2026 北京门头沟高三一模

生　　物

2026. 3

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卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将答题卡交回。

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。

1. 尖孢镰刀菌是一种土传病原真菌，可分泌相关致病蛋白引起瓜菜枯萎病。下列有关尖孢镰刀菌的叙述，错误的是（　　）

A. 具有细胞壁，可抵抗土壤机械压力并维持细胞形态

B. 具有细胞膜，能选择性地吸收环境中的营养物质

C. 没有细胞核，只能在拟核区完成 DNA 的复制和转录

D. 具有核糖体，能将氨基酸作为原料合成相关致病蛋白

2. 下列过程涉及酶催化作用的是（　　）

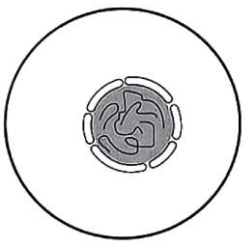
A. Fe^{3+}催化 H_2O_2 的分解

B. 水分子通过原生质层进出液泡

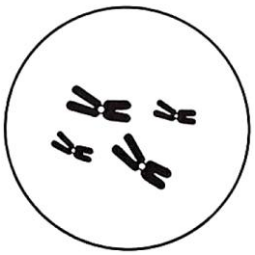
C. PCR 过程中 DNA 双链的解旋

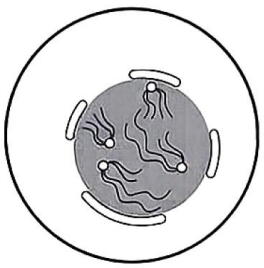
D. 植物体细胞杂交中细胞壁的去除

3. 某抗癌药物 W 通过抑制微管蛋白聚合，干扰细胞分裂过程中纺锤体的形成以及着丝粒的分裂，从而阻止癌细胞增殖。若用 W 处理体外培养的癌细胞，直至细胞处于分裂的同一阶段，此时观察细胞中染色体的形态及分布。下列示意图中，与观察到的结果最相似的是（　　）

A. 

B. 

C. 

D. 

4. 控制鸡黑羽（B）和麻羽（b）的基因位于常染色体，控制鸡胫白色（A）和黑色（a）的基因位于 Z 染色体。黑羽黑胫公鸡和黑羽白胫母鸡交配，产生的 F_1 中黑羽：麻羽＝3：1。F_1 中的黑羽个体随机交配得到 F_2。相关叙述错误的是（　　）

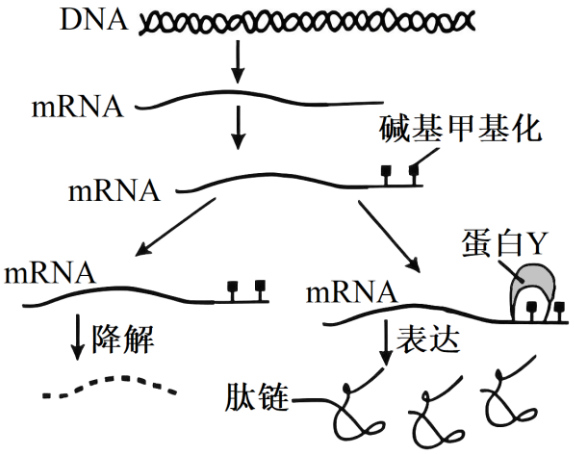
A. F_1的公鸡都为白胫，母鸡都为黑胫

B. F_1的基因型为 6 种，表现型为 4 种

C. F_2中黑羽个体所占的比例是 4/9

D. F_2中黑胫母鸡所占的比例是 1/4

5. 甲基化读取蛋白 Y 识别甲基化修饰的 mRNA，引起基因表达效应改变，具体过程如图所示。相关叙述正确的是（　　）



A. 发生甲基化的碱基位于脱氧核糖核苷酸链上

B. 碱基甲基化通过影响翻译过程调控基因表达

C. 蛋白 Y 可结合甲基化的 mRNA 促进其降解

D. 碱基的甲基化可能会导致碱基种类发生改变

6. 镰状细胞贫血是由等位基因 H、h 控制的遗传病。患者（hh）的红细胞只含异常血红蛋白，仅少数患者可存活到成年；正常人（HH）的红细胞只含正常血红蛋白；携带者（Hh）的红细胞含有正常和异常血红蛋白，并对疟疾有较强的抵抗力。相关叙述错误的是（　　）

A. 引起镰状细胞贫血的基因突变为有害突变

B. 疟疾流行区，基因 h 不会在进化历程中消失

C. 基因 h 通过控制血红蛋白的结构影响红细胞形态

D. 基因 h 的功能体现了一个基因可以影响多个性状

7. 内环境稳态对人体的健康至关重要。下列有关人体内环境稳态的调节过程错误的是（　　）

A. 血钠低时，醛固酮增加促进肾小管和集合管对 Na^+的重吸收，以维持血钠相对稳定

B. 进入炎热环境时，汗腺分泌汗液增加，汗液汽化时带走热量，以维持体温相对稳定

C. 饥饿时，胰岛素分泌量增加，促进肝糖原分解成葡萄糖，以维持血糖浓度相对稳定

D. 缺氧时，呼吸加深加快，机体从外界获取更多的氧，以维持血液中氧含量相对稳定

8. 某团队利用动物细胞融合技术制备抗蛇毒单克隆抗体，用于治疗毒蛇咬伤，效果良好。但注射后可能引

起部分病人皮肤潮红、呼吸困难等，严重者可致过敏性休克。相关叙述错误的是（　　）

A. 给病人注射抗蛇毒抗体使 B 细胞分化并产生针对蛇毒的特异性抗体

B. 抗蛇毒抗体能与蛇毒中的特定抗原结合，体现了抗体作用的特异性

C. 抗蛇毒抗体在病人体内结合蛇毒抗原后，可被免疫细胞吞噬并消化

D. 抗蛇毒抗体引起病人出现过敏反应是机体免疫防御功能过强的表现

9. 种子萌发受多种内外因素影响。相关叙述错误的是（　　）

A. 与休眠种子相比，萌发种子细胞内自由水比例升高，代谢增强

B. 种子萌发初期，呼吸作用增强，有机物总量减少，但种类增多

C. 根冠细胞感受重力信号，生长素分布不均，引起根的向地生长

D. 在红光促进莴苣种子萌发的过程中，红光为种子萌发提供能量

10. 某岛 1820～1935 年间绵羊种群数量变化如下图所示。1850 年后，由于放牧活动和对羊产品的市场需求，种群中大量中老年个体被捕杀，使其种群数量在 132 万～225 万头之间波动，以持续获得最大经济效益。相关叙述错误的是（　　）



