

## 2026年广州市普通高中毕业班综合测试（二）

## 生 物 学

本试卷共 8 页，21 小题，满分 100 分。考试用时 75 分钟。

**注意事项：**1. 答卷前，考生务必用黑色字迹的钢笔或签字笔将自己的姓名、考生号、试室号、座位号填写在答题卡上。用 2B 铅笔将试卷类型（B）填涂在答题卡相应位置上，并在答题卡相应位置上填涂考生号。

2. 作答选择题时，选出每小题答案后，用 2B 铅笔把答题卡对应题目选项的答案信息点涂黑；如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案，答案不能答在试卷上。

3. 非选择题必须用黑色字迹的钢笔或签字笔作答，答案必须写在答题卡各题目指定区域内相应位置上；如需改动，先划掉原来的答案，然后再写上新答案；不准使用铅笔和涂改液。不按以上要求作答的答案无效。

4. 考生必须保证答题卡的整洁。考试结束后，将试卷和答题卡一并交回。

**一、选择题：**本题共 16 小题，共 40 分。第 1～12 小题，每小题 2 分；第 13～16 小题，每小题 4 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 广州海珠国家湿地公园被称为“都市果林湿地”。下列叙述错误的是

- A. 建设湿地公园有利于当地野生生物的就地保护
- B. 公园可供观光休闲体现了生物多样性的间接价值
- C. “都市果林湿地”体现了生态工程的整体原理
- D. 建设湿地公园能有效降低周边地区的生态足迹

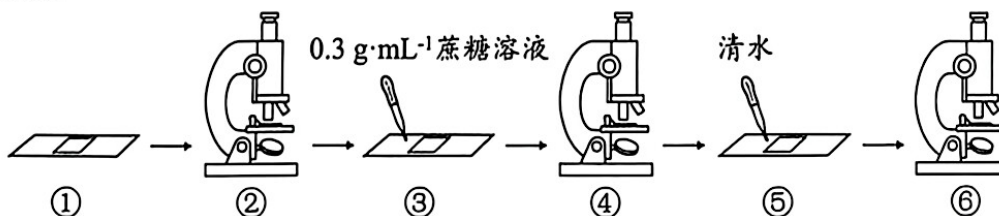
2. 名菜“白切鸡”以其皮爽肉滑的独特口感而闻名，其制作关键在于 95℃ 浸煮 20 min、冰水冷浸 15 min 的烹饪方式。下列叙述错误的是

- A. 95℃ 浸煮 20 min 具有消毒作用
- B. 95℃ 浸煮后的鸡肉易被蛋白酶水解
- C. 冰水冷浸可导致蛋白质肽键断裂
- D. 鸡肉消化后可提供多种必需氨基酸

3. “茶泡”是特定真菌侵染油茶树幼嫩组织，引起激素失衡，导致植物细胞异常增生膨大形成的囊状畸形结构。在“茶泡”形成过程中，含量出现下降的植物激素最可能是

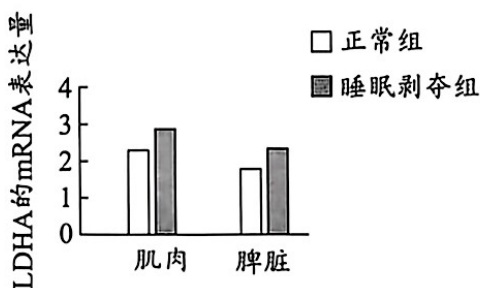
- A. 脱落酸
- B. 生长素
- C. 赤霉素
- D. 细胞分裂素

4. 某校以洋葱紫色鳞片叶外表皮为材料开展“探究植物细胞的吸水和失水”实验。下列叙述正确的是



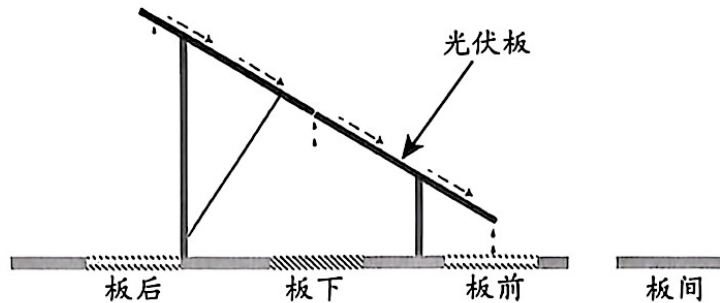
- A. 实验过程中需要单独设置对照组
- B. 完成步骤①时用手拿盖玻片放上即可
- C. 观察到步骤⑥液泡颜色比步骤④更深
- D. 步骤③—⑥过程中植物细胞吸水能力先上升后下降

