

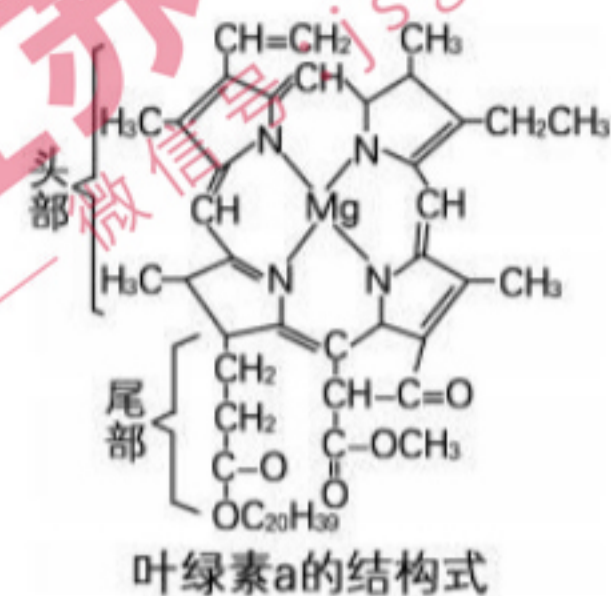
生物

(满分 100 分, 考试时间 75 分钟。)

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

1. 叶绿素是由谷氨酸分子经过一系列酶的催化作用, 在光照条件下合成的。叶绿素 a 的分子结构如图所示, 其头部和尾部分别具有亲水性和亲脂性。下列分析错误的是

- A. 叶绿素 a 分子与催化其合成的酶共有的元素是 C、H、O、N
 B. 叶绿素 a 的元素组成说明无机盐能构成复杂的化合物
 C. 尾部对于叶绿素 a 分子在细胞膜上的固定起重要作用
 D. 叶片变黄可能是由于光照不足导致叶绿素合成减少造成的

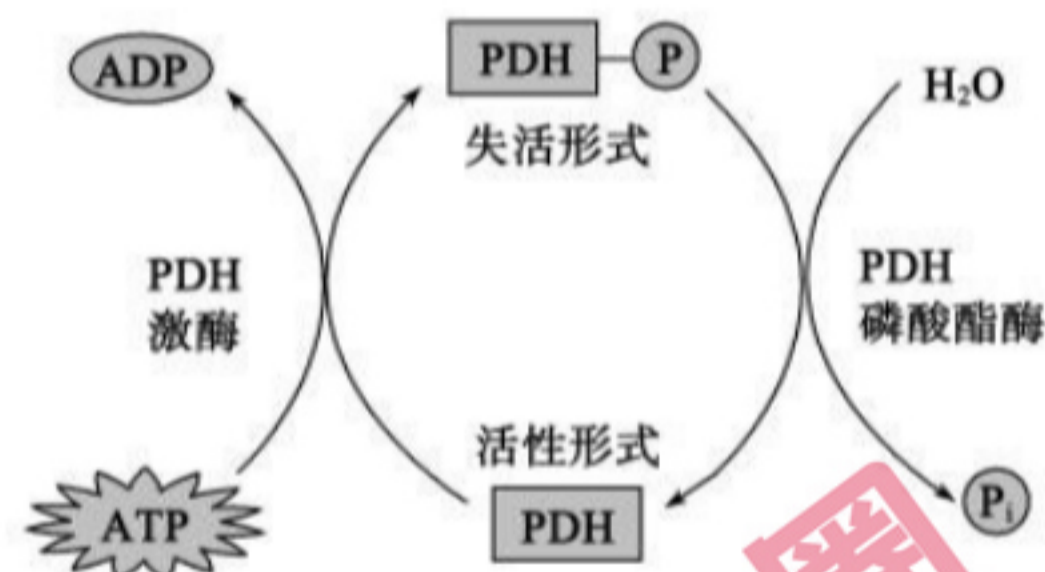


2. 发菜是生长于干旱和半干旱地区的一种固氮蓝细菌, 具有独特的耐旱机制和固氮能力。相关叙述正确的是

- A. 发菜细胞中的 DNA 双链上各存在一个游离的磷酸基团
 B. 发菜染色体上的 DNA 与细胞质中的 RNA 的碱基种类不完全相同
 C. 发菜某基因表达时翻译的场所为核糖体, 且存在多聚核糖体现象
 D. 发菜独特的耐旱性可能是干旱导致抗旱基因出现的结果

3. 细胞呼吸过程中, 丙酮酸进入线粒体后, 被丙酮酸脱氢酶 (PDH) 催化生成二氧化碳和 NADH。PDH 的活性受代谢物和可逆磷酸化的双重调节。丙酮酸可抑制 PDH 激酶活性, 而 NADH 则可抑制 PDH 磷酸酯酶活性, 调节机制如图所示。下列说法正确的是

- A. 丙酮酸分解过程发生在线粒体内膜中
 B. 丙酮酸可促进 ATP 末端的磷酸基团移至 PDH
 C. PDH 去磷酸化可导致其空间结构发生改变而失去活性
 D. 丙酮酸与其产物可形成反馈调节来调控有氧呼吸过程

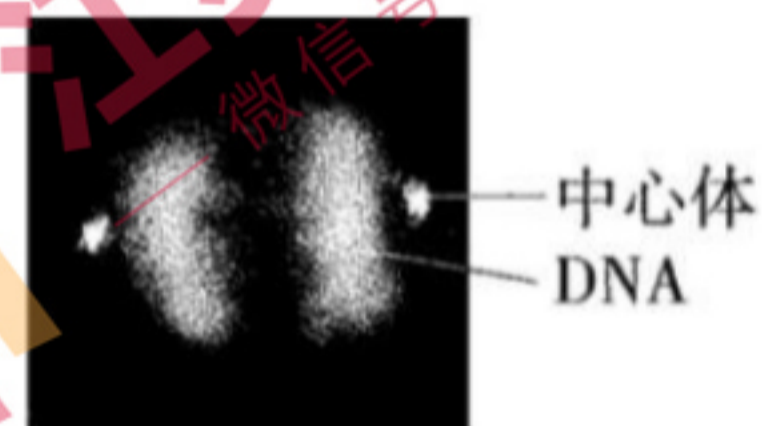


4. 儿童早衰症属于遗传病, 患者体内的器官快速衰老, 造成各种生理功能下降。下列关于细胞衰老和凋亡的叙述正确的是

- A. 细胞内酶活性均降低导致新陈代谢速率减慢
 B. 衰老细胞的膜脂氧化导致细胞膜流动性降低
 C. 早衰症患者体内衰老细胞的死亡不属于细胞凋亡
 D. 细胞凋亡因没有膜封闭而引起炎症

5. 用荧光标记技术显示细胞中心体和 DNA, 获得有丝分裂某时期荧光图。有关叙述正确的是

- A. 图中细胞分裂方向由中心体位置确定
 B. 中心体复制和染色体加倍均发生在图示时期
 C. 图中两处 DNA 荧光标记区域均无同源染色体
 D. 秋水仙素通过抑制微管的组装, 可促使细胞进入图示分裂时期

