

## 生物学

2023.11

命题单位：无锡市教育科学研究院


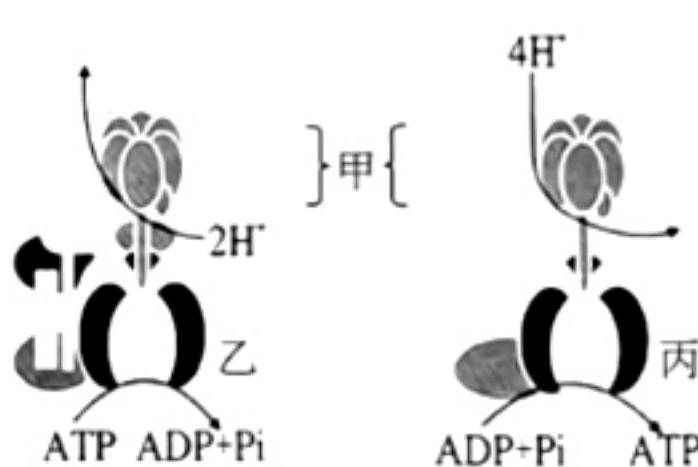
制卷单位：无锡市教育科学研

## 注意事项：

考生在答题前请认真阅读本注意事项及各题答题要求

1. 本试卷共 8 页，满分 100 分，考试时间 75 分钟。考试结束后，请将答题卡交
2. 答题前，请务必将自己的姓名、准考证号用 0.5 毫米黑色墨水的签字笔填写在  
规定位置。
3. 作答选择题，必须用 2B 铅笔将答题卡上对应选项的方框涂满、涂黑；如需改动，请用橡皮擦  
干净后，再选涂其它答案。作答非选择题，必须用 0.5 毫米黑色墨水的签字笔写在答题卡上的  
指定位置作答，在其他位置答题一律无效。
4. 如需作图，必须用 2B 铅笔绘，写清楚，线条、符号等须加黑、加粗。

一、单项选择题：共 14 题，每题 2 分，共 28 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. 纤毛虫 *Halteria* 大量食用氯病毒，在获取氨基酸、核苷酸、脂质等物质的同时又能限制氯病  
毒对绿藻的感染。下列叙述正确的是
  - A. 氨基酸、核苷酸、脂质都含有 C、H、O、P
  - B. 氯病毒能为 *Halteria* 提供碳源、氮源和能源
  - C. *Halteria* 从氯病毒中获取的氨基酸是由绿藻的核糖体合成的
  - D. *Halteria*、氯病毒、绿藻特有的细胞结构分别是中心体、拟核、叶绿体
2. “毛痣”处存在毛发过度生长的现象，这是因为其毛囊周围衰老的黑色素细胞释放的 Spp1 分  
子活化了毛囊干细胞，主要机制如图。下列叙述正确的是
  - A. 释放 Spp1 的黑色素细胞物质运输功能上升
  - B. 衰老的黑色素细胞内黑色素会过度积累，导致“老年斑”
  - C. Spp1 分子会诱导毛囊干细胞 DNA 序列改变，引起细胞分化
  - D. SPP1 分子能够调控毛囊干细胞的细胞周期，加快细胞分裂
3. 下列有关高中生物学教材中实验的叙述，正确的是
  - A. 水绵、黑藻叶都可直接制成装片，用于观察细胞形态
  - B. 选用洋葱鳞片叶外表皮做材料，可观察到保卫细胞中的叶绿体
  - C. 将菠菜叶的研磨液进行过滤时，可加入少量清水以便于色素从尼龙布滤过
  - D. 为防止葡萄糖与重铬酸钾反应而干扰对酒精的检测，可同时加入斐林试剂
4. 下图是与  $H^+$  跨膜转运相关的两种过程，甲、乙、丙表示物质或结构。相关叙述正确的是
  - A. 生物膜的选择透过性与乙、丙有关，与甲无关
  - B. 乙、丙都是转运  $H^+$  的通道蛋白
  - C. 丙通常分布于叶绿体外膜和线粒体内膜
  - D. 丙转运的  $H^+$  可来源于丙酮酸和水
5. 某地人群中发现了一例同时含两种性腺的异常个体，其  
体内含有性染色体组成为 XO（只含一条 X）和 XYY  
的两类细胞，出现此异常的原因可能是在胚胎发育早期

发生了变异。下列相关叙述**错误**的是

- A. 该个体发生了染色体数目变异，其体细胞中最多含有 94 条染色体
- B. 该个体的初级卵母细胞中，最多可形成 22 个四分体
- C. 该个体产生的原因可能是 XY 合子发育早期，有丝分裂中两条 Y 染色体未分离
- D. 通过基因检测等产前诊断手段，可以有效避免该类异常个体的出生

6. 下列关于“观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂”和“观察蝗虫精母细胞减数分裂装片”实验的叙述中合理的是

- A. 视野中精母细胞的大小和形态可作为判断其所处减数分裂时期的依据
- B. 取洋葱根尖制片时，剪取 2~3mm 的目的是便于找到分生区细胞
- C. 解离液处理根尖时间过长导致细胞中染色体过于分散而影响观察
- D. 为便于观察到更多分裂期细胞，可将材料置于 4℃ 冰箱中培养一周

