 下降幅度大于用 SM 处理后的 PI 下降幅度。因此,在镉胁迫条件下,叶黄素循环对番茄的保护比 D1 蛋白周转对番茄的保护强。

3. (10分,除标注外,每空1分)

(1)体温调节 肝、脑 产热量大于散热量

(2)浆细胞、细胞毒性 T 细胞、细胞因子 免疫防御

(3)布洛芬 布洛芬中 $\text{IC}_{50}(\text{COX-2})$ 含量较低; $\text{IC}_{50}(\text{COX-2}/\text{COX-1})$ 含量最低,不良反应轻(2分)

(4)抑制 COX 的活性,减少前列腺素的生成,从而使体温恢复正常(2分)

【解析】(1)下丘脑是体温调节中枢,甲型流感病毒感染后,使肝、脑(安静状态下人体主要通过肝、脑等器官产热)等器官的产热量增大,导致机体产热量大于散热量。(2)特异性免疫包括体液免疫和细胞免疫,体液免疫主要依靠浆细胞分泌抗体起作用,细胞免疫主要依靠细胞毒性 T 细胞起作用,细胞因子可以促进 B 细胞和细胞毒性 T 细胞的分裂分化过程,因此机体通过特异性免疫反应产生浆细胞、抗体、细胞因子、细胞毒性 T 细胞等,最终由其他免疫细胞将甲型流感病毒清除;免疫防御是机体排除外来抗原性异物的一种免疫防护作用,甲型流感病毒属于外来抗原性异物,所以体现了免疫防御功能。(3)根据实验数据可知,布洛芬的 $\text{IC}_{50}(\text{COX-2})$ 含量低于阿司匹林, $\text{IC}_{50}(\text{COX-2}/\text{COX-1})$ 含量最低,胃肠道和肾脏的不良反较轻。(4)由题意“非甾体类抗炎药 (NSAIDs) 可通过解热、镇痛而减轻症状,其作用是抑制环氧化酶 (COX) 活性”可知,服用 NSAIDs 退热的机理是非甾体类抗炎药 (NSAIDs) 能抑制 COX 的活性,减少前列腺素的生成,使体温调定点下移。

角度2 验证或探究性实验的完善

1. (8分,除标注外,每空2分)

(1)取长势相同、处于生殖生长末期的棉花植株若干,随机均分为A、B两组,两组都用适量的一定浓度的脱落酸处理后,A组再用适量生长素处理,B组不做处理或者用等量清水处理,其余条件相同且适宜,记录两组植株在相同时间内的落叶数量(4分) A组的落叶数量比B组少,则可得出生长素对脱落酸促进叶片脱落的功能有抑制作用

(2)赤霉素可以促进细胞伸长,从而促进植株增高

【解析】(1)实验思路:取长势相同、处于生殖生长末期的棉花植株若干随机均分为A、B两组,两组都用适量的一定浓度的脱落酸处理后,A组再用适量生长素处理,B组不做处理或者用等量清水处理,其余条件相同且适宜,记录两组植株在相同时间内的落叶数量。预期的实验结果和结论:A组的落叶数量比B组少,则可得出生长素对脱落酸促进叶片脱落的功能有抑制作用。(2)设计此方案的实验原理是赤霉素可以促进细胞伸长,从而促进植株增高。

2. (11分,除标注外,每空2分)

(1)不是(1分) Mg^{2+} 含量的昼夜节律波动导致激活的酶的数量昼夜节律波动 缺 Mg^{2+} 导致光合色素含量降低、Rubisco 活性下降

(2)突变体 MT3 叶绿体中 Mg^{2+} 含量仍然呈节律性波动(MT3 蛋白缺失不是导致 Mg^{2+} 含量呈节律性波动的原因); MT3 蛋白并不是唯一的 Mg^{2+} 转运蛋白

(3)MT3 蛋白运输 Mg^{2+} 至叶绿体内,而 OS 蛋白将 Mg^{2+} 运出叶绿体 C

【解析】(1)研究发现叶肉细胞光合能力和叶绿体中的 Mg^{2+} 浓度均呈昼夜节律波动,而光合色素含量无昼夜节律变化,所以 Mg^{2+} 不是通过影响色素含量进而影响光合能力。 Mg^{2+} 是 Rubisco(催化五碳糖与 CO_2 反应的酶)的激活剂,Rubisco 活性随叶绿体内 Mg^{2+} 浓度增大而增强,据此推测光合能力的周期性波动的原因是 Mg^{2+} 含量的昼夜节律波动导致激活的酶的数量昼夜节律波动。推测植物在缺 Mg^{2+} 的条件下,光合速率下降的原因有缺 Mg^{2+} 导致光合色素含量降低、Rubisco 活性下降。(2)据图可知,突变体 MT3 叶绿体中仍然含有 Mg^{2+} ,但含量比野生型要低,且 Mg^{2+} 含量呈现出周期性节律波动,说明 MT3 蛋白缺失,导致 Mg^{2+} 进入叶绿体的效率降低,且 MT3 蛋白缺失不是导致 Mg^{2+} 含量呈节律性波动的原因;MT3 蛋白并不是唯一的 Mg^{2+} 转运蛋白。(3)另一株突变体 OS(OS 蛋白缺失),叶绿体中 Mg^{2+} 含量较野生型显著升高。据此,对 MT3 蛋白、OS 蛋白的作用关系,科研人员提出以下两种假设,假设 1:OS 蛋白抑制 MT3 蛋白作用,从而影响 Mg^{2+} 运输至叶绿体内。假设 2:MT3 蛋白运输 Mg^{2+} 至叶绿体内,而 OS 蛋白将 Mg^{2+} 运出叶绿体。若假设 1 正确,突变体 OS 中 OS 蛋白缺失则无法抑制 MT3 蛋白转运 Mg^{2+} ,

野生型中 OS 蛋白正常抑制 MT3 蛋白转运 Mg^{2+} ,突变体 MT3 无法转运 Mg^{2+} ,故突变体 OS 叶绿体中 Mg^{2+} 含量最高,C 正确。

3. (8分,除标注外,每空3分)

(1)通过提高 P-GSK3 β 含量(GSK3 β 的磷酸化水平),降低 Tau 过度磷酸化,缓解轴突病变(2分)

(2)设置 A(健康大鼠)、B(模型大鼠)和 C(模型大鼠)三组实验,A、B 组作为对照组,C 组作为实验组,A、B 组分别灌胃等量的生理盐水,C 组灌胃等量小檗碱溶液,检测三组大鼠的炎症反应(炎症因子含量)和认知功能情况(不设 A 组也可以)

A 组大鼠正常;B 组大鼠的抗炎因子减少、促炎因子升高,炎症反应明显,认知功能降低;C 组大鼠的抗炎因子升高、促炎因子减少,炎症反应降低,认知功能基本正常

【解析】(1)结合图示可知,四组的 GSK3 β 的表达量相近,说明糖尿病脑病以及小檗碱不影响 GSK3 β 的表达,但是与正常组相比,模型大鼠体内 GSK3 β 的磷酸化水平(P-GSK3 β ;图中第二行电泳结果表示含量)含量较低;图中第三、四列结果分别表示小檗碱低剂量、高剂量组结果,对比可知,小檗碱低剂量、高剂量组的 GSK3 β 的磷酸化水平比不加小檗碱的模型大鼠(第二列)高,高剂量组的 GSK3 β 的磷酸化水平甚至接近于正常组,因此小檗碱提高了模型大鼠的 GSK3 β 的磷酸化水平;对比正常组的 P-Tau,不加小檗碱的模型大鼠(第二列)的 P-Tau 过高,而小檗碱低剂量、高剂量组的 P-Tau 较低,因此小檗碱降低了 Tau 的过度磷酸化,Tau 蛋白过度磷酸化会引起轴突病变,从而造成神经元损伤,故而小檗碱能缓解轴突病变。(2)为验证小檗碱可抑制模型大鼠的炎症反应,以减缓神经元损伤,该实验的自变量为小鼠是否健康及是否含有小檗碱,观察指标为促炎因子含量以及认知功能是否正常,实验思路和预期实验结果见答案。

4. (11分,除标注外,每空1分)

(1)容易 缺钙使 Ca^{2+} 对 Na^{+} 的“膜屏障作用”降低, Na^{+} 更容易内流形成动作电位产生兴奋(2分)

(2)正 CRH cAMP 含量升高,促进 CRH 基因表达,CRH 合成增多,同时 Ca^{2+} 内流增加,促进 CRH 分泌(合理即可,2分)

(3)实验思路:选取生长发育状况相同的健康小白鼠若干,测定血液中 CRH 的含量,手术破坏小白鼠肾上腺皮质,注射适量 ACTH,一段时间后测定血液中 CRH 的含量。预期结果:与手术前相比,若小白鼠血液中的 CRH 含量明显减少,则说明解释正确;若小白鼠血液中的 CRH 含量无明显变化,则说明解释错误(4分)

【解析】(1)由于 Ca^{2+} 对 Na^{+} 有“膜屏障作用”,缺钙使 Ca^{2+} 对 Na^{+} 的“膜屏障作用”降低, Na^{+} 更容易内流形成动作电位产生兴奋。(2)一定浓度的外源 CRH 会促进下丘脑神经内分泌细胞内 Ca^{2+} 和 cAMP 均升高,据此推测,CRH 对下丘脑神经内分泌细胞分泌 CRH 的调节属于正反馈调节。从细胞内

这两种信号作用的角度分析,该反馈调节过程是下丘脑神经内分泌细胞膜上存在 CRH 的受体,当此受体识别相应激素后,cAMP 含量升高,促进 CRH 基因表达,CRH 合成增多,同时 Ca^{2+} 内流增加,促进 CRH 分泌。(3)基于对下丘脑—垂体—靶腺轴的认识,有同学对此现象提出了一种解释:ACTH 对下丘脑进行了反馈调节,则实验需要排除肾上腺皮质的影响,故欲验证上述推测,实验思路及预期结果如下:选取生长发育状况相同的健康小白鼠若干,测定血液中 CRH 的含量,手术破坏小白鼠肾上腺皮质,注射适量 ACTH,一段时间后测定血液中 CRH 的含量。预期结果:与手术前相比,若小白鼠血液中的 CRH 含量明显减少,则说明解释正确;若小白鼠血液中的 CRH 含量无明显变化,则说明解释错误。

5. (10 分,除标注外,每空 2 分)

细胞因子 分裂、分化 LN6 对 F0 转入红色荧光蛋白基因,对 LN6 转入绿色荧光蛋白基因,重复上述实验(4 分)

【解析】细胞毒性 T 细胞在辅助性 T 细胞分泌的细胞因子的作用下,经分裂(增殖)分化过程产生新的细胞毒性 T 细胞裂解肿瘤细胞。由图可知,每组小鼠的红色荧光细胞的百分比都比绿色荧光蛋白细胞的百分比高,已知 F0 和 LN6 的增殖能力无显著差异,则题图结果说明 LN6 向淋巴结转移的能力更强。为排除红绿荧光蛋白可能存在的检测差异干扰实验结果,需增设一组实验,大致思路为对 F0 转入红色荧光蛋白基因,对 LN6 转入绿色荧光蛋白基因,重复上述实验。

角度 3 改进类、补充完善类实验

1. (8 分,每空 2 分)