A. 温度、食物等环境因子变化都可能影响种群数量

B. 年龄结构和性别比例会影响种群的出生率和死亡率

C. 该绵羊种群数量的增长方式为“S”形增长

D. 1850 年后，种群数量波动的主要原因是捕杀

11. 过渡带是两个或多个群落之间的过渡区域。大兴安岭森林与呼伦贝尔草原的过渡带中，森林和草原镶嵌分布，该区域环境较两个群落的内部核心区域更为异质多样。相关叙述错误的是（　　）

A. 过渡带环境复杂，通过协同进化形成了适应该环境特征的物种组合

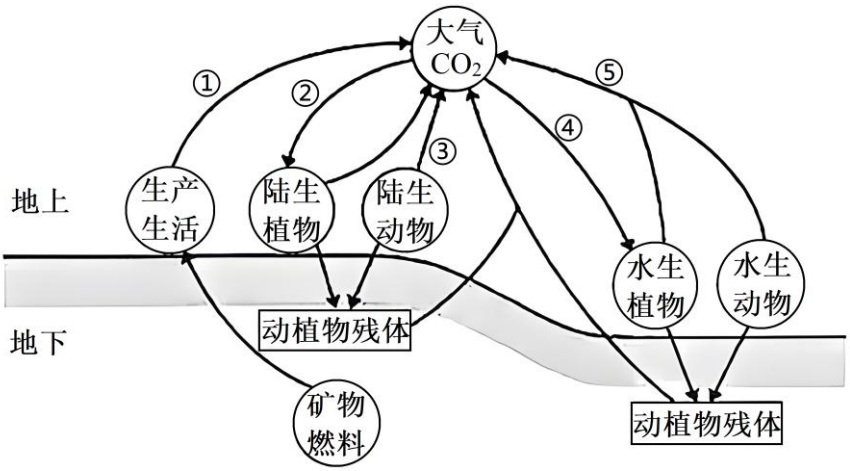
B. 与森林和草原核心区域相比，过渡带具有不同的群落水平结构特征

C. 过渡带属于群落间的交错区域，其物种丰富度高于草原和森林群落

D. 过渡带的环境异质多样，能满足森林和草原中所有物种的生存需求

12. 如图所示为生态系统的碳循环路径，“碳中和”是指 CO_2 的净排放量为零，从而实现大气碳循环的动态

平衡。相关叙述错误的是（　　）



A. 碳在生物群落与非生物环境之间主要以 CO_2 的形式循环

B. 路径②、④是指植物吸收 CO_2 合成含碳有机物的过程

C. 提高非化石能源占比能减少路径①的释放，有利于实现“碳中和”

D. 减少路径③、⑤的释放，增加路径②的吸收，有利于实现“碳中和”

13. 豆瓣酱是我国地方特色调味品，生产豆瓣酱时要将蚕豆瓣制作成豆瓣曲，再添加调料进一步发酵，下列说法错误的是（　　）

蚕豆瓣 $\xrightarrow[\text{沥干水分、冷却}]{\text{沸水漂浸3min、}}$ 蚕豆与面粉混合物 $\xrightarrow[\text{12h翻拌一次}]{\text{接种菌种，盖上纱布，保温2-3天}}$ 豆瓣曲

A. 沸水浸泡能杀死蚕豆细胞，减少有机物消耗

B. 面粉可为菌种的快速繁殖和生长提供营养

C. 菌种中含有产蛋白酶和淀粉酶的微生物

D. 豆瓣酱的制备主要是利用厌氧微生物发酵

14. 诱导多能干细胞（iPSCs）在生物医药领域有广阔的应用前景。研究人员利用多种小分子化合物协同诱导小鼠胎儿成纤维细胞，成功获得 iPSCs。相关叙述错误的是（　　）

A. 利用胰蛋白酶处理小鼠胎儿某些组织可获得分散的成纤维细胞

B. 小分子化合物改变了小鼠胎儿成纤维细胞的基因表达

C. 小鼠胎儿成纤维细胞形成 iPSCs 的过程属于细胞分化

D. 培养小鼠胎儿成纤维细胞和 iPSCs 时需提供一定浓度的 CO_2

15. 下列关于生物科学史中经典实验对应的实验设计，叙述错误的是（　　）

选项	经典实验	实验设计

A	恩格尔曼探究光合作用的条件和场所	选择水绵为实验材料，利用需氧细菌指示氧气释放的场所
B	艾弗里证明 DNA 是遗传物质	提取 S 型菌的糖类、DNA 和蛋白质等物质，分别加入有 R 型活细菌的培养基中，观察是否出现 S 型活细菌
C	梅塞尔森和斯塔尔证明 DNA 的半保留复制	选择大肠杆菌为实验材料，应用同位素标记技术进行探究
D	达尔文父子探究胚芽鞘的向光性	用锡箔罩遮住胚芽鞘尖端或尖端下部，在单侧光下观察胚芽鞘的生长弯曲情况

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 椎间盘衰老和退变的核心病理过程是线粒体异常引发的髓核细胞凋亡，科研人员对其机制进行研究。

（1）线粒体是细胞进行_____的主要场所，髓核细胞的线粒体功能障碍会导致_____合成减少，细胞能量供应不足，最终引发细胞凋亡。

（2）研究人员建立髓核细胞退变模型（模型组，模拟细胞凋亡过程），检测髓核细胞中促进线粒体分裂和融合相关蛋白的表达量（图 1、图 2）。结果表明，退变的髓核细胞中线粒体_____。