7. 下列关于物质分离实验依据的原理，正确的是

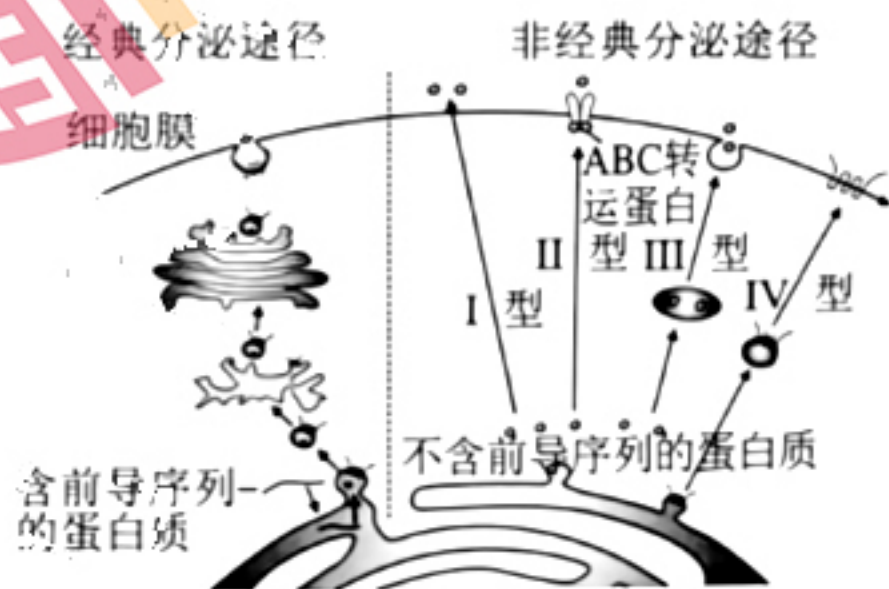
选项	实验	原理
A	纸层析法分离光合色素	色素在层析液中溶解度越高，层析时与滤纸的结合能力越低
B	离心分离含 $^{15}\text{N}$ 和 $^{14}\text{N}$ 的 DNA	含 $^{15}\text{N}$ 和 $^{14}\text{N}$ 的 DNA 在不同离心速率下沉降速率不同
C	琼脂糖凝胶电泳分离 DNA	不同的 DNA 分子在电泳缓冲液中溶解度不同
D	DNA 的粗提取	DNA 分子在 2mol/LNaCl 溶液中沉淀析出

8. STAT5 是一类信号转导和转录激活因子，参与相关基因转录的调控，与多种恶性肿瘤密切相关。STAT5 基因沉默后，其抗凋亡作用从 35% 下降到 10%。下列叙述**正确**的是

- A. 辅助性 T 细胞特异性识别、接触肿瘤细胞并诱导其凋亡
- B. STAT5 可加速肿瘤细胞凋亡，属于一种免疫活性物质
- C. STAT5 和起始密码子结合后可调控下游靶基因的转录
- D. STAT5 基因异常激活可能引起端粒酶基因的表达水平升高

9. 下图表示蛋白质分泌的经典途径和非经典途径，其中 ABC 转运蛋白需消耗 ATP 完成跨膜转运。下列叙述**错误**的是

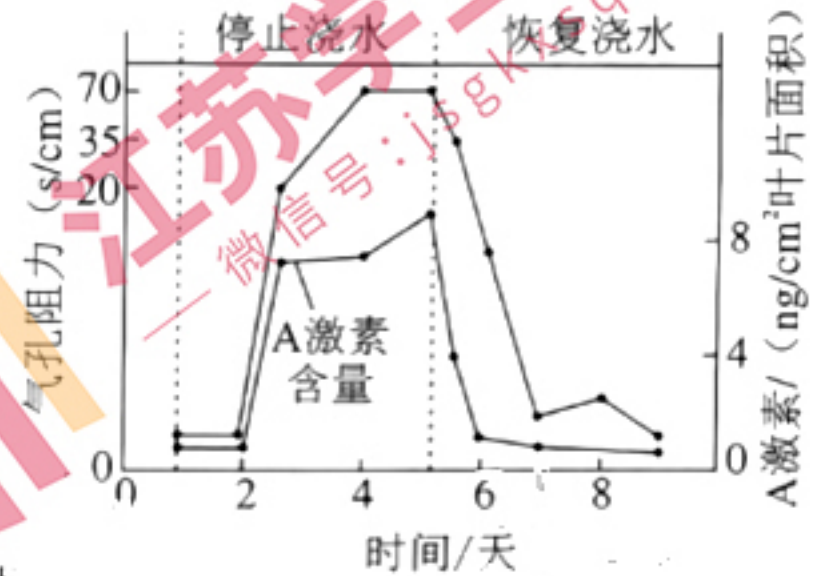
- A. 前导序列在粗面内质网上合成
- B. 膜蛋白可不依赖高尔基体运输到细胞膜
- C. 途径 I~IV 都能体现细胞膜具有流动性
- D. 途径 II 伴随着 ABC 转运蛋白空间结构的变化



10. 紧随着恐龙的灭绝，哺乳动物体型由基本不超过 10kg 演化到体重可超 1000kg。已灭绝的雷兽类的体型极速变大就证明了这一观点，以下叙述**错误**的是

- A. 通过对化石的分析和建模，可以为研究雷兽类的进化提供最直接的证据
- B. 在恐龙灭绝前后，哺乳动物体型大小的变化说明生物对环境的适应是相对的
- C. 在恐龙灭绝后，雷兽类通过个体体型变大以使其所处的生态位更具竞争优势
- D. 在物种演化初期，雷兽家族中既有体型较大的物种，也有体型较小的物种