(1)5-HT 是幼鼠产生母亲依恋行为所必需的(合理即可) 明确 5-HT 影响的是幼鼠对母亲气味的特异性反应(合理即可)
(2)bc 幼鼠在 A 和 B 的停留时间无显著差异

【解析】(1)由图乙实验结果可知,基因 T 缺失突变纯合小鼠在两侧的停留时间无明显差异,有基因 T 的幼鼠在两侧的停留时间均有明显差异,说明基因 T 表达产物 5-HT 是幼鼠产生母亲依恋行为所必需的。将未使用过的巢穴物品替换为其他雌鼠的巢穴物品,可排除雌性非母亲的气味的影响,明确 5-HT 影响的是幼鼠对母亲气味的特异性反应。(2)要验证 5-HT 能神经元对幼鼠母亲依恋行为的调控需通过催产素能神经元,实验组可选择催产素受体基因缺失纯合突变体和 5-HT,若实验结果为幼鼠在 A 和 B 的停留时间无显著差异,说明 5-HT 能神经元对幼鼠母亲依恋行为的调控需通过催产素能神经元实现,无法接受到催产素的信息就无法调控幼鼠母亲依恋行为。

2. (10 分,除标注外,每空 2 分)

(1)缓冲液和 AuNR(写全得分) 与 AuNR 相比,ABs 包裹的 AuNR 光热性能未发生改变,但增强了吞噬细胞对其的吞噬作用

(2)TAM 能将 AuNR/ABs 靶向带到 R 瘤中,光疗导致 R 瘤温度上升使肿瘤细胞裂解;在 CpG 的参与下,肿瘤细胞裂解释放的抗原有效激活机体细胞免疫,产生的活化的细胞毒性 T 细胞经循环系统到达 L 瘤,将其杀伤(合理即可,3 分)

(3)进行三次光疗→相同部位接种第二个肿瘤→记录第二个肿瘤的体积/重量(3 分)

【解析】(1)本实验目的为研究 AuNR/ABs 的光热性能,因此需要缓冲液组作空白对照,用已知的光热材料 AuNR 作条件对照。由图甲可知,AuNR/ABs 组的溶液温度与 AuNR 组几乎相同,说明凋亡小体作为 AuNR 的载体并不会影响其光热性能;由图乙可知,AuNR/ABs 组细胞内荧光强度明显高于 AuNR 组,说明凋亡小体能促进吞噬细胞对 AuNR/ABs 的吞噬作用。(2)结合小问(1),ABs 能促进吞噬细胞对 AuNR/ABs 的吞噬作用,使吞噬细胞能利用其极强的“归巢”能力携带更多的 AuNR/ABs 靶向运输至 R 瘤,利用光热效应使肿瘤细胞裂解,同时该组添加了 CPG,在 CPG 的参与下,肿瘤细胞裂解释放的抗原能有效激活机体细胞免疫,使机体产生更多活化的细胞毒性 T 细胞,活化的细胞毒性 T 细胞经循环系统运输至全身,在 L 瘤处因为肿瘤细胞携带相同抗原而被细胞毒性 T 细胞杀伤裂解。(3)欲研究三次光疗对肿瘤复发的抑制效果,即研究通过三次光疗使肿瘤重量明显减小的前提下,当肿瘤组织再次生长后的重量变化,即思路为进行三次光疗→相同部位接种第二个肿瘤→记录第二个肿瘤的体积/重量。

3. (10 分,除标注外,每空 2 分)

(2)取 10 只健康大鼠灌胃一定量的生理盐水 取 10 只类风湿关节炎模型鼠灌胃相同体积的生理盐水 抗原—抗体杂交
(3)一定浓度的“防风”溶液可降低血清中促炎因子 TNF- α 、IL-6 和 IL-1 β 水平,对炎性反应具有改善作用,但作用效果不如地塞米松(4 分)

【解析】本实验的目的是探究“防风”对类风湿关节炎大鼠炎性反应的改善作用效果。实验的自变量是小鼠是否健康、药物的有无及种类,因变量是炎性反应情况。结合表中实验结果分析,实验分组为第 1 组:对 10 只健康大鼠灌胃一定量的生理盐水,第 2 组:对 10 只类风湿关节炎模型鼠灌胃相同体积的生理盐水,第 4 组:对 10 只类风湿关节炎模型鼠灌胃相同体积一定浓度的“防风”溶液,而后将 4 组大鼠在相同且适宜的条件下培养一段时间,连续给药 14 天后采用抗原—抗体杂交技术筛选并检测血清中 3 种蛋白质类促炎因子的含量;分析表格数据,第 1 组为健康小鼠的数据,第 2 组为患病小组的数据,第 3 组的数据低于第 2 组,说明地塞米松具有一定的疗效;第 4 组的数据低于第 2 组但高于第 3 组,说明“防风”溶液有一定的疗效,但作用效果不如地塞米松。即根据表中数据得出的实验结论是“防风”可降低血清中促炎因子 TNF- α 、IL-6 和 IL-1 β 水平,对炎性反应具有改善作用,但作用效果不如地塞米松。

第二部分 选择题热点练

热点练 1 病毒

角度 1 病毒的结构与代谢

1. B 【解析】由表可知,碱基 T 的含量为 0,则该病毒的遗传物质为 RNA,由于 $A \neq U$, $C \neq G$,故该 RNA 为单链。RNA 中 G+C 的含量为 48.8%,由碱基互补配对原则可知,其互补链中 G+C 的含量也为 48.8%,A 错误。该病毒的遗传物质为 RNA,其可能会通过逆转录产生 DNA,然后整合到宿主 DNA 上,导致宿主 DNA 发生变异,B 正确。病毒无细胞结构,没有核糖体,自身不能合成蛋白质,病毒基因的遗传不符合分离定律,C、D 错误。

角度 2 病毒的增殖与中心法则

2. D 【解析】劳氏肉瘤病毒与烟草花叶病毒(TMV)的遗传物质都是 RNA,但二者增殖方式不同,劳氏肉瘤病毒为逆转录病毒,烟草花叶病毒(TMV)为自我复制型病毒,A 错误。①表示逆转录过程,所需的原料为脱氧核糖核苷酸;③表示转录过程,所需的原料为核糖核苷酸,B 错误。“原病毒”是病毒的遗传信息转移到 DNA 后插入宿主的核 DNA 中形成的“病毒”,属于基因重组,而宿主细胞癌变是原癌基因和抑癌基因发生基因突变所致,二者机理不同,C 错误。②过程为 RNA 水解,需要 RNA 酶的参与,④过程为翻译过程,需要 mRNA、tRNA 和 rRNA 参与,D 正确。
3. C 【解析】激活线粒体自噬受体,可以促进细胞自噬,使得病毒不能增殖,A 不符合题意;破坏 Smc5/6 蛋白复合体,才会促进 HBV 增殖,因此促进 Smc5/6 蛋白复合体合成,会抑制 HBV 的增殖,B 不符合题意;增加 X 蛋白的表达量,会破坏 Smc5/6 蛋白复合体,进而促进 HBV 增殖,C 符合题意;RNA 靶向抑制 circRNA 翻译,则可能导致图中后续过程都无法进行,可以抑制 HBV 的增殖,D 不符合题意。
4. C 【解析】XBB 毒株的 +ssRNA 的复制是以 RNA 为模板合成 RNA 的过程,而逆转录是以 RNA 为模板合成 DNA 的过程,A 错误。XBB 毒株所需的 RNA 聚合酶是以 +ssRNA 为模板翻译出来的,不是由宿主细胞提供的,B 错误。XBB 毒株的 +ssRNA 的复制是以 +ssRNA 为模板按照碱基互补配对原则合成出 -RNA,再以 -RNA 为模板按照碱基互补配对原则合成出 +ssRNA,会经历形成双链 RNA 的过程,C 正确。由图可知,XBB 毒株的 +ssRNA 可以翻译出 RNA 聚合酶、子代病毒的结构蛋白,D 错误。
5. D 【解析】呼吸道合胞病毒(RSV)是负链 RNA 包膜病毒,结构中含有 RNA、蛋白质和磷脂等有机物,A 正确;核糖体是合成蛋白质的场所,衣壳蛋白、膜蛋白的合成包括以负链 RNA 为模板合成正链 RNA 和翻译两个过程,需要 RNA 聚合酶、核糖体参与,B 正确;含组氨酸标签(His-tag)的多肽的

羟基活化后,可与细胞表面的病毒膜蛋白上的氨基发生脱水缩合反应,实现对病毒膜蛋白的标记,C 正确;病毒的释放过程依赖膜的流动性,需要消耗能量,D 错误。

角度 3 病毒与免疫

6. C 【解析】ORFV 感染宿主引起的特异性免疫包括体液免疫和细胞免疫,A 错误。APC 包括树突状细胞、巨噬细胞和 B 细胞等,T 细胞不参与抗原的摄取、处理和呈递,B 错误。若 ORFV 感染后机体产生的抗体少,则容易导致反复感染,C 正确。辅助性 T 细胞在接收 APC 传递过来的 ORFV 的抗原信号后,其细胞表面的特定分子发生变化并与 B 细胞结合,之后辅助性 T 细胞开始分裂、分化,并分泌细胞因子,D 错误。
7. A 【解析】在细胞免疫过程中,被病毒感染的靶细胞、辅助性 T 细胞分泌的细胞因子参与细胞毒性 T 细胞的活化过程,当细胞毒性 T 细胞活化以后,可以识别并裂解被病毒感染的靶细胞,A 错误;吞噬细胞表面受体可以识别乙脑病毒表面特定蛋白,并通过内吞形成吞噬溶酶体消化降解病毒,B 正确;抗体是浆细胞分泌产生的,可以随体液在全身循环,并与乙脑病毒(抗原)结合,抑制该病毒的增殖并发挥抗感染作用,C 正确;乙脑疫苗是一种抗原,可以刺激机体产生特异性抗体、记忆 B 细胞和记忆 T 细胞,预防乙脑病毒的感染,D 正确。
8. D 【解析】mRNA 疫苗进入人体细胞后,机体会产生特异性免疫,即发生依靠抗体“作战”的体液免疫和依靠细胞毒性 T 细胞直接接触靶细胞来“作战”的细胞免疫,A 正确。mRNA 疫苗进入人体细胞后,促进 B 细胞增殖分化形成浆细胞和记忆 B 细胞,浆细胞可产生抗体;也促进机体内细胞毒性 T 细胞分裂分化产生新的细胞毒性 T 细胞和记忆 T 细胞,B 正确。分析题图可知,MHC I 和 MHC II 在免疫反应中均能够参与呈递抗原,起到传递信号的作用,MHC I 和 MHC II 不是细胞,C 正确,D 错误。
9. D 【解析】物质 A 是细胞因子,物质 B 是抗体,都属于免疫活性物质,A 正确;①抗原呈递细胞、②辅助性 T 细胞、③B 细胞、⑤记忆 B 细胞都能识别抗原,引起机体免疫应答,B 正确;细胞②辅助性 T 细胞表面的特定分子发生变化并与细胞③B 细胞结合,这是激活 B 细胞的第二个信号,C 正确;细胞⑤记忆 B 细胞能在机体被脊髓灰质炎病毒感染后迅速增殖分化为浆细胞,浆细胞分泌抗体,D 错误。