5. DRP1 蛋白可促进线粒体分裂，心肌细胞中线粒体过度分裂会导致其功能障碍，进而引起心肌细胞凋亡。研究发现，DDX17 蛋白可抑制 *DRP1* 基因转录。下列叙述错误的是
- 心肌细胞凋亡是基因选择性表达的结果
  - 可通过抑制 *DRP1* 基因的表达减少心肌细胞凋亡
  - 心肌细胞 ATP 合成量持续不足可诱发心力衰竭
  - 特异性敲除 *DDX17* 基因可抑制心力衰竭的发展
6. 部分癌细胞中的原癌基因分布在 ecDNA 上。ecDNA 是癌细胞的染色体在细胞质内切酶的作用下，发生断裂和任意拼接后形成的一种染色体外 DNA，其结构较松散且缺少着丝粒。下列说法错误的是
- 细胞质内切酶能够使 DNA 上的磷酸二酯键断开引发染色体断裂
  - 染色体断裂后任意拼接并产生 ecDNA 的过程可能会发生染色体结构和数目变异
  - ecDNA 携带的基因在遗传时遵循孟德尔分离定律且存在于细胞核中
  - 癌细胞能过量表达原癌基因可能与 ecDNA 结构松散且易与 RNA 聚合酶结合有关
7. 固氮菌在水稻叶片上很难大量定殖，我国科学家利用纳米涂层包裹技术较圆满地解决了此难题，显著提高了固氮菌的定殖率和粮食产量。下列有关叙述错误的是
- 水稻吸收的氮可促进光能的利用
  - 使固氮菌进入水稻叶肉细胞可提高固氮菌定殖率
  - 固氮菌将氮气转化为含氮养料过程中需消耗能量
  - 此技术的推广可减少化学氮肥的使用
8. 科研人员发现，拟南芥可借助细胞膜上的蛋白 NRT1.2 运输硝酸盐并吸收  $\text{Na}^+$ 。在高盐胁迫条件下，SOS2 通过磷酸化 NRT1.2，降低其  $\text{Na}^+$  转运能力。下列叙述错误的是
- NRT1.2 可能是一种依赖硝酸盐协同运输的  $\text{Na}^+$  转运蛋白
  - 磷酸化修饰可能引起 NRT1.2 构象改变，抑制其  $\text{Na}^+$  转运活性
  - 长期高盐胁迫下，*NRT1.2* 基因表达增强，可以提高植株耐盐性
  - 调控 SOS2 和 NRT1.2 的相互作用以提高植物耐盐性是一种新研究思路
9. 动物信号传递长期被视为“发送者主导”的过程，但越来越多研究表明，接收者能够显著影响信号表达形式，即“观众效应”。我国研究人员揭示了蜜蜂摇摆舞的“观众效应”。下列说法正确的是
- 蜜蜂摇摆舞属于物理信息
  - 蜜蜂跳摇摆舞是固定不变的单向信号
  - 观众反馈会影响蜜蜂摇摆舞信息编码精度
  - 观众中幼蜂比例不会影响摇摆舞的精度
10. 乳酸脱氢酶 (LDHA) 能催化丙酮酸与 NADH 反应生成乳酸。科研人员检测了正常与睡眠剥夺条件下，小鼠不同组织中 LDHA 的 mRNA 表达量，结果如图所示。下列叙述错误的是

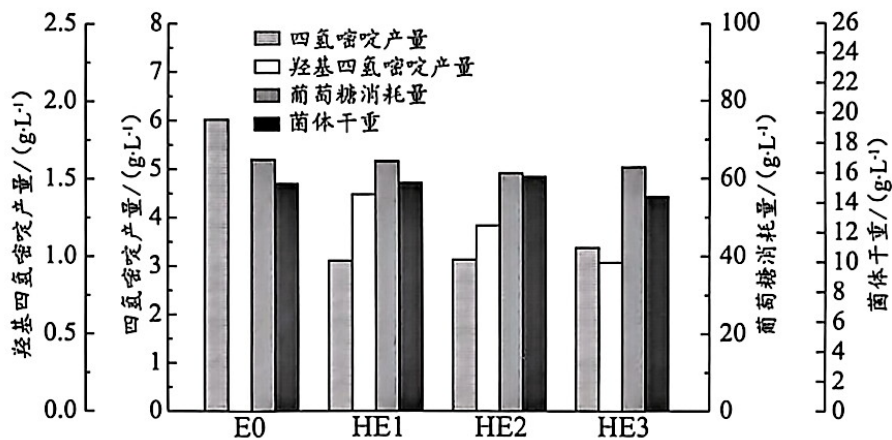


- 缺氧条件下，LDHA 催化丙酮酸生成乳酸的过程不产生 ATP
- 若氧气充足，丙酮酸主要进入线粒体被氧化分解
- 长期睡眠不足可能导致肌肉中的乳酸含量升高，引起肌肉酸痛
- 睡眠剥夺后脾脏中 LDHA 表达量上升，说明熬夜直接抑制免疫功能

11. 光伏电站建设形成了板前、板下、板后、板间等不同微生境。研究人员对半干旱矿区塌陷区和非塌陷区的板前、板下、板后、板间等微生境植物群落开展调查,发现板前植物群落多样性、稳定性和植株密度均显著高于非塌陷对照区,而板下微生境则呈现相反趋势。下列叙述错误的是



