



# 高三生物学

2024. 01

本试卷共10页，100分。考试时长90分钟。考生务必将答案答在答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回。

## 第一部分

本部分共 15 题，每题 2 分，共 30 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

- 在  $Mg^{2+}$  存在的条件下，己糖激酶可催化 ATP 分子的磷酸基团转移到葡萄糖分子上，生成 6-磷酸葡萄糖。下列关于己糖激酶的叙述正确的是
  - 基本单位是葡萄糖
  - 组成元素仅含 C、H、O、P
  - 可提供化学反应所需的活化能
  - 催化活性受  $Mg^{2+}$  影响
- 哺乳动物断奶后，乳腺中的某些死亡细胞会被周围的吞噬细胞消化清除，据此推测吞噬细胞中比较发达的细胞器是
  - 中心体
  - 内质网
  - 核糖体
  - 溶酶体
- 图 1 和图 2 分别为电镜下观察到的正常细胞和癌细胞的线粒体结构，据此分析癌细胞不具有的是

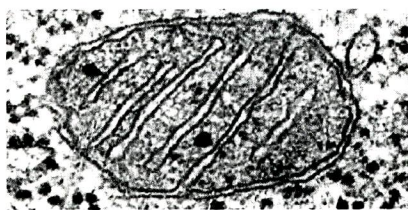


图 1

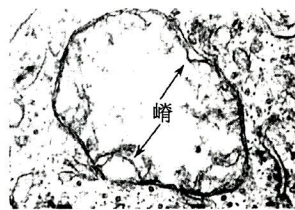
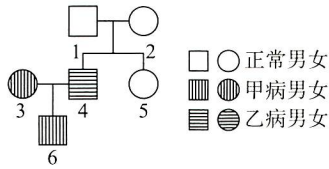


图 2

- 线粒体缺少凸起的嵴
- 线粒体基质中产生大量丙酮酸
- 无氧呼吸强，产生大量乳酸
- 葡萄糖的消耗量大



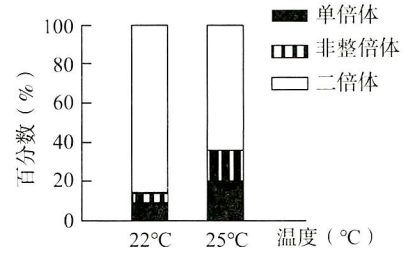
4. 下图是甲、乙两种单基因遗传病系谱图，4号不携带甲病致病基因，其双亲均携带一个单碱基替换导致的乙病基因，且突变位点不同。对家庭部分成员一对同源染色体上控制乙病的基因进行测序，非模板链测序结果见下表。不考虑X、Y染色体的同源区段，以下分析不正确的是



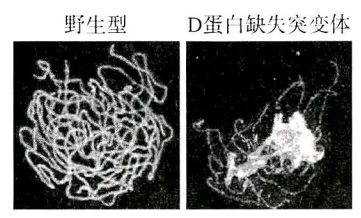
家庭成员	1	2	4	5
测序结果	.....G.....A..... .....A.....A..... 第412位 第420位	.....G.....A..... .....G.....G..... 第412位 第420位	?	.....G.....A..... .....G.....A..... 第412位 第420位

- A. 无法判断甲病的显隐性  
 B. 乙病基因位于X染色体  
 C. 4号控制乙病的基因测序结果为 .....G.....G.....  
 第412位 第420位  
 D. 1号和2号生一个不患乙病孩子的概率是 3/4

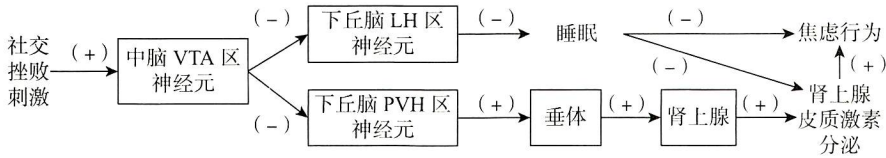
5. 用拟南芥C株系与野生型杂交，可使受精卵发育过程中一方亲本染色体消失，子代可获得单倍体。受精后不同温度下进行实验，统计杂交子代染色体组成，结果如右图。下列叙述不正确的是  
 A. 该方法与获得单倍体的传统途径原理不同  
 B. 此方法获得的子代绝大部分为单倍体  
 C. 单倍体细胞内的染色体为非同源染色体  
 D. 25℃比22℃更利于获得单倍体