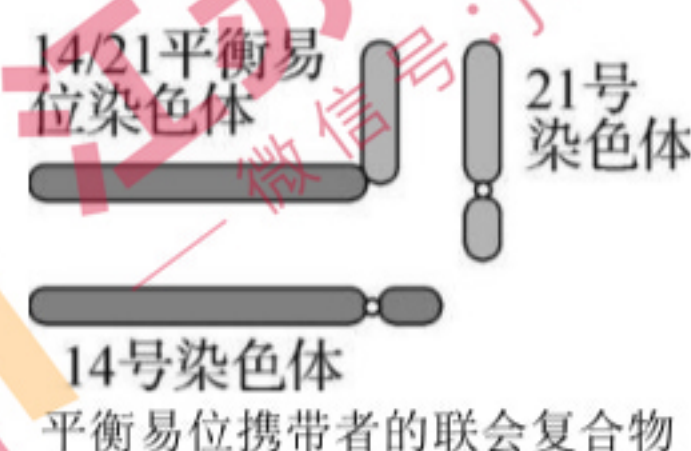


6. RNA 特异性腺苷脱氨酶 (ADAR) 是最常见的 RNA 修饰工具。转录时 ADAR 的一端与 DNA 的特定部位结合, 另一端催化 mRNA 特定部位的腺苷基团脱去氨基转变为肌酐, 肌酐易被识别为鸟苷。当该修饰作用发生在 mRNA 编码区时, 其翻译产生的蛋白质结构和功能可能发生变化导致生物变异。下列说法错误的是

- A. ADAR 对 RNA 修饰后引发的变异会遗传给下一代
 B. 转录过程中游离的核糖核苷酸将被添加到已合成 mRNA 的 3' 端
 C. 与修饰前的 mRNA 相比, 修饰后的 mRNA 逆转录形成的 DNA 稳定性更高
 D. 若修饰作用发生在终止密码子上, 则可能使相应蛋白质结构和功能更加复杂

7. 人类 ($2n=46$) 14 号与 21 号染色体二者的长臂在着丝点处融合形成 14/21 平衡易位染色体, 该染色体携带者具有正常的表现型, 但在产生生殖细胞的过程中, 其细胞中形成复杂的联会复合物 (如图), 在进行减数分裂时, 若该联会复合物的染色体遵循正常的染色体行为规律 (不考虑交叉互换), 下列关于平衡易位染色体携带者的叙述正确的是

- A. 男性携带者的初级精母细胞中可形成 22 个正常四分体
- B. 男性携带者的初级精母细胞含有 47 条染色体
- C. 女性携带者的卵子最多含 24 种形态不同的染色体
- D. 女性携带者的卵子可能有 6 种类型 (只考虑图中的 3 种染色体)



8. 野生稻具有谷粒细小, 芒长, 壳硬、脱壳困难, 种子的蛋白质含量虽然高但产量很低, 种子的休眠期很长且发芽不整齐等“缺点”。由野生稻选择、驯化而来的栽培水稻谷粒变大, 芒变短甚至无芒, 种子没有休眠期、产量高。下列分析正确的是

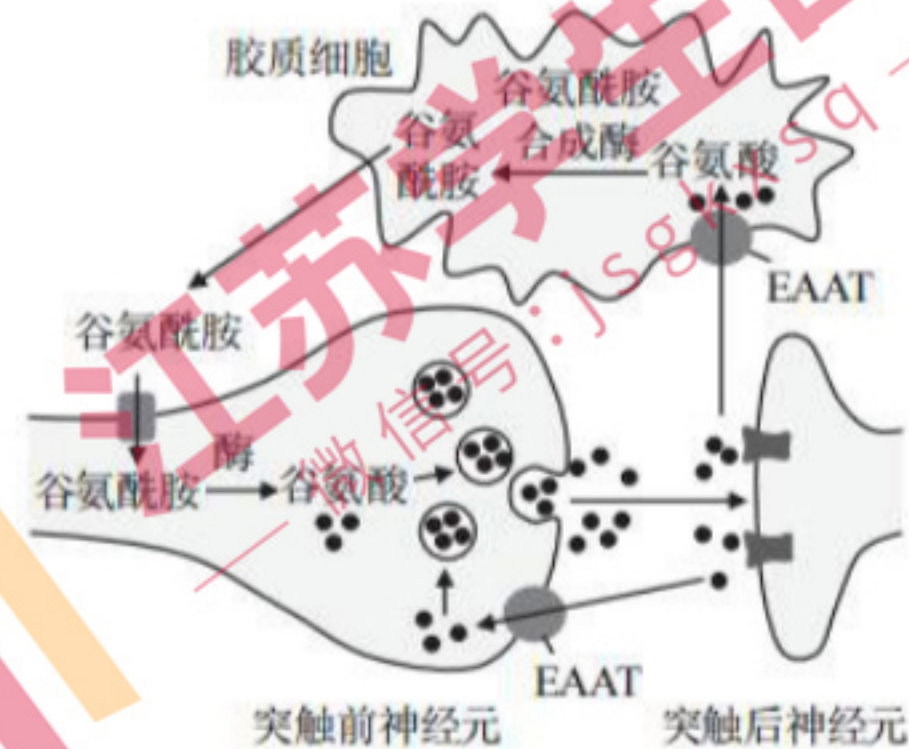
- A. 控制野生稻“缺点”的所有基因构成野生稻种群的基因库
- B. 经过长期选择、驯化, 栽培水稻种群的基因频率发生了定向改变
- C. 野生稻的“缺点”是不利于其适应自然环境的不利变异
- D. 栽培水稻与野生稻的性状差异显著, 说明它们之间一定存在生殖隔离

9. 青少年在青春期内激素水平会发生变化, 下列有关人体激素的叙述, 正确的是

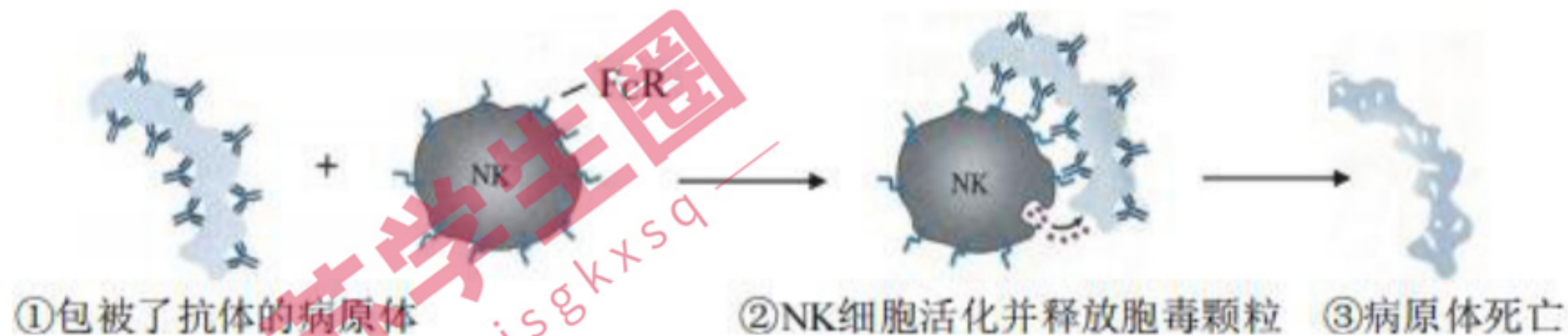
- A. 在饥饿时, 胰高血糖素水平升高, 催化肝糖元分解, 升高内环境中血糖的浓度
- B. 处寒冷环境时, 相关神经兴奋, 促进甲状腺激素、肾上腺激素的释放
- C. 生长发育时, 下丘脑合成分泌生长激素增加, 促进骨骼和肌肉的生长
- D. 处青春期时, 性激素水平升高, 与细胞膜上的受体结合可促进机体发育

