2022 北京房山高三二模

生　　物

1. 下列关于生物体中有机物的叙述，正确的是（　）

A. 蛋白质是生物体内重要的贮能物质

B. DNA 是人体主要的遗传物质

C. 胆固醇不是人体所必需的物质

D. ATP 是生命活动所需能量的直接来源

2. 细胞膜塑形蛋白促进囊泡形成的机制揭示，为了将细胞内的废物清除，细胞膜塑形蛋白会促进囊泡（分子垃圾袋）形成。将细胞受损的蛋白质运到“回收利用工厂”，降解废物，使“组件”被重新利用。下列相关叙述中错误的是（　）

A. 囊泡的形成主要与细胞器中心体有关

B. 细胞膜塑形蛋白的形成与核糖体有关

C. “分子垃圾袋”主要由磷脂和蛋白质构成，具有流动性

D. “回收利用工厂”可能是溶酶体，“组件”可能是氨基酸

3. 为探究生活在多盐环境中的泌盐植物的泌盐方式为主动或被动运输，设计了甲（实验组）、乙（对照组）两组实验，一段时间后测定植物泌盐量。下列叙述错误的是（　）

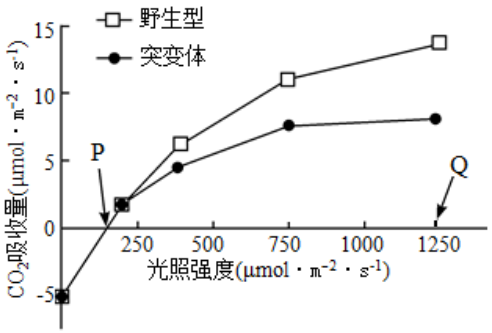
A. 甲、乙两组应选择生长状况相似的植物为实验材料

B. 乙组叶肉细胞正常呼吸，甲组施用细胞呼吸抑制剂

C. 若测得甲、乙泌盐量相同，则泌盐方式为自由扩散

D. 若测得甲组植物的泌盐量小于乙组，则泌盐方式为主动运输

4. 研究者测定了野生型和气孔发育不良突变体拟南芥在不同光强下 CO_2，吸收速率，结果如图所示。下列叙述不正确的是（　）



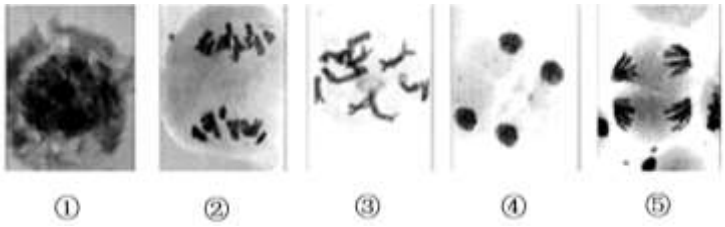
A. 无光照时突变体呼吸速率与野生型基本相同

B. 野生型和突变体均在光强为 P 时开始进行光合作用

C. 光强度大于 250μmol·m^{-2}·s^{-1} 时，单位时间内突变体有机物的积累量小于野生型

D. 光强为 Q 时，二者光合速率的差异可能主要是由于二氧化碳浓度引起的

5. ①~⑤是二倍体百合（2n=24）减数分裂不同时期图像。下列说法不正确的是（　）



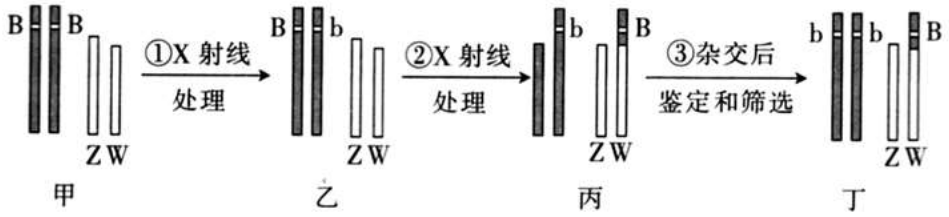
A. 图像排列顺序应为①③②⑤④

B. 图像②细胞的特点是同源染色体正在分离

C. 用根尖分生区的细胞可以观察到上述图像

D. 装片制备需要经过解离→漂洗→染色→制片等步骤

6. 雄蚕比雌蚕的吐丝量高且蚕丝质量好，但雌雄鉴别困难。已知基因 B 能使蚕卵呈黑色，反之则蚕卵为白色。用 X 射线处理雌蚕甲，流程如下图，下列叙述错误的是（　）