6. 联会复合体是减数分裂中配对的两条同源染色体之间形成的一种蛋白复合结构。D蛋白可促进联会复合体中蛋白质的降解，其功能可被蛋白酶体抑制剂抑制。荧光标记联会复合体的骨架蛋白，显微镜下观察野生型水稻和D蛋白缺失突变体处于减数分裂同一时期的花粉母细胞，结果如右图。下列叙述合理的是  
 A. 图中所示的细胞处于减数第一次分裂的后期  
 B. D蛋白缺失突变体的染色体正常发生基因重组  
 C. 用蛋白酶体抑制剂处理野生型细胞可能产生类似突变体的结果  
 D. 图中野生型存在同源染色体，不存在姐妹染色单体



7. 小鼠受到社交挫败刺激后，通过下图所示的调节过程改变睡眠时间 & 激素分泌，从而在一定程度上缓解焦虑。下列分析不正确的是



注：(-)表示抑制；(+)表示促进

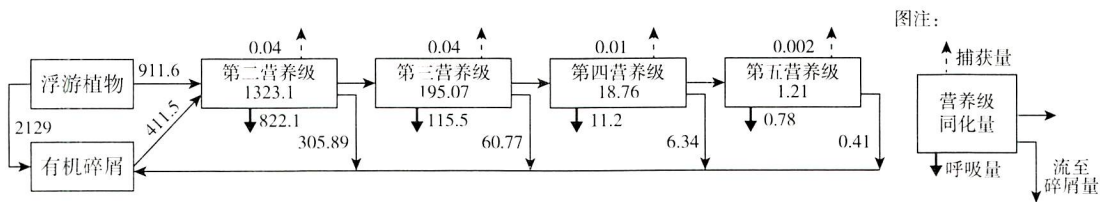
- A. 若 LH 区神经元异常兴奋，会导致睡眠时间缩短  
 B. 人为抑制 VTA 区神经元活性，可能导致小鼠焦虑行为无法得到缓解  
 C. VTA 区神经元通过垂体分泌的促肾上腺激素使肾上腺皮质激素分泌增加  
 D. 应对社交挫败刺激的调节过程中，下丘脑存在效应器



8. B7 是细胞表面一种黏附分子，肿瘤细胞表面缺乏 B7 分子。科研人员将 B7 基因导入肿瘤细胞，发现细胞毒性 T 细胞对肿瘤细胞的杀伤力显著增强。下列相关叙述，正确的是
- 机体主要通过非特异性免疫清除体内的肿瘤细胞
  - 肿瘤细胞表面缺乏 B7 分子是其逃逸免疫监视的一种途径
  - 细胞毒性 T 细胞识别并裂解靶细胞的过程与 B7 分子无关
  - 过表达移植器官的 B7 分子有利于减弱排异反应
9. 一氧化氮 (NO) 引发 IAA17 蛋白的亚硝基化修饰，修饰后的 IAA17 蛋白与生长素受体结合受到抑制，而不易被降解，阻碍生长素信号转导。下列叙述不正确的是
- 生长素是植物体内产生的一种微量有机物
  - 亚硝基化修饰导致 IAA17 蛋白的氨基酸序列改变
  - NO 可能抑制植物细胞的伸长生长
  - 亚硝基化修饰可能改变了 IAA17 蛋白的空间结构
10. 冰碛层是冰川融化后形成的裸地，冰碛层上的群落演替要经历上百年的时间。下表为冰碛层演替过程中优势植物的替代情况及部分阶段土壤的 pH。下列叙述不正确的是

演替过程	冰川退去后的裸地	苔藓→ 草本植物→ 柳树	赤杨			云杉、铁杉
			第 9 年	第 18 年	第 35~50 年	第 80~100 年
土壤的 pH	7.9~8.0	7.5~7.8	7.2	6.5	5	4.8