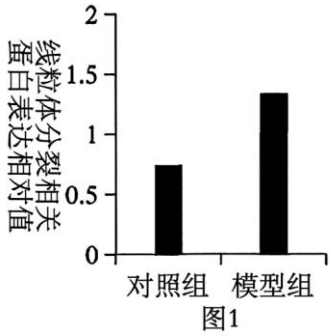


图1

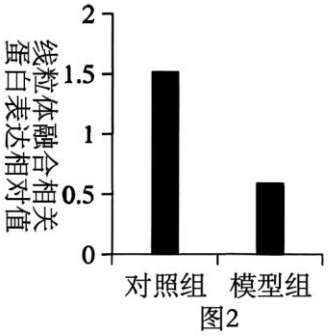


图2

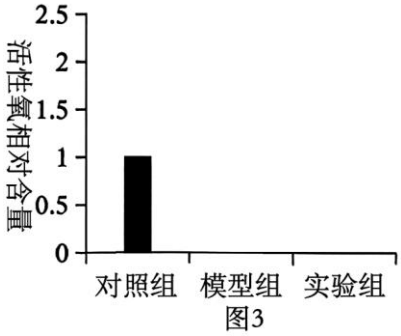


图3

（3）已有研究发现，线粒体中的去乙酰化酶 3（Sirt3）在线粒体执行正常功能过程中起着重要作用。研究者在模型组细胞中过表达 Sirt3 基因（实验组），开展相关研究。

①实验证明 Sirt3 可缓解退变髓核细胞中的线粒体功能障碍，请在图 3 中补充绘出能证明上述结论的结果。（注：活性氧水平高低和线粒体损伤程度成正相关）_____

②蛋白激酶（AMPK）可通过影响线粒体动力相关蛋白（Drp1）的活性维持线粒体分裂和融合的动态平衡。研究人员进一步检测各组细胞中相关蛋白含量（图 4）。据此说明，Sirt3 通过_____保证线粒体正常

分裂和融合。

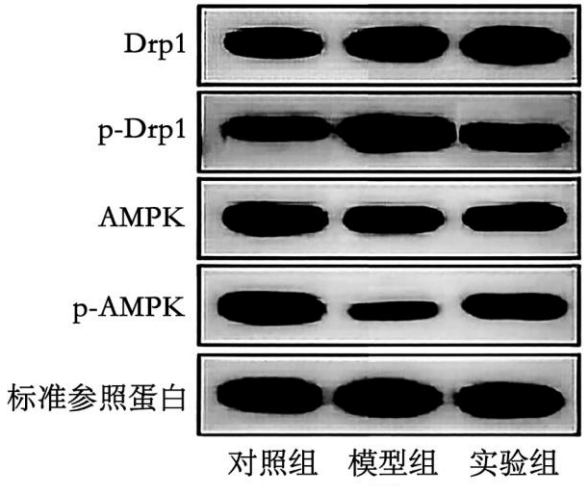


图4

注：p 为磷酸化，磷酸化蛋白才有活性

③研究者进一步在实验组细胞中加入 AMPK 特异性抑制剂，检测发现细胞活性氧相对含量与模型组基本相同。该实验的目的是_____。

（4）结合本研究，提出一个延缓椎间盘退变的潜在治疗思路_____。

17. 寄生蜂是一类依赖宿主营养完成发育的寄生性昆虫。研究发现，日本灰腹茧蜂（Aj）和果蝇蛹金小蜂（Ld）有共同宿主——黑腹果蝇幼虫，研究人员对相关机制进行探究。

（1）Aj、Ld 和黑腹果蝇幼虫，均属于生态系统组成成分中的_____。

（2）研究者检测了两种蜂在无竞争情况下的寄生成功率（图 1）。行为观察显示在 2 龄宿主中 Aj 搜索宿主所需时长约为 Ld 的 3 倍。综合以上信息可知，在 2 龄宿主中 Aj 和 Ld 都能有效寄生，但_____从而能更快完成寄生；_____在 2 龄和 3 龄宿主中的寄生成功率无显著差异。

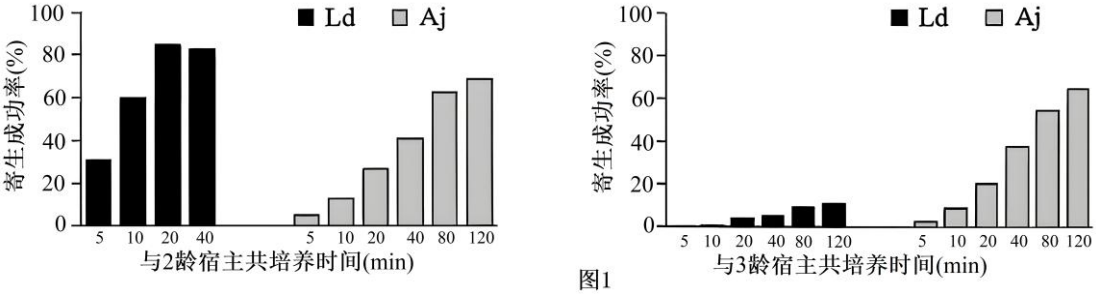


图1

（3）研究者还检测了竞争环境下两种蜂的寄生成功率（图 2）。

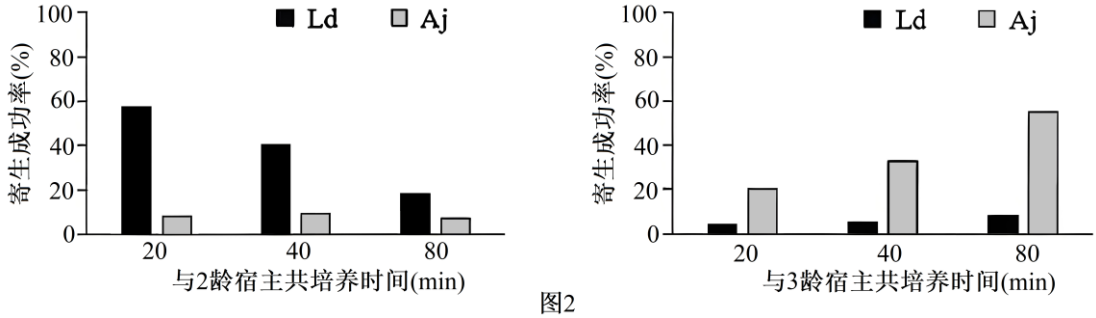


图2

①结合图 2 实验结果，Aj 和 Ld 通过_____实现对同种宿主的利用。

②若自然环境中某时期 3 龄宿主数量减少，预测两种蜂的种群数量可能会出现的变化，并说明理由_____。

（4）成虫盘细胞是幼虫体内未分化的细胞团，将来发育为成虫的主要外部器官。研究发现，Aj 所释放毒液中的 V 蛋白能导致宿主成虫盘细胞凋亡，而不影响宿主其他细胞。请从适应的角度分析 Aj 通过 V 蛋白特异性攻击宿主成虫盘细胞的意义_____。