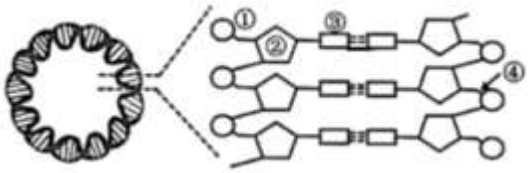
A. X 射线处理，既可引起基因突变，也可引起染色体结构变异

B. 使用光学显微镜观察细胞中　染色体形态，可区分乙、丙个体

C. 突变体丁与基因型为 bbZZ 的雄蚕杂交，可实现对子代的大规模性别鉴定

D. ③过程中，丙与基因型为 bbZZ 的雄蚕杂交，子代中有 1/2 的个体基因型为 $bbZW^B$

7. 大肠杆菌的质粒-环状 DNA 是基因工程的常用载体，结构如下图。下列叙述正确的是（　）



A. ①②③共同组成核糖核苷酸

B. 质粒中的碱基遵循碱基互补配对原则

C. DNA 连接酶会使化学键④重新连接

D. 若某种限制酶在质粒上只有一个酶切位点，则质粒被切为两个片段

8. DNA 甲基化是表观遗传中最常见的现象之一。甲基化不改变基因的遗传信息，但该基因表达受到抑制。下列有关说法错误的是（　）

A. DNA 甲基化水平升高，说明基因突变的频率增加

B. DNA 甲基化程度越高，基因　表达受到的抑制效果越明显

C. DNA 甲基化可在不改变基因碱基序列的前提下实现对基因表达的调控

D. 基因型相同的同卵双生双胞胎所具有的微小差异可能与表观遗传有关

9. 新型冠状病毒变种德尔塔毒株中 S 蛋白突变位点有 15 处，奥密克戎毒株中突变位点有 32 处。下列说法不正确的是（　）

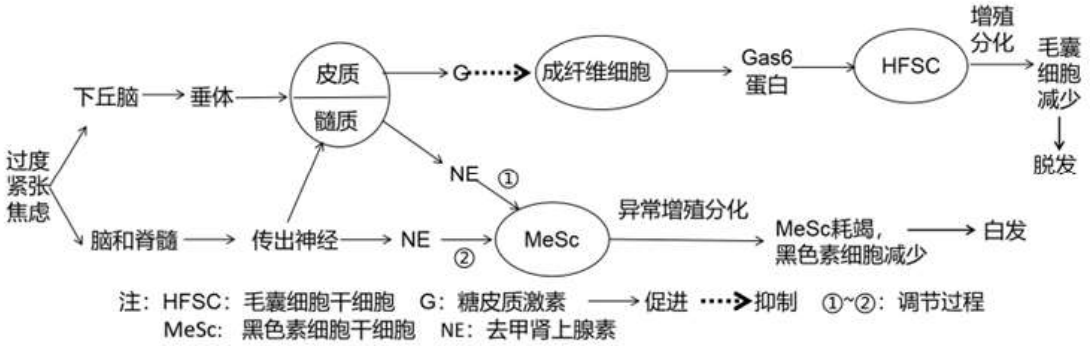
A. 不同毒株中 S 蛋白上突变位点有差异，表明基因突变具有不定向性

B. 制备单克隆抗体，可利用免疫后的 T 细胞和骨髓瘤细胞融合获得

C. 病毒侵入人体后，体液和细胞免疫共同发挥作用来清除病毒

D. 变异毒株的传染性增强是病毒与宿主相互选择的结果

10. 过度紧张、焦虑等刺激不仅会引起脱发，也会导致头发变白。利用黑色小鼠研究得出的调节机制如下图所示。说法错误的是（　）



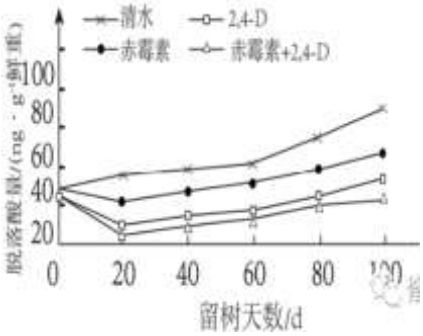
A. 下丘脑通过垂体调节肾上腺分泌 G 的体液调节方式为分级调节

B. 过度紧张焦虑会使 HFSC 和 MeSC 增殖、分化的程度发生改变

C. NE 通过过程①和②影响 MeSC 的调节方式和作用效果相同

D. 过度紧张焦虑引起的脱发和白发是由神经和体液共同调节的结果

11. 研究人员为探究定期喷施一定浓度的赤霉素和（或）2，4-D 对即将成熟的柑橘体内脱落酸含量的影响，结果如下图所示。下列说法错误的是（　）



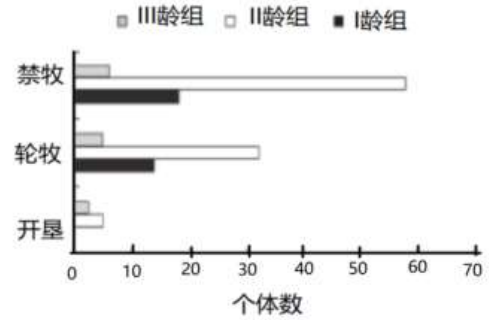
A. 喷施赤霉素和 2，4-D 能延缓柑橘果实的成熟和脱落

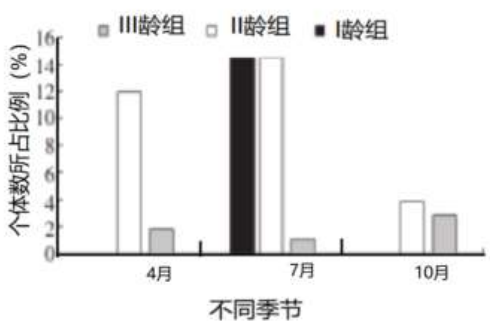
B. 赤霉素、2，4-D 与脱落酸对柑橘脱落的作用相反

C. 赤需素和 2，4-D 都能抑制柑橘内源脱落酸的合成

D. 赤霉素比 2，4-D 更能抑制柑橘内源脱落酸的合成

12. 下列左图为阿拉善大型荒漠区三种不同典型环境下的五趾跳鼠某年年龄组成（I 龄为幼体、II龄为成体、III龄为老年体），右图为某种环境下五趾跳鼠年龄组成的季节变化。下列说法错误的是（　）





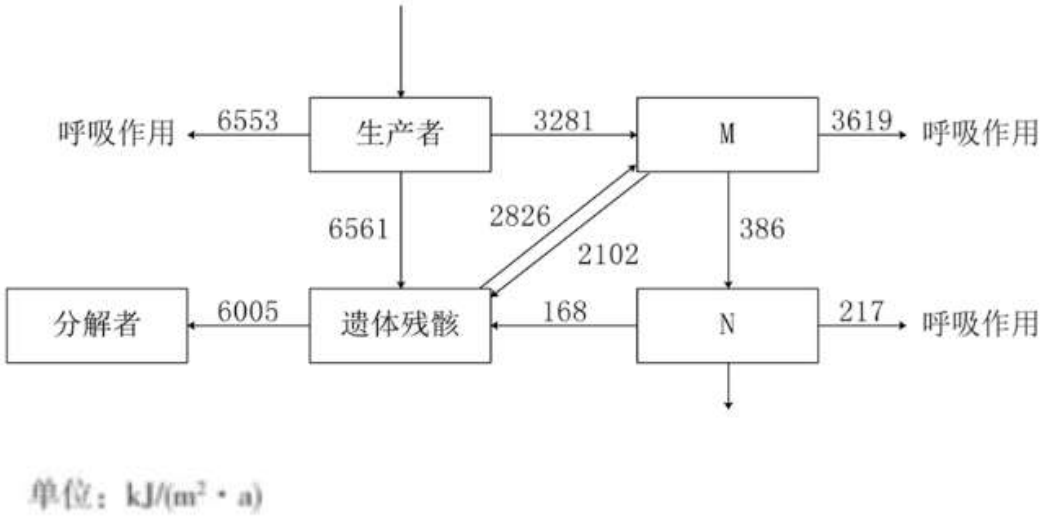
A. 五趾跳鼠的年龄组成在禁牧区和轮牧区为稳定型，在开垦区为衰退型

B. 可先采用样方法选择调查样地，再采用标记重捕法估算五趾跳鼠数量

C. 五趾跳鼠年龄结构的季节变化与繁殖的开始时间、每年繁殖次数有关

D. 右图可能是五趾跳鼠在轮牧区年龄组成的季节变化，推测夏季是繁殖高峰期

13. 海水立体养殖中，表层养殖海带等大型藻类，海带下面挂笼养殖滤食小型浮游植物的牡蛎，底层养殖以底栖微藻、生物遗体残骸等为食的海参。某海水立体养殖生态系统的能量流动示意图如下，M、N 表示营养级。下列说法错误的是（　）



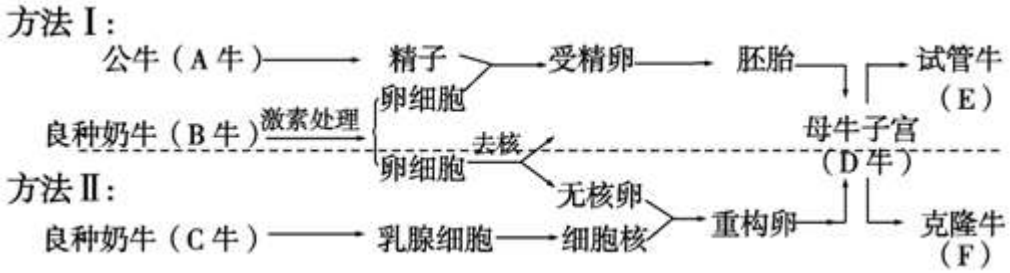
A. 海水立体养殖充分利用了群落的垂直结构

B. 若海带养殖太多，可能导致牡蛎减产

C. 由 M 到 N 的能量传递效率为 11.8%

D. 该生态养殖工程体现了再生原理

14. 为了加快优良种牛的繁殖速度，科学家采用了以下两种方法。请根据图示信息判断下列说法错误的是（　）



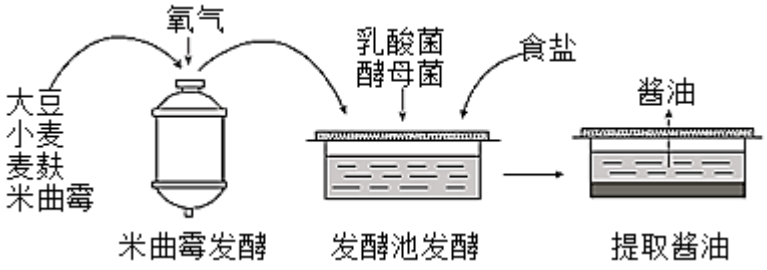
A. 试管牛和克隆牛都是通过无性繁殖获得的

B. 促进 B 牛多排卵的激素可能是促性腺激素

C. 产生 F 牛的理论依据是动物细胞核的全能性

D. E 牛和 F 牛的培育过程中均用到动物细胞培养和胚胎移植技术

15. 利用微生物发酵制作酱油在我国具有悠久的历史。下图是制作流程，说法不正确的是（　）



A. 大豆、小麦和麦麸可以为米曲霉的生长提供氮源、碳源等营养物质

B. 米曲霉发酵过程的代谢方式属于异养需氧型

C. 发酵池中的食盐、酒精、乳酸等均可以抑制杂菌生长

D. 酱油发酵过程中的三种主要微生物都属于真核生物

16. 为探究氮、磷对生态系统的光合作用和呼吸作用平衡的影响。科研人员对北半球某草原生态系统进行相关实验。

（1）生态系统中植物通过_____固定的 CO_2 总量，称为生态系统总光合作用（GEP）；生态系统中的组成成分_____，尤其是分解者通过呼吸作用释放进入大气中的 CO_2 总量，称为生态系统呼吸（ER）。

（2）科研人员在每年的 4-9 月进行氮、磷添加实验，添加氮不加磷组（N 组）的处理为每年 5 月中旬施撒 NH_4NO_3（其中 N 含量 10g/m²·年），不加氮添加磷（P 组）的处理为_____，第五年测得各项数据如图 1。