- 冰碛层上的群落演替属于初生演替
  - 演替过程中土壤 pH 的变化主要与草本植物有关
  - 云杉和铁杉成为优势种可能与土壤的酸化有关
  - 群落的发展变化是生物与环境间相互作用的结果
11. 我国长江口水域生态系统能量流动简图如下，图中数字为能量数值，单位  $t / (km^2 \cdot a)$ ，据图判断以下分析正确的是

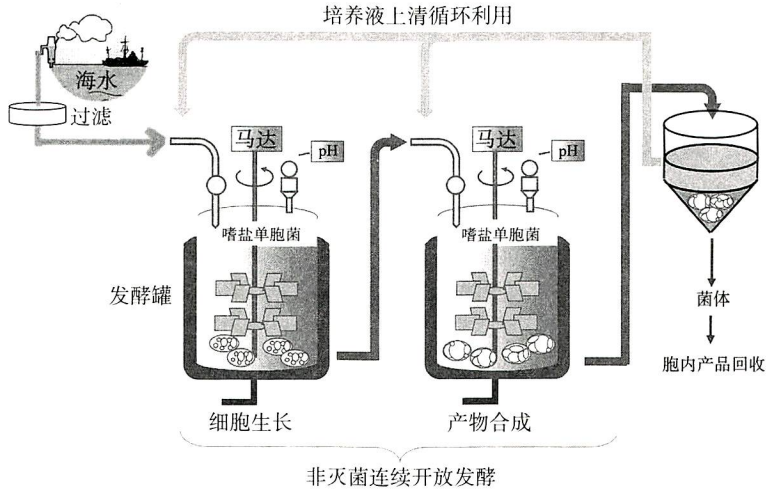


- 此生态系统中生产者固定的总能量为  $911.6 t / (km^2 \cdot a)$
- 第三营养级输出的  $60.77 t / (km^2 \cdot a)$  能量中包含有第三营养级生物粪便中的能量
- 第三营养级到第四营养级的能量传递效率约为 9.6%
- 长江口水域生态系统已达到相对稳定状态

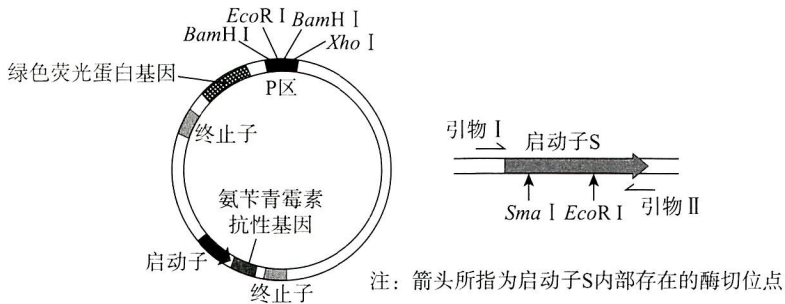




12. 嗜盐单胞菌可利用海水合成聚羟基脂肪酸酯 (PHA, 一种新型生物塑料), 在细胞内形成由膜包裹的不溶性颗粒。科研人员从海水中分离得到一株嗜盐单胞菌, 在非灭菌、高盐、高 pH 的发酵液中连续发酵生产 PHA, 其流程如下图所示。下列相关叙述不正确的是



- A. 利用含 PHA 的选择培养基筛选嗜盐单胞菌  
 B. 高盐、高 pH 的发酵液抑制了杂菌生长  
 C. 培养液上清循环利用, 有利于节约物质和能量  
 D. 发酵完成后收集沉淀的菌体以得到 PHA
13. 研究人员将 PCR 扩增得到的毒物诱导型启动子 S (箭头表示转录方向) 插入图中载体 P 区, 构建表达载体, 转入大肠杆菌, 获得能够检测水中毒物的大肠杆菌。下列叙述不正确的是