- A. 光伏电站建设可以影响群落演替的方向和速度  
 B. 建议在板间播撒本地耐阴植物种子加速矿区生态恢复  
 C. 不同微生境群落结构差异体现了群落内物种的生态位分化  
 D. 板前雨水汇集促进植被恢复,提高了该生态系统的稳定性
12. 羟基四氢嘧啶可用作生物大分子稳定剂,开发高效生产工程菌株成为研究重点。不同质粒在一个细胞中的数量(拷贝数)有差异。研究人员利用低拷贝质粒 p1、中拷贝质粒 p2、高拷贝质粒 p3 构建含 *ectD* 基因的重组质粒,在大肠杆菌中表达并进行摇瓶发酵,结果如图所示。下列叙述错误的是



注: HE1、HE2、HE3 分别为转入 p1、p2、p3 重组质粒的菌株, E0 为原始菌株。

- A. 发酵过程中微生物数量和代谢物浓度变化均为重要检测指标  
 B. 据结果推测 *ectD* 基因的表达产物可以促进羟基四氢嘧啶的产生  
 C. HE3 可能消耗更多的葡萄糖用于合成羟基四氢嘧啶  
 D. 在该实验基础上,筛选、分离高效菌株可以使用平板划线法
13. CO<sub>2</sub> 与 C<sub>5</sub> 反应固定为 C<sub>3</sub> 的碳同化途径,被称为 C<sub>3</sub> 途径; CAM 途径是指在夜晚捕获 CO<sub>2</sub> 转变成苹果酸储存在液泡中,白天气孔关闭,苹果酸脱羧释放 CO<sub>2</sub> 用于卡尔文循环的碳同化途径。为研究流苏石斛和美花石斛的碳同化途径类型,科研人员测量了不同水分条件下二者的气孔开度和有机酸含量,如下表所示。下列说法错误的是

种名	处理	气孔开放率 / %		有机酸含量 / mg·g <sup>-1</sup>	
		白天	夜间	清晨	傍晚
流苏石斛	对照	92.21	17.13	0.80	0.78
	干旱	69.8	17.26	0.85	0.83
美花石斛	对照	33.33	98.00	2.01	1.21
	干旱	20.56	91.11	2.82	1.44

- A. 美花石斛为 CAM 植物  
 B. 美花石斛夜间细胞液的 pH 较白天低  
 C. 流苏石斛比美花石斛更能适应干旱胁迫的环境  
 D. 干旱导致流苏石斛光合速率下降的原因是气孔开度降低

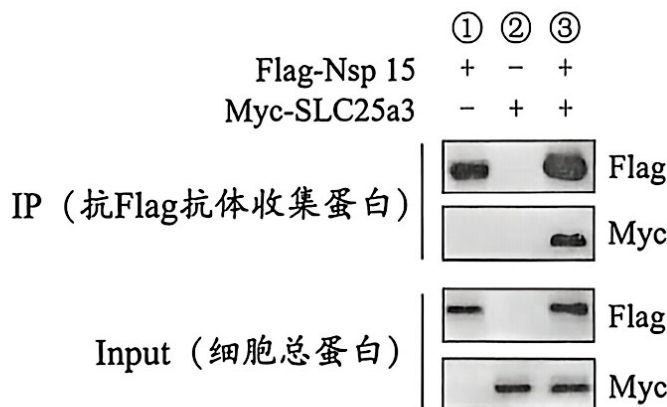
14. 研究发现，肠道中的 2 型天然淋巴细胞（ILC2）在禁食状态下会迁移到胰腺，经过相关生理反应后，最终维持血糖平衡。下列叙述错误的是



- A. 饥饿状态下，小肠交感神经兴奋性增强，肝糖原水解为葡萄糖速度加快
  - B. 当兴奋传至交感神经末梢时，突触前膜内侧由负电位变为正电位
  - C. ILC2 从小肠迁移到胰腺的过程可能依赖于体液运输
  - D. 胰高血糖素的靶细胞有肝脏细胞、脂肪细胞和肌肉细胞等
15. 研究人员为研究某一品种矮脚鸡 ( $2n=78$ ) 的遗传特性，对该矮脚鸡和正常体型鸡（正常鸡）进行全基因组测序，发现矮脚鸡 7 号染色体片段缺失导致纯合子致死。同时研究人员进行如下实验：①将矮脚鸡自由交配，仅考虑矮脚性状，子代正常鸡：矮脚鸡 = 1:2。②芦花对非芦花为显性，由位于性染色体上的一对等位基因控制。由于矮脚芦花鸡产蛋量高但产肉率低，研究人员将与高产肉率相关的一个 MSTN 基因（基因 M）转入鸡的受精卵中，获得高产肉率的两个类型 1、2（插入位置不考虑性染色体）。③分别将类型 1、类型 2 中雌雄鸡自由交配，子代表型及比例如下表：