10. 癫痫是一种神经系统疾病, 与谷氨酸 (脑中主要的兴奋性递质) 代谢异常有关。癫痫发病时, 患者脑内谷氨酸浓度升高且在发作后长时间内保持高水平。谷氨酸在脑内的代谢过程如图。下列叙述错误的是

- A. 突触前神经元兴奋引发突触小体通过胞吐释放谷氨酸
- B. 谷氨酸与受体结合使突触后神经元 Na^+ 通过通道蛋白大量内流
- C. 突触前神经元和胶质细胞均可回收谷氨酸
- D. EAAT 功能过强是导致癫痫的重要因素



11. 当病原体被抗体包被形成的颗粒较大而无法被巨噬细胞吞噬时, NK 细胞可释放胞毒颗粒裂解病原体 (如图)。下列叙述错误的是

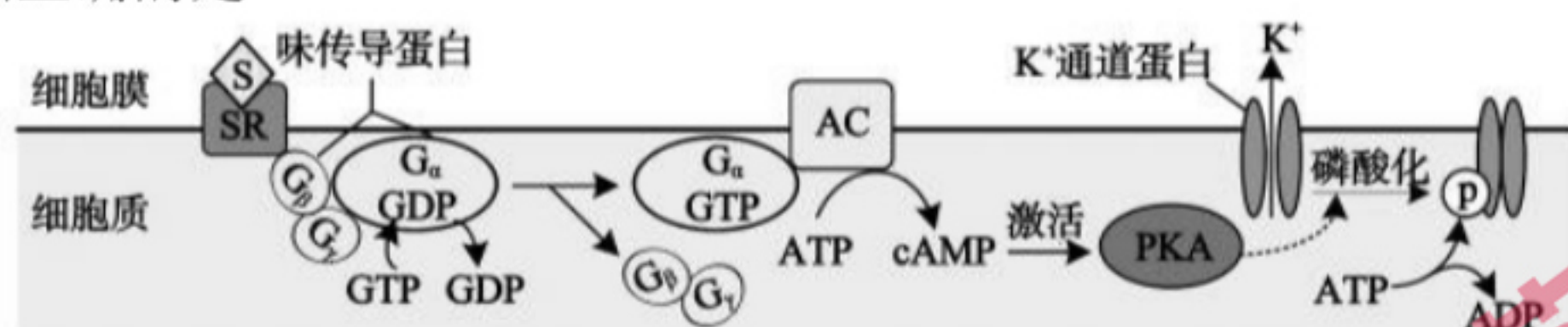


- A. 一种病原体只能激活机体产生一种抗体
- B. ①中抗体与病原体表面的抗原发生特异性结合
- C. ②中 NK 细胞通过 FcR 与抗体结合后被激活
- D. 利用嵌合抗原受体 (CAR-NK) 基因修饰的 NK 细胞靶向肿瘤抗原是极有前景的方法

12. 群落内两个生态位重叠的物种会向着占有不同的空间、食性、活动时间或其他生态习性上分化, 这种在同一区域, 由于种间竞争关系而导致的对环境需求发生错位的现象称为同域共存。下列叙述错误的是
- 食性相同的两种鸟类是无法在同一区域内长期共存的
 - 种间竞争的结果可能会使两个种群生态位重叠度降低
 - 菜粉蝶幼虫啃食叶片, 而成虫吸食花蜜不属于同域共存
 - 同域共存机制有利于维持群落的物种丰富度和群落稳定性
13. 与传统发酵技术相比, 发酵工程的产品种类更加丰富, 产量和质量明显提高。下列相关表述正确的是
- 发酵工程的中心环节是菌种的选育和扩大培养
 - 通过发酵工程可以从微生物细胞中提取单细胞蛋白
 - 发酵工程的产品主要包括微生物的代谢物、酶及菌体本身
 - 发酵过程中, 条件变化会影响微生物的生长繁殖, 但不会影响微生物的代谢途径
14. 标记技术在生物学实验中应用广泛。下列相关叙述正确的是
- 含 ^{15}N 的细菌在含 $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ 的培养液中培养, 子二代细菌的 DNA 离心会出现两条带
 - 荧光标记的小鼠细胞和人细胞融合实验证明构成膜的磷脂分子能侧向移动
 - 噬菌体侵染大肠杆菌实验中, ^{32}P 标记的一组侵染实验上清液中放射性很高
 - 卡尔文等用 ^{14}C 标记 CO_2 , 探明了碳在光合作用中经 C_5 和 C_3 转化为糖类

二、多项选择题: 本部分包括 5 题, 每题 3 分, 共计 15 分。每题有不止一个选项符合题意。每题全选对的得 3 分, 选对但不全的得 1 分, 错选或不答的得 0 分。

15. 味觉细胞感受甜味分子信息的过程如图所示。味传导蛋白由 α 、 β 和 γ 三个亚基构成, 当 α 亚基与鸟苷二磷酸 (GDP) 结合时, 该蛋白无活性, 与鸟苷三磷酸 (GTP) 结合时被激活, 裂解为 $G_o\text{-GTP}$ 和 $G_\beta\text{G}_\gamma$ 两部分, $G_o\text{-GTP}$ 能够使腺苷酸环化酶 (AC) 磷酸化而被激活。激活态的蛋白激酶 A (PKA) 可作用于 K^+ 通道蛋白, 最终引起神经递质的释放。下列说法正确的是



S: 甜味分子 SR: 甜味受体 cAMP: 环腺苷酸 AC: 腺苷酸环化酶

- $G_o\text{-GTP}$ 改变了 AC 的空间结构, 使其能催化 cAMP 合成
 - 激活态 PKA 能降低 K^+ 通道蛋白磷酸化过程的活化能
 - K^+ 通道蛋白的磷酸化会导致味觉细胞膜内的电位降低
 - 该过程体现了细胞膜信息交流和控制物质进出的功能
16. 下图 1 为 0.02mg/L 的生长素 (IAA)、赤霉素 (GA)、细胞分裂素 (CTK)、脱落酸 (ABA) 对薰衣草种子萌发的影响, 下图 2 为不同浓度的 IAA 和 GA 对薰衣草种子萌发的影响。下列叙述正确的是