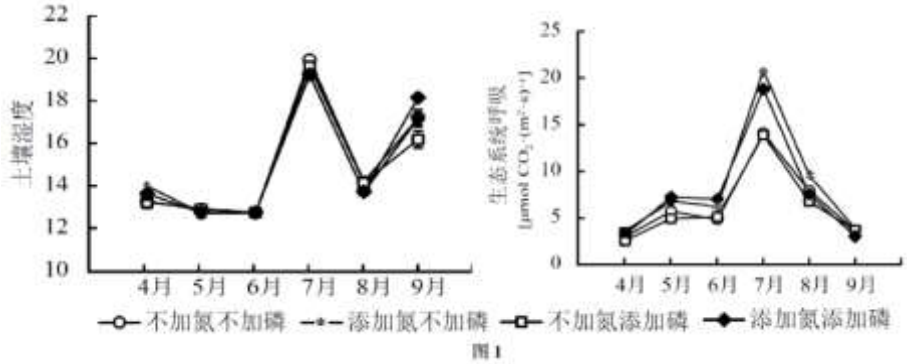


图 1

6-8 月的数据显示_____，推测生态系统的呼吸加强是由于土壤湿度上升导致_____。并且添加_____可显著提高生态系统的呼吸作用。

（3）统计第五年生长季某日多次检测结果如下图

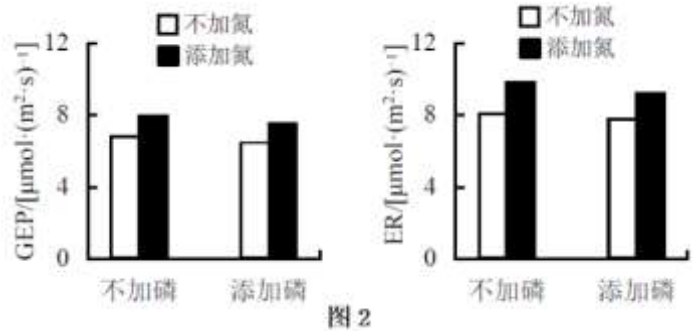


图 2

生态系统碳积累量（等于 GEP 减去 ER）是衡量生态系统恢复的重要指标。由实验结果可知：不适宜使用添加 N 或 P 来促进生态系统恢复，理由是：_____。

（4）基于上述研究，请你谈谈人类应该如何与大自然和谐共处_____。

17. 肥胖是一个日益严重的全球性健康问题。为研究其机理，科研人员进行了相关实验。

（1）肥胖者常常食欲旺盛，容易引起血糖浓度大幅上升，进而_____激素分泌增加，同时也加快脂肪细胞摄取糖类将其转化为_____，导致肥胖。

（2）研究发现小鼠肥胖和 X 蛋白有关。科研人员以 X 基因功能缺失突变体小鼠和正常小鼠为实验材料，测定其体重如图 1，实验结果表明：_____。

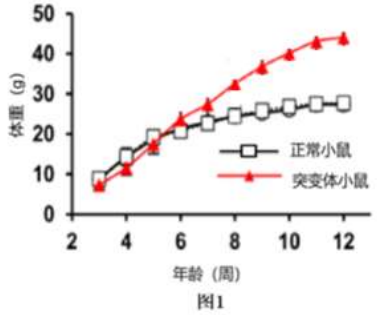


图1

（3）进一步研究发现，小鼠体重的变化还与瘦素密切相关。瘦素具有抑制食欲、减轻体重等功能。研究人员向上述 12 周龄不同组小鼠的腹腔内连续 5 天注射瘦素（5μg/g 体重），检测小鼠每日体重和摄食量的变化情况，请补充完善下表。

组别	实验材料	实验处理	体重	摄食量
甲	①_____	②_____	体重减少	减少
乙	突变体小鼠	注射瘦素	体重增加	③_____
丙	正常小鼠	注射等量生理盐水	④_____	正常

乙组突变体小鼠血清瘦素含量检测结果明显增加，但其体重仍增加，推测该现象与瘦素抵抗有关。

（4）进一步研究发现正常小鼠和突变体小鼠每天的能量消耗总量相近，但代谢方式存在显著差异，如图 2 所示_____。（注：RER 指呼吸交换率即每分钟 CO_2 排出量与摄 O_2 量的比值；RER 为 1 时，代表供能物质只有糖类，RER 为 0.7 时，代表供能物质只有脂肪。）

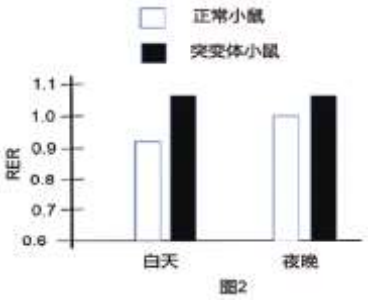
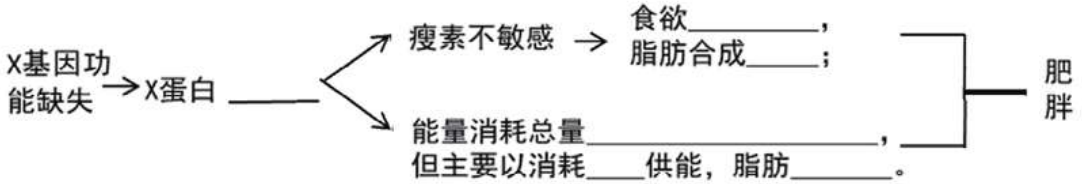


图2

（5）综上所述，完善下列图示，阐释突变体小鼠肥胖的机理_____。



18. 大肠杆菌是发酵工程常用的微生物。杂菌污染是导致大肠杆菌发酵失败的重要原因。为解决该问题，科学家利用基因工程技术，改造出一种加强型大肠杆菌。

（1）发酵过程中杂菌会与大肠杆菌_____培养液中的营养物质，导致大肠杆菌发酵效率降低。

（2）①甲酰胺和亚磷酸盐是特殊的氮源和磷源，其被微生物分解利用的过程如右图所示。大肠杆菌和杂菌都不能同时利用这两种物质，原因是_____，无法合成 NH_4^+和磷酸盐。

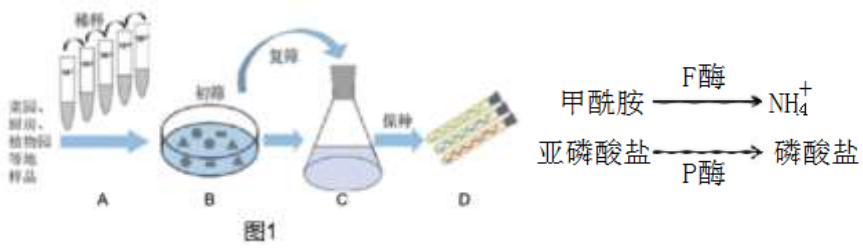


图1

②已知 α 菌能合成 F 酶，但不能合成 P 酶。为获得能合成 P 酶的微生物，研究人员进行如图 1 筛选，正确的是_____

A．图中所用培养液（基）应以亚磷酸盐为唯一磷源

B．图中 B 处接种方法是平板划线法

C．从菜园、植物园等地获取的样品需要进行灭菌

D．图 1 中 C 中长出的细菌能够合成 P 酶

③细菌的核糖体 RNA（rRNA）序列可作为菌种鉴定的依据。下面是三种 rRNA 对应的 DNA 的特点：

a．5SrDNA，序列短，遗传信息少。

b．16SrDNA，序列适中，含有保守区和可变区，可变区序列具有种的特异性。

c．23SrDNA，序列长，遗传信息量多，碱基突变速度较快。

为鉴定图 1 的 C 中筛选的细菌种类，应选择上述_____（填选项字母）序列设计引物测序鉴定，理由是_____。经过鉴定、筛选出细菌 β。

（3）科研人员分别从 α 和 β 菌中获得 F 酶和 P 酶基因，使二者　大肠杆菌中同时表达，表达方式有两种。

①融合表达：将 F、P 基因间用片段 linker 连接成 1 个融合基因，与质粒 A 重组。该基因能表达出一个融合蛋白，同时具有 F 酶和 P 酶的特性。

②共表达：将 F、P 基因与质粒 B 重组，两者可各自表达，互不干扰。

科学家将重组质粒 A 和 B 分别转入大肠杆菌获得菌 A 和菌 B，在甲酰胺、亚磷酸盐为唯一氮源、磷源的培养基中培养，检测其中细菌浓度的变化，获取最优加强型大肠杆菌，结果如图 2。可知质粒_____（A/B）的表达效果更好。请在下图质粒上标出可能的基因序列_____。