角度 4 病毒与现代生物技术工程

10. B 【解析】埃博拉病毒是 RNA 病毒,从埃博拉病毒中分离的 GP 基因逆转录形成 cDNA 后才能经限制酶切割,通过 DNA 连接酶与质粒相连接,A 错误;培养过程中 CO_2 的作用是调节 pH,B 正确;疫苗为复制缺陷腺病毒,故疫苗在人体内发挥作用的过程中,腺病毒不会增殖,C 错误;启动子位于基因的上游,是 RNA 聚合酶识别和结合的部位,有了它

才能驱动基因转录出 mRNA,故在重组腺病毒中,GP 基因上游必须有启动子以驱动转录,D 错误。

11. B 【解析】过程①是构建表达载体,需要使用限制酶切割目的基因和载体,然后用 DNA 连接酶进行连接,A 正确;过程①构建表达载体是基因工程操作的核心步骤,过程②是将目的基因导入受体细胞,B 错误;过程③是动物细胞融合,可用灭活的病毒诱导,C 正确;由于抗原和抗体可特异性结合,所以抗 A 蛋白的单克隆抗体可用于制备该传染病的抗原检测试剂盒,D 正确。

角度 5 病毒的检测与预防

12. C 【解析】由于抗原和抗体的结合具有特异性,单克隆抗体 1B10 和单克隆抗体 1D6 特异性识别 GⅡ.4 型诺如病毒的不同蛋白颗粒,即识别不同抗原,A 错误;经筛选后的一种杂交瘤细胞只能合成并分泌一种抗体,B 错误;检测时,在控制线和检测线出现两条色带时,说明抗原和抗体发生了反应,表示结果为阳性,C 正确;检测时利用的原理是抗原与抗体特异性结合,因此胶体金试纸条不可以用来检测所有类型诺如病毒感染导致的胃肠炎,D 错误。
13. D 【解析】荧光定量 PCR 反应体系中需要添加耐高温的 DNA 聚合酶,A 正确;根据题意和图示可知,荧光定量 PCR 的 CT 值与病毒核酸浓度有关,病毒核酸浓度越高,循环数越少,CT 值越小,B 正确;根据图中 CT 值与梯度稀释后的浓度对数值之间的关系可知,如果待测病毒核酸的浓度增加 10 倍,其 CT 值会减少 3~4 个单位,C 正确;据图所示,DNA 标准样品的浓度越高,达到设定的荧光阈值时所经历的循环数越少,CT 值越小,所以,若标准样品的 DNA 出现降解,DNA 浓度下降,则标准曲线值偏高,所得待测样品中病毒核酸浓度偏高,D 错误。

热点练 2 疾病与健康

角度 1 细胞代谢与健康

1. C 【解析】由题图可知,甲醇摄入过多,会通过一系列反应抑制线粒体有氧呼吸酶的活性,导致人体细胞进行无氧呼吸,产生乳酸,从而导致乳酸增多出现酸中毒,A 正确;血液中的甲酸不易被代谢掉,且甲酸会抑制线粒体有氧呼吸酶的活性,因此若患者昏迷,应及时血液透析并接入呼吸机,B 正确;静脉注射乙醇脱氢酶,乙醇脱氢酶会促进甲醇转化为甲醛,甲醛会进一步转化为甲酸,甲酸无法代谢,会抑制线粒体有氧呼吸酶的活性,因此静脉注射乙醇脱氢酶不能解除甲醇中毒症状,C 错误;由于乙醇会和甲醇竞争结合乙醇脱氢酶,因此口服高浓度酒精(含乙醇),在一定程度上可抑制甲醇转化为甲醛,可缓解中毒症状,D 正确。
2. A 【解析】肌肉收缩需要 ATP 水解供能,所以肌肉收缩反应为吸能反应,A 错误;由题图可知,FGF21 和 P-T 蛋白促进 Y 蛋白产生,而据题干信息,雷帕霉素是 FGF21 和 P-T 蛋白

抑制剂,可见雷帕霉素可能导致正常肌细胞中 Y 蛋白基因的 mRNA 含量下降,B 正确;由题图可知,IDH 蛋白促进有氧呼吸第二阶段(该阶段产生 CO_2 和 $[\text{H}]$), H_2O 在第三阶段产生,若患者的 IDH 蛋白基因表达受阻,则影响有氧呼吸的第二阶段,进而影响第三阶段,细胞呼吸产生的 CO_2 、 H_2O 均减少,C 正确;由题图可知,FGF21 功能是促进有氧呼吸过程(第二、三阶段),据题干信息,人的肌无力由细胞呼吸异常引发,可见肌无力患者可能由于 FGF21 功能受阻,导致丙酮酸更多参与无氧呼吸,使 ATP 供应不足,D 正确。

3. A 【解析】由题干信息可知,帕金森综合征患者 TMEM175 蛋白的第 41 位氨基酸由天冬氨酸突变为丙氨酸,所以患者 TMEM175 基因可能发生了碱基对的替换,神经元(体细胞)中发生的这种突变不会遗传给后代,A 错误;蛋白质的结构决定功能,氨基酸的变化使蛋白质的结构改变,导致 TMEM175 蛋白功能异常,B 正确;如图所示,溶酶体膜上的 H^+ 转运蛋白将 H^+ 逆浓度梯度运入溶酶体,所以 H^+ 以主动运输的方式进入溶酶体,C 正确;据图分析,TMEM175 蛋白结构改变,无法行使正常的功能,使得溶酶体中的 H^+ 无法通过其转运到细胞质基质,导致溶酶体中的 pH 下降,影响了溶酶体中相关酶的活性,导致细胞中 α -Synuclein 蛋白无法被分解,D 正确。
4. C 【解析】由题意可知,糖原合成的中间代谢产物 UDPG 可抑制脂肪酸的合成,故体内多余的葡萄糖在肝细胞中优先转化为糖原,糖原饱和后转向脂肪酸合成,A 项正确。UDPG 通过 F5 蛋白进入高尔基体内,抑制 S1 蛋白水解酶的活性,进而抑制脂肪酸的合成,因此敲除 F5 蛋白的编码基因有利于脂肪酸的合成,会增加非酒精性脂肪肝的发生率,B 项正确。UDPG 进入高尔基体不利于脂肪酸的合成,降低高尔基体中 UDPG 量有利于脂肪酸的合成,从而会诱发非酒精性脂肪性肝病;蛋白 R1 经 S1、S2 蛋白水解酶酶切后被激活,进而启动脂肪酸合成基因的转录,S2 蛋白失活不利于脂肪酸的合成,不会诱发非酒精性脂肪性肝病,C 项错误。R1 属于蛋白质,其可通过核孔进入细胞核,D 项正确。

角度 2 细胞周期与癌症

5. C 【解析】人体细胞分裂过程中,中心粒在间期倍增,进入分裂期后,在前期两组中心粒之间的星射线形成了纺锤体,A 正确;将 S6-GFP 融合基因转入细胞后,可根据绿色荧光的强弱来挑选细胞进行培养,B 正确;在 S6 基因过表达细胞中,检测到 CDH1 蛋白乙酰化水平明显降低,在 S6 基因敲除细胞中,CDH1 蛋白第 135 位赖氨酸乙酰化水平升高,推测 S6 蛋白与 CDH1 蛋白结合,可能使 CDH1 蛋白第 135 位赖氨酸乙酰化水平降低,C 错误;在癌细胞中,S6 蛋白表达量明显升高,故 S6 基因可能是一种原癌基因,CDH1 基因可能是一种抑癌基因,D 正确。
6. C 【解析】由题可知,E2F 与去磷酸化的 Rb 蛋白结合后会抑制细胞增殖,由此推测 Rb 基因可能是一种抑癌基因,该基

因突变导致蛋白质活性降低有可能发生癌变,A正确;由题图可知,雌激素与乳腺细胞内受体结合后,形成的复合物会促进 *cyclinD* 基因表达,B正确;*P16*、*P21* 基因的表达产物抑制 G 合成,*P16*、*P21* 基因突变,则 G 合成随之增加,不会出现无法通过检验点 1 的情况,C 错误;用靶向药物选择性抑制 CDK4/6 的活性,是能抑制癌细胞分裂的一种思路,D 正确。

角度 3 遗传病与健康

7. A 【解析】由图(1)可知,Ⅱ₁、Ⅱ₂ 正常,Ⅲ₂ 同时患有两种病,说明两种病均是隐性遗传病,由于Ⅱ₁ 不带有两种遗传病的致病基因,所以两种遗传病的遗传方式都是伴 X 染色体隐性遗传,A 正确;Ⅲ₂ 同时表现出两种遗传病的原因最可能是Ⅱ₂ 的两条 X 染色体在减数分裂 I 前期时非姐妹染色单体发生互换,导致其得到含有两个致病基因的 X 染色体,B 错误;由图(2)(3)可知,酶切前后,2 号孩子与遗失女孩的电泳检测结果均相同,说明其是遗失女孩所生,C 错误;研究遗传病遗传方式需分析患者家系的系谱图,研究发病率需在人群中随机抽样调查,D 错误。
8. A 【解析】由题图可知六个患病男孩的 X 染色体缺失片段的长度和区段虽然不同,但是都存在 X 染色体 5、6 区段的缺失,因此 MD 的致病机理可能是 X 染色体 5、6 区段缺失,A 错误;肌营养不良(MD)是伴 X 染色体隐性遗传病,设相关基因是 A/a,则患病男性基因型是 X^aY,若缺失片段的染色体在减数分裂 II 过程中异常,染色单体无法移向两极,则患病男性可能产生三种配子:X^aX^a、O、Y、Y,B 正确;若 MD 在男性中发病率为 1/100,因此 X^a 的基因频率为 1/100,X^A 的基因频率为 99/100,则正常女性中杂合子概率为 2/101,正常男性(X^AY)和正常女性(99/101X^AX^A、2/101X^AX^a)婚配,生育出患病男孩的概率为 2/101×1/4=1/202,C 正确;由题图可知,只有Ⅵ号个体的 X 染色体缺失 11 区段,其他个体的 X 染色体没有缺失 11 区段,所以若仅在一位男孩身上有某一异常体征,则最可能是Ⅵ号个体,D 正确。
9. D 【解析】据图可知,夫妇表型正常,儿子患病,说明该病是隐性遗传病,由基因检测结果可知,双亲均既含有正常基因,也含有致病基因,说明该病为常染色体隐性遗传病,若相关基因用 A/a 表示,则父亲、母亲的基因型都是 Aa,女儿表型正常,基因型是 1/3AA、2/3Aa,和父母基因检测结果相同的概率是 2/3,A 正确;父母的基因型都是 Aa,若父母生育第三孩,所生孩子的基因型及概率为 1/4AA、1/2Aa、1/4aa,携带该致病基因的概率是 1/2+1/4=3/4,B 正确;女孩的基因型及概率为 1/3AA、2/3Aa,其将该致病基因传递给下一代的概率是 0 或 1/2,C 正确;若该女儿的基因型与父母相同,即基因型是 Aa,与 Aa 的个体婚配,子代可能有患者,D 错误。