类型	子代表型及比例
1	子代全为高产肉率鸡
2	高产肉率：低产肉率 = 3:1

- 下列叙述错误的是
- A. 对矮脚鸡进行全基因组测序需要测 40 条染色体的 DNA 序列
  - B. 实验①结果推测可知矮脚鸡对正常鸡为显性
  - C. 根据有无芦花可辨别类型 1 中所产雏鸡为高产肉率的矮脚鸡
  - D. 类型 2 中 M 基因插入的是非 7 号染色体上
16. 为探究猪流行性腹泻病毒蛋白 Nsp15 是否与宿主蛋白 SLC25a3 结合，研究人员构建两种重组质粒分别表达融合蛋白 Flag-Nsp15 和 Myc-SLC25a3，转化后获得三组细胞（①、②、③）。利用抗 Flag 抗体分别收集各组中能与之结合的蛋白，再分别用抗 Flag、抗 Myc 的单克隆抗体检测，同时取各组细胞总蛋白进行相同检测，结果如图所示。下列分析正确的是

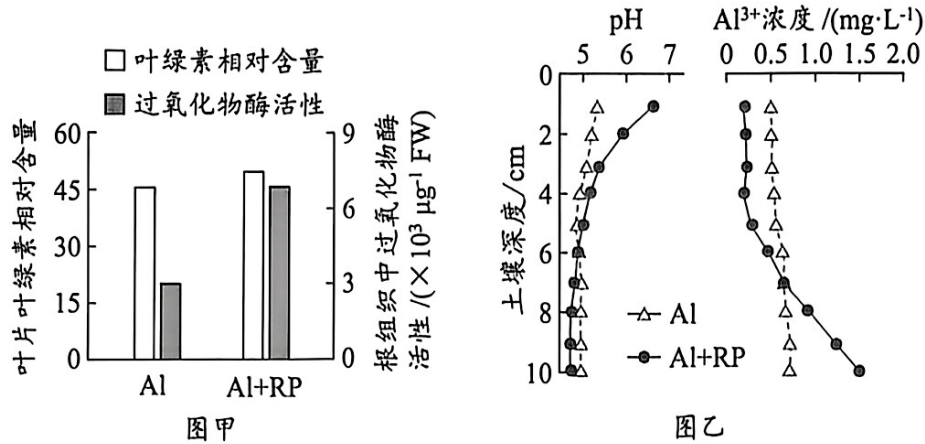


- A. 制备抗 Flag 单克隆抗体时需在已免疫动物体内分离得到记忆 B 细胞作为材料
- B. 若使用抗 Myc 抗体收集蛋白，则①组中同样会出现 Flag 条带
- C. ②组 IP 产物中无 Myc 条带，说明细胞内不表达 SLC25a3 蛋白
- D. ③组 IP 产物中有 Myc 条带，表明 Nsp15 能与 SLC25a 结合

二、非选择题：本大题共 5 小题，共 60 分。考生根据要求作答。

17. (14 分)

酸性土壤中铝 ( $\text{Al}^{3+}$ ) 毒害与磷 (P) 缺乏是限制水稻产量的重要因素。科学家以耐铝菌株红球菌 (R) 和铜绿假单胞菌 (P) 构建合成群落 (RP)。随后将水稻种植于铝胁迫的酸性土壤 (Al) 和接种 RP 的铝胁迫的酸性土壤 (Al+RP) 中，探究 RP 对酸性土壤铝胁迫中水稻生长的影响。结果如图。



回答下列问题：

- (1) 可溶性  $\text{Al}^{3+}$  会引发自由基积累，自由基攻击\_\_\_\_\_，导致根部细胞吸收的磷较少。
- (2) 研究发现，接种 RP 可以提高酸性土壤区水稻的产量。据图甲分析，可能的原因是\_\_\_\_\_。
- (3) 在铝胁迫的酸性土壤中接种 RP 后，水稻更多的根向土壤表层 (0-4cm) 生长。由图乙可知，接种 RP 可以\_\_\_\_\_，从而改善水稻根系的生长环境。
- (4) 进一步研究发现铝胁迫的酸性土壤中接种 RP 利于招募溶磷菌，将不可利用的有机磷转化成无机磷，缓解铝胁迫的酸性土壤的磷缺乏胁迫。对两组水稻根细胞中相关基因的相对表达量、水稻根系分泌的葡萄糖进行测定，结果如下。

组别	<i>OsPht1;2</i> 基因相对表达量	水稻根系分泌的葡萄糖相对值 / $\times 10^5$
Al	12.5	2.3
Al+RP	33.4	26.5