- A. PCR 扩增启动子 S 时, 图中引物 I、II 分别加入 *Bam*H I、*Xho* I 识别序列  
 B. 用  $Ca^{2+}$  处理大肠杆菌以便于转入构建好的表达载体  
 C. 使用添加氨苄青霉素的培养基筛选转入载体的菌株  
 D. 可通过转基因大肠杆菌的荧光情况判断水中是否含毒物
14. 紫花苜蓿营养价值高, 百脉根耐酸性强。研究者欲通过植物体细胞杂交的方法培育兼具二者优良性状的杂交种, 相关分析正确的是
- A. 加入胰蛋白酶酶解以制备原生质体  
 B. 用灭活病毒诱导法可促进细胞融合  
 C. 融合的细胞即为杂交细胞  
 D. 杂交细胞不一定具备双亲的优良性状
15. 下列与动物细胞培养有关的叙述, 不正确的是
- A. 动物细胞培养的原理是细胞的全能性  
 B.  $CO_2$  的作用是维持细胞培养液 pH 的相对稳定  
 C. 动物细胞培养需要添加一定量的动物血清  
 D. 可以用体外培养的人体细胞培养病毒



## 第二部分

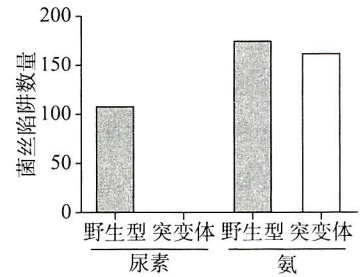
本部分共 6 题，共 70 分。

16. (11 分)

土壤中存在细菌、真菌和线虫等生物，它们的关系十分复杂。

(1) 细菌、真菌和线虫等生活环境中的全部生物共同构成了\_\_\_\_\_。线虫可以细菌为食，真菌可产生菌丝陷阱包裹并杀死线虫。

(2) 富含尿素的土壤中能检测出较多的菌丝陷阱，研究者推测尿素可诱导菌丝陷阱的形成。为研究尿素诱导菌丝陷阱形成的机制，研究者利用尿素及其分解产物氨分别处理野生型真菌和尿素分解酶基因功能丧失的真菌突变体，检测菌丝陷阱的数量，结果如右图所示。结合上述信息，推测\_\_\_\_\_，从而诱导菌丝陷阱的产生。



(3) 线虫产生蛔甙作为\_\_\_\_\_信号以调节自身生长发育和行为。真菌可感应该信号，从而形成菌丝陷阱，由此可见，信息可以\_\_\_\_\_，进而维持生态系统的平衡与稳定。

(4) 土壤中细菌的精氨酸酶（可催化尿素产生的酶）表达量与线虫取食频率成正比。综合上述信息，通过分析细菌、真菌和线虫之间的关系，解释线虫数量相对稳定的机制：\_\_\_\_\_。

(5) 自然界中不乏类似于上述土壤微生物与线虫间的关系。下列事例与上述机制最相似的是\_\_\_\_\_。

- 食草昆虫啃食植物叶片后，植物产生挥发性物质吸引肉食性昆虫
- 白蚁在巢穴中通过排出粪便供养细菌，从而抑制寄生真菌的生存和传播
- 虫媒传粉的植物，花朵中蜜腺分泌含糖量较高的蜜露吸引昆虫来进行传粉

17. (11 分)

科研人员获得一株小麦突变体，其籽粒灌浆期叶片绿色时间延长、籽粒重量大。为研究相关机理进行了系列实验。

(1) 光合作用的光反应在叶绿体的\_\_\_\_\_上进行，其上的 P 蛋白等与\_\_\_\_\_形成光合复合体 (PS) 吸收、传递并转化光能。

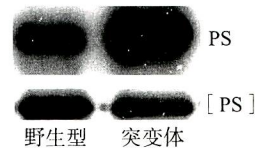


图 1

(2) P 蛋白对 PS 具有保护作用，缺失 P 蛋白的 PS 为 [PS]。科研人员检测灌浆期野生型和突变体叶片中 PS、[PS] 含量，结果如图 1，结果显示\_\_\_\_\_。灌浆期检测两种小麦的叶绿素含量，结果如图 2。据图 1 及图 2 结果结合所学知识分析，突变体在灌浆期\_\_\_\_\_，因而叶片向籽粒运输有机物总量高，籽粒增重。