角度 4 生命活动调节与健康

10. B 【解析】单克隆抗体的制备涉及细胞融合技术和动物细胞培养技术,mAb 属于单克隆抗体,其制备可能涉及细胞融

合技术,A 正确;mAb 可以促进胰岛 A 细胞增殖,而胰岛 A 细胞可分泌胰高血糖素,可见注射 mAb 可提高胰岛 A 细胞分泌胰高血糖素的量,B 错误;据题干信息可知,mAb 是胰高血糖素受体单克隆抗体,可见 mAb 和胰高血糖素均能与胰高血糖素受体特异性结合,C 正确;胰高血糖素主要作用于肝,促进肝糖原分解成葡萄糖进入血液,促进非糖物质转变成糖,使血糖浓度回升到正常水平,D 正确。

11. C 【解析】由题干可知,用细菌脂多糖诱导急性炎症后,造成机体组织损伤,淋巴细胞增殖,故细菌脂多糖(LPS)诱导的急性炎症是一种特异性免疫失调所引起的机体反应,A 正确;淋巴细胞的增殖率越高说明炎症反应程度越大,据图可知,使用中药复方制剂 H 后,淋巴细胞的增殖率明显降低,表明中药复方制剂 H 可以缓解 LPS 诱导的小鼠急性炎症,B 正确;使用化合物 Y 后,淋巴细胞的增殖率降低,特异性免疫反应需要淋巴细胞的参与,因此化合物 Y 会减弱急性炎症小鼠的特异性免疫反应,C 错误;淋巴细胞的增殖率越高说明炎症反应程度越大,使用中药复方制剂 H 后淋巴细胞的增殖率小于使用化合物 Y 后淋巴细胞的增殖率,说明中药复方制剂 H 比化合物 Y 具有更好的抗炎效果,D 正确。
12. C 【解析】5-羟色胺是一种神经递质,根据图示可以看出,5-羟色胺的释放需要 Ca²⁺ 的促进,而 Ca²⁺ 不是酶,不起催化作用,A 错误;根据图示可以看出,5-羟色胺与突触后膜上的受体结合后导致 Cl⁻ 内流,突触后膜仍是外正内负的静息电位,B 错误;氟西汀是选择性 5-羟色胺再摄取抑制剂类药物,可抑制 5-羟色胺的再摄取,增加患者突触间隙内的 5-羟色胺含量,以抑制兴奋传递,C 正确;题述实验是以模型猴为研究对象的,不能将题述实验所得的氟西汀有效剂量直接应用于患者,需要进行临床试验,确定适合人类的氟西汀剂量才能用于治疗强迫症患者,D 错误。
13. C 【解析】抗原不具有个体差异性,A 错误;辅助性 T 细胞不属于抗原呈递细胞,B 错误;B 细胞活化过程中,辅助性 T 细胞产生的 IL-4、IL-13 等细胞因子能促进 B 细胞的分裂、分化过程,C 正确;抗体的本质是蛋白质,不能通过口服抗体来缓解过敏症状,D 错误。
14. B 【解析】CD28 主要为 Th 识别抗原后的活化提供第二个信号,以完成 Th 的增殖和分化,若编码 CD28 的基因不能表达,缺乏 CD28 会影响 Th 的增殖和分化,将导致机体免疫功能不足或缺陷;细胞毒性 T 细胞能发挥作用依赖于细胞膜表面的糖蛋白 CD8,如果编码 CD8 的基因不能表达,细胞毒性 T 细胞不能识别靶细胞,导致免疫功能降低,可能出现免疫缺陷病,A 错误。CD28、CTLA-4 的合成受基因的调控,CD28、CTLA-4 在细胞表面出现的时间有差异,是基因选择性表达的结果,B 正确。癌细胞可通过 PD-1 阻断活化 Th 的增殖、分化及发挥免疫效应,降低机体免疫监视功能而形成肿瘤,C 错误。Tc 和 Th 属于 T 细胞,均来自于骨髓造血干细胞,并且都在胸腺中成熟,D 错误。

15. D 【解析】情绪是人脑的高级功能,睾酮含量降低引发男性抑郁症说明睾酮可能影响神经系统的功能,A正确。实验一将抑郁症患者粪便菌群与睾酮孵育,发现83%的抑郁症患者粪便菌群能降解睾酮,而当非抑郁症患者粪便菌群与睾酮孵育时,没有观察到睾酮的降解,说明抑郁症患者粪便菌群能降解睾酮;实验二用含有新金色分枝杆菌的培养液对大鼠进行灌胃后,大鼠血清和脑组织的睾酮水平显著降低,并出现了抑郁行为,而对照组大鼠没有出现上述现象,说明可以通过研发抑制新金色分枝杆菌繁殖的药物来治疗抑郁症,B正确。睾酮是雄激素,其分泌存在负反馈调节,服用睾酮使雄激素的含量增加,对下丘脑和垂体的抑制作用增强,垂体分泌的促性腺激素减少,导致性腺萎缩,C正确。吸毒者体内的睾酮含量显著降低,可能与毒品影响神经系统有关,不一定是下丘脑和垂体分泌的相关激素含量降低所致,D错误。
16. C 【解析】谷氨酸是维持正常脑功能所必需的兴奋性神经递质,神经递质释放的方式是胞吐,A正确;神经递质存在于突触小泡中,由突触前膜释放作用于突触后膜上的特异性受体,因此突触后神经元的细胞膜上有谷氨酸受体,B正确;健康人过量摄入谷氨酸后可以正常代谢,不会导致癫痫病,C错误;由图可知,谷氨酸发挥作用后会通过谷氨酸转运蛋白进入星形胶质细胞,因此谷氨酸转运蛋白不足可能导致组织液中谷氨酸浓度显著升高,导致癫痫病,D正确。

热点练3 农作物增产

角度1 作物育种

1. C 【解析】甲是具有许多优良性状的纯合体。方案①③中,后代产生很多性状组合,不能保留甲的所有优良性状;方案②中,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,通过不断与甲回交,不断提高甲的优良性状相关基因的基因频率,达到保留甲所有优良性状的目的,再将选取的抗稻瘟病植株自交多代,每代均选取抗稻瘟病植株,直至不再发生性状分离,这样可以获得纯合抗稻瘟病植株;方案④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,这样可以获得纯合抗稻瘟病植株,且该植株还能保留甲的所有优良性状。综上所述,C正确。
2. B 【解析】已知题图细胞在四分体时期,1号染色体仅2条非姐妹染色单体发生了1次互换并引起了基因重组,①题图个体通过减数分裂产生的配子为 A_1A_2 、 A_1a_2 、 a_1A_2 、 a_1a_2 ,若二倍体子代是通过配子中染色体复制1次得到的,则子代为 $A_1A_1A_2A_2$ 、 $A_1A_1a_2a_2$ 、 $A_2A_2a_1a_1$ 、 $a_1a_1a_2a_2$,①正确。②若得到二倍体子代的过程中,减数分裂Ⅰ正常,减数分裂Ⅱ姐妹染色单体分离但细胞不分裂,则得到的二倍体子代为 $A_1A_1A_2a_2$ 、 $a_1a_1A_2a_2$,②错误。③若得到二倍体子代的过程中,减数分裂Ⅰ细胞不分裂,减数分裂Ⅱ时每个四分体形成的

4条染色体中任意2条进入1个子细胞,则得到的二倍体子代体细胞中所有1号染色体上的显性基因数与隐性基因数有可能相等,③正确。综上所述,A、C、D错误,B正确。

3. D 【解析】题述培育过程运用了基因重组、染色体变异的遗传学原理,A正确;甲品系是在 F_1 的基础上获得的多倍体,因此①过程需要用秋水仙素或低温诱导处理 F_1 的幼苗,原理是秋水仙素或低温抑制纺锤体的形成,使细胞染色体数目加倍,B正确;乙中来自长穗偃麦草的染色体组仅有一个,因此乙减数分裂时来自长穗偃麦草的7条染色体不能联会,可随机进入不同的配子中,乙产生的配子的染色体数目是 $21W+0\sim 7E$,C正确;普通小麦和长穗偃麦草杂交产生的子代不可育,因此普通小麦和长穗偃麦草存在生殖隔离,D错误。
4. C 【解析】根据“绿茎株中绝大多数雄性不育,紫茎株中绝大多数雄性可育”,可推测绿茎(a)基因和雄性不育(f)基因位于同一条染色体上,紫茎(A)基因和雄性可育(F)基因位于同一条染色体上,由子代雄性不育株中缺刻叶:马铃薯叶 $\approx 3:1$ 可知,缺刻叶(C)基因与马铃薯叶(c)基因位于另一对同源染色体上,因此绿茎可以作为雄性不育材料筛选的标记,A错误;子代雄性可育株中,缺刻叶与马铃薯叶的比例也约为 $3:1$,B错误;由于基因A和基因F位于同一条染色体上,基因a和基因f位于同一条染色体上,子代中紫茎雄性可育株($A_F_$)与绿茎雄性不育株($aaff$)的比例约为 $3:1$,C正确;出现等量绿茎可育株与紫茎不育株是减数第一次分裂前期同源染色体的非姐妹染色单体间发生互换的结果,D错误。

角度2 光合作用

5. B 【解析】由图丙可知,遮阴组节间距比正常光照组大,这说明节间距增加是遮阴条件下番茄植株茎伸长速度加快的结果之一,A正确;植物叶片主要吸收红光和蓝紫光,不吸收远红光,因此自然光被植物滤过后,R/FR的值下降,B错误;被遮阴的植物发生避阴反应,有利于下层植物叶片捕获更多的光能,提高植物遮阴时的光合作用强度,为生长发育提供更多的物质和能量,C正确;光敏色素是一类蛋白质,分布在植物的各个部位,主要吸收红光和远红光,光作为一种信号,影响、调控植物生长、发育的全过程,因此番茄通过分布在植物体各个部位的光敏色素吸收红光和远红光从而调节自身生长发育,D正确。
6. B 【解析】据图可知,该反应器的能量输入需要人工提供高能氢和ATP,A正确;人工合成淀粉同样需要 CO_2 的固定,但不需要 C_5 的再生,B错误;由题意知,ASAP代谢路线有助于减少农药、化肥等对环境造成的负面影响,C正确;该反应器需要酶的参与,大量工程重组酶的制备是该项技术走向工业化可能面临的难题之一,D正确。

角度3 群落结构

7. C 【解析】根据图中数据无法得出人工乔木林的物种丰富度最高的结论,A错误;群落垂直结构复杂而充分利用光能,

有利于光合作用固定 CO_2 , 不会直接增加土壤含氮量, 含氮量的增加应该与土壤中固氮微生物有关, B 错误; 几种处理方法可使地面生长的植被增多, 增加土壤中有机质含量, 土壤保水能力增强, 所以土壤含水量增加, C 正确; 人工乔木林的草本植物种类数比人工灌木林低的主要原因是乔木遮光影响了草本植物的生长, 节肢动物的捕食一般不会降低草本植物的多样性, D 错误。

8. B 【解析】根据光饱和点变化推测玉米适合间作, 可用 CO_2 的吸收速率代表玉米的净光合速率, CO_2 的消耗速率代表总光合速率, A 错误; 间作时玉米株高较高使大豆被遮光, 影响了光反应, 进而影响了总光合速率, 使大豆产量下降, B 正确; 大豆间作时叶绿素含量增加, 利于其在光照强度较弱时吸收红光和蓝紫光, C 错误; 大豆根部根瘤菌通过固氮作用积累的氮元素用于作物细胞中磷脂、ATP、NADPH 等的生成, 淀粉中不含氮元素, D 错误。