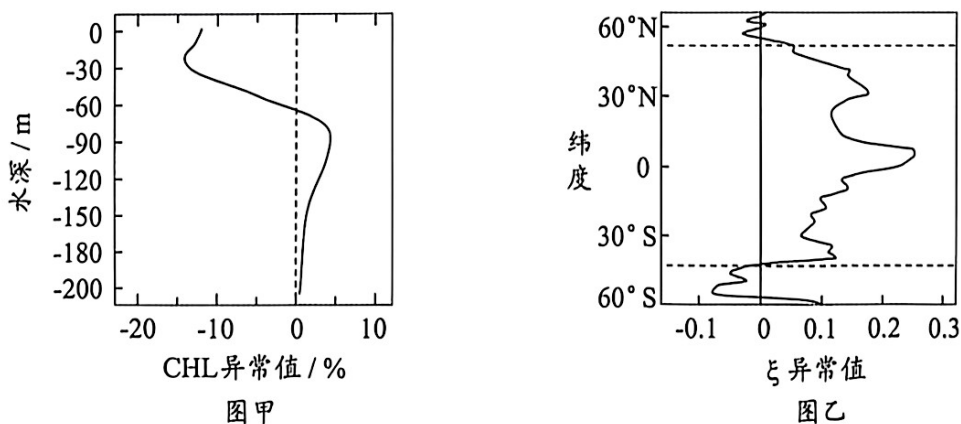
注：*OsPht1;2* 基因表达产物可促进磷酸盐的运输。

推测接种 RP 可缓解铝胁迫的酸性土壤中水稻磷缺乏的原因是\_\_\_\_\_。从水稻和根际耐铝菌株的种间关系推测，根际耐铝菌株和水稻之间建立了长效的\_\_\_\_\_调节机制。

18. (12 分)

海洋热浪是指某海域异常增温，并持续 5 天或以上的现象。海洋热浪不仅影响浮游植物的总量，更会重塑其群落结构，对海洋生态系统产生深远的影响。研究人员探究海洋热浪对海洋生物的影响，结果如图。

回答下列问题：



注：CHL异常值指观测到的叶绿素浓度与该海域长期平均叶绿素浓度的偏差，正值表示海水叶绿素浓度高于常年平均，负值反之。

注： $\xi$ 异常值较低表明海洋热浪影响下较大尺寸的浮游植物占比较高， $\xi$ 异常值较高反之。

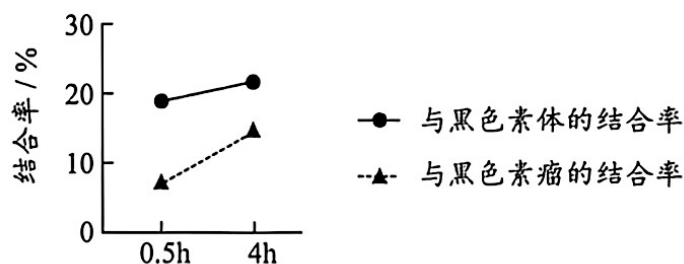
- (1) 光照、温度和盐分等\_\_\_\_因素均会影响海洋浮游生物数量。海洋热浪通过直接影响浮游植物的\_\_\_\_等种群数量特征，进而影响其种群密度。
- (2) 高纬度地区浮游植物生长主要受光照限制，海水的叶绿素浓度 (CHL) 越高，通常表示水体中浮游植物生长繁殖越旺盛。海洋热浪期间，测得某高纬度海域不同水深的 CHL 异常值如图甲，推测海洋热浪使该海域 60-150m 水层的 CHL 异常值升高的主要原因是\_\_\_\_。
- (3) 浮游植物是海洋初级生产力的主要贡献者，直接影响海洋生态系统的能量流动和碳循环。浮游植物按细胞大小可分为 P 级 (<2 $\mu\text{m}$ )、N 级 (2-20 $\mu\text{m}$ ) 和 M 级 (>20 $\mu\text{m}$ )。
- ① 中低纬度地区海域，浮游植物生长主要受营养限制，海洋热浪会加剧中低纬度营养限制。科学家调查了全球不同纬度海域的浮游植物大小，其浮游植物  $\xi$  异常值如图乙。结果表明，海洋热浪使中低纬度地区海域群落中浮游植物细胞大小趋向于\_\_\_\_ (填“较大”或“较小”) 尺寸，其意义主要是\_\_\_\_ (从物质运输效率的角度分析)。
- ② 海洋热浪导致 CHL 降低，营养限制加剧，浮游植物大小发生变化，进而通过食物网产生级联效应。结合下表，从能量流动的角度分析，海洋热浪造成中低纬度渔业资源总量减少的原因是\_\_\_\_。

浮游动物大小	主要摄食浮游植物细胞大小范围	定位
中型浮游动物	5~50 $\mu\text{m}$	小型鱼类和幼鱼的 主要食物来源
微型浮游动物	< 5 $\mu\text{m}$	需被其他动物捕食才能 传递给小型鱼类和幼鱼

19. (12分)

皮肤黑色素细胞癌变可形成黑色素瘤，恶性程度高，约一半的黑色素瘤患者对免疫治疗无应答。黑色素体是黑色素瘤细胞特有的细胞外囊泡，将黑色素运输至邻近细胞。回答下列问题。