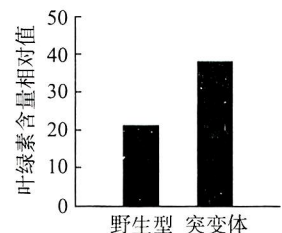


图 2

(3) 进一步发现突变体中编码 A 蛋白的 A 基因突变，产生了突变的 A 蛋白。A 蛋白是叶绿体中的一种蛋白酶。



- ①为研究 A 蛋白的功能，科研人员提取野生型小麦叶片蛋白，加入图 3 所示试剂，处理不同时间后检测 P 蛋白含量，结果如图 3 所示，推测在小麦体内 A 蛋白的作用是\_\_\_\_\_。
- ②制备图 4 所示的三种与 His（一种短肽，常作为蛋白检测标签）融合的蛋白，分别结合于特定介质上，加入等量的突变体小麦叶片蛋白提取液。孵育一段时间，除去未结合在介质上的蛋白，分离出介质上结合的蛋白进行电泳，使用抗原-抗体杂交检测，结果如图 4。结合图 3、图 4 结果推测，突变体中 A 蛋白突变导致功能丧失，突变的 A 蛋白与 P 蛋白\_\_\_\_\_，因而产生相关表型。

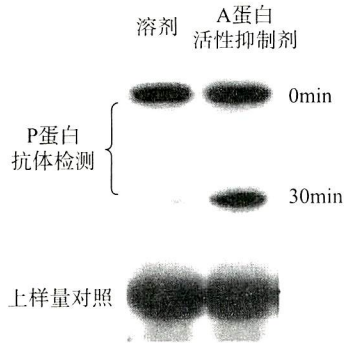


图 3

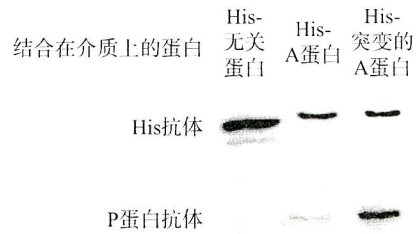


图 4

(4) 研究发现 P 蛋白减少导致缺少保护的 PS 在吸收光能后释放活性氧，诱发细胞死亡，从而抑制小麦条锈菌生长。结合上述研究，说明 A 蛋白对小麦生存的意义\_\_\_\_\_。

18. (12分)

F 因子是一种主要由肝细胞分泌的蛋白质，在脂肪等多种组织中表达，对调节血糖有重要作用，科研人员对相关机制进行了研究。

- (1) 与标准饮食相比，高脂饮食使机体摄入更多能量，引起血糖升高。肝和\_\_\_\_\_可将葡萄糖转变为非糖物质，引发肥胖，导致细胞对胰岛素敏感性降低。
- (2) 科研人员以野生型小鼠 (WT) 和 F 因子合成基因敲除小鼠 (KO) 为材料，给予不同饮食，一段时间内检测 F 因子及皮下脂肪含量，结果如图 1 和图 2。

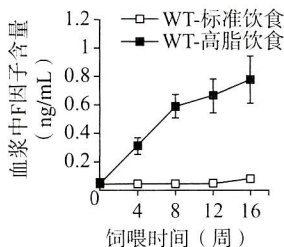


图 1

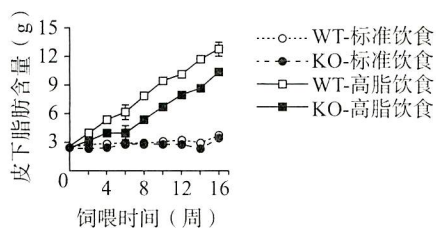


图 2

- ①据图 1 可知，高脂饮食可\_\_\_\_\_。
- ②结合图 1 和图 2 结果推测 F 因子\_\_\_\_\_。





(3) 为研究高脂饮食条件下 F 因子通过皮下脂肪影响胰岛素敏感性从而调节血糖的机制，科研人员对给予高脂饮食饲喂一段时间后的不同小鼠进行了皮下脂肪移植手术，一段时间后检测相关指标，实验设计及检测结果如下表所示。

	供体小鼠	受体小鼠	葡萄糖输注速率 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )	皮下脂肪 AKT 蛋白含量	注射胰岛素后 皮下脂肪 pAKT 含量
组 1	WT	KO	I	+++	+
组 2	KO	KO	II	+++	无
组 3	WT 假手术		III	+++	++
组 4	KO 假手术		IV	+++	无