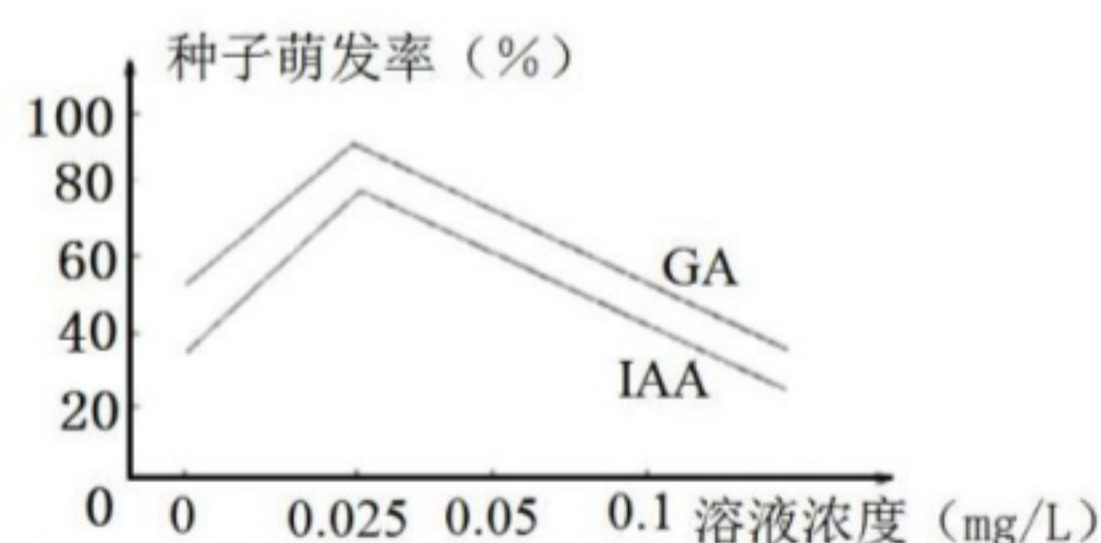
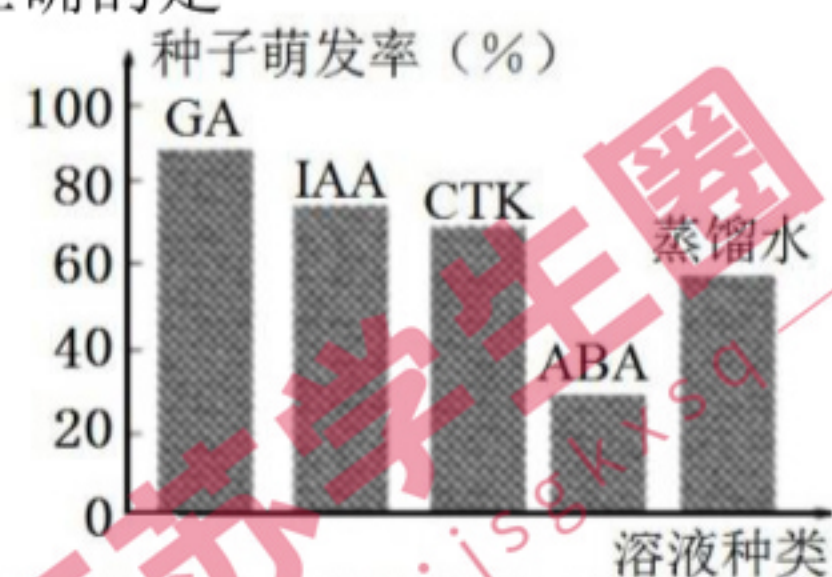
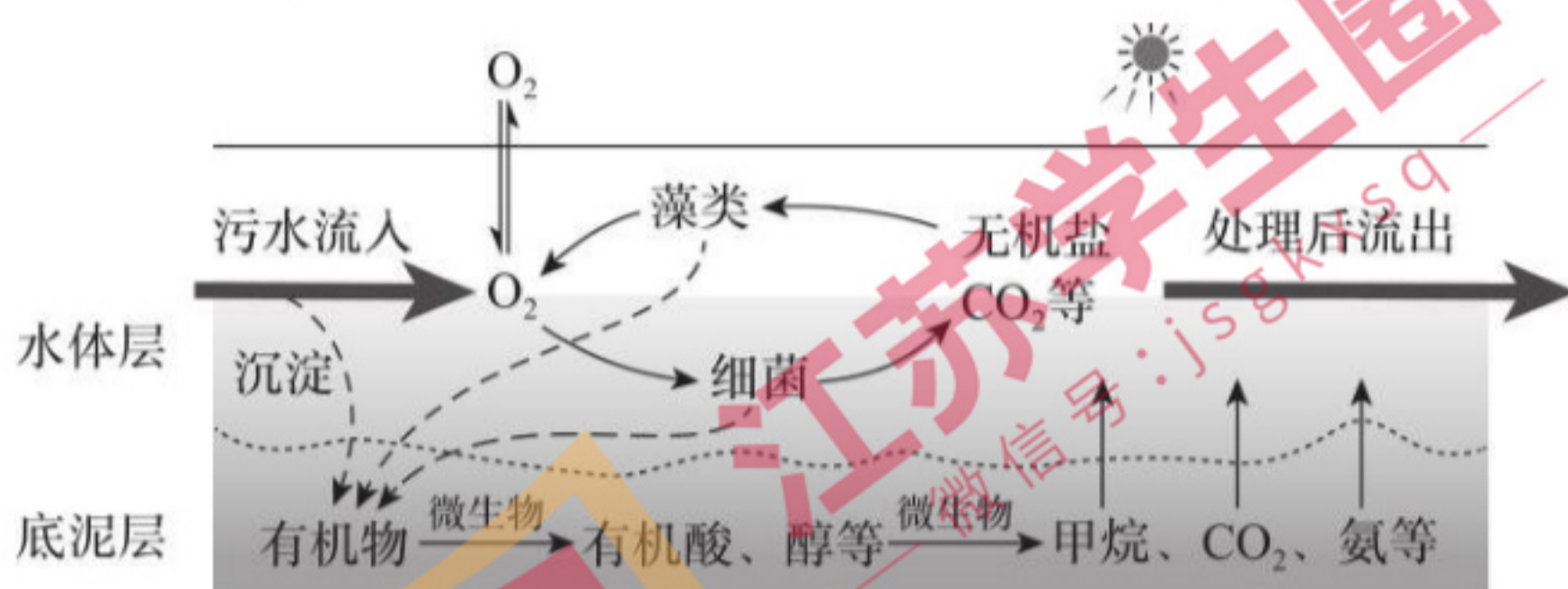


图1 不同植物激素对薰衣草种子萌发的影响 图2 不同浓度GA、IAA对薰衣草种子萌发的影响

- 浓度为 0.02mg/L 时, 只有 ABA 抑制薰衣草种子萌发
- 图 2 实验能说明 GA 与 IAA 具有协同作用
- GA 与 IAA 对薰衣草种子萌发的作用特点表现为两重性
- 若要进一步探究促进薰衣草种子萌发的最适 GA 浓度, 则图 2 实验相当于预实验

17. 下图为利用藻类和细菌处理污水的一种生物氧化塘系统示意图。相关分析不正确的是

- A. C、O、N 等元素的循环仅在氧化塘内部进行
- B. 流入该氧化塘的能量全部来自于藻类的光合作用
- C. 处理后流出的水需要控制藻类和细菌的量
- D. 该氧化塘利用了生态工程的循环和协调等原理



18. 某脆性 X 染色体综合征（一种常见的智力低下综合征）家系，如下图 1 所示。X 染色体上 F 基因的某区域存在 (CGG)_n 三核苷酸片段重复，正常基因 (F)、前突变基因 (F⁺) 和全突变基因 (f) 的相关差异如图 2 所示。研究发现，卵细胞形成过程中，F⁺ 基因的 (CGG)_n 重复次数会显著增加，而精子形成过程中则不会增加。相关叙述正确的是