11. 下图表示水分胁迫下玉米气孔阻力（气体通过气孔时遇到的阻力）和 A 激素含量的变化。相关叙述正确的是

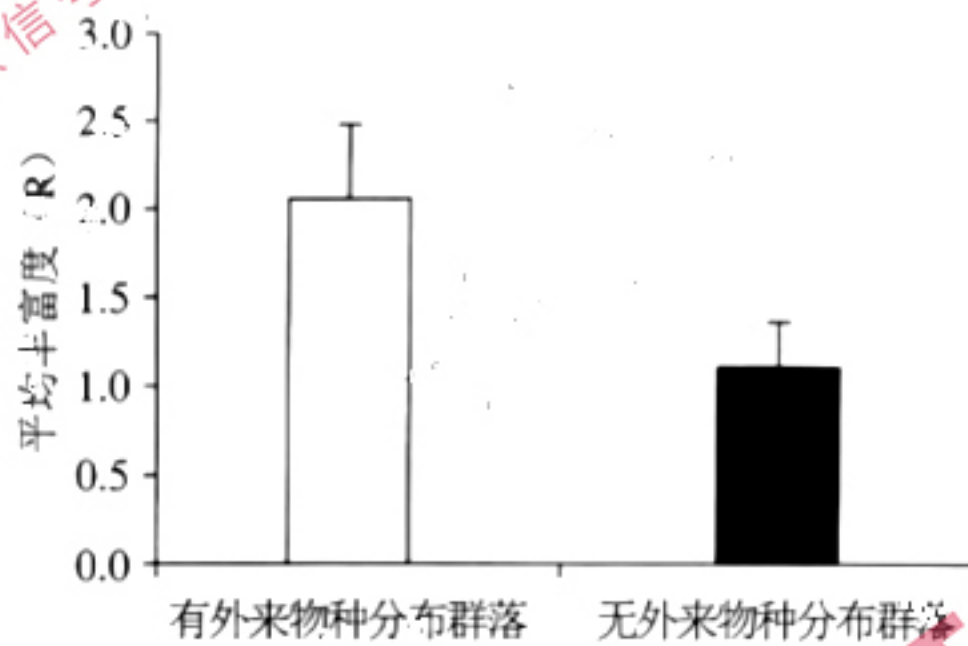


- A. A 激素由专门的内分泌腺分泌，具有微量高效的特点
- B. A 激素最可能是细胞分裂素，属于小分子有机物
- C. 干旱时 A 激素含量上升，降低了玉米的抗旱能力
- D. A 激素与赤霉素在调控种子萌发过程中作用效果相反

12. 调节性 T 细胞具有避免免疫反应过度的重要功能。调节性 T 细胞内  $\text{Na}^+$  浓度升高会干扰其有氧呼吸第三阶段，从而抑制正常功能。下列叙述正确的是

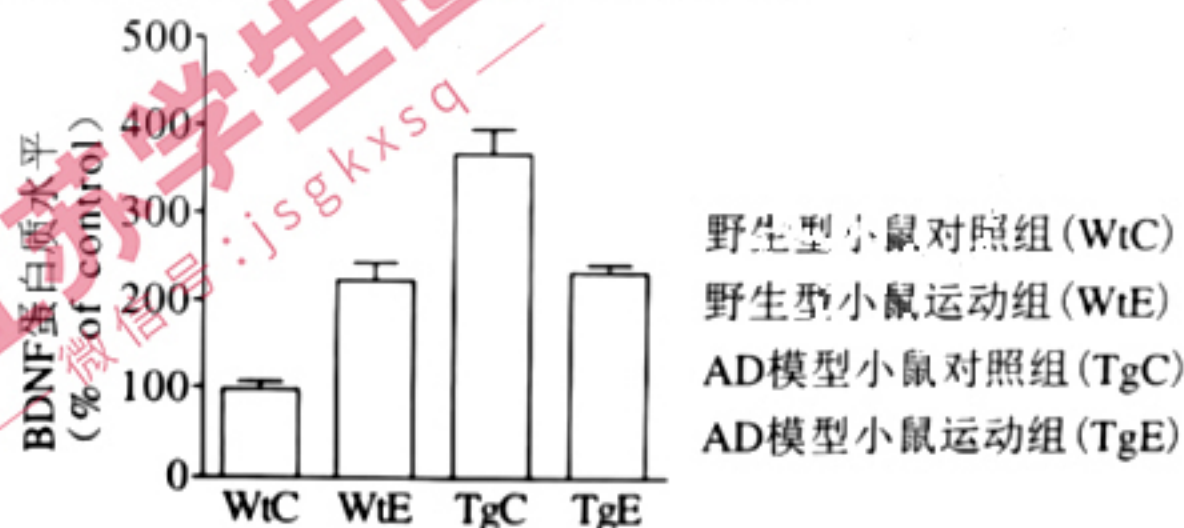
- A.  $\text{Na}^+$  能够调节内环境的渗透压和维持神经肌肉的兴奋性
- B. 高盐饮食会促进肾上腺皮质分泌醛固酮，以调节对  $\text{Na}^+$  的重吸收
- C. 调节性 T 细胞和辅助性 T 细胞的来源、成熟部位和功能相同
- D. 高浓度  $\text{Na}^+$  会明显降低调节性 T 细胞内 ATP 的含量，导致免疫缺陷病发生

13. 云南大山包景区多年前为发展畜牧业而种植了多种外来植物，其中以豆科植物白花三叶草扩散能力最强。某科研组对该区域的物种多样性进行了调查，结果如下图。下列叙述**错误**的是



- A. 调查结果分析时应去除外来物种平均丰富度数据后再进行对比
- B. 有外来物种分布群落的丰富度高可能与白花三叶草具有聚氮增肥效应有关
- C. 探究外来植物对本地植物的影响还要调查物种组成、年龄结构等种群特征
- D. 外来物种可能与本地物种长期和睦共处，也可能严重破坏当地生物多样性

14. 已有研究表明，老龄阿尔茨海默病 (AD) 模型小鼠脑源性神经营养因子 (BDNF, 一种分泌蛋白) 表达量下降，运动可使其上升，从而减缓 AD 的病程进展。某研究小组对幼龄小鼠进行了相关探究实验，结果如下图。下列叙述正确的是