注：“+”越多代表含量越高；AKT 蛋白是胰岛素信号通路关键蛋白；pAKT 是磷酸化的 AKT 蛋白。

①将上述受体及假手术小鼠禁食 6 h 后，输注等量葡萄糖，之后同时输注等量胰岛素和不等量的葡萄糖，以维持正常血糖水平。计算一段时间内葡萄糖输注速率，以反映细胞对胰岛素的敏感性。据表中结果可知 F 因子增加了胰岛素敏感性，则表中 I ~ IV 处的数据应为\_\_\_\_\_ (选填“4”、“4”、“8”、“9.5”)。

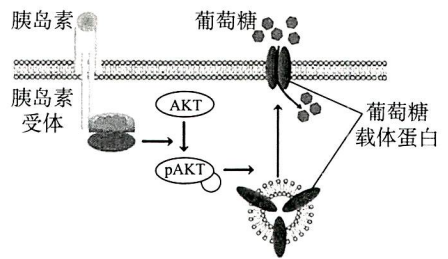


图 3

② AKT 蛋白在胰岛素信号转导过程中的作用如图 3 所示，据表中结果结合图 3 推测 F 因子对血糖调节的机制：\_\_\_\_\_。

(4) 脂联素是一种主要由脂肪细胞分泌的蛋白质，可增加胰岛素敏感性。为证明 F 因子通过调控脂肪细胞分泌脂联素增加胰岛素敏感性，还需进一步检测并比较 WT 和 KO 小鼠的\_\_\_\_\_。

19. (12 分) 学习以下材料，回答 (1) ~ (5) 题。

### 水稻抗褐飞虱研究

——虫高一尺稻高一丈

水稻是我国重要的粮食作物。褐飞虱是专食水稻的害虫，它将针管状的口器刺入水稻，可直达韧皮部的筛管吸食汁液 (图 1)。取食过程中褐飞虱分泌唾液，唾液中降解细胞壁的酶类使得口针更容易穿刺，此外，唾液中的  $\alpha$ -淀粉酶和麦芽糖酶可以促进淀粉水解。

B 蛋白是褐飞虱唾液中的一种蛋白质，随褐飞虱取食进入水稻体内，可抑制易感水稻的基础防御反应。水稻也有相应机制来抵抗褐飞虱。抗虫水稻中存在 N 基因，其编码免疫应答受体 N 蛋白。N 蛋白可识别并能与 B 蛋白结合形成复合体进入细胞核，从而调控下游基因的表达，引发防御反应。例如，通过调节胼胝质合成酶基因与筛管中胼胝质水解酶基因的表达，控制筛板上筛孔 (图 2) 边缘胼胝质的合成，从而抵御褐飞虱吸食筛管中的汁液。

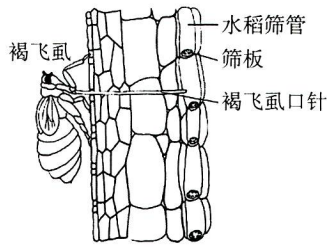


图 1

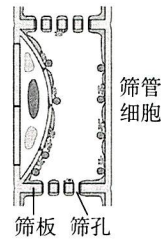
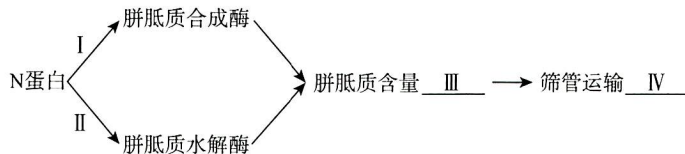


图 2

研究发现利用转基因技术在抗虫水稻中持续高表达 B 蛋白可提高转基因水稻的抗虫性，但植株矮小，产量低。自然界中，抗虫水稻可及时清除 B 蛋白以避免过度的抗虫反应。B 蛋白进入水稻细胞被 N 蛋白识别后，除激活抗虫信号通路之外，也激活了细胞自噬。细胞自噬是一种依赖溶酶体和液泡的蛋白质降解途径。B 蛋白可与细胞自噬受体结合，且 N 蛋白促进二者的结合，自噬受体可与自噬体结合，最终将 B 蛋白拖入液泡并将其降解。由于 B 蛋白 - N 蛋白 - 自噬受体三者互作激活细胞自噬，降解 B 蛋白，水稻细胞内 B 蛋白的量被严格控制在适当的水平。当褐飞虱取食终止时，水稻细胞中已无残留的 B 蛋白，故可快速恢复正常生长发育。