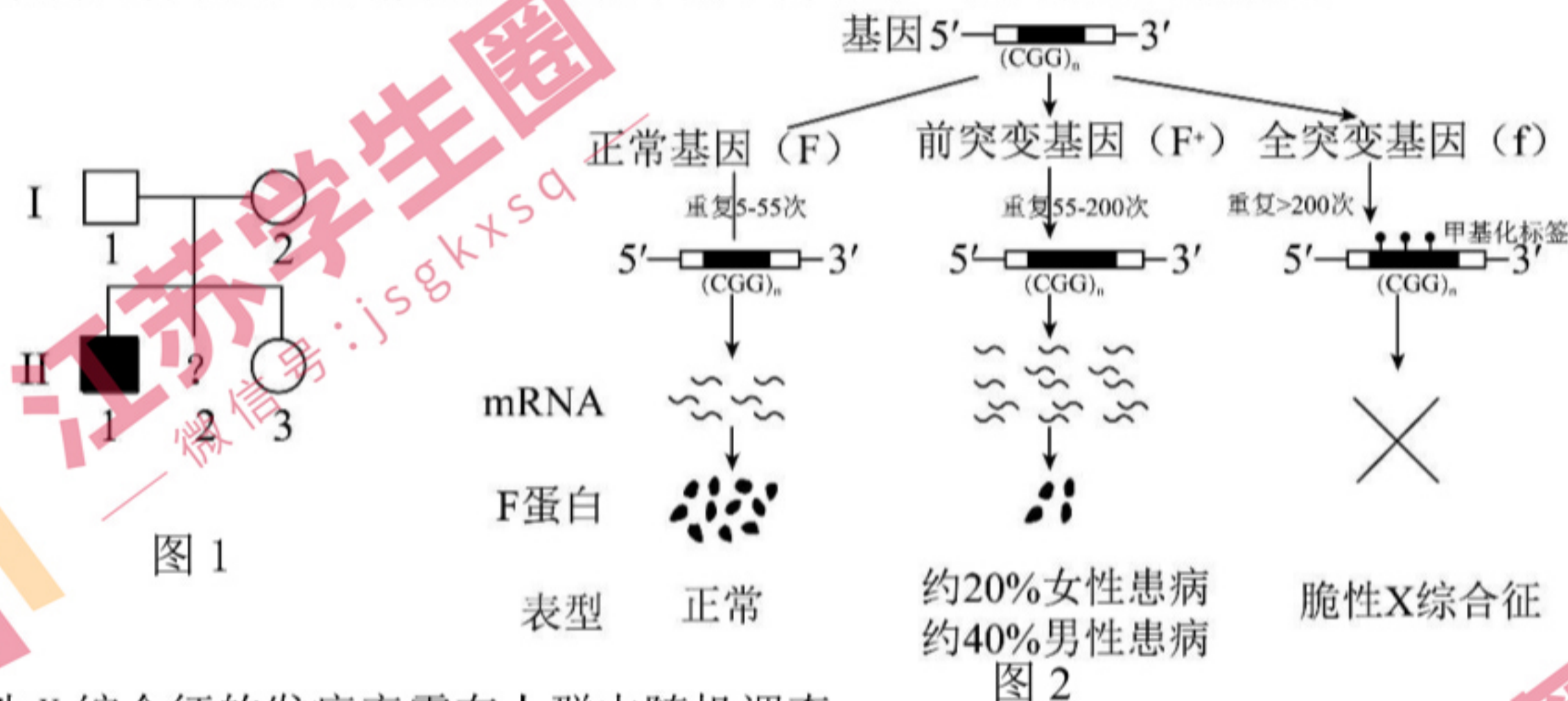


图 1

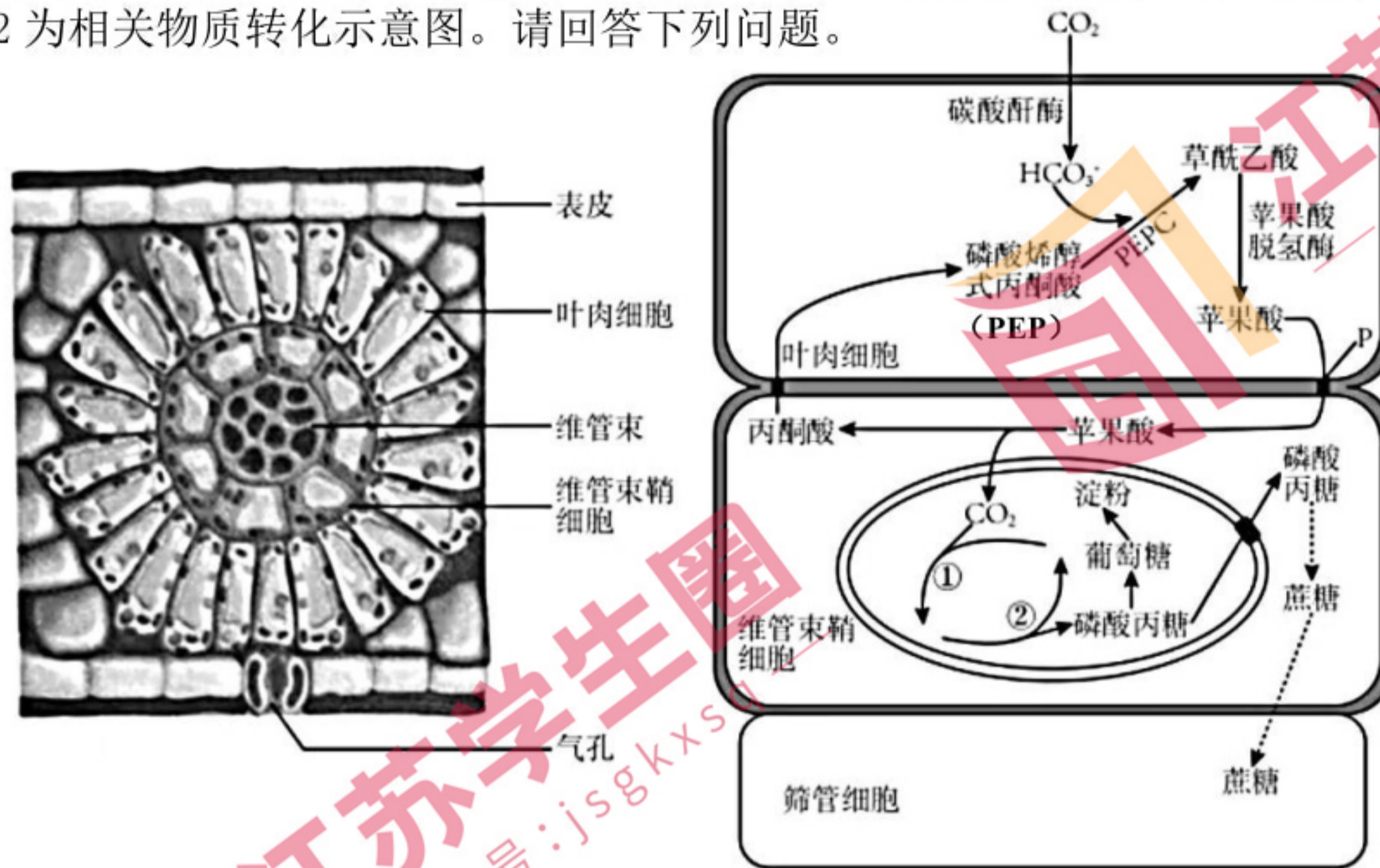
- A. 脆性 X 综合征的发病率需在人群中随机调查
 - B. 只要表达 F 蛋白的个体，表现即为正常
 - C. 含 f 基因的男性一定患病，含一个 f 基因的女性可能患病
 - D. 若 I-2 的基因型是 X^FX^{F+}，II-2 为男孩，该男孩一定不患病
19. 2022 年 6 月 10 日，世界首例体细胞克隆北极狼在北京呱呱坠地。克隆北极狼的供体细胞来自哈尔滨极地公园引进的一只野生北极狼的皮肤样本，卵母细胞来自一只处于发情期的母犬，代孕母体则是一只比格犬。克隆过程如图所示，下列有关叙述正确的是