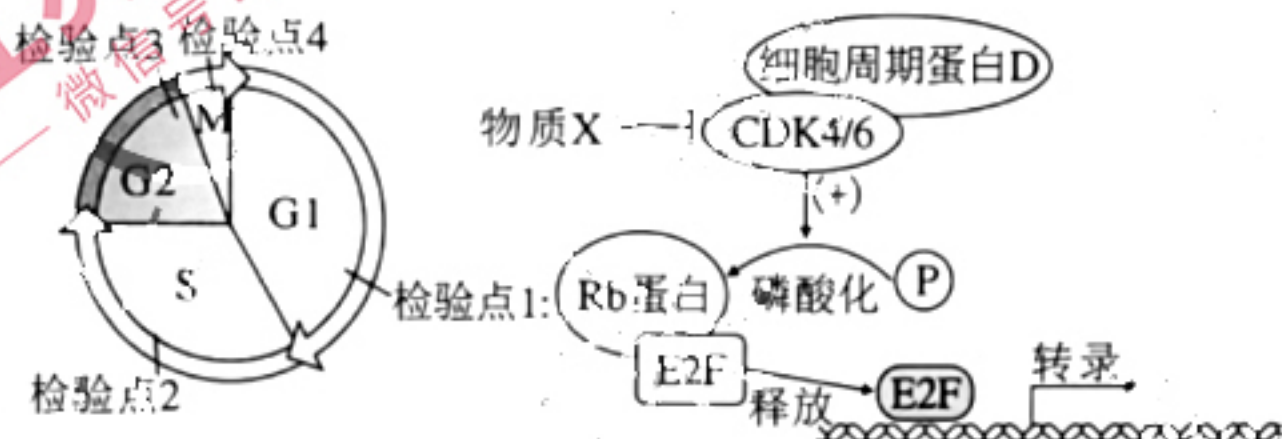


- A. 控制 BDNF 蛋白合成的基因在小鼠多种组织细胞中高度表达
- B. BDNF 表达量的变化可能与实验动物的年龄和阿尔茨海默病发展的阶段有关

- C. 实验中 TgE 组小鼠的学习和记忆能力改善依赖于 BDNF 蛋白的表达量增加  
 D. 与 TgC 组相比, TgE 组 BDNF 的合成减少, 可能与 BDNF 受体的活性减弱有关

二、多项选择题: 共 4 题, 每题 3 分, 共 12 分。每题有不止一个选项符合题意。每题全选对者得 3 分, 选对但不全的得 1 分, 错选或不答的得 0 分。

15. 我国科学家通过原生质体融合技术将“HB”柚叶肉细胞原生质体和“Nova”橘柚愈伤组织原生质体融合为异源四倍体“NH”。“NH”非组蛋白乙酰化的差异使之具有偏向不同亲本的特征。下列叙述正确的是
- A. “NH”细胞中叶绿体基因组来自于“HB”柚和“Nova”橘柚  
 B. “NH”非组蛋白乙酰化的差异会导致蛋白质表达不一致  
 C. 异源四倍体“NH”与优良二倍体品种杂交, 可以获取无核三倍体  
 D. 原生质体融合技术能有效克服生殖隔离, 极大丰富柑橘属的基因库
16. 细胞周期检查点是保证细胞周期顺利推进的检查机制, 受到一系列蛋白质的调控, 例如 Rb 蛋白磷酸化是通过检验点 1 的必要条件。物质 X 可以抑制细胞周期蛋白依赖性激酶 4/6 (CDK4/6) 的活性。下列叙述错误的是



- A. 精原细胞、造血干细胞、神经细胞都具有细胞周期  
 B. 若 DNA 损伤导致复制停止, 会激活检验点 4 使细胞周期停滞  
 C. Rb 蛋白的低磷酸化水平, 有利于 E2F 发挥促进基因转录的作用  
 D. 物质 X 抑制 CDK 的活性可以阻断细胞周期, 可以用于抑制癌细胞的增殖
17. 在野生型大肠杆菌中含有由 169 个氨基酸构成的多肽 P, 而某突变体内的多肽 P 仅含有 165 个氨基酸。部分氨基酸序列和密码子表如下图所示。下列叙述正确的是

野生型	161	162	163	164	165
氨基酸序列	……色	组	甲硫	谷	酪……
突变体	161	162	163	164	165
氨基酸序列	……色	苏	酪	甘	缬……

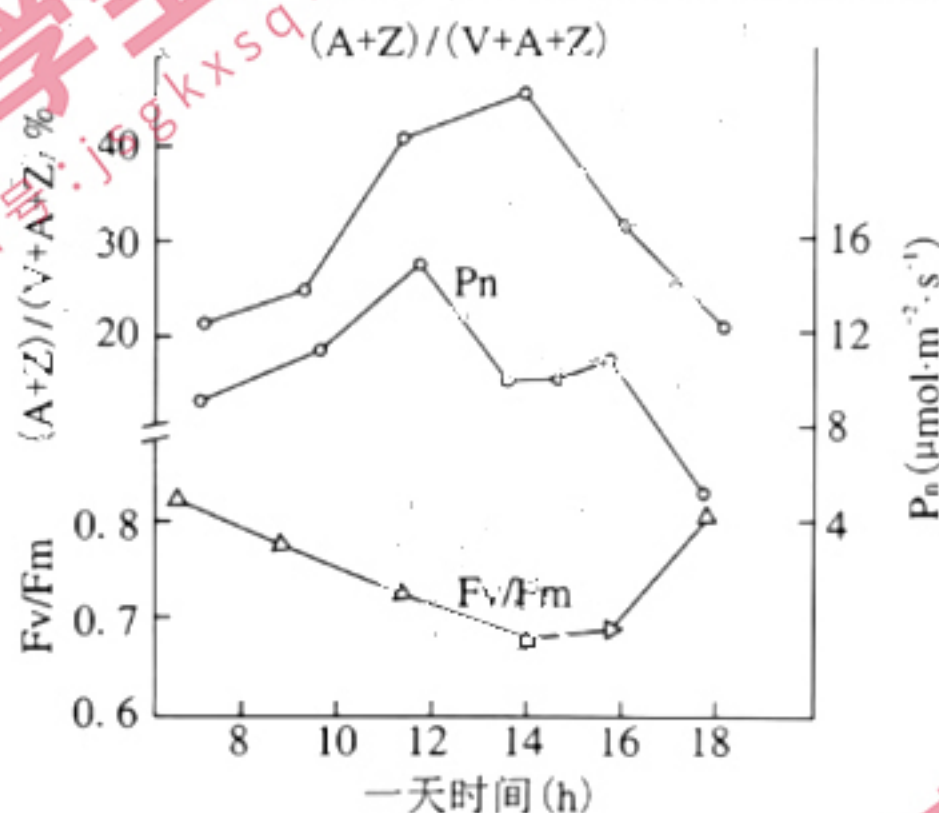
氨基酸	色氨酸	组氨酸	甲硫氨酸	谷氨酸	酪氨酸	苏氨酸	甘氨酸
密码子	UGG	CAU	AUG	GAG	UAU	ACA	GGA