- (1) 免疫细胞之间可以通过释放信号分子、\_\_\_\_等方式进行信息交流，参与免疫过程。
- (2) CD8<sup>+</sup>T 细胞是一种细胞毒性 T 细胞，临床样本分析发现，免疫治疗效果较差的患者中，携带黑色素的 CD8<sup>+</sup>T 细胞比例显著更高，推测\_\_\_\_。为进一步验证这一推测，研究者从患者组织样本中分离出黑色素体及黑色素瘤，并与 CD8<sup>+</sup>T 细胞共同培养，结果如图。



研究人员认为黑色素体-CD8<sup>+</sup>T 细胞相互作用比 CD8<sup>+</sup>T 细胞-黑色素瘤相互作用更高效，依据是\_\_\_\_。

- (3) 为探究黑色素体的功能，以小鼠黑色素瘤模型为材料，分组进行下表所示处理。

组别	实验处理	实验现象
A	小鼠黑色素瘤模型 + DMSO	变化不明显
B	小鼠黑色素瘤模型 + 曲酸	肿瘤生长减缓，瘤内 CD8 <sup>+</sup> T 增加细胞

注：曲酸：酪氨酸酶抑制剂，不直接影响黑色素瘤生长或 CD8<sup>+</sup>T 细胞存活；DMSO：溶剂对照；

- ① 据 A 组和 B 组实验结果推测，曲酸通过\_\_\_\_阻断黑色素瘤生长。
- ② 若想证明曲酸的抗肿瘤效果依赖于 CD8<sup>+</sup>T 细胞，应在上述实验基础上增设以下实验组别：小鼠黑色素瘤模型 + DMSO + IgG；\_\_\_\_ (除了上述材料外，还提供以下材料：抗 CD8<sup>+</sup>T 细胞抗体；对照试剂 IgG)
- (4) 蛋白质组学等分析发现，与普通胞外囊泡相比，黑色素体携带强效的 MHC-肿瘤抗原。同时通过单细胞 TCR (受体) 测序发现，与黑色素体结合的 CD8<sup>+</sup>T 细胞和与黑色素瘤细胞结合的 CD8<sup>+</sup>T 细胞有大量相同的 TCR。请根据上述研究结果描述黑色素瘤免疫逃逸的机制\_\_\_\_。

20. (10分)

猕猴桃是雌雄异株的二倍体生物。其红心性状由三对位于常染色体上的独立遗传的等位基因共同调控：*MYB*（用A表示）与*HLH*（用B表示）两个基因的表达产物需形成异源二聚体后，才能激活*ANS*基因（用E表示）的转录；*ANS*编码花青素合成酶，催化花青素合形成红心。某科研团队用纯合非红心植株甲与纯合非红心植株乙杂交， $F_1$ 均为红心，随机交配得到的 $F_2$ 植株中红心：非红心=9:7。回答下列问题：

(1) 植株甲的基因型是\_\_\_\_\_。

(2) 研究人员发现，植株乙的*ANS*基因未发生突变。为进一步确定其突变基因，研究人员利用一株*MYB*基因突变体( $A^+ABBEE$ )， $A^+$ 对A为显性，且 $A^+$ 基因编码的蛋白无需与HLH蛋白结合，即可单独激活*ANS*转录。研究人员将该突变体与植株乙杂交得 $F_1$ ， $F_1$ 随机交配，统计 $F_2$ 的表型及比例。

若 $F_2$ 表型及比例为\_\_\_\_\_，则为植株乙A基因发生隐性纯合突变；

若 $F_2$ 表型及比例为红心：非红心=55:9，则为植株乙B基因发生隐性纯合突变。

(3) 红心猕猴桃的边缘果肉呈现绿色，可能与ARF、F-box1蛋白在边缘果肉的含量高有关。为研究其作用机制，科学家设计了荧光素酶互补实验：将目标蛋白分别带上NLuc和CLuc片段（不影响蛋白质空间结构），如果目标蛋白能相互结合，则NLuc和CLuc片段会组装成完整荧光素酶，从而触发荧光。实验结果如下。

组别	实验处理	荧光强度
1	$MYB^N+HLH^C$	+++
2	$MYB^N+HLH^C+ARF$	-
3	$MYB^N+HLH^C+F-box1$	+
4	$MYB^N+ARF^C$	++
5	$MYB^{N+C}+F-box1$	-

注：蛋白质右上角的N表示该蛋白连接了NLuc片段，C表示该蛋白连接了CLuc片段。

根据实验结果，推测ARF在边缘果肉含量高导致边缘果肉呈现绿色的原因是\_\_\_\_\_。有人根据第5组的实验结果推断，F-box1可以促进MYB蛋白降解，从而抑制果肉转红。请补充一组对照实验，使结论更加严谨\_\_\_\_\_。