18. 学习以下材料，回答（1）～（4）题。

水稻根对逆境的适应

水稻是全世界一半以上人口的主粮，但其生长环境常面临挑战——尤其是水淹导致的缺氧和土壤中的铁离子过量。为应对这些逆境，水稻根系进化出两种独特的适应性结构：通气组织和铁膜。通气组织如同“通风管道”，能将氧气从地上部分输送至根部，保证根系正常呼吸。铁膜是由根系释放的氧气氧化土壤中过量的亚铁离子形成，能阻止过量铁进入根系，是水稻抵抗铁毒害的重要屏障。长期以来，科学家普遍认为这两者紧密关联：通气组织输送氧气，氧气氧化亚铁离子形成铁膜。然而，二者之间的分子调控机制始终不明。

研究团队发现一个罕见的水稻突变体 a，该突变体在水淹条件下，根系既不能形成通气组织，也不能形成铁膜。通过遗传定位，研究人员将目标初步锁定在 OsPSY2 基因上。该基因编码八氢番茄红素合成酶，是类胡萝卜素合成途径的关键酶。而类胡萝卜素不仅是植物重要的色素，还是独脚金内酯（SL）和脱落酸（ABA）的共同合成前体。

研究人员进一步通过基因编辑技术构建了 OsPSY2 基因敲除突变体，研究人员用外源激素处理突变体，结果如下：施加 SL 后，突变体的通气组织形成得到恢复，但铁膜沉积仍缺失；施加 ABA 后，突变体的铁膜沉积得到恢复，但通气组织形成仍缺失。

这项研究首次从分子层面揭示了水稻根系两种适应性结构的形成机制，也为作物育种带来了启示。

（1）SL 和 ABA 是两种植物激素， 对植物生命活动起_____作用。与动物激素类似，植物激素的作用也具有_____的特点。

（2）科研人员构建 OsPSY2 基因敲除突变体并开展相关实验的目的是_____。

（3）根据文中信息，“通气组织是形成铁膜的前提”这一观点是否正确？_____（填“正确”或

“不正确”）。以下实验结果中最能直接证明这一判断的是_____。

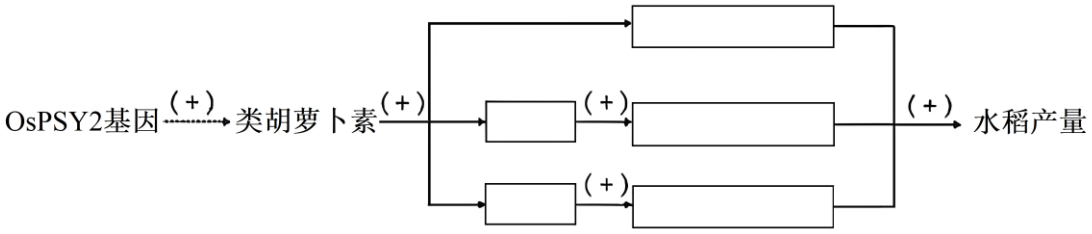
A．突变体 a 既不能形成通气组织，也不能形成铁膜

B．OsPSY2 敲除突变体根系中类胡萝卜素、SL 和 ABA 的水平均显著降低

C．OsPSY2 敲除突变体施加 SL 后，通气组织形成得到恢复，但铁膜沉积仍缺失

D．OsPSY2 敲除突变体施加 ABA 后，铁膜沉积得到恢复，但通气组织形成仍缺失

（4）研究人员拟通过上调 OsPSY2 基因的表达来提高水稻产量。结合材料信息及所学知识，在下图中完善这一增产策略的生物学原理_____。

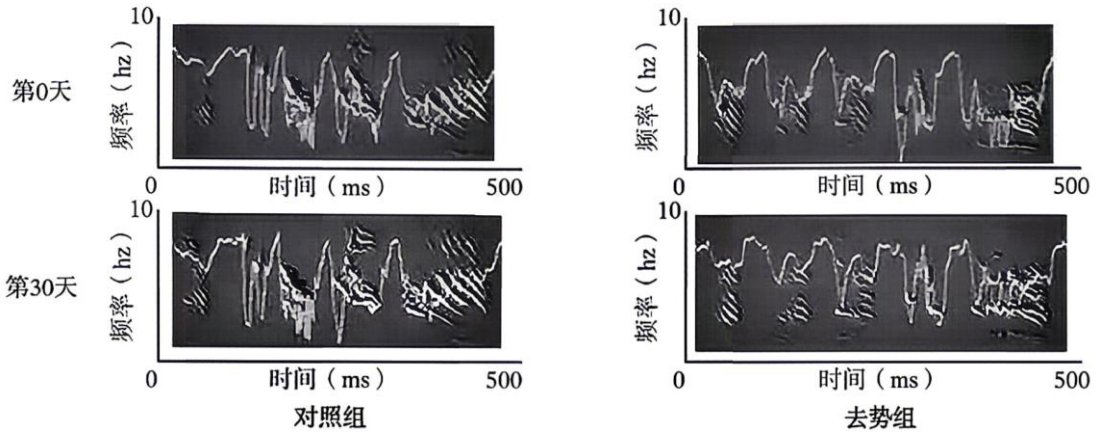


注：“+”表示促进

19. 鸣禽的鸣唱是一种习得性行为，斑胸草雀雄鸟善于鸣唱，雌鸟很少鸣唱，鸟类学家研究了雄激素对斑胸草雀鸣唱的影响。

（1）鸣禽睾丸产生的雄激素经_____运输，通过_____方式进入细胞，与细胞内的雄激素受体结合，进而调控基因表达。目前已发现鸣禽脑内鸣唱控制系统相关的神经元存在雄激素受体，这为“雄激素能够调节鸣唱行为”的假说提供了_____（填“结构”或“功能”）层面的证据。