- A. 野生型多肽 P 基因的编码区含有 1014 对碱基  
 B. 大肠杆菌中多肽 P 基因的编码序列是连续不间断的  
 C. 该突变体可能发生了碱基对的缺失, 导致终止密码子提前出现  
 D. 在该大肠杆菌突变体细胞合成多肽 P 过程中, 编码缬氨酸的密码子是 GUA

18. 在原核细胞中，基因的转录和翻译同时进行的过程称为“偶联转录-翻译”。科学家分别设计了发生“偶联”（偶联组）和没有发生“偶联”（无偶联组）的实验体系。结果发现，“偶联”能提高转录速度，也能使转录发生 U-G 错配的概率上升。下列叙述正确的是
- 真核生物细胞核基因的转录和翻译是不“偶联”的
  - 相比于偶联组，无偶联组转录提前终止会抑制细菌的正常生长
  - “偶联”能够提高细菌基因的表达效率和基因突变的发生概率
  - “偶联”引起的错配会因密码子的简并而不引起蛋白质的改变

三、非选择题：共 5 题，共 60 分。除特别说明外，每空 1 分。

19. (12 分) 光抑制是指植物吸收的光能超过其光合作用所能利用的量时引起光合速率降低的现象。依照光照条件的改变，植物体内的叶黄素 V 和叶黄素 Z 可以经过叶黄素 A 发生相互转化（叶黄素循环）。下图为在夏季晴朗的一天中，科研人员对某植物光合作用相关指标的测量结果， $P_n$  表示净光合速率， $F_v/F_m$  表示光合色素对光能的转化效率。请回答问题：



- 强光下，叶片内的叶黄素总量基本保持不变。在 12~14 点间， $(A+Z)/(V+A+Z)$  的比值上升，其原因是叶黄素中的一部分 ▲ 转变成了 ▲，该转化过程表明了植物体内这三种叶黄素中，▲ 在植物叶黄素循环耗散光能过程中起关键作用；根据  $F_v/F_m$  比值变化推测，上述转变过程能使部分 ▲ 转变为热能散失，引起光反应生成 ▲ 的效率下降，进而影响碳同化。
- 紫黄质脱环氧化酶 (VDE) 是催化上述叶黄素转化的关键酶，该酶定位于类囊体膜内侧，在酸性环境中具有较高活性，在 12~14 点间，较强的光照通过促进 ▲ (填过程) 产生  $H^+$ ， $H^+$  借助类囊体膜蛋白从 ▲ 转运至类囊体腔，从而提高类囊体腔内的  $H^+$  浓度，维持 VDE 高活性。
- 进一步研究发现，部分叶黄素是脱落酸合成的前体，光抑制发生时叶黄素的转化会影响叶片内脱落酸的含量，进而导致脱落酸响应基因启动子的活性发生变化。上述事实表明，植物生命活动的调控是由 ▲ (2 分) 共同完成的。
- 在强光下，下列因素能加剧光抑制的有 ▲ (2 分)。  
a. 低温      b. 高温      c. 干旱      d. 氮素缺乏
- 叶黄素 V、A、Z 结构相似，可用“高效液相色谱法”进行分离。具体方法如下：先在一根长玻璃管中填充均质的凝胶，然后将混合色素液置于凝胶的一端，再用缓冲液在这一端施压，从而让色素逐渐从凝胶柱中通过。由于不同色素在凝胶柱中的 ▲ 不同，从而实现不同色素分离。

20. (12分) 依据线粒体起源的内共生假说, 科学家设计了一个内共生平台。首先使用改造后的突变蓝细菌 SynJEC 菌株(无法合成甲硫氨酸), 使其发挥类似于叶绿体的功能, 然后将其与突变的酿酒酵母(无法合成参与有氧呼吸第三阶段的细胞色素 c 氧化酶)相融合, 重现了植物细胞叶绿体的内共生理论。请回答问题:

- (1) 改造蓝细菌需要的重组质粒含有氯霉素抗性基因和 ADP/ATP 转位酶基因。为了筛选出突变株, 需要将菌株放于含 ▲ 的固体培养基上培养, 同时还可以通过荧光素酶检测 ▲ 的活性。
- (2) 野生酿酒酵母的呼吸方式为 ▲。当不提供糖源时, 突变的酿酒酵母会因无法合成 ▲ 而不能独立生存。
- (3) 为了将突变蓝细菌引入突变的酵母细胞中, 科学家先用 Zymolyase 酶 ▲ 以获取酵母菌原生质体, 再使用 ▲ (填化学试剂) 促进两者融合。请简要写出筛选出“酵母/蓝细菌的共生体”的培养条件: ▲。
- (4) 在共生体内, 蓝细菌可以通过 ▲ 反应生成糖类, 供给酿酒酵母糖酵解的过程产生 ▲; 而蓝细菌通过 ▲ (生理过程) 产生的 ATP, 则可通过 ▲ 跨膜转运后直接为酵母菌提供能量, 酵母菌则可以为突变蓝细菌 SynJEC 菌株提供 ▲ 等化合物。