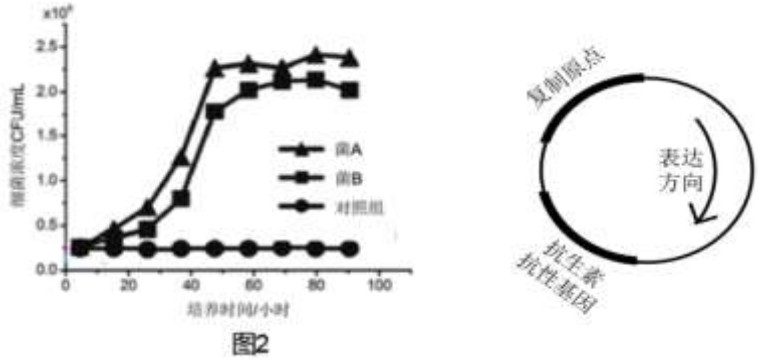


图2

（4）综上所述，请解释利用加强型大肠杆菌发酵时，解决杂菌污染问题的原理_____。

19. 学习以下材料，回答（1）-（4）题。

线粒体分裂新发现

线粒体被称为细胞中的“发电厂”或“能量中心”，对细胞生存有重要作用。科学证据显示，多种心血管疾病、神经退行性疾病与线粒体功能障碍有关。

线粒体拥有自己的 DNA，在细胞内有自己的生命周期，通过 DNA 复制实现自我增殖。一直以来，人们认为在细胞生长和细胞分裂的活跃期，线粒体通过中间分裂产生两个子线粒体（如图 1a）。中间分裂前后的线粒体生理状态并没有太大的差异，这表明中间分裂是为较高能量需求或细胞增殖服务的，例如心肌细胞内线粒体较多进行中间分裂。

近日，研究人员发现，在不同的环境中线粒体对其自身的生存方式有不同的考量。当线粒体出现损伤时会发生应激性生理生化反应，如膜电位和 pH 降低，Ca^{2+}和活性氧自由基（ROS）增加，此时线粒体会出现外周分裂（如图 1b）。线粒体通过外周分裂产生大小不一的子线粒体，其中较小的子线粒体不包含复制性 DNA（mtDNA），最终被自噬体吞噬，即线粒体自噬，而较大的子线粒体得以保全。

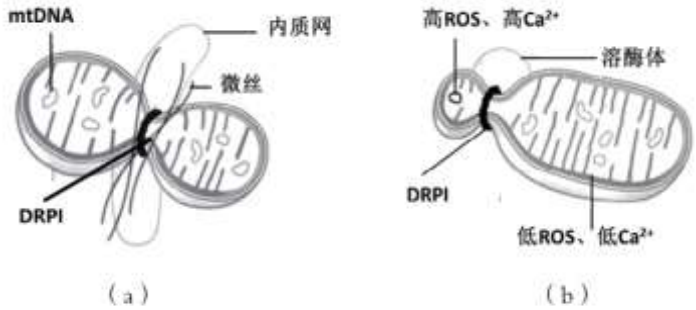


图 1 线粒体分裂示意图

研究人员发现的上述线粒体两种截然不同的分裂方式具有重要的生理和病理学意义。以往的研究认为，线粒体分裂频率过高是多种疾病的信号标志，通过药物抑制分裂是一种潜在的治疗方法。然而，事情可能没有那么简单，因此，理解了线粒体的“大智慧”，我们才能找到更合理和具体的治疗手段。

（1）细胞呼吸中释放能量最多的反应阶段发生在_____（填结构），该结构向线粒体的内腔折叠形成峭，增加了_____和_____结合生成水所需酶的附着面积。

（2）结合图 1 分析，线粒体在逆境胁迫下，通过外周分裂达成“丢车保帅”的生物学意义是：_____。

（3）结合文中信息，下列表述正确的是（　）

A. 与线粒体自噬密切相关的细胞器是溶酶体和内质网

B. 外周分裂产生的较大的子线粒体中含有 mtDNA

C. 当用紫外线（UV）照射心肌细胞时，线粒体会加快中间分裂，以增加线粒体数量从而满足能量需求。

D. 中间分裂和外周分裂均需 DRP1 参与，且外周分裂需要溶酶体参与

E. 线粒体通过中间分裂实现了遗传物质的均分，符合孟德尔遗传定律

（4）文中提出“通过药物抑制分裂是一种潜在的治疗方法，然而，事情可能没有那么简单”，请你解释为什么没有那么简单? _____。

20. 光是影响植物种子萌发的一种重要环境因素，科研人员为探究光对植物种子萌发的调节机制，进行了系列实验。

（1）光可以作为一种_____，激活光敏色素，调控细胞内特定基因的表达。

（2）研究者推测光敏色素 phyB 可能与转录因子 ER5 和 ER8 结合，影响两者的表达，调控种子的萌发，为验证该推测，进行了相关实验。选取 ER5 和 ER8 的单基因突变体（er5、er8）、双基因突变体 er5-er8 及 ER8 过表达突变体，在图 1 所示的光照情况下，测定种子的萌发率，结果如图 2。



图1

备注：1hD=1 小时黑暗处理；5’ R=5 分钟红光照射；5dD=5 天黑暗处理；5dW=5 天白光照射

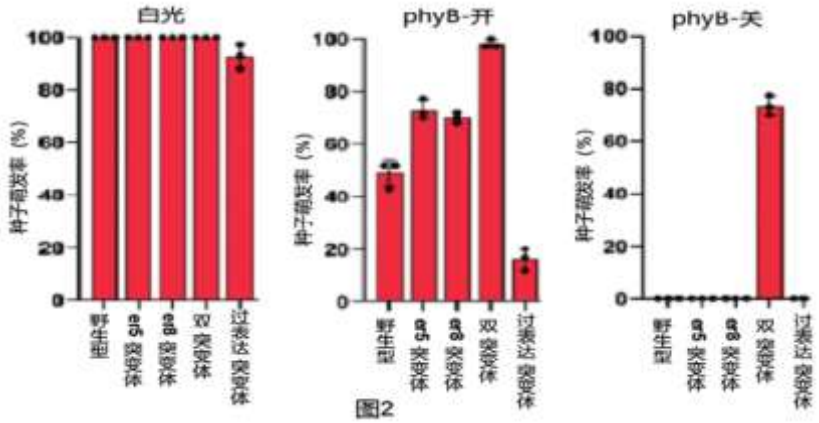


图2

①结果表明：在红光下，phyB 光敏色素被激活，er5、er8 和 er5-er8 双突变体的种子萌发率显著升高，说明 ER5 和 ER8 均可_____（促进、抑制或不影响）种子的萌发，且只在黑暗条件下起作用。

②在黑暗条件下，er5-er8 双突变体的萌发率高的原因是_____。

（3）脱落酸（ABA）是抑制种子萌发的一种重要激素，为探究转录因子 ER8 与 ABA 之间的互作关系，研究人员进行如下实验。

ABA 的合成酶基因（AB2），其启动子中具一段序列——DRE，可能是转录因子 ER8 识别及结合的区域，科研人员利用凝胶迁移技术，检测两者的关系。

据图 3 电泳结果分析 ER8 转录因子经由 AB2 途径抑制种子萌发的机制_____。

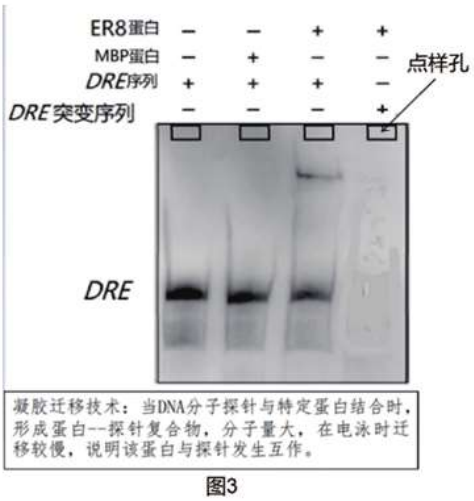


图3

（4）为探究 phyB、ER8、AB2 和 ABA 的关系，科研人员利用野生型和 ER8 转基因植株（将 ER8 基因转入野生型）为实验材料，进行如下实验设计，为上述研究结果提供新的证据。请补充完善下列表格。

组别	条件	实验材料	预期结果 1	预期结果 2

1	红光激活 phyB	野生型	_____	将不同组种子的萌发率情况进行排序_____
2	无红光	_____	AB2 脱落酸合成酶基因的相对表达量高	
3	红光激活 phyB	转入 ER8 基因的植株	AB2 脱落酸合成酶基因的相对表达量介于 1 和 2 组之间	

21. 茄子是我国的主要蔬菜作物之一，茄子的花色、果皮色是茄子选种育种的关键性状，为研究这两对性状的遗传规律，研究人员选用 P_1~P_6 纯合体为亲本进行杂交实验。

组别	亲本杂交	F_1 表型	F_2 表型及数量（株）
实验 1	P_1（白花）×P_2（紫花）	紫花	紫花（84）、白花（26）
实验 2	P_3（白果皮）×P_4（紫果皮）	紫果皮	紫果皮（83）、绿果皮（21）、白果皮（7）