（2）研究者将成年雄性斑胸草雀摘除双侧睾丸（去势），于第 0 天、30 天记录鸣曲频率（如图）。研究者认为雄激素可提高雄性斑胸草雀的鸣曲稳定性，依据是_____。



（3）研究发现，鸣禽脑内存在多条与鸣唱相关的神经通路。其中，去势后通路甲的 L 脑区神经元的动作电位发放频率显著增加，兴奋性增强。研究者通过实验证明“雄激素能通过通路甲的 L 脑区神经元调节鸣曲稳定性”，请在下表中补充实验设计和支持结论的实验结果。

组	实验处理	实验结果

别		
①	健康成年雄性斑胸草雀	②鸣曲稳定性基本与①相同，③鸣曲稳定性比①低，B___
②	健康成年雄性斑胸草雀，_A___	
③	健康成年雄性斑胸草雀，摘除双侧睾丸	
④	健康成年雄性斑胸草雀，摘除双侧睾丸，A___	

（4）在上述研究的基础上，提出一个可进一步探究的科学问题_____。

20. 枯草芽孢杆菌在营养不足、环境恶劣等条件下会形成抗逆性强的芽孢，环境适宜时，芽孢恢复活性。我国科学家通过将芽孢包埋在可降解塑料 PCL 中，制备出能在特定条件下加速降解的“活塑料”（制备原理如图 1），以期用于食品、日用品等包装。

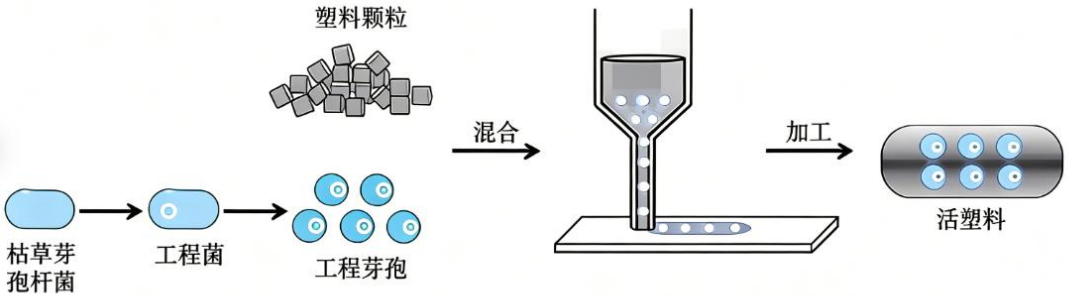


图 1

（1）为获得用于制备“活塑料”的芽孢，需先在培养基中培养枯草芽孢杆菌。培养基中应提供_____（答出两种）以及水和无机盐等营养物质，全程保证_____操作。

（2）研究者构建图 2 所示的基因表达载体转入枯草芽孢杆菌，获得只有在木糖存在时才能大量表达并分泌脂肪酶（塑料降解酶）的工程菌。请从以下选项中选择合适的启动子和基因，将所选序号填入相应位置_____。

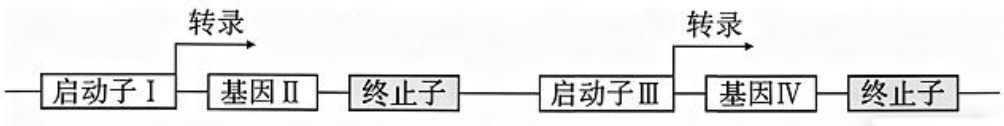


图 2

启动子：①芽孢杆菌内源启动子②T7 启动子（只被 T7RNA 聚合酶识别）③木糖诱导型启动子

基因：

A．脂肪酶基因　　B．脂肪酶基因+分泌信号肽基因

C．T7RNA 聚合酶基因　　D．木糖合成酶基因

（注：分泌信号肽能引导蛋白质分泌到细胞外）

（3）研究者将上述表达载体转入用_____处理过的枯草芽孢杆菌中，筛选得到转化成功的工程菌。再利用重金属刺激工程菌形成工程芽孢，进一步制备出活塑料。

（4）活塑料能实现“在日常使用时不降解、需要回收时启动降解”的目标。活塑料使用完回收后快速降解所需的条件是_____。

（5）为保证该技术在实际应用中的安全性，在选取工程菌株时，还需要考虑的是_____。

A. 对人体和动植物无致病性

B. 在完成降解任务后种群会自然衰退

C. 在自然环境中具备较强的生存和扩散能力

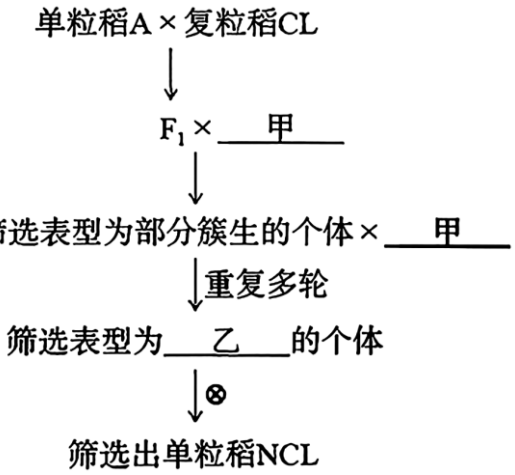
D. 所携带的外源基因不易转移至自然环境

21. 普通水稻（单粒稻）每个小穗只结一粒种子，复粒稻（CL）通常三粒种子簇生在一起，每穗籽粒数量明显增多，有重要的育种价值。我国科学家揭示了复粒稻籽粒簇生的遗传与分子机制。

（1）将单粒稻品种 A 与复粒稻 CL 杂交，F_1均表现为部分簇生（部分小穗呈现簇生，其余仍为单粒）。F_1自交，子代性状分离比为_____。由此推测，水稻籽粒的单粒与复粒性状由一对等位基因控制，且复粒性状属于_____（填“完全”或“不完全”）显性。

（2）研究人员采用如图所示育种方案，获得了与 CL 遗传背景高度一致但籽粒簇生性状不同的单粒稻品系 NCL。

①选择育种材料补充下图所示育种方案_____。



②通过比较 CL 与 NCL，发现除籽粒数量外，二者在籽粒大小、重量及品质等性状上均无显著差异，从而明确了复粒性状在增产育种中的应用潜力。研究者未选择 A 与 CL 比较的原因是 A 与 CL 的_____。