- A. 体细胞核移植技术比胚胎干细胞核移植技术更易成功
- B. 用电刺激、Ca²⁺载体等方法激活重构胚，促进其分裂发育
- C. 图中细胞分裂、分化形成克隆胚胎的过程中发生了基因重组
- D. 体细胞核移植技术有望用于增加濒危动物的种群数量

三、非选择题：本部分包括 5 题，共计 57 分。

20. (12 分) 玉米是一种生活在高温、高光强环境的农作物，存在于其叶肉细胞中的 PEP 羧化酶 (PEPC) 具有高 CO_2 亲和力，可在低浓度 CO_2 条件下高效固定 CO_2 。玉米的光合作用需要叶肉细胞和维管束鞘细胞共同完成，下图 1 为两类细胞在叶片中的位置示意图，图 2 为相关物质转化示意图。请回答下列问题。



- (1) 图 1 中的维管束鞘的外侧紧密连接一层环状的叶肉细胞，组成了花环型结构。该特殊结构的意义在于叶肉细胞中 ▲ 对 CO_2 具有很强的亲和力，可以把大气中含量很低的 CO_2 以 C_4 的形式固定下来，进而维持 ▲ 细胞内的叶绿体中高 CO_2 状态。科学家把这种独特作用，形象地比喻成“二氧化碳泵”。
- (2) 在玉米的叶肉细胞内的苹果酸通过 ▲ (填结构 p 的名称) 进入维管束鞘细胞释放出丙酮酸和 CO_2 。叶肉细胞和维管束鞘细胞间具有大量结构 p 的意义是 ▲。经浓缩后释放的 CO_2 在 Rubisco 的催化下经过程①被固定成 ▲，在 ▲ (填场所) 中进一步被还原生成磷酸丙糖。
- (3) 综上分析，玉米光合作用需要叶肉细胞和维管束鞘细胞共同完成，固定 CO_2 的受体有 ▲ (2分)。
- (4) 热休克蛋白 (HSPs) 是植物对逆境胁迫短期适应的必需组分，对减轻逆境胁迫引起的伤害起着重要的作用。为研究小热休克蛋白 (sHSPs) 降低干旱胁迫对玉米生长的影响机制，科研人员采用下表中的实验步骤和操作过程开展研究，请完成表格：

| 实验目的 | 简要操作过程 |
|-----------|---|
| 材料处理及分组编号 | 供试玉米种子在 28°C 培养箱中发芽 1 天后，选取① ▲ 的种子置于相同营养液中培养。待幼苗第二片叶子完全展开，随机分成甲、乙两组。 |
| 自变量处理 | 甲组植株根系置于 PEG 溶液中，在 40% 的空气相对湿度中培养，模拟② ▲ 条件；乙组植株根系置于等量蒸馏水中，在 75% 的相对湿度培养。 |
| 控制无关变量 | 将甲、乙两组置于温度、光照等条件适宜且相同的环境中培养 8h，之后剪取两组叶片放在液氮中储存。 |
| 指标检测及结果分析 | 对叶片研磨、离心后，取总 RNA，以 sHSPs 和 β -action 基因③ ▲ 为依据设计引物，进行 RT-PCR 扩增，其中 β -action (一种蛋白质骨架) 为内参。扩增产物用 1% 的④ ▲ 电泳检测，EB (溴化乙锭) 染色照相。 |

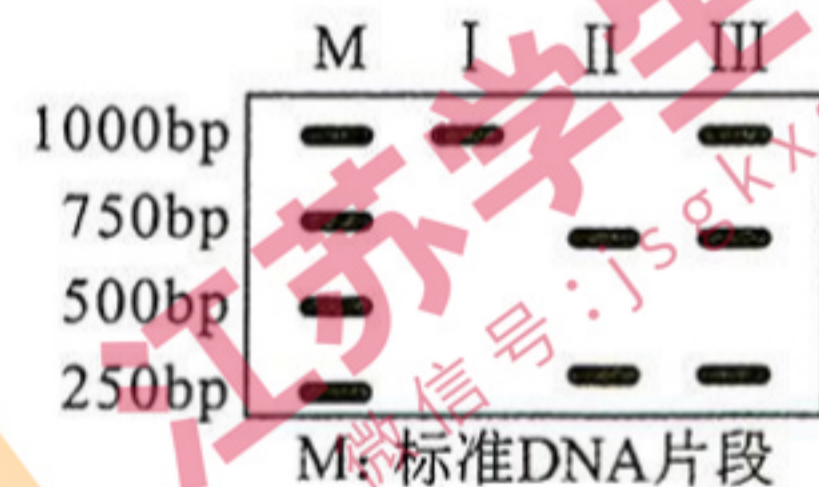
21. (12分) 某种昆虫(XY型)的翻翅与正常翅是一对相对性状,受一对等位基因(A、a)控制;昆虫眼睛的颜色伊红、淡色和乳白色分别由复等位基因e、t和i控制。为探究上述两对性状的遗传规律,用两组昆虫进行了杂交实验,其结果如下表。回答下列问题:

| 杂交组合 | 亲本 | | 子代(F ₁) | |
|------|-------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ |
| 甲 | 翻翅乳白眼 | 翻翅淡色眼 | 翻翅淡色眼:正常翅淡色眼=2:1 | 翻翅乳白眼:正常翅乳白眼=2:1 |
| 乙 | 翻翅伊红眼 | 正常翅淡色眼 | 翻翅伊红眼:翻翅淡色眼:正常翅伊红眼:正常翅淡色眼=1:1:1:1 | 翻翅伊红眼:翻翅淡色眼:正常翅伊红眼:正常翅淡色眼=1:1:1:1 |