21. (12分) 甲基转移酶介导的 N6-甲基腺苷 ( $m^6A$ ) 修饰是小鼠肝脏发育所必需的, 具体机制如图 1 所示, 其中 Mett13 基因是甲基转移酶复合物的组成元件, Hnf4a 是核心转录因子, Apoc3 是与肝脏发育和成熟密切相关的基因。科学家分析了 mRNA 不同区域被  $m^6A$  修饰的频率, 结果如图 2 所示。请回答问题:

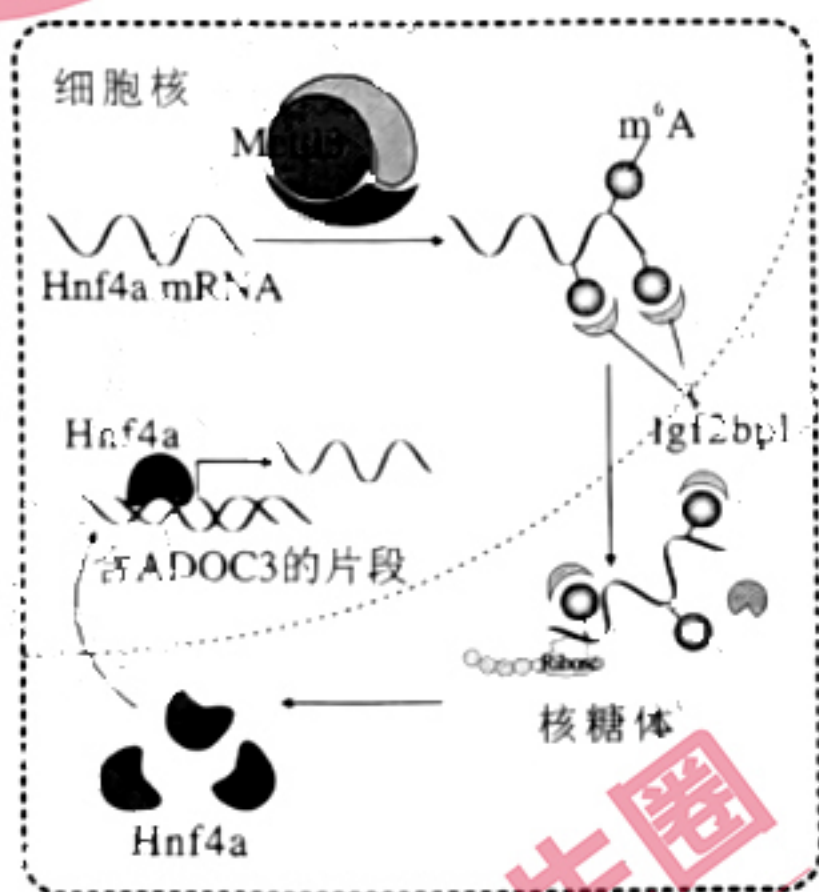


图 1

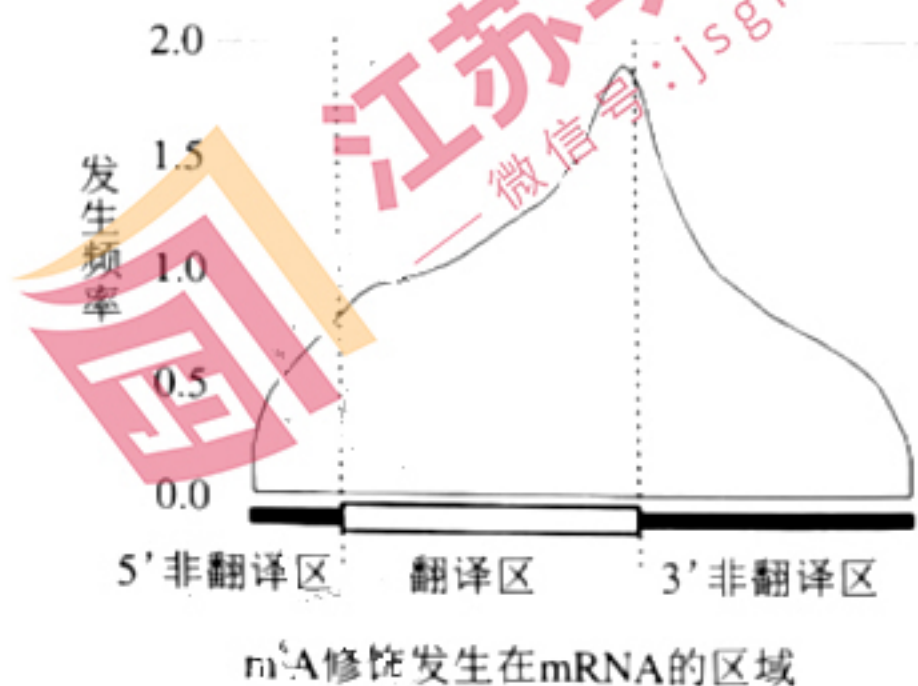


图 2

- (1) 腺苷由 ▲ 结合而成, 甲基转移酶复合物可以催化 mRNA 上的腺苷发生  $m^6A$  修饰, 影响 ▲ 过程, 从而促进肝脏的发育和成熟。
- (2) 图 1 中, ▲ 通过与  $m^6A$  特异性结合, 维持 Hnf4a mRNA 的稳定性, 避免其被 ▲ 水解, 进而通过 ▲ 过程产生 Hnf4a, Hnf4a 通过 ▲ (填细胞结构) 进入核内发挥调控作用。
- (3) 由图 2 可知,  $m^6A$  修饰的峰值发生在 mRNA 上的 ▲ 附近, 同时发现  $m^6A$  修饰的基序是“GGAC”, 理论上 mRNA 上发生  $m^6A$  修饰的概率是 ▲ (2分)。