（3）研究者进一步确定了控制复粒性状的基因 B。B 基因编码一种可催化油菜素甾醇（BR，一种植物激素）降解的酶。研究者通过系列实验得出结论：在复粒稻的稻穗分生组织中，B 基因表达并导致 BR 降

解，从而导致稻穗籽粒簇生。

①为得出上述结论，研究人员必须开展的实验有_____。

A．检测 CL 与 NCL 的稻穗分生组织中的 B 基因表达量

B．检测 CL 与 NCL 的稻穗分生组织中的 BR 含量

C．敲除 CL 中的 B 基因，检测其稻穗籽粒数

D．在 NCL 稻穗发育过程中施加 BR，检测其稻穗籽粒数

②基因组测序发现，所有单、复粒稻的 B 基因启动子及编码区序列完全一致。进一步分析显示，所有复粒稻的 B 基因启动子上游均存在染色体插入、倒位或缺失，而在所有单粒稻中均未发现此类变异。综合上述研究，复粒稻的稻穗分生组织中 BR 降解的原因是_____。

（4）研究表明，BR 合成或信号传导缺陷的植株常表现为矮化、小籽粒。但 CL 植株高度和籽粒大小均正常，仅在穗部表现籽粒簇生。综合上述信息，尝试对此现象进行解释。

参考答案

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。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
答案	C	D	C	C	B	A	C	A	D	C	D	D	D	C	B

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 【答案】（1） ①. 有氧呼吸 ②. ATP（腺苷三磷酸）

（2）分裂增强，融合减弱

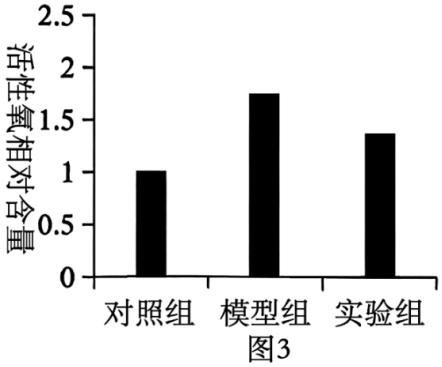
（3） ①. 

图3 ②. 激活 AMPK 并抑制 Drp1 的活性 ③. 验证 Sirt3 是否依赖 AMPK 发挥作用

（4）开发能激活 Sirt3 的表达的药物或能激活 AMPK/Drp1 信号通路的药物

【小问 1 详解】

线粒体是有氧呼吸的主要场所，细胞生命活动所需大部分能量来自线粒体，有氧呼吸的产物是 ATP，直接为细胞供能，因此线粒体功能障碍会导致 ATP 合成减少，能量供应不足。

【小问 2 详解】

考察图表分析：由图 1 可知，退变模型组线粒体分裂相关蛋白表达量高于对照组；图 2 显示模型组融合相关蛋白表达量低于对照组，说明退变细胞中线粒体分裂增强、融合减弱，分裂融合的动态平衡被打破。

【小问 3 详解】

① 已知活性氧水平和线粒体损伤程度正相关，Sirt3 可缓解线粒体功能障碍，因此活性氧含量：模型组（损伤大）>实验组（缓解）>对照组（正常），据此即可画出柱形，

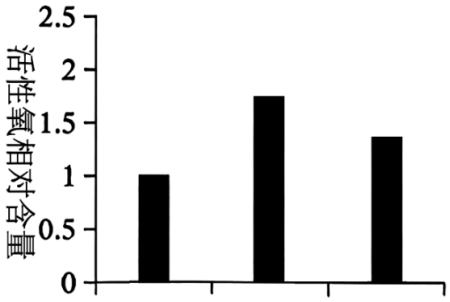


图3

② 由图 4 可知，三组总 Drp1、总 AMPK 含量相近，仅磷酸化（活化型）p-AMPK：模型组<实验组≈对照组，说明 Sirt3 可促进 AMPK 磷酸化提高其活性，进而抑制 Drp1 活性，维持线粒体分裂融合平衡。

③ 在实验组加入 AMPK 抑制剂后，效果和模型组一致，说明阻断 AMPK 后 Sirt3 无法发挥作用，该实验目的是验证 Sirt3 的作用依赖 AMPK 通路保证线粒体正常分裂和融合。。

【小问 4 详解】

根据研究机制，可通过提高 Sirt3 表达/活性的药物，或激活下游 AMPK/Drp1 信号通路的药物，恢复线粒体分裂融合平衡，从而延缓椎间盘退变。

17. 【答案】（1）消费者　　（2）　　①. Ld 搜索宿主所需时间更短　　②. Aj

（3）　　①. 寄生不同龄期的宿主　　②. 两种蜂种群数量均下降，理由是：3 龄宿主数量减少导致 Aj 因宿主不足种群数量下降，Ld 因 Aj 与其争夺 2 龄宿主，竞争加剧，种群数量下降。

（4）

延迟宿主发育，为蜂幼虫争取更长的取食和发育时间，特异性攻击成虫盘而非其他组织，避免宿主过早死亡导致资源中断，从而有利于 Aj 种群的延续

【小问 1 详解】

生态系统的组成成分包括生产者、消费者和分解者。寄生蜂依赖宿主营养完成发育，黑腹果蝇幼虫是寄生蜂的宿主，所以 Aj、Ld 和黑腹果蝇幼虫均属于生态系统组成成分中的消费者。

【小问 2 详解】

根据“行为观察显示在 2 龄宿主中 Aj 搜索宿主所需时长约为 Ld 的 3 倍”以及图 1 中无竞争情况下两种蜂在 2 龄宿主的寄生成功率相关信息，可知在 2 龄宿主中 Aj 和 Ld 都能有效寄生，但 Ld 搜索宿主所需时间更短，从而能更快完成寄生；从图 1 中两种蜂在 2 龄和 3 龄宿主的寄生成功率数据来看，Aj 在 2 龄和 3 龄宿主中的寄生成功率无显著差异。