- (1) 昆虫眼色基因的遗传遵循 ▲ 定律。若只考虑眼色的遗传,昆虫的基因型有 ▲ 种。
- (2) 甲杂交组合中亲本雌昆虫的基因型为 ▲。乙杂交组合中亲本雄昆虫产生配子的基因型为 ▲。
- (3) 已知翻翅伊红眼雌昆虫与翻翅乳白眼雄昆虫杂交,F₁中出现了正常翅乳白眼雄昆虫。若再将F₁中的翻翅伊红眼雌昆虫与翻翅乳白眼雄昆虫杂交,则F₂中正常翅伊红眼雌昆虫的概率为 ▲ (2分)。
- (4) 若将乙杂交组合子代(F₁)中翻翅淡色眼雌昆虫与甲杂交组合子代(F₁)中正常翅乳白眼雄昆虫杂交,产生子代的表型及比例为 ▲ (2分)。
- (5) 测序结果表明,昆虫翻翅基因的产生是由于正常翅基因转录产物编码序列第727位碱基改变,由5'-GAGAG-3'变为5'-GACAG-3',导致第 ▲ 位氨基酸突变为 ▲。

(部分密码子及对应氨基酸:GAG 谷氨酸;AGA 精氨酸;GAC 天冬氨酸;ACA 苏氨酸;CAG 谷氨酰胺)

- (6) 正常翅基因突变为翻翅基因产生了一个限制酶酶切位点。从翻翅昆虫细胞中获取控制翅形的基因片段,用限制酶处理后进行电泳(电泳条带表示特定长度的DNA片段),其结果为图中 ▲ (填“Ⅰ”、“Ⅱ”或“Ⅲ”) (2分)。



22. (11分) 肿瘤细胞表面的PD-L1蛋白与T细胞表面的PD-1结合,抑制T细胞的活化和增殖,使得肿瘤细胞开启免疫逃逸。肿瘤细胞PD-L1抗体可以阻断肿瘤细胞和T细胞的结合,重新激活患者自身的免疫细胞来杀伤肿瘤。起初具有良好治疗效果的患者,随着该抗体的长期使用也可能会产生耐药性,科学家对此开展了一系列的研究。

- (1) 细胞中的 ▲ 一旦突变或过量表达可能引发细胞癌变,机体免疫功能正常时,可通过 ▲ 免疫清除癌变细胞,这属于免疫系统的 ▲ 功能。
- (2) 据图1分析,肿瘤细胞表面的PD-L1蛋白与细胞内的HIP1R蛋白结合,可借助 ▲ 分子的帮助,回到细胞表面,实现了免疫逃逸。

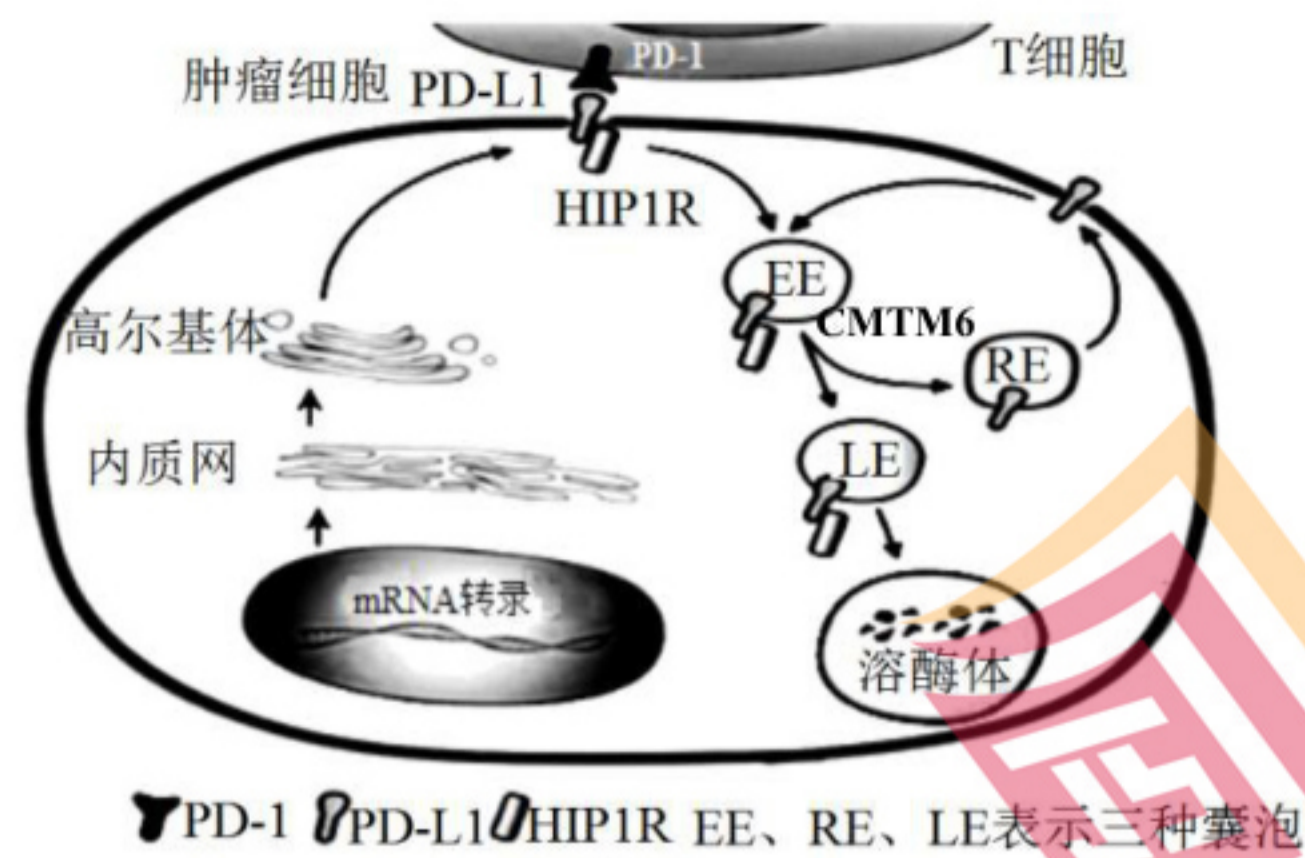


图1

(3)为了探究HIP1R蛋白对PD-L1蛋白的作用,研究人员用HIP1R的反义基因片段(si-HIP1R)处理结肠癌细胞,该处理的目的是▲,对照试剂是▲,其它条件相同且适宜。检测PD-L1蛋白和HIP1R蛋白的含量,结果如图2所示。据图分析,HIP1R对PD-L1具有▲作用。

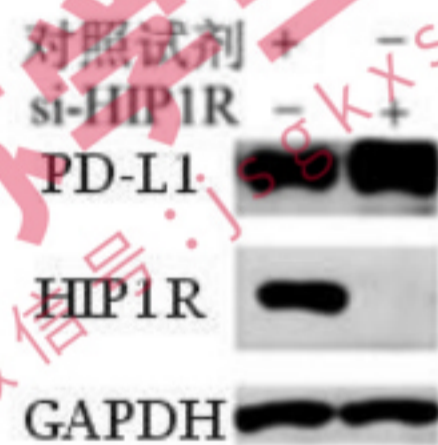


图2

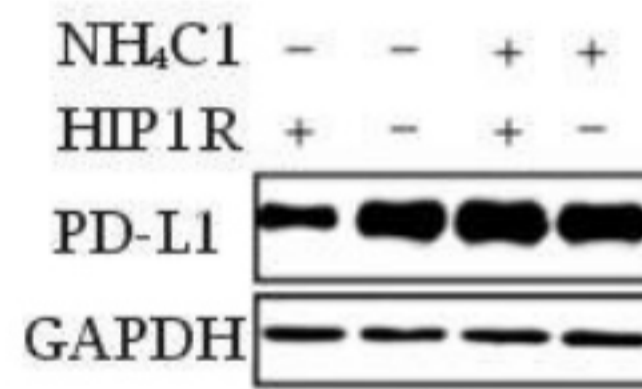


图3

(4) HIP1R蛋白能与PD-L1蛋白结合,其羧基端存在一段溶酶体定位序列。研究人员分别用一定浓度的溶酶体抑制剂 NH_4Cl 处理细胞,结果如图3所示,推测HIP1R蛋白对PD-L1蛋白的作用原理是▲(2分)。