角度 4 生态农业

9. C 【解析】在自然界中, 种群的数量变化受阳光、温度、水等非生物因素影响, A 正确; 鸭为消费者, 捕食水稻的天敌(昆虫)和竞争者(杂草), 使能量更多地流向水稻, 对于水稻的增产有利, B 正确; 有机肥经微生物的分解为水稻的生长提供物质, 但不能提供能量, C 错误; 在水稻生长期控制放鸭数量体现了生态工程的协调原理, D 正确。

角度 5 基因表达与基因突变

10. C 【解析】据题图可知, 在碱性胁迫条件下, 正常高粱植株细胞会积累更多的 H_2O_2 , 而 H_2O_2 在细胞中积累会使细胞发生氧化应激而死亡, A、B 正确; 据图甲可知, AT1 蛋白与 $\text{G}\beta$ 结合能够抑制 PIP2s 蛋白的磷酸化, 减少了 H_2O_2 运输到细胞外的量, 导致细胞内积累 H_2O_2 , C 错误; 抑制 AT1 基因的表达, 可以使 PIP2s 蛋白的磷酸化水平升高, 进而促进 H_2O_2 排到细胞外, 能提高碱性胁迫下高粱的存活率与产量, D 正确。
11. B 【解析】突变体 1 与突变体 2 分别与野生型杂交, F_1 籽粒大小均等于野生型, 说明突变体 1 与突变体 2 发生隐性突变, A 正确; 突变体 1 与突变体 2 杂交, F_1 籽粒均大于野生型, 与亲本相同, 说明两个突变基因是同一位点发生的不同隐性突变, 互为等位基因, B 错误; 从图中可以看出, 野生型与突变体 1 内 Actin 量无明显差异, 说明加样量基本相同, 但野生型 APO1 蛋白量低于突变体 1, 说明 O_s 基因可能促进 APO1 蛋白的降解, 而 APO1mRNA 的相对含量没有明显差异, 说明 O_s 基因对 APO1 基因的转录基本无影响, C 正确; 突变体 1 和突变体 3 杂交后所得 F_1 自交, 由于 O_s 基因和 APO1 基因功能均缺失时, 籽粒显著小于野生型, 若 F_2 中有 3 种表型, 且比例为 9 : 6 : 1, 则可判断 O_s 与 APO1 基因独立遗传, D 正确。

角度 6 植物激素、光敏色素等

12. A 【解析】分析图甲, 用外源 ABA 处理, 基因 R 的相对表达量增高, 说明 ABA 可促进基因 R 的表达; 基因 R 的突变体种子中 ABA 含量较野生型高, 说明基因 R 的表达可能又会抑制 ABA 的合成。由图乙中对照组基因 R 突变体种子萌发率低于野生型可知, 基因 R 促进种子萌发, ABA 是植物响应逆境胁迫的信号分子, NaCl 和 PEG6000 可以引起渗透胁迫, 促进 ABA 的合成, 进而促进基因 R 的表达, 而 ABA 可以直接促进基因 R 的表达, 因此 NaCl、PEG6000 和 ABA 对种子萌发的调节机制不同, A 项错误。由上述分析可知, 渗透胁迫会先促进内源 ABA 的合成, 内源 ABA 含量的升高又会促进基因 R 的表达, B 项正确。ABA 的存在会抑制种子的萌发, 因此基因 R 突变体种子中 ABA 含量升高可延长种子贮藏寿命, C 项正确。无论在正常还是逆境下, 基因 R 突变体种子中 ABA 的含量皆高于野生型, 可能是因为基因 R 突变解除了其对 ABA 合成的抑制, 导致 ABA 的合成量增加, D 项正确。
13. B 【解析】由表中数据可知, GA3 处理组的株高、单株粒数、千粒重均高于对照组, 说明 GA3 不仅可以提高株高也可以提高产量, A 正确; 由表中数据不能推出单独使用 EBR 对株高的影响, 因此无法说明 EBR 和 GA3 对株高的影响表现为协同作用, B 错误; 由表中数据可知, 存在一定浓度 GA3 时, EBR 对苦荞产量的影响为低浓度促进, 高浓度抑制, C 正确; 由表中数据可以推出, 一定浓度的 EBR 和 GA3 可能通过提高苦荞淀粉合成酶 SSS 活性, 从而提高苦荞产量, D 正确。
14. C 【解析】由题图可知, 植物生长发育的调控, 是由基因表达调控、激素调节和环境因素调节共同完成的, A 正确; 植物能够吸收蓝紫光和红光进行光合作用, 所以自然光被植物滤过后, 红光与远红光的比值会下降, B 正确; 荫蔽胁迫引发低位植物的茎秆等出现明显伸长, 有利于植物适应环境变化, C 错误; 据图可知, 赤霉素和乙烯促进 PIFs 的生成, 进而促进生长素的生成, 生长素促进下胚轴和茎秆伸长, 油菜素内酯促进 BZR1 基因的表达, 进而促进下胚轴和茎秆伸长, 即四种激素均能促进植物下胚轴和茎秆伸长, 表现为协同作用, D 正确。

热点练 4 生物进化在生产、生活中的应用

角度 1 杀虫剂的效果、耐药性生物、自然选择与适应

1. B 【解析】噬菌体是一种特异性侵染细菌的病毒, 营寄生生活, 其繁殖时所消耗的核苷酸、氨基酸和能量等来源于宿主菌, A、D 项正确; 基因突变是不定向的, B 项错误; 噬菌体和细菌在自然界长期的生存斗争中协同进化, C 项正确。
2. C 【解析】由题干信息分析可知, 家蝇对拟除虫菊酯类杀虫剂产生抗性, 是由于其神经细胞膜上某通道蛋白中的一个亮

氨酸替换为苯丙氨酸,最可能是因为控制该通道蛋白合成的基因发生了碱基对的替换,A正确;未使用拟除虫菊酯类杀虫剂前,甲地区的果蝇抗性基因的基因频率为 $20\% \times 1/2 + 2\% = 12\%$,B正确;若甲、乙两地的家蝇对该杀虫剂的敏感度不同,即使使用相同剂量的杀虫剂,其起到的杀虫效果也不同,则两地抗性基因频率会有差异,C错误;据表中数据分析可知,甲地使用杀虫剂前抗性基因频率为 12% ,使用杀虫剂五年后,抗性基因频率为 $40\% \times 1/2 + 25\% = 45\%$,乙地使用杀虫剂前抗性基因频率为 $20\% \times 1/2 + 4\% = 14\%$,使用杀虫剂五年后抗性基因频率为 $32\% \times 1/2 + 18\% = 34\%$,两地的家蝇种群的基因频率均发生了变化,即两地的家蝇种群都发生了进化,但根据抗性基因频率变化程度可知,两地的进化速度有差异,可能与杀虫剂的选择作用强度有关,D正确。

角度2 判断亲缘关系远近

3. A 【解析】腐食酪螨的遗传多样性与突变和基因重组有关,突变包括基因突变和染色体变异,A错误;研究人员通过对细胞色素 b 基因(*Cytb*)序列分析,*Cytb* 序列的差异可体现不同腐食酪螨亲缘关系的远近,差异越小,亲缘关系越近,B正确;由题干信息可知,腐食酪螨是一种常见的储藏物害虫,其因个体微小、无飞行能力、迁移能力有限等,常在储藏粮食、饲料等物品的仓库中滋生,所以腐食酪螨可随着粮食贸易活动而实现较高水平基因交流,C正确;由题干信息可知,研究人员通过对细胞色素 b 基因(*Cytb*)序列分析,得出腐食酪螨 4 个不同地理种群遗传多样性均较高,所以不同地理种群的腐食酪螨可能都具有较高的环境适应性,D正确。
4. C 【解析】比较脊椎动物的器官、系统的形态结构,可以为这些生物是否有共同祖先提供证据,化石是研究生物进化最直接、最重要的证据,所以鲎类的形态结构和化石记录可为生物进化提供证据,A正确;地理隔离是指同种生物由于地理障碍而分成不同的种群,使得种群间不能发生基因交流的现象,不同的地理环境可以对生物的变异进行选择,进而影响生物的进化,故地理隔离在不同水域分布的鲎类进化过程中起作用,B正确;群落中出现可遗传的有利变异和环境的定向选择是适应环境的必要条件,故鲎类稳定的形态结构不能更好地适应不断变化的环境,C错误;不同生物的 DNA 等生物大分子的共同点,可以揭示生物有着共同的原始祖先,其差异的大小可以揭示当今生物种类亲缘关系的远近,故研究鲎类进化关系时线粒体基因组数据有重要价值,D正确。
5. D 【解析】密码子具有简并性,即一种氨基酸可由一种或多种密码子决定,mRNA 由基因转录而来,所以不同生物 β 珠蛋白的基因序列差异可能比氨基酸序列差异更大,A正确;五种生物的 β 珠蛋白的氨基酸序列存在差异,但是该蛋白在生物体内仍可表现出活性,说明位点上未发生改变的氨基酸对维持 β 珠蛋白功能稳定可能更重要,B正确;化石为研究生物进化提供了直接的证据,分子生物学证据可给生物进化论提

供有力的支持,所以两者结合能更准确地判断物种间的进化关系,C正确;分析题图可知,甲和乙相应的氨基酸序列存在 11 个位点差异,而乙和丙相应的氨基酸序列存在 13 个位点差异,所以五种生物相互比较,甲和乙的氨基酸序列差异不是最大的,亲缘关系可能不是最远的,D错误。

角度3 生殖隔离与新物种的形成

6. A 【解析】花期隔离只是会导致自然状态下两个种群间的个体不能进行交配,不能说明两个种群间已出现了物种的分化,人工授粉不能形成有活力的种子标志着两个种群间已出现了物种的分化,A错误;花期隔离使得两个种群间的个体不能进行交配,进一步增大了种群甲和乙的基因库差异,B正确;地理隔离和花期隔离,都能导致不同种群间的个体在自然条件下不能进行交配,都限制了两种群间的基因交流,C正确;生殖隔离是物种形成的标志,故物种形成过程实质上是种群间生殖隔离建立的过程,D正确。
7. D 【解析】物理信息是指通过物理过程传递的信息,芦鹀的鸣唱声属于物理信息,A正确;某种芦鹀分布在不同地区的三个种群,因栖息地环境的差异导致声音信号发生分歧,由此可知,求偶的鸣唱特征是芦鹀与栖息环境之间协同进化的结果,B正确;完整信息传递过程包括了信息源、信道和信息受体,芦鹀之间通过鸣唱形成信息流,芦鹀既是信息源又是信息受体,C正确;判断两个种群是否为同一物种,主要依据是它们是否存在生殖隔离,仅由和求偶有关的鸣唱特征的差异,无法确定这三个芦鹀种群存在生殖隔离,D错误。

角度4 探究适应特殊环境生物的生存

8. C 【解析】虽然没有天敌,但是海蜘蛛种群本身存在不定向的可遗传变异,而且偶尔进入淡水水域,环境改变存在自然选择,所以海蜘蛛有可能发生进化,A错误;变异是不定向的,种群中本身就可能发生变异,环境只起自然选择的作用,B错误;海蜘蛛从海水进入淡水,外界环境的渗透压下降,所以海蜘蛛可能会减少或停止饮水以防止细胞过度吸水,C正确;对海蜘蛛和陆地上的蜘蛛进行基因测序,为它们起源于共同祖先提供分子水平的证据,D错误。