【小问 3 详解】

①结合图 2 竞争环境下两种蜂的寄生成功率实验结果，Aj 和 Ld 通过寄生不同龄期的宿主实现对同种宿主的利用。

②若自然环境中某时期 3 龄宿主数量减少，两种蜂种群数量均下降，理由是：3 龄宿主数量减少导致 Aj 因宿主不足种群数量下降，Ld 因 Aj 与其争夺 2 龄宿主，竞争加剧，种群数量下降。

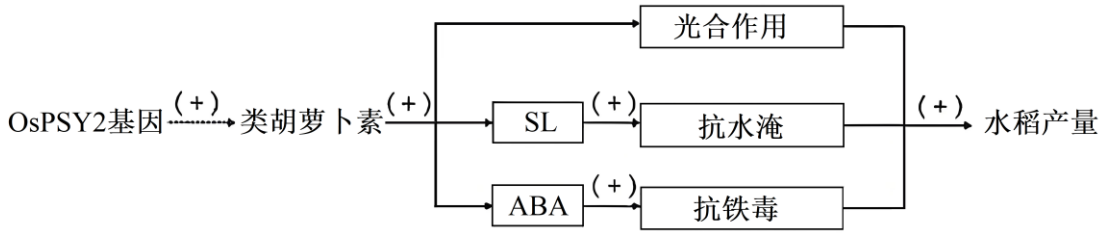
【小问 4 详解】

Aj 通过 V 蛋白特异性攻击宿主成虫盘细胞的意义是延迟宿主发育，为蜂幼虫争取更长的取食和发育时间，特异性攻击成虫盘而非其他组织，避免宿主过早死亡导致资源中断，从而有利于 Aj 种群的延续。

18. 【答案】（1） ①. 调节 ②. 微量高效

（2）探究 OsPSY2 基因在通气组织和铁膜形成中的功能

（3） ①. 不正确 ②. D

（4）

注：“+”表示促进

【小问 1 详解】

植物激素是由植物体内产生，能从产生部位运送到作用部位，对植物的生长发育有显著影响的微量有机物。SL 和 ABA 是两种植物激素，对植物生命活动起调节作用。与动物激素类似，植物激素的作用也具有微量高效的特点。

【小问 2 详解】

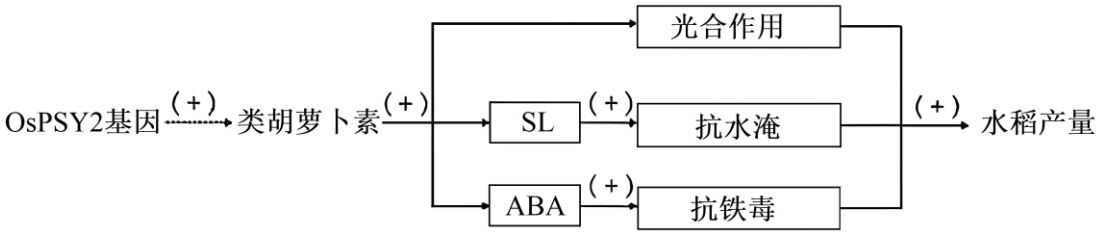
分析题意可知，水稻突变体 a 在水淹条件下，根系既不能形成通气组织，也不能形成铁膜，研究人员将目标初步锁定在 OsPSY2 基因上。科研人员构建 OsPSY2 基因敲除突变体并开展相关实验是探究 OsPSY2 基因在通气组织和铁膜形成中的功能。

【小问 3 详解】

OsPSY2 基因敲除突变体施加 SL 后，突变体的通气组织形成得到恢复，但铁膜沉积仍缺失，说明“通气组织不是形成铁膜的前提”，故“通气组织是形成铁膜的前提”这一观点是不正确的。

【小问 4 详解】

分析题意可知，OsPSY2 基因编码八氢番茄红素合成酶，是类胡萝卜素合成途径的关键酶，而类胡萝卜素不仅是植物重要的色素，还是独脚金内酯（SL）和脱落酸（ABA）的共同合成前体。上调 OsPSY2 基因的表达，促进类胡萝卜素含量增加，使得独脚金内酯（SL）和脱落酸（ABA）的含量增加，SL 促进通气组织形成，ABA 促进铁膜沉积形成，通气组织保证根系正常呼吸，铁膜能防止铁毒害，二者共同促进水稻生长，提高水稻产量。



注：“+”表示促进

19. 【答案】（1） ①. 体液（血液） ②. 自由扩散 ③. 结构

（2）与第 0 天相比，去势组第 30 天鸣曲频率波动更大，稳定性明显降低；对照组（未去势）第 30 天鸣曲稳定性与第 0 天相比无明显差异

（3） ①. ④鸣曲稳定性与①相近 ②. 仅做假手术（不摘除双侧睾丸） ③. 补充适量雄激素

（4）雄激素是通过直接作用于通路甲的 L 脑区神经元来调节鸣曲稳定性吗

【小问 1 详解】

激素分泌后通过体液（血液循环）运输全身；雄激素属于固醇类脂质，可通过自由扩散穿过细胞膜进入细胞。鸣唱控制相关神经元存在雄激素受体，这是雄激素发挥作用的结构基础，因此属于结构层面的证据。

【小问 2 详解】

从题图可知：未去势（雄激素正常）的对照组，第 30 天的鸣曲频率模式和第 0 天基本一致，稳定性无明显变化；而去势（雄激素缺失）组，第 30 天的鸣曲频率相比第 0 天波动显著变大，稳定性明显降低，该结果支持“雄激素可提高雄性斑胸草雀的鸣曲稳定性”的结论。

【小问 3 详解】

该实验自变量是是否摘除双侧睾丸，因变量是鸣曲稳定性变化，其余变量为无关变量。A②：仅进行假手术（不摘除双侧睾丸） 作用：排除手术操作本身对实验结果的干扰，证明是 “摘除睾丸（雄激素来源）” 而非手术创伤导致鸣曲稳定性下降，保证实验的单一变量。 A③：补充适量（生理水平）雄激素 作用：在摘除睾丸（内源雄激素缺失）的基础上，外源补充雄激素，验证雄激素对鸣曲稳定性的恢复作用，形成完整的 “有无 - 补充” 对照。 B①：④组鸣曲稳定性恢复至与①组相当（或显著高于③组） 作用：直接支持结论：雄激素缺失（③组）导致鸣曲稳定性降低，补充雄激素（④组）可逆转该效应，证明雄激素通过通路甲的 L 脑区神经元调节鸣曲稳定性。