- (4) 为了探究 *Mettl3* 基因在小鼠肝脏发育过程中的作用，科学家曾做了如下实验。
- 步骤一、选取遗传背景为 C57BL/6J 的小鼠作为对照组，特异性敲除 ▲ 的 C57BL/6J 小鼠作为实验组。
- 步骤二、将对照组和实验组小鼠在相同且适宜的条件下饲养。
- 步骤三、提取 *Hnf4a* 等基因的 RNA，经过 ▲ 获取 DNA，再通过 PCR 扩增和电泳行含量检测。
- 步骤四、将小鼠肝脏细胞进行体外培养，然后在一定浓度的肝细胞悬液中加入 Calcein-AM（活细胞绿色荧光染料）和 PI（死细胞红色荧光染料），计算红色荧光与绿色荧光的面积比值，从而检测肝脏细胞的凋亡情况。

根据图 1，步骤四的实验结果应该是 ▲。

22. (12分) 生长素参与调控植物生长发育的各个过程，植物通过协调生长素的合成、运输及信号转导来实现对不同生长发育过程的精准调控。请回答问题：

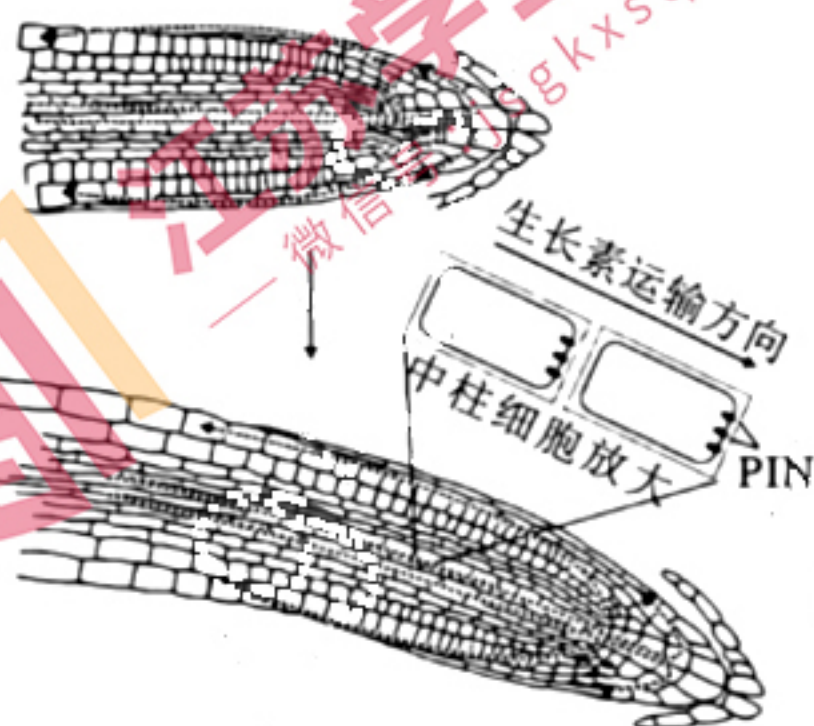


图 1

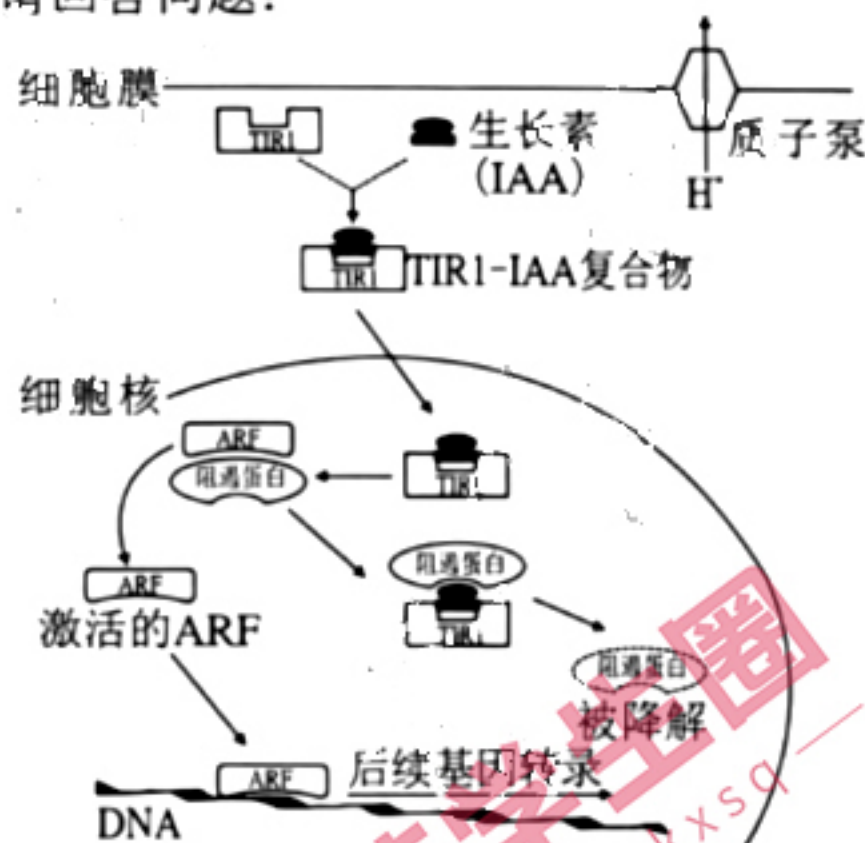


图 2

- (1) 植物体内生长素的合成部位主要是 ▲，而根部合成的生长素很少，主要由地上部分输送而来，输送路径如图 1。拟南芥根横放后，不同区域的生长素运输量也会发生差异，导致近地侧的生长速度比远地侧 ▲。研究发现，生长素的定向运输与细胞膜上的生长素输出载体 (PIN) 有关，据图 1 推测，PIN 在中柱部位细胞的分布位置主要在靠近根 ▲ 的一侧 (填“形态学上端”或“形态学下端”)。
- (2) 单侧光会激活拟南芥下胚轴细胞内的向光素 (一种光敏色素)，引起 PIN 向细胞的 ▲ (填“向光侧”或“背光侧”) 聚集，引起该侧生长素浓度升高。生长素促进下胚轴弯曲生长的信号转导机制如图 2 所示。据图分析，一方面，IAA 与 TIR1 蛋白结合成复合物后，使阻遏蛋白 ▲，释放出 ▲，从而启动下游一系列基因的表达。这些基因中除了与生长素反应相关的基因外，还包括阻遏蛋白的合成基因，这表明该信号转导途径存在 ▲ 调节的机制；另一方面，IAA 还能通过激活细胞膜上的质子泵，将  $H^+$  通过 ▲ 方式运至细胞外，使得细胞壁在酸性环境中软化松弛，易于细胞伸长生长。