角度5 研究证实各种生物生活的年代

9. D 【解析】陆地动物具有灵活的后肢,鲸和海牛后肢退化痕迹的保留说明了其可能起源于陆地动物,A正确;人类的盲肠退化可能是由于生活习性的改变,不需要盲肠的消化功能而使其退化,B正确;某些生物具有痕迹器官,说明这些器官在这些生物中存在过,也说明该生物是从具有这些器官的生物进化而来的,C正确;蚯蚓没有后肢的痕迹器官,也可能有其他痕迹器官和四足动物类似,或者和四足动物类似的痕迹器官在进化中消失,所以蚯蚓没有后肢的痕迹器官,不能说明和四足动物没有共同祖先,D错误。

热点练5 基因表达调控与生物性状的关系

角度1 基因表达异常与癌症

1. D 【解析】在膀胱癌患者中,发现原癌基因 *H-ras* 所编码蛋白质的第十二位氨基酸由甘氨酸变为缬氨酸,可能是由基因中碱基的替换造成的,属于基因突变,表明基因突变可导致癌变,A 正确;抑癌基因 *WT1* 的高度甲基化抑制了基因的表达,表明表观遗传变异可导致癌变,B 正确;原癌基因 *N-myc* 发生异常扩增,基因数目增加,属于染色体变异中的重复,表明染色体变异可导致癌变,C 正确;9 号和 22 号染色体互换片段,原癌基因 *abl* 过度表达,表明染色体变异可导致癌变,D 错误。
2. C 【解析】胞外蛋白 TGF- β 1 与靶细胞膜上的受体结合,激活细胞内信号分子 Smads,生成复合物转移到细胞核内,诱导靶基因的表达来阻止细胞异常增殖,即 TGF- β 1 可能会抑制恶性肿瘤的发生,A 正确;若 Smads 失活,将不能阻止细胞异常增殖,B 正确;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,这类基因突变或过量表达导致相应蛋白质活性过强,就可能引起细胞癌变,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,故复合物诱导的靶基因不可能是原癌基因,很可能是抑癌基因,C 错误;复合物的转移实现了细胞质向细胞核的信息传递,D 正确。
3. D 【解析】EGFR 是原癌基因的表达产物,数量增多可能会引起肝细胞癌变,A 正确;根据癌细胞的特点可知,肝癌细胞中增殖、呼吸等代谢活动会增强,B 正确;肝癌细胞上糖蛋白减少,细胞间黏着性降低,易于扩散和转移,C 正确;根据题意可知,抑制 SERPINE2 蛋白活性,解除对 EGFR 降解的抑制作用,EGFR 含量减少,可抑制肝癌细胞的转移,D 错误。

角度2 RNA 调控基因表达

4. A 【解析】并不是所有生物的遗传信息流动均有 DNA 的复制、转录、翻译的过程,如 RNA 病毒无 DNA 的复制过程,A 错误;病毒产生 dsRNA 需要以宿主细胞中的核糖核苷酸为原料,B 正确;据图推测,Dicer 在加工产生 siRNA 的过程中水解了磷酸二酯键,即①过程有磷酸二酯键的断裂,②过程有氢键的打开,C 正确;由题意可知,RNA 干扰主要是对 mRNA 进行干扰,④过程 RISC 复合体与目标 mRNA 结合,通过阻断翻译过程影响相关基因的正常表达,D 正确。
5. D 【解析】①过程为转录, RNA 聚合酶催化 mRNA 链的合成方向为 $5' \rightarrow 3'$, A 正确;①过程合成的 mRNA 经过核孔运出细胞核,②为翻译过程,根据肽链的长度可知,翻译的方向是从右向左, a 上的肽链最长,最先与 mRNA 结合, B 正确;过程②中多个核糖体同时合成多条多肽链可以提高翻译的效率,C 正确;当缺乏氨基酸时,空载 tRNA 通过抑制转录和激活蛋白激酶以抑制翻译过程两条途径调控基因表达,D 错误。

角度3 表观遗传与生物性状的调控

6. C 【解析】DNA 甲基化不改变碱基序列,即不改变遗传信息,A 错误;DNA 从头甲基化会改变基因的表达,但对基因组的稳定性和细胞分化只是有一定的影响,不一定是利不利,B 错误;维持甲基化可将甲基化修饰添加到新链相应位点上,该过程需要相关酶的催化才能进行,C 正确;从头甲基化是指不依赖已有的甲基化 DNA 链,而在一个新位点产生新的甲基化,即一般使 DNA 两条链上不同位点的碱基被甲基化,D 错误。
7. C 【解析】表观遗传指生物体基因的碱基序列保持不变,但基因表达和表型发生可遗传变化,因此 HSP90 乙酰化而导致的表观遗传能使生物体发生可遗传的性状改变,A 正确;根据题意可知,引起表观遗传现象的原因有 DNA 甲基化、构成染色体的组蛋白乙酰化等,而表观遗传发生时生物体基因的碱基序列保持不变,B 正确;引起表观遗传现象的原因有 DNA 甲基化、构成染色体的组蛋白乙酰化等,这些变化主要是通过影响遗传信息的转录过程来调控相关基因表达的,C 错误;根据题意,组蛋白去乙酰化酶抑制剂(LAQ824)可促进 HSP90 (一类热应激蛋白质)的乙酰化修饰并抑制其功能,从而导致其结合底物——Bcr-Abl 激酶的降解,并促进细胞凋亡,因此推测抑制 HSP90 乙酰化,会导致 Bcr-Abl 激酶含量升高,细胞凋亡受抑制,D 正确。
8. A 【解析】过程①是转录,转录过程不需要解旋酶参与,需要 RNA 聚合酶参与,A 错误;在 NAT10 蛋白介导下对 mRNA 进行了乙酰化修饰,乙酰化修饰后的 mRNA 指导了 COL5A1 蛋白的合成,未被乙酰化修饰的 mRNA 会被降解,所以过程②中的乙酰化修饰可以提高 mRNA 的稳定性,B 正确;图中 COL5A1 基因转录形成的 mRNA,有的在 NAT10 蛋白介导下进行了乙酰化修饰,乙酰化修饰后的 mRNA 指导了 COL5A1 蛋白的合成,由此可知,NAT10 蛋白可能同时具有乙酰化催化功能及与 RNA 结合的活性,C 正确;由图可知, COL5A1 基因转录形成的 mRNA 在 NAT10 蛋白介导下被乙酰化修饰后可以指导 COL5A1 蛋白的合成,而未被修饰的 mRNA 会被降解,而且 COL5A1 蛋白促进了胃癌细胞的转移,因此在肿瘤组织中 NAT10 蛋白的表达水平与 COL5A1 蛋白的表达水平呈正相关,D 正确。

角度4 选择性剪接

9. A 【解析】据题意可知,外显子①②③没有转录时,依然有产物Ⅲ出现,说明该基因不止有 3 个外显子,外显子①没有转录时,依然会有产物Ⅰ和Ⅲ出现,说明并非所有起始密码子都由外显子①转录而来,A 错误;真核生物基因的编码区是不连续的,有内含子和外显子,内含子属于非编码序列,不能编码蛋白质,因此选择性剪接 mRNA 前体时,内含子部分的转录产物也被切除,B 正确;产物Ⅰ是位于细胞膜上的蛋白质,细胞定位时需高尔基体参与,产物Ⅱ和Ⅲ是细胞核内和细胞质中的蛋白质,不一定需要高尔基体参与,C 正确;一个性状可

以受多个基因的影响,一个基因也可以影响多个性状,该基因表达出多种蛋白质,体现了基因和性状不是一一对应的关系,D正确。

10. D 【解析】结合图示可以看出,RNA聚合酶以基因一条链为模板转录合成一种前体RNA,A错误;通过不同的拼接方式可以得到不同的成熟mRNA,选择性剪接过程需要酶催化磷酸二酯键断裂和合成,无氢键的断裂和形成,B错误;通过不同的拼接方式可以得到不同的成熟mRNA,即鼠降钙素基因表达形成不同的蛋白质,是选择性拼接的结果,不是对翻译调控不同引起的,C错误;通过不同的拼接方式可以得到不同的成熟mRNA,翻译产生不同的蛋白质,进而满足机体对不同代谢活动的需要,D正确。

角度5 乳糖操纵子调控乳糖代谢

11. D 【解析】分析图甲,环境中缺乏乳糖时,调节基因的表达产物阻遏蛋白会与操纵基因结合,阻碍RNA聚合酶催化结构基因的转录,在转录水平上抑制结构基因的表达,A错误;分析图乙,环境中富含乳糖时,乳糖与阻遏蛋白结合,使阻遏蛋白不能与操纵基因结合,则结构基因表达,B错误;mRNA上不含启动子,C错误;若培养大肠杆菌的环境无乳糖,参与乳糖分解的三种酶不表达,若培养大肠杆菌的环境有乳糖,则参与乳糖分解的三种酶可表达,该调节机制既保证了大肠杆菌能量的供应,又可以避免物质和能量的浪费,D正确。

热点练6 生态工程与环境保护

角度1 种群和群落

1. C 【解析】K值与接种量无关,与空间、资源等因素有关,A错误;由图可知,甲醇浓度为Ⅱ时,酵母菌W的果胶酶合成量最高,B错误;72h前,三组实验中,甲醇浓度为Ⅱ时,产果胶酶速率最高,即相应曲线的斜率最大,C正确;不同培养条件下,酵母菌W的果胶酶产量不同,因此酵母菌W用于工业生产中收集果胶酶的最佳时期与培养条件,如甲醇浓度等有关,不一定是96h,D错误。
2. B 【解析】由表中信息可知:该黄鳝种群幼年(I龄期)的个体多,老年(Ⅳ龄期)的个体少,说明该黄鳝种群的年龄结构为增长型,A错误;由题意“黄鳝从胚胎期到产卵期都是雌性,产卵过后变为雄性”可推知:种群中雄黄鳝的平均年龄大于雌性,B正确;分析表中信息可知:Ⅱ龄期雄黄鳝数量最多,I龄期、Ⅲ龄期和Ⅳ龄期雄黄鳝数量非常少,C错误;表中信息显示:捕获群体物雌性个体的总数明显大于雄性个体的总数,说明该黄鳝种群的雌雄比例不是1:1,D错误。
3. C 【解析】与自然保护区鸟类相比,农田的鸟类物种丰富度更低,种间竞争更小,A、B正确;自然保护区杂食性鸟类物种数量少,比其他生境的杂食性鸟类有更窄的生态位,C错误;城区杂食性鸟的种类较多,说明人类活动产生的空白生态位有利于杂食性鸟类迁入,D正确。

4. B 【解析】从灌丛到针叶林,再到针阔叶混交林,生境越来越复杂,由表格数据可知,其白马鸡和血雉分布占比会发生改变,说明生境的复杂程度会明显影响白马鸡和血雉对栖息地的选择,A正确;垂直结构是指群落在垂直方向上的分层现象,两物种在三种植被类型中的分布属于不同地域的分布,不在同一个生态系统,其分布差异不是群落的垂直结构,B错误;不同降水条件下,白马鸡和血雉在三种植被类型中的分布不同,其中血雉的差异更大,C正确;由日活动节律曲线图可以看出,白马鸡和血雉都是白天的相对密度高,夜晚的相对密度低,且两物种在白天均出现活动高峰,又知白马鸡和血雉的日活动节律曲线图存在差异,推测两物种在日活动节律上存在生态位分化,D正确。