【小问 4 详解】

可在现有研究基础上，从作用机制、性别差异、剂量效应等角度提出合理的探究问题，例如雄激素是通过直接作用于通路甲的 L 脑区神经元来调节鸣曲稳定性吗。

20. 【答案】（1） ①. 碳源、氮源 ②. 无菌

（2）启动子 I：③（木糖诱导型启动子），基因II：C（T7RNA 聚合酶基因）；启动子III：②（T7 启动子），基因IV：B（脂肪酶基因+分泌信号肽基因）

（3）$CaCl_2$（或 Ca^{2+}）

（4）添加木糖；提供适宜环境条件　　（5）ABD

【小问 1 详解】

微生物的培养基一般都含有水、碳源、氮源和无机盐。为获得用于制备“活塑料”的芽孢，需先在培养基中培养枯草芽孢杆菌，所以培养基中应提供碳源、氮源以及水和无机盐等营养物质。在微生物培养过程中，为防止杂菌污染，全程要保证无菌操作。

【小问 2 详解】

要实现 “木糖存在才大量表达”，必须用木糖诱导型启动子（③） 来控制脂肪酶的表达。同时，脂肪酶需要分泌到胞外，因此对应的基因必须是脂肪酶基因+分泌信号肽基因（B）。T7 启动子（②）只能被 T7 RNA 聚合酶识别，因此需要一个 “开关” 来控制 T7 RNA 聚合酶的表达。用木糖诱导型启动子（③）控制 T7 RNA 聚合酶基因（C）：木糖存在时，启动子③激活，表达 T7 RNA 聚合酶；用 T7 启动子（②）控制脂肪酶 + 分泌信号肽基因（B）：T7RNA 聚合酶大量表达后，会特异性识别 T7 启动子，启动下游脂肪酶基因的高强度转录，实现 “大量表达” 的效果。因此启动子I（③木糖诱导型启动子）→基因II（C T7 RNA 聚合酶基因）、启动子III（②T7 启动子）→基因IV（B 脂肪酶基因+分泌信号肽基因）。

【小问 3 详解】

将基因表达载体导入微生物细胞时，常用 $CaCl_2$（Ca^{2+}）处理枯草芽孢杆菌，使其成为感受态细胞，便于吸收外源 DNA。

【小问 4 详解】

由于该“活塑料”是将芽孢包埋在可降解塑料 PCL 中，制备出能在特定条件下加速降解的塑料，所以该塑料使用后回收后快速降解所需的条件是：添加木糖（作为诱导剂，激活木糖诱导型启动子，启动脂肪酶基因表达）；提供适宜环境条件（包括水分、温度、pH、营养物质等，促使芽孢萌发为活性工程菌，进而分泌脂肪酶降解 PCL）。

【小问 5 详解】

A、为保证技术在实际应用中的安全性，工程菌株需对人体和动植物无致病性，这样可以避免对生物造成危害，A 正确；

B、工程菌株在完成降解任务后种群会自然衰退，能防止其在环境中过度繁殖带来不良影响，保障安全性，B 正确；

C、工程菌株在自然环境中不应具备较强的生存和扩散能力，否则可能会扩散到不该去的环境中造成生态问题，C 错误；

D、所携带的外源基因不易转移至自然环境，可防止基因污染等安全隐患，D 正确。

21. 【答案】（1）　①. 单粒:部分簇生:复粒=1:2:1　②. 不完全

（2） ①. 甲：复粒稻 CL 乙：部分簇生 ②. 遗传背景差异较大

（3） ①. ABC ②. B 基因启动子上游的染色体变异促进了复粒稻中 B 基因的表达

（4）控制簇生性状的 B 基因仅在复粒稻的稻穗分生组织中特异性表达，导致该部位 BR 降解，从而引起籽粒簇生；而其他组织中 B 基因表达量低，BR 水平正常，因此不会出现矮化和小籽粒等全身性表型

【小问 1 详解】

将单粒稻品种 A 与复粒稻 CL 杂交，F_1均表现为部分簇生（部分小穗呈现簇生，其余仍为单粒），即不完全显性，且只受一对等位基因控制，F_1自交，假设 F_1 用 Aa 表示，等位基因分离，进入不同的配子，子代为 1AA、2Aa、1aa，子代性状分离比为单粒:部分簇生:复粒=1:2:1；复粒性状属于不完全显性，即杂合子的表型介于单粒和复粒之间。

【小问 2 详解】

①要想得到单粒稻品系 NCL，可不断与复粒稻 CL 杂交，最终得到与 CL 遗传背景高度一致的品种，因此甲为复粒稻 CL；根据最终的单粒稻品系 NCL，筛选的表型为部分簇生的单粒水稻，乙为部分簇生。

②A 为单粒稻，A（单粒稻）与 CL 的遗传背景差异较大，选择 A 与 CL 比较的意义不大。

【小问 3 详解】

①A、检测 CL 与 NCL 的稻穗分生组织中的 B 基因表达量，可明确是由于 B 基因表达导致复粒性状的产生，A 正确；

B、检测 CL 与 NCL 的稻穗分生组织中的 BR 含量，可比较 B 基因表达的结果是使 BR 减少，即降解 BR 的作用，B 正确；

C、敲除 CL 中的 B 基因，检测其稻穗籽粒数，不会出现复粒，从而证明控制复粒性状的基因为基因 B，C 正确；

D、BR 是一种植物激素，由植物产生，本实验的目的为证明 B 基因表达并导致 BR 降解，无需添加 BR，D 错误。

②启动子是 RNA 聚合酶识别并结合的部位，开启基因的转录，B 基因启动子上游的染色体变异促进了复粒稻中 B 基因的表达，导致 BR 降解。

【小问 4 详解】

CL 植株高度和籽粒大小均正常，是因为控制簇生性状的 B 基因仅在复粒稻的稻穗分生组织中特异性表达，导致该部位 BR 降解，从而引起穗部表现籽粒簇生；而其他组织中 B 基因表达量低，BR 水平正常，因此不会出现矮化和小籽粒等全身性表型。