（1）实验 1 可知，茄子花色（A、a 基因控制）中_____是显性性状，F_2 紫花中能稳定遗传　个体所占比例为_____。

（2）茄子果皮色由 B、b 与 D、d 两对独立遗传的基因控制，B 基因抑制 D 基因，表现为紫色，实验 2.结果可知，绿果皮基因型为_____，其为绿色的原因_____。

（3）为确定花色与果皮色基因之间的位置关系，科研人员用纯合白花白果皮和紫花紫果皮植株进行了如下杂交实验。

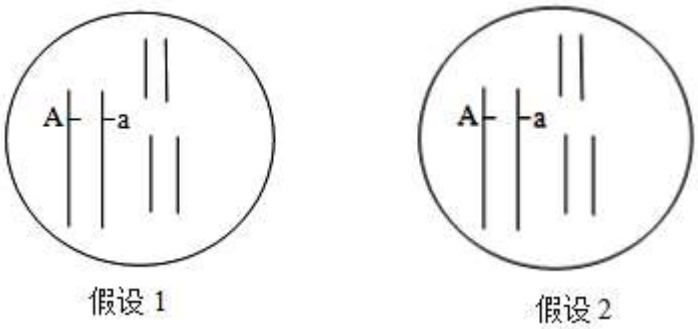
组别	亲本杂交	F_1	F_1 与白花白皮测交结果（株）
实验 3	P_5（白花白果皮）×P_6（紫花紫果皮）	紫花紫果皮	紫花紫果皮（40）、白花白果皮（32） 非亲本类型（38）：紫花绿果皮、紫花白果皮、白花紫果皮、白花绿果皮

根据实验 3 测交结果推测：F_1 植株控制花色与果皮色的基因中，有 2 对基因位于一对同源染色体上。现对测交后代中出现紫花绿果皮的原因进行分析。请对基因的位置关系作出假设，并在下图中标出并作出分析

_____。

假设 1：_____，则出现紫花绿果皮。

假设 2：_____，则出现紫花绿果皮。



假设 1　　假设 2

（4）花青素是植物细胞内具有抗氧化活性的天然色素，具有抗癌和延缓衰老等功效。茄子果皮颜色越深，花青素含量越高，其营养价值越高。研究人员发现光信号诱导花青素形成过程，如图 1 所示，请结合实验 2 的结果及花青素的形成过程，完成下列路线图_____。（箭头上填写“+”或“-”）

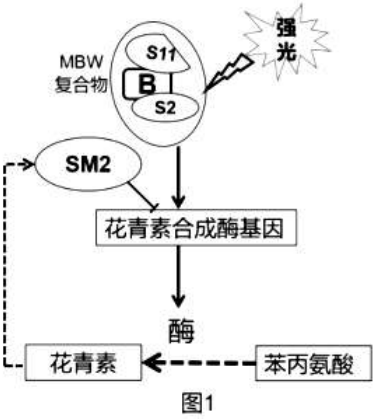
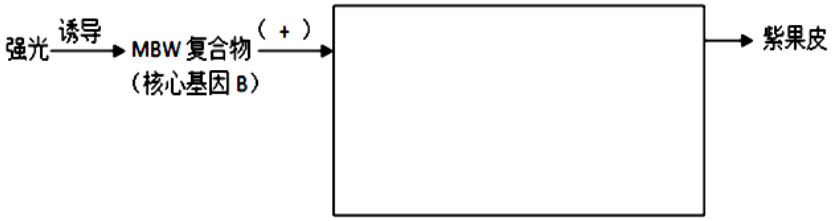


图1



（5）综合上述研究可知果皮色这一性状是_____共同作用的结果。

参考答案

1. 下列关于生物体中有机物的叙述，正确的是（　）

A. 蛋白质是生物体内重要的贮能物质

B. DNA 是人体主要的遗传物质

C. 胆固醇不是人体所必需的物质

D. ATP 是生命活动所需能量的直接来源

【答案】D

【解析】

【分析】1、磷脂是细胞膜、细胞器膜和细胞核膜的重要成分；胆固醇是细胞膜的重要成分，与细胞膜的流动性有关。

2、蛋白质是生命活动的物质承担者。

3、ATP 的结构简式为 A-P～P～P，其中 A 代表腺苷，P 代表磷酸基团，～代表特殊化学键。ATP 在细胞内含量很少，但在细胞内的转化速度很快。ATP 与 ADP 的相互转化的反应式为：ATP⇌ADP+Pi+能量，方程从左到右时能量代表释放的能量，用于一切生命活动；方程从右到左时能量代表转移的能量，动物中为呼吸作用转移的能量，而植物中来自光合作用和呼吸作用。

【详解】A、脂肪是生物体内重要的贮能物质，A 错误；

B、DNA 就是人体的遗传物质，B 错误；

C、胆固醇是构成动物细胞膜的组成成分，是人体所必需的成分之一，C 错误；

D、ATP 是直接能源物质，是生物体生命活动所需能量的直接来源，D 正确。

故选 D。

2. 细胞膜塑形蛋白促进囊泡形成的机制揭示，为了将细胞内的废物清除，细胞膜塑形蛋白会促进囊泡（分子垃圾袋）形成。将细胞受损的蛋白质运到“回收利用工厂”，降解废物，使“组件”被重新利用。下列相关叙述中错误的是（　）

A. 囊泡的形成主要与细胞器中心体有关

B. 细胞膜塑形蛋白的形成与核糖体有关

C. “分子垃圾袋”主要由磷脂和蛋白质构成，具有流动性

D. “回收利用工厂”可能是溶酶体，“组件”可能是氨基酸

【答案】A

【解析】

【分析】1、细胞膜的主要成分是磷脂和蛋白质，其结构特点是具有一定的流动性，功能特性是选择透过性。

2、溶酶体：含有多种水解酶，能分解衰老、损伤的细胞器，吞噬并杀死侵入细胞的病毒或病菌；核糖体：无膜的结构，能将氨基酸缩合成蛋白质。

【详解】A、中心体没有膜结构，不能形成囊泡，故囊泡的形成与细胞器中心体无关，A 错误；

B、蛋白质合成的场所是核糖体，故细胞膜塑形蛋白的形成与核糖体有关，B 正确；

C、“分子垃圾袋”是细胞膜形成的囊泡，主要由磷脂和蛋白质构成，具有流动性的特点，C 正确；

D、“回收利用工厂”能降解废物，应该是溶酶体；“回收利用工厂”将受损　蛋白质降解，因此形成的“组件”可能是氨基酸，能被细胞重新利用合成蛋白质，D 正确。

故选 A。

3. 为探究生活在多盐环境中的泌盐植物的泌盐方式为主动或被动运输，设计了甲（实验组）、乙（对照组）两组实验，一段时间后测定植物泌盐量。下列叙述错误的是（　）

A. 甲、乙两组应选择生长状况相似的植物为实验材料

B. 乙组叶肉细胞正常呼吸，甲组施用细胞呼吸抑制剂

C. 若测得甲、乙泌盐量相同，则泌盐方式为自由扩散

D. 若测得甲组植物的泌盐量小于乙组，则泌盐方式为主动运输

【答案】C

【解析】

【分析】被动运输是高浓度向低浓度运输，不需要消耗能量，其中协助扩散需要载体蛋白的协助，主动运输是低浓度向高浓度运输，需要能量和载体蛋白质的协助，协助扩散和主动运输的主要区别在于是否需要能量供应。

【详解】A、该实验过程中，植物材料为无关变量，因此甲、乙两组应选择生长状况相似的植物为实验材料，保持无关变量相同且适宜，A 正确；

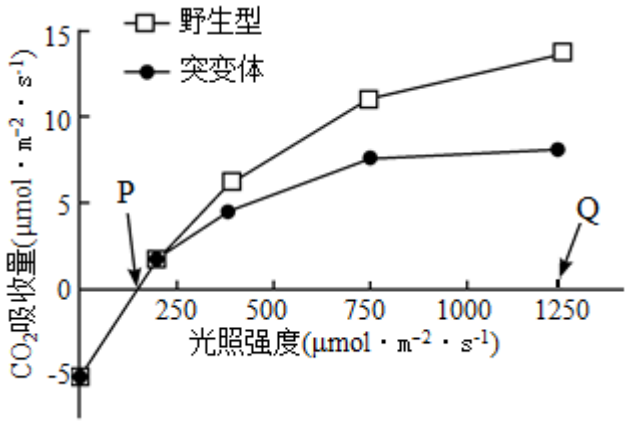
B、乙组为对照组，不进行处理，甲组为实验组，进行处理，被动运输和主动运输的主要区别在于主动运输需要消耗能量，因此乙组叶肉细胞正常呼吸，甲组施用细胞呼吸抑制剂，B 正确；