角度2 生态系统的功能

5. D 【解析】根据流经生物的能量判断④的营养级低,③的营养级高;根据生物体内镉浓度判断①的营养级低,②的营养级高;根据生物承受的捕食压力指数判断①的营养级低,③的营养级高。结合选项,仅D项符合题意。
6. A 【解析】初级消费者的摄入量等于其同化的能量与粪便中的能量之和,同化的能量为用于生长、发育、繁殖的能量以及呼吸散失的能量之和,A错误;食肉动物比食草动物捕获食物的过程更不容易,呼吸散失的能量更多,因此P占比低,B正确;恒温动物比变温动物分配更多能量用于呼吸作用产热,以维持正常的体温,因此R占比高,C正确;由表格数据可知,P与R的比例与生物的生活模式有关,同时当环境改变时,如温度降低,恒温动物为了维持正常的体温,呼吸散失的能量增多,P与R的比例改变,D正确。
7. B 【解析】图示显示,M的能量来源包括生产者和遗体残骸,因此M种群在该生态系统中既属于消费者也属于分解者,A错误;M种群同化的能量为 $3281 + 2826 = 6107 \text{ kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$,其呼吸消耗的能量为 $3281 + 2826 - 386 - 2102 = 3619 \text{ kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$, $3619/6107 \times 100\% \approx 59\%$,B正确;图中M只是一个种群,因此不能计算出该生态系统中第二、三营养级间的能量传递效率,C错误;M所同化的能量还来源于遗体残骸,所以M流向下一营养级的能量来源于生产者和遗体残骸,D错误。
8. B 【解析】组成细胞的元素中,碳的含量高于磷的含量,推测在生物地球化学循环中,磷元素年周转量比碳元素少,A正确。为提高作物产量,人类施用磷肥,施用磷肥增加了土壤中被生产者利用的磷的量,会加快磷循环速率,B错误。磷是ATP、NADPH等的组成成分,ATP、NADPH参与生态系统中能量的输入、传递、转化和散失过程,C正确。无机环境中的磷主要以磷酸盐的形式被生产者吸收后进入生物群落,同时生物体的遗体残骸中的磷经过分解者的分解也以磷酸盐的形式返回到无机环境中,故磷主要以磷酸盐的形式在生物群落和无机环境之间循环,D正确。

角度3 生物多样性保护

9. B 【解析】在国家公园中引入外来物种,可能造成物种入侵,从而导致生物多样性下降,A正确;建立动物园和植物园属于易地保护,就地保护是指在原地对被保护的生态系统或物种建立自然保护区以及国家公园等,B错误;规范人类活动、修复受损生境,有利于自然生态系统的发育和稳定,C正确;生态廊道指适应生物迁移或栖息的通道,可将保护区之间或与之隔离的其他生境相连,在破碎化生境之间建立生态廊道,是恢复自然生态系统完整性的重要措施,D正确。
10. C 【解析】建立自然保护区属于就地保护,A错误;生物群落应包含动物、植物和微生物等所有生物,长江江豚、各种鱼类、浮游动植物不能构成长江生物群落,B错误;与标记重捕法相比,无人机拍照技术的优点是避免伤害长江江豚,对长江江豚的影响更小,C正确;食物链须以生产者起点,在食物链“浮游植物→鲤鱼→长江江豚”和“浮游植物→浮游动物→鲤鱼→长江江豚”中,长江江豚分别处于第三、第四营养级,D错误。

角度4 碳中和、碳达峰

11. A 【解析】开发海洋牧场,发展深海渔业可获取水产品且不需要投饵,属于“碳汇渔业”,A符合题意。建设大坝鱼道,保障鱼类洄游;控制无序捕捞,实施长江禁渔,均没有收获水产品,不属于“碳汇渔业”,B、C不符合题意。增加饵料投放,不符合“不投饵渔业”,不属于“碳汇渔业”,D不符合题意。
12. A 【解析】低碳生活和绿色农业减少了二氧化碳的排放,减少了吸纳废物的土地及水域的面积,从而减小了生态足迹,A正确;城市乙的生产者呼吸量 $=9.0-3.5=5.5$,生产者、消费者和分解者的总呼吸量 $=5.5+异养呼吸量3.8=9.3$,城市乙的生产者总生产量小于生产者、消费者和分解者的总呼吸量,B错误;达到碳中和时,生物圈内所有生物呼吸释放的 CO_2 和化石燃料等燃烧产生的二氧化碳总量等于所有生物固定的 CO_2 总量,C错误;城市湿地公园能有效地固碳储碳,属于生态方面的价值,是生物多样性的间接价值,D错误。
13. A 【解析】碳汇是指吸收大气 CO_2 ,则农作物碳汇主要指农作物光合作用固定的二氧化碳量,A错误;秸秆大多被微生物分解,释放 CO_2 ,更加容易成为碳源,B正确;碳库可分为碳源(向大气中排放 CO_2)和碳汇(吸收大气 CO_2),则农田土壤碳库包括土壤有机碳、微生物活动和根系生长等部分,C正确;人类对土地的利用方式、耕作方式与管理等影响农田土壤的碳汇,D正确。

角度5 生态修复与环境保护

14. C 【解析】采用“草方格”技术进行流沙固定,创造有益于生物组分生长、发育、繁殖的条件,使植被逐渐恢复,该过程遵循了生态工程的自生原理,A正确;在“草方格”内种植沙拐枣、梭梭等沙生植物时考虑了生物与环境、生物与生物的

协调与适应,遵循了生态工程的协调原理,B正确;初生演替是指在一个从来没有被植物覆盖的地面,或者是原来存在过植被、但是被彻底消灭了的地方发生的演替,而次生演替是指在原有植被虽已不存在,但原有土壤条件基本保留,甚至还保留了植物的种子或其他繁殖体的地方发生的演替,“草方格”内保留有原有沙生植物种子,故该群落形成过程属于次生演替,C错误;“草方格”固沙技术能防止沙子流动,有利于植被恢复,促进了生态系统防风固沙、水土保持功能的实现,D正确。

15. A 【解析】荒漠地区降水稀少,因此应选择具有耐旱性的中草药,研究人员在选择组分对该生态系统进行合理布设时,需要考虑这些中草药的生态位差异,以及它们之间的种间关系,A正确;对大多数生物来说,生物的数量总是在波动中,因而当生物的数量达到环境容纳量后,其数量可能还会继续增加,B错误;该生态工程建设实现了人的粪便、沼渣、沼液等物质的充分利用,主要体现了生态工程的循环原理,C错误;该生态系统中的中草药、食用菌等生物是人为设计后添加的,它们可构成有序的结构,但是它们的存在并非协同进化的结果,D错误。
16. B 【解析】由题表可知,与土壤中的镉浓度相比,不同浓度的镉处理下,植物A和B的植物体镉含量都增加了,说明植物A和B都发生了镉的富集,A正确;由题表可知,土壤中添加不同浓度镉后,植物A的植物体镉含量都大于植物B的,所以与植物B相比,植物A更适合作为土壤镉污染修复植物,B错误;由题表可知,与对照组相比,在相同的镉浓度处理下,植物A的地上生物量和地下生物量的下降幅度都小于植物B的,说明在被镉污染的土壤中,镉对植物B生长的影响更大,C正确;由题表可知,在不同浓度的镉处理下,植物A的植物体镉含量均高于植物B的,说明植物A对镉的富集能力更强,故若以两种植物作动物饲料,植物A的安全风险更大,D正确。

热点练7 聚焦传统文化、关注社会热点

角度1 制茶

1. A 【解析】“萎凋”过程茶叶细胞失去的主要是自由水,A错误;“杀青”过程通过高温使茶多酚氧化酶变性失活,从而减少茶叶中茶多酚被氧化,B正确;“揉捻”可造成茶叶的部分细胞机械损伤,膜系统被破坏(包括细胞膜和液泡膜等),使细胞质基质和细胞液渗出,C正确;“干燥”可进一步减少茶叶中的含水量,含水量低的茶叶利于储存,D正确。
2. C 【解析】酶具有专一性,即多酚氧化酶在分解底物时具有专一性,A正确;高温会破坏蛋白质的空间结构,而多酚氧化酶的化学本质为蛋白质,因此可以通过高温使多酚氧化酶变性失活来制作绿茶,B正确;茶叶制作过程中其细胞已经死亡,不能通过渗透作用吸水,C错误;由题意可知,在适宜温度下将茶叶细胞揉破,多酚氧化酶会将茶叶中的儿茶酚和单宁

氧化成红褐色,而正常情况下茶叶呈绿色,由此推测多酚氧化酶、儿茶酚、单宁在茶叶细胞中的分布位置可能不同,D正确。

角度2 针灸

3. B 【解析】迷走神经是从延髓发出的参与调节内脏活动的神经,属于外周神经系统,A正确;在针灸治疗过程中需要经过反射弧,兴奋在反射弧中的传导是单向的,B错误;已知细胞外 Ca^{2+} 对 Na^{+} 存在“膜屏障作用”,抑制 Na^{+} 内流,临床上患者血钙含量偏高时,使 Na^{+} 内流减少,降低了神经细胞的兴奋性,进而导致针灸过程中肾上腺素分泌减少,因而对炎症的抑制作用减弱,表现为抗炎疗效甚微,C正确;利用同等强度的电针刺激位于小鼠腹部的天枢穴,并没有引起相同的抗炎反应,原因可能是腹部不存在Prokr2感觉神经元,无法产生反射,D正确。
4. A 【解析】由题图可知,用细针治疗时没有产生动作电位,而用粗针治疗时产生了动作电位,说明细针刺激和粗针刺激的强度存在差异,A正确;用细针和粗针治疗时膜内外电位差都发生了变化,说明都发生了 Na^{+} 内流,B错误;动作电位的峰值与细胞内外钠离子浓度差有关,用粗针治疗时产生了动作电位,但力度加大不能使动作电位峰值变大,C错误;图乙中bc段变化的原因是 K^{+} 外流, K^{+} 外流依靠通道蛋白完成,D错误。

角度3 传统文化在农牧业生产上的应用

5. C 【解析】要在雨后种谷,是因为种子萌发和幼苗生长等过程都需要充足的水分,体现了环境(非生物因素)对生物生命活动的影响,A正确;杂草与农作物之间存在种间竞争,及时清除田间杂草有利于农作物生长,体现了种间竞争对生物的影响,B正确;大豆和麻子会相互遮光,有相似的生态位,所以不能混种,C错误;将绿豆植株翻埋肥田,绿豆植株可被微生物等分解成无机物从而被植物再利用,体现了对资源的循环利用,D正确。
6. A 【解析】“地虽瘠薄,常加粪沃,皆可化为良田”描述的是通过施肥改良农田的做法,农作物无法直接吸收有机物,A错误;杂草与农作物之间是种间竞争关系,竞争阳光、无机盐等资源,B正确;对野生动物资源利用时,应避免捕杀幼年个体,这样有利于维持种群正常的年龄结构,防止种群衰退,实现可持续发展,C正确;“去其螟螣,及其蠹贼,无害我田稚”描述的是农业生产应去除虫害,实现增产,体现的是合理调整能量流动关系,使能量持续流向对人最有益的部分,D正确。