目前水稻育种中已获得应用的抗褐飞虱基因非常少，因此发掘和利用水稻中多种不同抗性机制的基因，将它们聚合利用，是形成抗褐飞虱的长效机制。

- (1) 褐飞虱唾液中的\_\_\_\_\_酶可以水解植物细胞壁，便于口针刺穿植物组织，同时分泌的  $\alpha$ -淀粉酶和麦芽糖酶将淀粉分解为\_\_\_\_\_进而吸收。
- (2) 水稻 N 蛋白调节胍酰质合成酶与胍酰质水解酶的表达（如下图），是对抗褐飞虱的有效策略。



褐飞虱取食水稻汁液时 I ~ IV 应分别为\_\_\_\_\_（选填选项前字母）。

- a. 促进      b. 抑制      c. 上升      d. 下降      e. 阻塞      f. 畅通

- (3) 根据文中信息，下列关于 B 蛋白在植物体内作用的叙述，正确的是\_\_\_\_\_。
- a. 将 B 基因转入抗虫水稻并持续表达，可提高转基因水稻抗虫性
- b. 水稻细胞中长期存在 B 蛋白可激发防御反应，利于植株生长
- c. B 蛋白在易感与抗虫水稻中引发的效应相同
- d. 抗褐飞虱水稻通过细胞自噬途径来清除 B 蛋白
- (4) 从稳态与平衡的角度，分析抗虫水稻精细调控进入体内的 B 蛋白以实现抗虫反应与生长发育之间平衡的机制\_\_\_\_\_。
- (5) 虽然水稻通过 N 蛋白可以对抗褐飞虱的侵害，但在水稻育种中单一应用此机制可能有失效的风险。请结合文中信息，推测存在这种风险的原因\_\_\_\_\_。

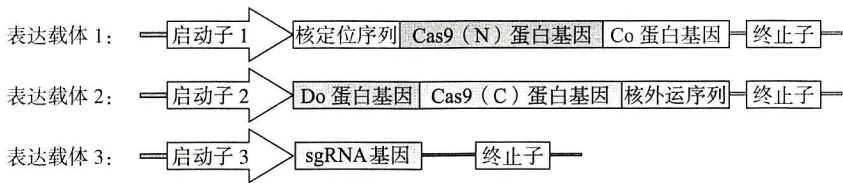




20. (12分)

为提高基因编辑的精准性，减少脱靶，科研人员尝试对基因编辑系统进行改造。

- (1) CRISPR-Cas9 是被普遍应用的基因编辑系统，由人工设计的 sgRNA 靶向目标基因，Cas9 蛋白在 sgRNA 引导下切割目标基因的双链 DNA，使其断裂，促使细胞启动自然的 DNA 修复过程，断口处可能产生碱基错配，从而使目标基因产生突变或缺失等。Cas9 蛋白与 sgRNA 所形成的复合物的功能与基因操作工具中\_\_\_\_\_的功能类似，但长期存在于细胞核中的 Cas9 蛋白也可能产生对非目标 DNA 的切割，从而造成脱靶。
- (2) 热纤梭菌中 Co 和 Do 蛋白能以高亲和力相互作用，形成复合物。科研人员将 Cas9 蛋白的 N 端和 C 端两个片段分别与 Co 和 Do 蛋白融合，构建 Cas9 (N) -Co 复合物和 Cas9 (C) -Do 复合物，这两个复合物在细胞中相遇时，Cas9 可恢复全酶活性。科研人员构建图 1 所示的表达载体，导入受体细胞。