C、若测得甲、乙泌盐量相同，则泌盐方式为被动运输，被动运输包括自由扩散和协助扩散，C 错误；

D、若测得甲组植物的泌盐量小于乙组，即泌盐过程需要能量的供应，则泌盐方式为主动运输，D 正确。

故选 C。

4. 研究者测定了野生型和气孔发育不良突变体拟南芥在不同光强下 CO_2，吸收速率，结果如图所示。下列叙述不正确的是（　）



A. 无光照时突变体呼吸速率与野生型基本相同

B. 野生型和突变体均在光强为 P 时开始进行光合作用

C. 光强度大于 250μmol·m^{-2}·s^{-1}时，单位时间内突变体有机物的积累量小于野生型

D. 光强为 Q 时，二者光合速率的差异可能主要是由于二氧化碳浓度引起的

【答案】B

【解析】

【分析】在没有光照时，植物不进行光合作用，只进行呼吸作用，此时 CO_2 的吸收量为负值，随着光照强度的增强，植物开始进行光合作用，但由于这时的光照强度弱，植物的光合作用强度小于呼吸作用，从外观来看，植物的 CO_2 仍是负值，再随着光照强度的增强，植物的光合作用强度等于植物的呼吸作用，这时植物 CO_2 的吸收值为零，然后再随着光照强度的增加，植物的光合作用强度大于呼吸作用，植物的 CO_2 吸收值为正，最后当光照强度达到某一值时，随着光照强度的增加，植物的光合作用不再发生变化，这时植物的光合作用达到了最大值。

【详解】A、由曲线图可以看出无光照时，两曲线合成一条曲线，表明无光照时突变体呼吸速率与野生型基本相同，A 正确；

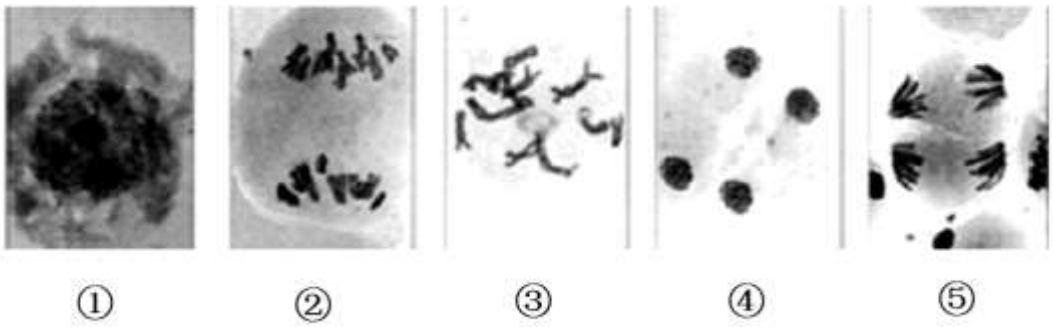
B、P 点是野生型和突变体光合作用强度和呼吸作用强度相等的点，野生型和突变体在光照强度为 P 点前就已开始进行光合作用，B 错误；

C、从图中可以看出，光照强度大于 $250\mu mol•m^{-2}•s^{-1}$ 时，突变型净光合作用小于野生型，所以单位时间内有机物的积累量突变体小于野生型，C 正确；

D、由于突变体的气孔发育不良，影响了植物对 CO_2 的吸收。结合图像所给信息可知，光照强度为 Q 时，野生型的光合作用强度比突变型的大，可能是由于突变体的气孔小于野生型，造成突变型对外界 CO_2 的吸收量不足引起的，D 正确。

故选 B。

5. ①~⑤是二倍体百合（2n=24）减数分裂不同时期图像。下列说法不正确的是（　）



A. 图像排列顺序应为①③②⑤④

B. 图像②细胞　特点是同源染色体正在分离

C. 用根尖分生区的细胞可以观察到上述图像

D. 装片制备需要经过解离→漂洗→染色→制片等步骤

【答案】C

【解析】

【分析】分析题图：图示是在光学显微镜下拍到的二倍体百合的减数分裂不同时期的图象。其中①细胞处于减数第一次分裂前的间期；②细胞处于减数第一次分裂后期；③细胞处于减数第一次分裂前期；④细胞处于减数第二次分裂末期；⑤细胞处于减数第二次分裂后期。

【详解】A、由分析可知，图像排列顺序应为①减数第一次分裂前的间期、③细胞处于减数第一次分裂前期、②减数第一次分裂后期、⑤减数第二次分裂后期、④减数第二次分裂末期，A 正确；

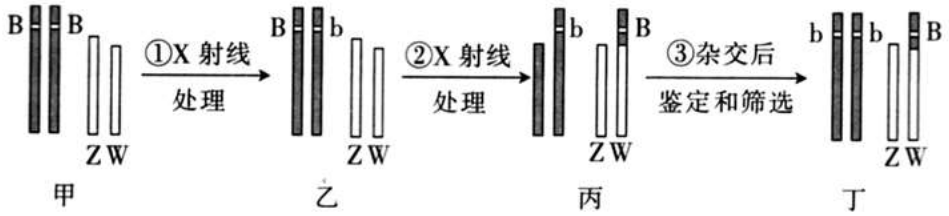
B、图②细胞处于减数第一次分裂后期，特点是同源染色体分离，非同源染色体自由组合，B 正确；

C、根尖分生区的细胞不能进行减数分裂，只能进行有丝分裂，故用根尖分生区的细胞不能观察到上述图像，C 错误；

D、取百合花药，经过解离、漂洗、染色、制片等步骤制成装片，将装片置于显微镜下，观察百合细胞的减数分裂，D 正确。

故选 C。

6. 雄蚕比雌蚕的吐丝量高且蚕丝质量好，但雌雄鉴别困难。已知基因 B 能使蚕卵呈黑色，反之则蚕卵为白色。用 X 射线处理雌蚕甲，流程如下图，下列叙述错误的是（　）



A. X 射线处理，既可引起基因突变，也可引起染色体结构变异

B. 使用光学显微镜观察细胞中的染色体形态，可区分乙、丙个体

C. 突变体丁与基因型为 bbZZ 的雄蚕杂交，可实现对子代的大规模性别鉴定

D. ③过程中，丙与基因型为 bbZZ 的雄蚕杂交，子代中有 1/2 的个体基因型为 $bbZW^B$

【答案】D

【解析】

【分析】分析图形：X 射线处理雌蚕甲，其 B 基因突变成 b 基因，再用 X 射线处理乙，常染色体上的 B 基因转移到 W 染色体上获得了丙，再经过杂交鉴定和筛选得到丁。

【详解】A、由图形和分析可知：X 射线处理，既可以引起基因突变也可以引起染色体结构变异，A 正确；

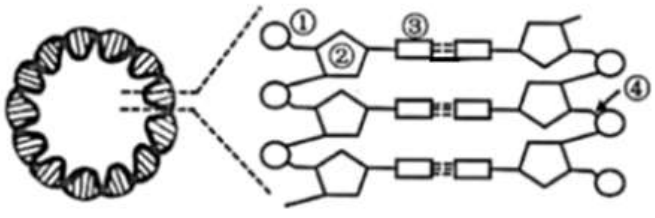
B、乙与丙的区别在于 B 基因位置，使用光学显微镜观察细胞中染色体形态，可区分乙、丙个体，B 正确；

C、将突变体丁（$bbZW^B$）与 bbZZ 的雄蚕杂交，子代雄性（bbZZ）全为蚕卵呈白色，雌性（$bbZW^B$）蚕卵呈黑色，可实现对子代的大规模性别鉴定，C 正确；