角度4 传统文化在发酵技术中的应用

7. D 【解析】培养黑曲霉时一般需将培养基调至酸性,但单细胞蛋白指微生物菌体,果胶酶不属于单细胞蛋白,A错误;伊红—亚甲蓝培养基是鉴定大肠杆菌的培养基,本实验应该用刚果红培养基筛选高产纤维素酶菌株,B错误;酒精发酵利用的菌种为酵母菌,当接种量为12%左右时,发酵后的酒精含量与残糖含量曲线有交点,但两者的纵坐标数值及单位均不同,故不能说明发酵后二者含量相同,C错误;由图可知,菌种

接种量为15%时对应的酒精含量达到最大值,接种量超过15%,菌种数量大,自身的生长会大量消耗底物,导致酒精产量降低,D正确。

热点练8 前沿生物技术

角度1 遗传标记

1. C 【解析】某人的21号染色体上不携带致病基因,也可能使后代患遗传病,如21三体综合征是由于21号染色体比正常人多一条,属于染色体异常遗传病,A正确;父亲对应的遗传标记基因型为+—,母亲对应的遗传标记基因型为— —,该21三体综合征患儿对应的遗传标记基因型为++—,可能是父亲减数分裂Ⅱ异常形成了++的配子,与含有一遗传标记的卵细胞结合形成++—,B正确;母亲减数分裂Ⅰ异常会形成— —的卵细胞,父亲产生的正常精子含+或—,异常卵细胞与正常精子形成的基因型为+—或— —,不能形成++一个体,C错误;21三体综合征属于染色体异常遗传病,可用显微镜观察细胞内的染色体数目来判断,D正确。
2. C 【解析】根据题干信息和图形分析,抗维生素D佝偻病是伴X染色体显性遗传病,孕妇甲是患者,由图可知其基因型为 $\text{X}^{\text{D}}\text{X}^{\text{d}}$;个体3的d基因放射性最强,基因型应该为 $\text{X}^{\text{d}}\text{X}^{\text{d}}$,是他们的女儿;甲丈夫的基因型为 $\text{X}^{\text{d}}\text{Y}$,即个体2;个体1没有d基因,是患者,基因型为 $\text{X}^{\text{D}}\text{Y}$,是他们的儿子。由上述分析可知,个体1、个体2、个体3分别是表型患病的男孩、丈夫、正常的女孩,A错误;个体1、个体3分别是表型患病的男孩、正常的女孩,个体1(XY)和个体3(XX)性染色体组成不同,B错误;抗维生素D佝偻病是伴X染色体显性遗传病,男性患者携带致病基因的X染色体必然来自其母亲,以后传给女儿,具有交叉遗传的特点,C正确;个体3($\text{X}^{\text{d}}\text{X}^{\text{d}}$)长大后与正常异性($\text{X}^{\text{d}}\text{Y}$)婚配,子代都为正常人,D错误。

角度2 基因编辑

3. C 【解析】感觉产生于大脑皮层,该过程没有经过完整反射弧,不属于反射,A正确;*PTEN*基因敲除使得小鼠一定时间内抓挠次数升高,即对外源致痒剂的敏感性升高,故*PTEN*基因控制合成的蛋白质可以降低机体对外源致痒剂的敏感性,进而抑制小鼠产生痒觉,B正确;*PTEN*基因敲除小鼠和*PTEN*基因+*TRPV1*基因双敲除小鼠相比,前者痒觉更剧烈,故*TRPV1*基因控制合成的TRPV1蛋白可以促进痒觉的产生,C错误;兴奋在神经元之间传递会经过突触,发生电信号→化学信号→电信号的转换,D正确。
4. D 【解析】根据题意可知,当Cre酶遇到同一个DNA分子上含有两段方向相同的*LoxP*序列时,能将两段*LoxP*中间的序列删除,删除序列会被降解。由图可知,玉米甲一对同源染色体的其中一条染色体上有一个Cre基因,同源染色体的对应位点无该基因,假设Cre基因用D表示,对应位点无该基因用d表示,另一对同源染色体上都无A基因,那么相应位点用a表示,则玉米甲的基因型表示为aaDd,同理玉米乙

的基因型为 Aadd。将甲乙杂交,得到的 F_1 自由交配, F_1 的基因型为 $1/4AaDd$ 、 $1/4aaDd$ 、 $1/4Aadd$ 、 $1/4aadd$,其中基因型为 AaDd 的个体由于表达出 Cre 酶,且 A 基因所在的 DNA 分子上含有两段方向相同的 *LoxP* 序列,那么两段 *LoxP* 中间的 A 基因序列被删除,因此基因型为 AaDd 的个体变成 aaDd,那么 F_1 的基因型变为 $1/2aaDd$ 、 $1/4Aadd$ 、 $1/4aadd$,因此 F_1 产生的配子为 $1/4aD$ 、 $5/8ad$ 、 $1/8Ad$,自由交配后 F_2 中染色体上含 A 基因的个体的比例为 $5/8ad \times 1/8Ad \times 2 + 1/8Ad \times 1/8Ad = 11/64$ 。综上所述,D 正确,A、B、C 错误。

5. A 【解析】由图可知,Ⅲ cDNA 第一链是以 I 为模板合成的,由碱基互补配对可知,I 中嘧啶碱基数/嘌呤碱基数 = P,则Ⅲ中该值为 $1/P$,A 正确;①过程是以 RNA 为模板合成 DNA 链的过程,该过程需逆转录酶催化,B 错误;Ⅳ是 cDNA 双链,不含核糖核苷酸,C 错误;表观遗传是 DNA 序列不发生变化,但基因表达却发生可遗传的改变,即基因型未发生变化而表型却发生改变,且这种改变在发育和细胞增殖过程中能稳定传递,因此对该患者进行基因治疗时,需要考虑相关基因的表观遗传信息,D 错误。

角度 3 PCR 技术的应用

6. C 【解析】PCR 扩增时需要根据已知目的基因两侧的碱基序列来设计引物,因此限制性引物和非限制性引物均需要依据模板 DNA 的碱基序列来设计,A 正确;限制性引物与甲链结合,当限制性引物消耗完后,非限制性引物将继续与乙链结合形成双链 DNA,最后大量获得的 ssDNA 与图中甲链的碱基序列一致,B 正确;扩增时耐高温 DNA 聚合酶将脱氧核苷酸连接至引物的 3'端,C 错误;PCR 扩增时引物是新子链的一部分,假设模板 DNA 分子初始数量为 a 个,6 次循环后产生 2^6 个 DNA 分子,因此该不对称 PCR 过程中需要 $(2^6 - 1)a$ 个限制性引物,D 正确。
7. D 【解析】在酶切阶段,已知序列 L 中不能含有酶切时所选限制酶的识别序列,不然会将已知序列 L 切断,A 正确;T4DNA 连接酶或 *E. coli* DNA 连接酶都可以用来连接黏性末端,因此环化阶段,可选用 *E. coli* DNA 连接酶或 T4DNA 连接酶,B 正确;PCR 过程需要两种引物,能分别与目的基因两条链的 3'端通过碱基互补配对结合,为保证延伸的是已知序列两侧的未知序列,应该选择引物 1 和引物 4,且二者间不能互补配对,C 正确;PCR 扩增中,将温度调至 72°C 的目的是使四种脱氧核苷酸在耐高温的 DNA 聚合酶的作用下,根据碱基互补配对原则合成新的 DNA 链,D 错误。
8. C 【解析】PCR1 和 PCR2 两个反应系统中均复制一次各自形成两种 DNA 分子,但由于引物 1 和引物 4 形成两个与原 DNA 相同的 DNA 分子,所以含有引物 1 和含有引物 4 的 DNA 属于同一种 DNA,故总共形成 3 种 DNA 分子,A 正确;实现基因的定点诱变时,需要根据目的基因序列设计两种常规引物,以及根据拟突变位点处的碱基序列设计两种突变引

物,图中属于突变引物的是引物 2、3,与常规引物相比,图中的 2、3 两种引物必须要有一段互补的序列,可以进行碱基互补配对,而且应含有拟突变位点,B 正确;进行重叠延伸时,上链和下链在突变位点处的碱基序列互补,能起到引物 2、3 的作用,因此不需要另加引物,C 错误;利用重叠延伸 PCR 技术实现了基因的定点诱变,可见,此过程实现的基因序列改变属于基因突变,未发生基因重组,D 正确。

9. D 【解析】PCR(聚合酶链式反应)是一种分子生物学技术,用于在体外扩增特定的 DNA 片段,PCR 反应缓冲液中需要加入 Mg^{2+} 以激活 DNA 聚合酶,A 正确;巢式 PCR 中依次使用外引物和内引物进行 PCR 扩增,第二轮内引物特异性扩增首轮外引物扩增获得的 DNA 产物,因而与常规 PCR 相比,巢式 PCR 产物特异性更强,B 正确;第一轮扩增的产物是第二轮扩增的模板,第二轮产物更短,C 正确;如果第一次 PCR 引物过量,剩余引物在第二轮 PCR 中由于有模板存在,仍会有产物,D 错误。
10. C 【解析】利用 PCR 技术扩增基因时,高温使 DNA 双链解旋,不需要解旋酶来打开 DNA 双链,A 正确;引物之间的结合会干扰引物和模板链的结合,从而影响 PCR 过程,因此不能在同一个反应体系中进行 *dsred2* 基因和 *amy* 基因的扩增,B 正确;*dsred2* 基因和 *amy* 基因混合可以得到两种类型的杂交链,C 错误;杂交链延伸得到 *dsred2-amy* 融合基因的过程中,不需要加入引物,两条母链的杂交位置的碱基序列可以作为子链延伸的引物,D 正确。

角度 4 基因工程的基本操作程序及应用

11. B 【解析】将基因表达载体导入植物细胞常用的方法是农杆菌转化法,A 正确;如果用 *Sph* I 酶切已整合了双向启动子及 *LUC* 基因的质粒就会破坏 *LUC* 基因,B 错误;如果微生物成功导入基因表达载体,受体细胞就具有抗壮观霉素的能力,在含有壮观霉素的培养基上能生存,因此可以筛选出成功导入表达载体的微生物受体细胞,C 正确;双向启动子如果正常表达,就会合成荧光素酶和 β -葡萄糖苷酶,分别催化底物产生荧光和生成蓝色物质,从而确定双向启动子的作用,D 正确。
12. A 【解析】农杆菌转化法适用于将目的基因导入植物细胞,对于动物细胞受精卵而言应采用显微注射法导入目的基因,A 错误;PCR 扩增 3 轮后,共得到 8 个 DNA 分子,只有含有最原始的 DNA 分子单链的 2 个 DNA 分子只含有一种引物,其余 6 个 DNA 分子均含有 2 种引物,故 PCR 扩增 3 轮后,只含一种引物的 DNA 分子的比例为 $1/4$,B 正确;据图分析,M2 组、1 组、3 组没有扩增出 DNA 片段,故细胞内不存在目的基因,可能是细胞内导入 PEB 质粒或者未成功转染,而 2 组是 PEBf 质粒转染细胞组 PCR 产物,即只有 2 组转染成功,C 正确;若 *fat-1* 基因单点插入,相应的基因型表示为 FO,则转基因小鼠相互交配后代基因型为 1FF、2FO、1OO,即产生的大多数后代体内能合成 LCPUFA,D 正确。