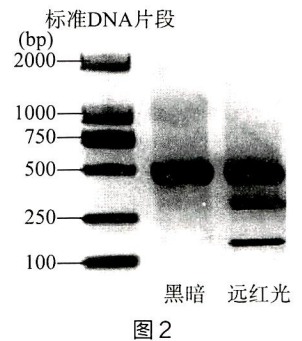


注：核定位序列和核外运序列分别引导蛋白质定位于细胞核和细胞质。

图 1

启动子 1 为远红光诱导型启动子，启动子 2 为持续表达启动子。据此分析，在没有远红光照射时，受体细胞中 Cas9 (N)、Cas9 (C) 和 Cas9 蛋白的存在状态及位置是\_\_\_\_\_。与持续表达 Cas9 全酶相比，上述方法的优势是\_\_\_\_\_。

- (3) 为检测上述基因编辑系统治疗肿瘤的效果，科研人员在小鼠皮下移植肿瘤制作荷瘤小鼠。将构建好的上述载体注射到荷瘤小鼠的肿瘤部位，实验组一段时间内定期用远红光照射荷瘤小鼠。



- ①检测本系统对目标基因 PLK (一种肿瘤标志基因，可促进细胞分裂) 的编辑效果。实验过程如下：提取不同组别小鼠肿瘤细胞的 DNA，PCR 扩增 PLK 基因片段，所得 PCR 产物热变性后降温复性。用 T 酶 (可识别含错配碱基的 DNA 并在错配处切割) 酶切复性后的 PCR 产物，电泳检测结果如图 2 所示。

据图 2 核酸电泳分离的 DNA 分子大小可知此系统对目标基因进行了编辑，理由是\_\_\_\_\_。

- ②实验组小鼠的肿瘤明显小于对照组，分析原因是\_\_\_\_\_。

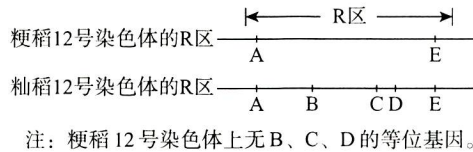
- (4) 科研人员希望利用本编辑系统对多个基因在不同时间进行可控编辑，思路是\_\_\_\_\_。



21. (12分)

粳稻和籼稻的杂交种具有产量高的优势，但杂交种的部分花粉不育。科研人员对花粉不育的遗传机理展开研究。

- (1) 将纯合粳稻和纯合籼稻杂交，获得  $F_1$ ， $F_1$  自交获得  $F_2$ 。统计发现， $F_2$  仅有粳-籼杂交种和籼稻，且二者比例接近 1:1。显微镜下观察发现两个亲本花粉均正常，但  $F_1$  产生的花粉中近一半的花粉粒形态异常（败育），可判断含有\_\_\_\_\_（选填“粳稻”或“籼稻”）染色体的花粉粒败育，使其基因无法传递给后代。
- (2) 经过精细定位，科研人员将导致花粉败育的基因定位于 12 号染色体上的 R 区（区域内的基因不发生交换）。粳稻和籼稻 R 区 DNA 片段上的基因如下图。



- ① 科研人员将  $F_1$  杂种植株中 A~E 基因分别单独敲除，得到 A、B、C、E 的单基因敲除植株，在显微镜下观察这些敲除植株的花粉粒形态。科研人员推测其中的 C 基因导致一半花粉败育，其他基因不影响花粉育性，支持这一推测的显微镜观察证据是\_\_\_\_\_。
- ②  $F_1$  杂种植株单独敲除 D 基因，其花粉均不育，C、D 基因双敲除植株花粉均可育。推测 C 基因编码的蛋白具有毒害作用，D 基因编码的蛋白可\_\_\_\_\_。
- ③ 为验证以上推测，科研人员将 D 基因转入  $F_1$ ，获得转入了单拷贝 D 基因的转基因植株 ( $T_0$ )。检测发现  $T_0$  中转入的 D 基因并未在 12 号染色体上。若  $T_0$  自交，仅检测 12 号染色体的 R 区，统计子代中分别与粳稻、粳-籼杂交种和籼稻 R 区相同的个体比例为\_\_\_\_\_，则支持上述推测。
- (3) 研究发现，C 基因编码的毒素靶向线粒体中的一种细胞色素氧化酶，导致毒害作用，这导致 C、D 基因的基因频率易于升高，形成基因驱动效应。请结合上述机制，解释基因驱动效应的形成原因\_\_\_\_\_。