D、③过程得到丙的基因型为 $bOZW^B$，与 bbZZ 的雄蚕杂交，子代为 $bbZW^B$ 的概率 1/2×1/2=1/4，D 错误。

故选 D。

7. 大肠杆菌的质粒-环状 DNA 是基因工程的常用载体，结构如下图。下列叙述正确的是（　）



A. ①②③共同组成核糖核苷酸

B. 质粒中的碱基遵循碱基互补配对原则

C. DNA 连接酶会使化学键④重新连接

D. 若某种限制酶在质粒上只有一个酶切位点，则质粒被切为两个片段

【答案】B

【解析】

【分析】题图分析，①为磷酸基团，②为脱氧核糖，③为含氮碱基，DNA 分子遵循碱基互补配对原则，A 与 T 之间有 2 个氢键，G 与 C 之间有 3 个氢键。

【详解】A、①②③共同组成 DNA 的基本单位-脱氧核苷酸，A 错误；

B、质粒中的碱基遵循碱基互补配对原则，A 与 T 配对，G 与 C 配对，B 正确；

C、DNA 连接酶使 DNA 片段重新连接，这过程形成磷酸二酯键，磷酸二酯键是由磷酸基团与 3 号碳原子相连，图中的④不属于磷酸二酯键，C 错误；

D、限制酶识别特定序列并在特定位点切割，环状质粒上若只有一个限制酶切位点，则质粒被切割为 1 个完整的 DNA 链状片段，D 错误。

故选 B。

8. DNA 甲基化是表观遗传中最常见的现象之一。甲基化不改变基因的遗传信息，但该基因表达受到抑制。下列有关说法错误的是（　）

A. DNA 甲基化水平升高，说明基因突变的频率增加

B. DNA 甲基化程度越高，基因的表达受到的抑制效果越明显

C. DNA 甲基化可在不改变基因碱基序列的前提下实现对基因表达的调控

D. 基因型相同的同卵双生双胞胎所具有的微小差异可能与表观遗传有关

【答案】A

【解析】

【分析】表观遗传是指 DNA 序列不发生变化，但基因的表达却发生了可遗传的改变，即基因型未发生变化而表型却发生了改变，如 DNA 的甲基化，甲基化的 Leyc 基因不能与 RNA 聚合酶结合，故无法进行转录产生 mRNA，也就无法进行翻译最终合成 Leyc 蛋白，从而抑制了基因的表达。

【详解】A、甲基化不改变基因的遗传信息，故 DNA 的甲基化水平升高，不能说明基因突变的频率增加，A 错误；

B、基因碱基序列的甲基化程度越高，RNA 聚合酶越不容易与 DNA 结合，基因的表达受到的抑制效果越明显，B 正确；

C、DNA 的甲基化不会改变基因的碱基序列，甲基化基因无法进行转录产生 mRNA，也就无法进行翻译最终合成蛋白质，从而抑制了基因的表达，实现对基因表达的调控，C 正确；

D、基因组成相同的同卵双生双胞胎中基因序列的甲基化程度可能不同，表现出微小差异可能与表观遗传有关，D 正确。

故选 A。

9. 新型冠状病毒变种德尔塔毒株中 S 蛋白突变位点有 15 处，奥密克戎毒株中突变位点有 32 处。下列说法不正确的是（　）

A. 不同毒株中 S 蛋白上突变位点有差异，表明基因突变具有不定向性

B. 制备单克隆抗体，可利用免疫后的 T 细胞和骨髓瘤细胞融合获得

C. 病毒侵入人体后，体液和细胞免疫共同发挥作用来清除病毒

D. 变异毒株的传染性增强是病毒与宿主相互选择的结果

【答案】B

【解析】

【分析】1、基因突变的特点：普遍性；随机性（基因突变可以发生在生物个体发育的任何时期；基因突变可以发生在细胞内的不同的 DNA 分子上或同一 DNA 分子的不同部位上）；低频性；多数有害性；不定向性。

2、已免疫的 B 淋巴细胞能产生抗体，但是不能增殖，骨髓瘤细胞能无限增殖，但是不能产生抗体，故二者融合可制备单克隆抗体。

3、共同进化是指不同物种之间、生物与环境之间相互选择、共同发展，不断进化。

【详解】A、不同的新冠病毒变种毒株中 S 蛋白上突变位点有差异，表明基因突变具有不定向性，A 正确；

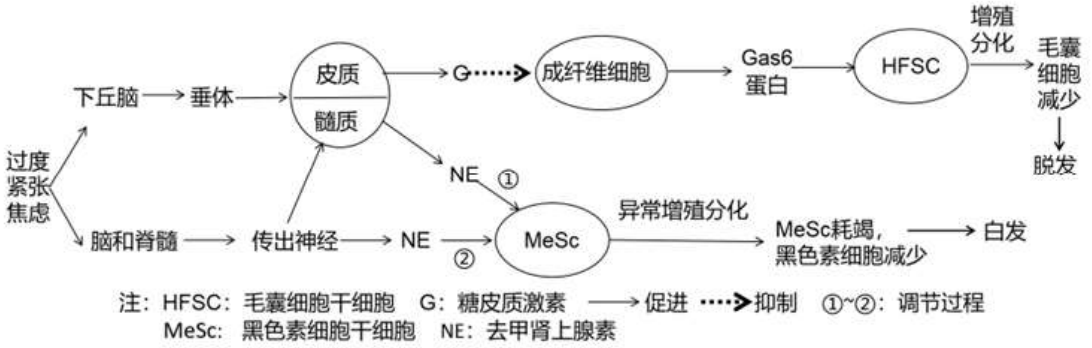
B、T 细胞不能产生抗体，已免疫的 B 淋巴细胞能产生抗体，故用已免疫的 B 淋巴细胞和骨髓瘤细胞融合才能制备单克隆抗体，B 错误；

C、病毒侵入人体后，通过体液免疫阻止病毒在体液中的传播，通过细胞免疫使宿主细胞裂解，二者共同发挥作用来清除病毒，C 正确；

D、德尔塔毒株和奥密克戎毒株的传染性增强是病毒与宿主相互选择、共同进化的结果，D 正确。

故选 B。

10. 过度紧张、焦虑等刺激不仅会引起脱发，也会导致头发变白。利用黑色小鼠研究得出的调节机制如下图所示。说法错误的是（　）



A. 下丘脑通过垂体调节肾上腺分泌 G 的体液调节方式为分级调节

B. 过度紧张焦虑会使 HFSC 和 MeSC 增殖、分化的程度发生改变

C. NE 通过过程①和②影响 MeSC 的调节方式和作用效果相同

D. 过度紧张焦虑引起的脱发和白发是由神经和体液共同调节的结果

【答案】C

【解析】

【分析】题图分析，过度紧张焦虑刺激下丘脑分泌相应激素作用于垂体，垂体分泌相应激素作用于肾上腺皮质，使其分泌糖皮质激素抑制成纤维细胞，通过一系列途经最终分化出的毛囊细胞减少。与此同时，过度紧张焦虑会刺激脑和脊髓通过传出神经作用于肾上腺髓质分泌 NE 或传出神经分泌 NE 作用于 MeSc，使其异常增殖分化，最终黑色素细胞减少。

【详解】A、结合图示可知，下丘脑通过垂体分泌　促激素调节肾上腺分泌 G 的体液调节方式存在分级调节过程，A 正确；

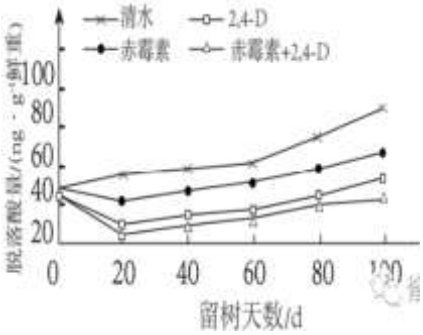
B、题意显示，过度紧张、焦虑等刺激不仅会引起脱发，也会导致头发变白。据此可推测紧张焦虑会使 HFSC 和 MeSC 增殖、分化的程度发生改变进而表现为脱发和头发变白 的现象，B 正确；

C、过程②中 NE 作为神经递质起作用，而过程①NE 作为激素起作用，都表现为黑色素细胞减少、白发，即过程①和②影响 MeSC 的调节方式不同，作用效果也有差别，但结果相同，C 错误；

D、过度紧张焦虑引起的脱发和白发的过程中涉及神经调节也涉及到激素调节，因此该过程是由神经和体液共同调节的结果，D 正确 。

故选 C。

11. 研究人员为探究定期喷施一定浓度的赤霉素和（或）2， 4-D 对即将成熟的柑橘体内脱落酸含量的影响，结果如下图所示。下列说法错误的是（　）



A. 喷施赤霉素和 2， 4-D 能延缓柑橘果实的成熟和脱落

B. 赤霉素、2， 4-D 与脱落酸对柑橘脱落的作用相反

C. 赤需素和 2， 4-D 都能抑制柑橘内源脱落酸的合成

D. 赤霉素比 2， 4-D 更能抑制柑橘内源脱落酸的合成

【答案】D

【解析】

【分析】1.赤霉素主要的合成部位是未成熟的种子、幼根和幼芽；生理作用是促进细胞伸长，从而引起植株增高；促进种子萌发和果实发育；应用有促进矮生性植物茎秆伸长；解除种子休眠，提早用来播种。

2.脱落酸主要的合成部位是根冠、萎蔫的叶片等（将要脱落的器官和组织中含量多），生理作用是抑制细胞分裂，抑制植物的生长，也能抑制种子的萌发；促进叶和果实的衰老和脱落，应用有落叶或棉铃在未成熟前的大量脱落。曲线图分析，与对照相比随着处理时间的延长，每个实验处理组的脱落酸含量都在增加，但均明显低于对照组，这说明赤霉素、2，4-D、赤霉素+2，4-D 的处理都能抑制脱落酸的合成，其中抑制脱落酸合成效果最佳的是赤霉素+2，4-D，其次是 2，4-D，效果最差的是赤霉素。