(4) 基于以上研究，提出一种能获得全红肉猕猴桃新品种的思路：\_\_\_\_\_。

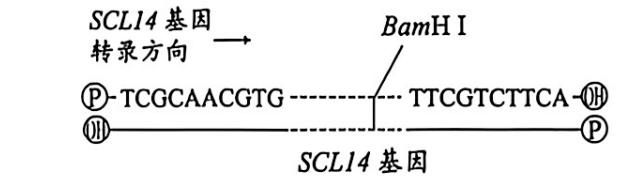
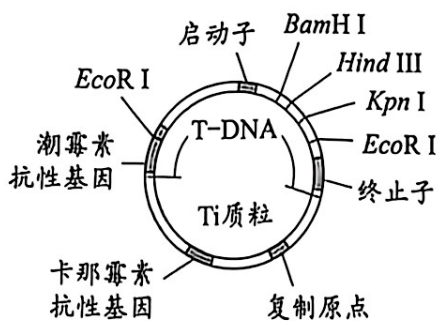
21. (12分)

T-DNA插入突变是基于农杆菌Ti质粒的遗传学技术，通过将农杆菌Ti质粒上的T-DNA片段随机插入受体生物，破坏基因结构或影响其表达，是研究植物基因功能的重要手段。土壤镉(Cd)污染严重危害植物的生长发育。研究人员通过构建Cd敏感的T-DNA插入突变体拟南芥(S)进行植物耐Cd分子机制的研究。回答下列问题：

(1) 构建拟南芥突变体S过程中，Ti质粒的T-DNA可随机整合至拟南芥的\_\_\_\_\_，筛选后的细胞需经植物组织培养成为突变体植株。

(2) 提取突变体S的DNA，测序可确定发生突变的基因为*SCL14*基因。研究人员欲构建突变体S的回补株系进一步验证：

- ①利用 Ti 质粒和 *SCL14* 基因（如图）构建基因表达载体时，需用 PCR 技术对 *SCL14* 基因进行扩增，为保证该基因能以正确方向连入 T-DNA，根据图中信息写出 *SCL14* 基因上游引物的碱基序列\_\_\_\_（从 5' 端到 3' 端，只写出前 8 个碱基即可）。



注：各限制酶识别序列及切割位点如下

*EcoR* I: 5'-G<sup>↓</sup>AATTC-3'      *BamH* I: 5'-G<sup>↓</sup>GATCC-3'

*Hind* III: 5'-A<sup>↓</sup>AGCTT-3'      *Kpn* I: 5'-GGTAC<sup>↓</sup>C-3'

- ②将重组质粒成功导入农杆菌后配成细菌悬液，突变体 S 的花序直接浸入细菌悬液一段时间，继续培养植株获得  $T_0$  种子。将  $T_0$  种子平铺至含\_\_\_\_（填抗生素）固体培养基上培养，筛选后移栽至营养土生长，自交得  $T_1$  种子。
- ③将若干单株收获的  $T_1$  种子平铺至含相同抗生素的培养基中，选择分离比为 3（有抗性）:1（无抗性）的植株继续种植、自交以最后获得纯合株系。优先选择分离比为 3:1 而非 15:1 或其他比例的植株的目的是\_\_\_\_。
- (3) 实验证明，*SCL14* 基因的缺失是突变体 S 对 Cd 胁迫敏感的原因。另有研究表明 *TGA3* 基因缺失导致突变体 T 对 Cd 胁迫敏感。若正常和 Cd 胁迫条件下，突变体 S 中 *TGA3* 表达量无明显差异，且\_\_\_\_，则表明 *SCL14* 蛋白与 *TGA3* 蛋白可能独立调控拟南芥对 Cd 的耐受性。
- (4) 为进一步探究 *SCL14* 调控拟南芥耐 Cd 的分子机制，研究人员对 Cd 胁迫下 WT 和突变体 S 特定细胞的总 mRNA 进行提取和测序分析，目的是\_\_\_\_。

## 17. (14分, 除特殊说明外, 每空2分)

小题号/分值	答案	补充说明
(1) 2分	细胞膜/磷脂/载体蛋白 (2分)	生物膜 (2分); 转运蛋白 (2分); 膜蛋白 (2分); DNA (0分)
(2) 4分	可以提高叶绿素相对含量 (1分), 促进水稻光合作用 (1分) 提高过氧化物酶活性 (1分), 减少自由基积累/减少铝毒害/减缓细胞损伤/促进对磷元素的吸收 (1分)	答出叶绿素含量升高相同意思得1分; 促进光反应/促进光能吸收/促进有机物合成 (1分) 提到过氧化物酶活性升高 (1分), 能有效清除自由基/减轻 $Al^{3+}$ 对细胞的氧化损伤 (1分)
(3) 2分	提高土壤 pH 升高/减弱土壤酸性 (1分), 降低近表层土壤铝离子含量 (1分)	表层土壤不作得分要求, 答到提高 pH/改良土壤酸化 (1分) 降低铝离子含量 (1分)
(4) 6分	促进水稻分泌葡萄糖 (1分), 招募更多的溶磷菌, 将更多有机磷转化为无机磷 (1分)。 促进 <i>OsPht1;2</i> 基因的表达 (1分), 促进磷酸盐运输和吸收 (1分) 正反馈 (2分)	分点得分: 促进水稻分泌葡萄糖 (1分) 招募更多的溶磷菌/将不可利用的有机磷转化为无机磷/提高土壤中有效磷含量/缓解磷缺乏 (1分) RP 可促进 <i>OsPht1;2</i> 基因表达 (1分) 促进磷酸盐的运输/吸收 (1分) 反馈 (1分)