- (3) 为了研究生长素激活质子泵是否依赖于 TIR1 受体蛋白，研究人员根据 TIR1 受体的蛋白结构，通过 ▲ 工程将 TIR1 蛋白改造为 ccvTIR1 蛋白，改造后的 ccvTIR1 只能特异性识别改造后的生长素 cvxIAA 而不能识别未改造的 IAA，从而避免生长素的其他复杂响应来特异性研究 ▲ 介导的信号通路；研究显示，当含有 ccvTIR1 的转基因植物被 cvxIAA 处理后依然能够激活质子泵，这说明 ▲ (2分)。

23. (12分)  $\beta$ -地中海贫血病人由于 HBB 基因 (H 基因) 发生突变 (如  $h_1$ 、 $h_2$  等), 导致  $\beta$  链的生成受到抑制, 无法与  $\alpha$  链结合产生足量的血红蛋白 A。纯合突变体或双重杂合突变体会表现为重型贫血, 而单杂合子病症轻微或无症状。很多重型地中海贫血病人由于携带 DNA 甲基转移酶 1 (DNMT1) 的突变基因而造成  $\gamma$  链基因 (HBG 基因) 被激活, 高表达的  $\gamma$  链能替代缺失的  $\beta$  链与  $\alpha$  链形成血红蛋白 F, 从而明显减轻症状。下图 1 表示对患者家系进行基因测序后获得的结果 (不同区域涂黑代表携带相应的突变基因, 不考虑交换), 图 2 是正常人和图 1 中“某个体”体内相关蛋白的电泳图谱。请回答问题:

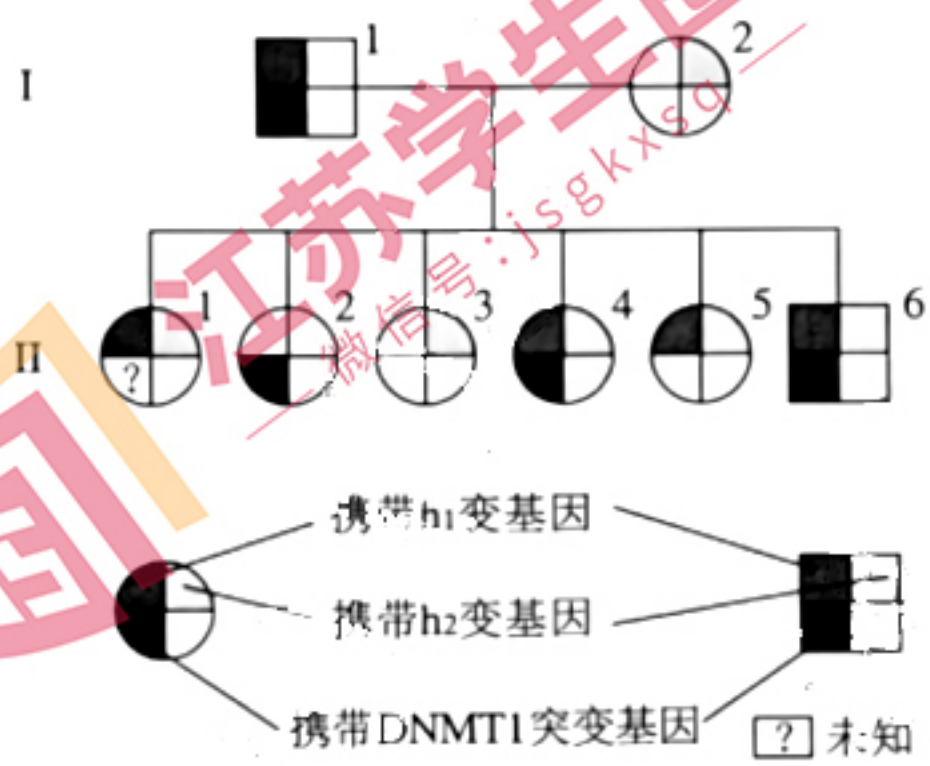


图 1



图 2

- (1) H 基因存在  $h_1$  和  $h_2$  等多种突变, 说明基因突变具有 ▲ 性, 这些突变基因的遗传遵循 ▲ 定律。
- (2) 图 2 中的“某个体”可能对应于图 1 中的 ▲ 个体; DNMT1 基因控制贫血性状发生的方式为 ▲。
- (3) 根据图 1 分析:
  - ① H 基因和 DNMT1 基因都位于 ▲ (常/X/Y) 染色体上;
  - ② H 基因和 DNMT1 基因位于 ▲ 对同源染色体上, 判断的理由是 ▲ (2分)。
- (4) I-1 和 I-2 再生育一个与 II-2 基因型相同孩子的概率是 ▲。
- (5) 假设人群中携带 DNMT1 突变基因的纯合个体占  $p$ 。若 II-1 与一个  $\beta$ -地中海贫血携带者婚配, 则后代表现为重型  $\beta$ -地中海贫血的概率是 ▲ (2分)。
- (6) 通过 ▲ (答出 2 点) 等手段进行检测和预防, 在一定程度上能够有效地预防  $\beta$ -地中海贫血病的产生和发展。