(5) PD-L1蛋白还存在于细胞内的囊泡上,肿瘤细胞内的CMTM6分子可以间接抑制PD-L1的溶酶体降解,对细胞表面失活的PD-L1蛋白进行▲,这可能是患者产生耐药性的原因之一。

(6)综合上述研究结果,请你设计一种靶向降解PD-L1的药物,阐述其原理▲(2分)。

23. (11分)布氏田鼠是内蒙古草原的主要害鼠,雨季时种群密度大幅增加。探究降水量影响布氏田鼠种群密度的机制,对草原鼠害的防控具有重要意义。

(1)野外调查布氏田鼠种群密度的常用方法是▲,影响田鼠种群数量变化的因素除非生物因素外,还包括▲(至少两点)等生物因素。

(2)科研人员以田鼠幼鼠为实验对象开展了野外人工降雨围栏实验(围栏用钢板构成,铁丝网封顶),将相同体重的田鼠幼鼠置于不同样地中,5个月后检测相关指标,结果如图1、图2所示。

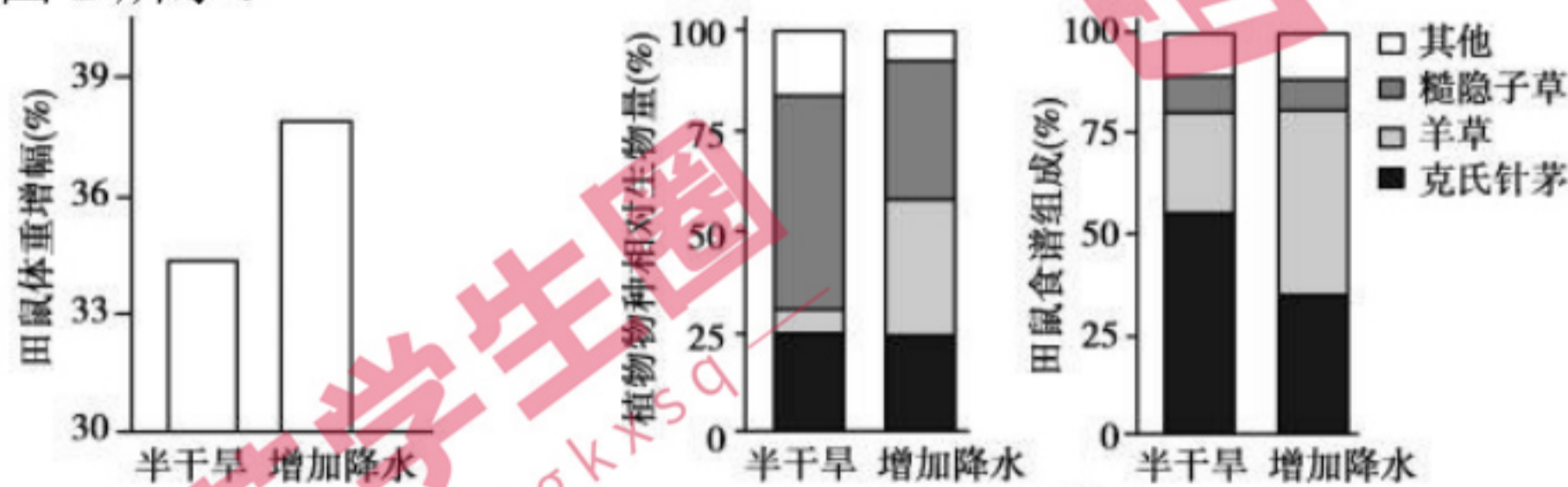


图1

图2

①由图1可知,▲组田鼠体重增幅更大。田鼠体重的增加有利于个体越冬存活、性成熟提前,影响田鼠种群的▲,从而直接导致种群密度增加。

②由图2可知,增加降水有利于▲生长,从而改变了其在田鼠食谱中的比例。

(3)随后科研人员在室内模拟围栏内半干旱和增加降水组的食谱,分别饲喂两组田鼠幼鼠,连续一个月后比较两组田鼠体重增幅,得到了与图1一致的结果,说明▲。

(4) 进一步研究发现，田鼠食谱变化使其对果糖等营养成分的摄入增加，进而引起其肠道中能合成短链脂肪酸（宿主的主要能源物质之一，与体重增长呈显著正相关）的菌群比例也显著增加。综上研究，请将下列选项排序以解释降水量影响布氏田鼠种群密度的机制。

- A. 田鼠肠道微生物的菌群比例改变 B. 田鼠食谱中不同植物的比例改变
C. 田鼠获得的能源物质增加 D. 草原植物群落组成改变

降雨量增加 → ▲ (2分) → 体重增加 → 种群密度增加 (用箭头和字母表示)

(5) 若要验证菌群比例变化与田鼠体重变化的因果关系，请从①~③中选择合适的田鼠作为菌群的供体和受体，设计两组菌群移植实验，写出相应的供受体组合 ▲ 和 ▲，预期实验结果 ▲。

- ①增加降水组田鼠 ②半干旱组田鼠 ③抗生素处理的“无菌鼠”

24. (11分) 科研人员培育了一种能够降解餐厨废弃物并生成乳酸的转基因毕赤酵母。基本思路是在乳酸脱氢酶基因(LDH)的单基因表达载体中逐个接入糖化酶基因(Ga)表达盒与α-淀粉酶基因(Amy)表达盒，构建出AGL—三基因表达载体，如图1所示。



图1

(1) 利用PCR技术获得目的基因的过程中，需要在PCR反应体系中加入模板、TaqDNA聚合酶及 ▲、▲。

(2) 将图1所示结构“导入”毕赤酵母后，将毕赤酵母转移至含 ▲ 的培养基中进行培养，筛选出能够生存的菌落。

(3) 对筛选出的菌株进行个体水平鉴定的方法是 ▲ (2分)，利用转基因毕赤酵母降解餐厨废弃物生成乳酸，优点有 ▲。

(4) 构建三基因表达载体的难点在于构建目的基因的表达盒，图2为Amy表达盒的构建过程。(pro为启动子；AOX TT为终止子；Bsp119 I、Xba I、Bgl II、BamH I为不同限制酶，①②为操作过程。)



图2

操作①的处理是 ▲；然后用DNA连接酶拼接。在此之前，科研人员还利用点突变技术对α-淀粉酶基因序列进行了同义密码子替换（即不影响氨基酸序列）改造，推测其原因是 ▲ (2分)。操作②中必需用 ▲ 酶对质粒2处理，才能获得能正常表达的α-淀粉酶基因表达盒。