## 18. (12分, 除特殊说明外, 每空2分)

小题号/分值	答案	补充说明
(1) 4分	非生物/非密度制约 (2分) 出生率 (1分) 和死亡率 (1分);	一点1分
(2) 2分	0-60m 浮游植物生物量 (数量) 下降 (1分), 60-150m 光照增加 (1分)	一点1分
(3) ①4分	较小 (2分) 浮游植物细胞尺寸越小, 表面积与体积之比 (相对表面积越大) (1分), 在低营养环境下吸收营养盐分的效率更高 (1分)	浮游植物细胞尺寸越小, 在低营养环境下吸收营养盐分的效率更高 (竞争力更强) (2分)
②2分	CHL 下降, 浮游植物总量 (初级生产力), /能量输入总量减少 (1分) 中低纬度浮游植物尺寸变小导致营养级数增加 (食物链延长), 能量在沿食物链传递过程中散失损耗增加 (1分)	得分点: 能量输入总量减少 (1分), 营养级数增加/食物链延长 (1分)

**19. (12分, 除特殊说明外, 每空2分)**

小题号/分值	答案	补充说明
(1) 2分	细胞直接接触 (2分)	直接接触 (2分)
(2) 4分	黑色素体可以与 CD8 <sup>+</sup> T 细胞相互作用 (1分) 并损害其功能 (1分) 黑色素体与 CD8 <sup>+</sup> T 细胞的结合率明显高于黑色素瘤细胞与 CD8 <sup>+</sup> T (1分), 结合速率更快 (1分)	黑色素体与 CD8 <sup>+</sup> T 细胞的结合率明显高于黑色素瘤细胞与 CD8 <sup>+</sup> T (2分)
(3) 4分	抑制黑色素 (体) 形成, 诱导 CD8 <sup>+</sup> T 细胞浸润 (2分) 小鼠黑色素瘤模型+曲酸+IgG (1分) 和小鼠黑色素瘤模型+曲酸+抗 CD8 <sup>+</sup> T 细胞抗体 (1分)	抑制黑色素 (体) 形成 (2分) 一组 1分
(4) 2分	黑色素瘤细胞分泌携带强效 MHC-肿瘤抗原分子的黑色素体 (1分), 且这些黑色素体更容易与肿瘤特异性 CD8 <sup>+</sup> T 细胞结合 (1分), 导致 CD8 <sup>+</sup> T 细胞功能障碍和凋亡。	答出: 黑色素体和肿瘤细胞之间直接竞争同一群抗肿瘤 T 细胞 (1分) 其他合理也可赋分

**20. (10分, 除特殊说明外, 每空2分)**

小题号/分值	答案	说明
(1) 2分	aaBBEE、AAbbEE、AABBee (2分)	答出 1 个且正确, 得 1 分, 答出 3 个且正确得 2 分.
(2) 2分	红心: 非红心=3: 1 (2分)	只答出 3: 1 (1分)
(3) 4分	边缘果肉 ARF 蛋白含量高, ARF 与 MYB 结合, 干扰 MYB 与 HLH 结合形成二聚体 (1分), 抑制 ANS 的转录合成, ANS 减少, 花青素合成减少 (1分), 进而呈现绿色。 增加一组 MYB <sup>N+C</sup> 作为对照组 (2分)	其他合理答案也可赋分
(4) 2分	抑制果肉边缘 ARF 基因和 F-box1 基因的表达 / 敲除 ARF 基因和 F-box1/ 使 A 基因突变为 A <sup>+</sup> , 使其不需与 HLH 结合即可直接诱导 ANS 基因转录 (2分)	其他合理答案也可赋分

21. (12分, 除特殊说明外, 每空2分)

小题号/分值	答案	补充说明
(1) 2分	染色体 (DNA/基因) (2分)	“基因组” (2分)
(2) 6分	①5' -AAGCTTTC-3' (2分) ②潮霉素 (2分) ③确保只有1个 <i>SCL14</i> 基因整合至细胞染色体 DNA (2分)	①不写 5'、3' 也可以, 只要写对从左到右的碱基顺序即可。 ③核心问题: 1个 <i>SCL14</i> 基因、单位点。答到此核心即可。
(3) 2分	突变体 T 中 <i>SCL14</i> 基因表达量无明显差异 (2分)	其他合理答案可酌情给分。
(4) 2分	比较两种转录组的差异性/寻找 Cd 胁迫下受到 <i>SCL14</i> 蛋白特异性调控的基因 (2分)	探究/研究/比较 Cd 胁迫下 <i>SCL14</i> 蛋白调控的转录/表达差异 (2分); 探究/研究 Cd 胁迫下 <i>SCL14</i> 蛋白调控的基因 (2分)。 探究 <i>SCL14</i> 调控拟南芥耐 Cd 的基因(2分)。 表达此类含义即可, 合理即赋分