【详解】A、喷施赤霉素和 2，4-D 能抑制脱落酸的合成，故能延缓柑橘果实的成熟和脱落，A 正确；

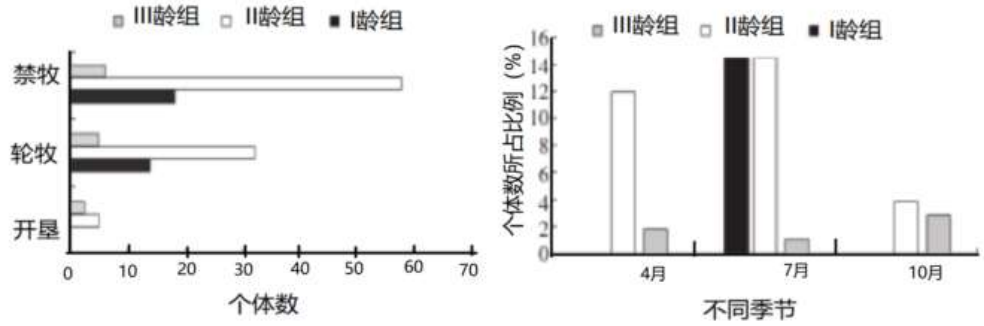
B、赤霉素和 2，4-D 都能抑制柑橘内源脱落酸的合成，而脱落酸能促进器官和组织的脱落，据此可知，赤霉素、2， 4-D 与脱落酸对柑橘脱落的作用相反，B 正确；

C、结合图示可知，赤霉素和 2，4-D 都能抑制柑橘内源脱落酸的合成，C 正确；

D、结合分析可知，2，4-D 比赤霉素更能抑制柑橘内源脱落酸的合成，D 错误；

故选 D。

12. 下列左图为阿拉善大型荒漠区三种不同典型环境下的五趾跳鼠某年年龄组成（I 龄为幼体、II龄为成体、III龄为老年体），右图为某种环境下五趾跳鼠年龄组成的季节变化。下列说法错误的是（　）



A. 五趾跳鼠的年龄组成在禁牧区和轮牧区为稳定型，在开垦区为衰退型

B. 可先采用样方法选择调查样地，再采用标记重捕法估算五趾跳鼠数量

C. 五趾跳鼠年龄结构的季节变化与繁殖的开始时间、每年繁殖次数有关

D. 右图可能是五趾跳鼠在轮牧区年龄组成的季节变化，推测夏季是繁殖高峰期

【答案】A

【解析】

【分析】1、种群的数量特征包括种群密度、出生率和死亡率、迁入率和迁出率、年龄构成和性别比例，种群密度是种群最基本的数量特征。种群的其他数量特征是影响种群密度的重要因素，其中出生率和死亡率、迁入率和迁出率直接决定种群密度，年龄结构影响出生率和死亡率，性别比例影响出生率，进而影响种群密度。

2、在调查分布范围较小、个体较大的种群时，可以逐个计数的方法。若逐个计数非常困难，需要采取估算的方法，如样方法和标记重捕法。样方法是估算种群密度最常用的方法之一。标记重捕法是在被调查种群的活动范围内，捕获一部分个体，做上标记后再放回原来的环境，经过一段时间后进行重捕，根据重捕到的动物中标记个体数占总个体数的比例，来估算种群密度。常用于活动能力强，活动范围大的动物。

【详解】A、分析左图可知，禁牧区和轮牧区，生殖前期数量大于生殖后期，属于增长型，而在开垦区，几乎没有生殖前期，为衰退型，A 错误；

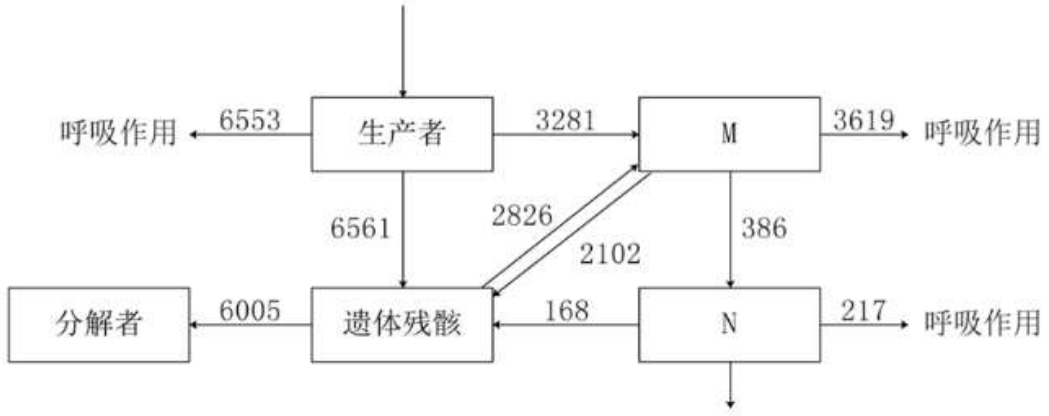
B、大型荒漠区由于调查面积过大，不适合直接用标志重捕法，可先选择典型的调查样地（样方法），然后每一个样地（面积较少）再采用标志重捕法估算数量，B 正确；

C、分析右图示可知，在不同的季节，五趾跳鼠年龄结构不同，其变化与繁殖的开始时间、每年繁殖次数有关，C 正确；

D、右图中 7 月生殖前期个数最多，夏季可能是该跳鼠的繁殖高峰期，D 正确。

故选 A。

13. 海水立体养殖中，表层养殖海带等大型藻类，海带下面挂笼养殖滤食小型浮游植物的牡蛎，底层养殖以底栖微藻、生物遗体残骸等为食的海参。某海水立体养殖生态系统的能量流动示意图如下，M、N 表示营养级。下列说法错误的是（　）



A. 海水立体养殖充分利用了群落的垂直结构

B. 若海带养殖太多，可能导致牡蛎减产

C. 由 M 到 N 的能量传递效率为 11.8%

D. 该生态养殖工程体现了再生原理

【答案】C

【解析】

【分析】图中生产者呼吸作用消耗 6553kJ/（m^2•a）的能量，传递给 M3281kJ/（m^2•a），遗体残骸 6561kJ/（m^2•a），M 同化的能量 3281+2826=6008kJ/（m^2•a），其中有 3619kJ/（m^2•a）用于呼吸作用，传递至下一营养级 386kJ/（m^2•a），遗体残骸 2102kJ/（m^2•a）。

【详解】A、海水立体养殖体现了群落的分层现象，充分利用了群落的垂直结构，A 正确；

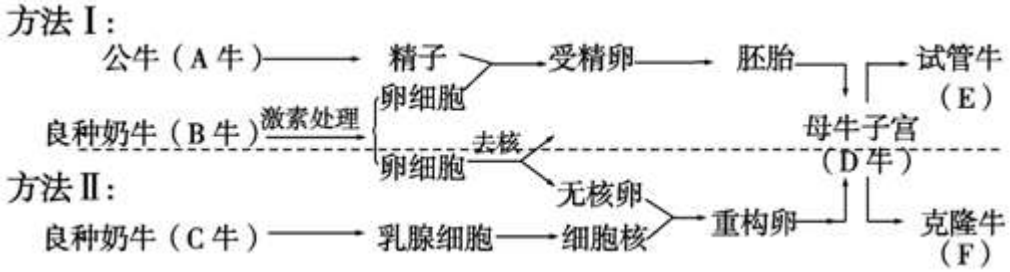
B、牡蛎以浮游植物为食，由于海带的竞争，浮游植物数量下降，牡蛎的食物减少，所以产量降低，B 正确；

C、由 M 到 N 的能量传递效率为 386÷（ 3281+2826）×100%=6.3%，C 错误；

D、该系统实现了废弃物的资源化，体现了生态工程的再生原理，D 正确。

故选 C。

14. 为了加快优良种牛的繁殖速度，科学家采用了以下两种方法。请根据图示信息判断下列说法错误的是（　）



A. 试管牛和克隆牛都是通过无性繁殖获得的

B. 促进 B 牛多排卵的激素可能是促性腺激素

C. 产生 F 牛的理论依据是动物细胞核的全能性

D. E 牛和 F 牛的培育过程中均用到动物细胞培养和胚胎移植技术

【答案】A

【解析】

【分析】分析题图：图示为加快优良种牛繁殖速度的两种方法，方法I采用了体外受精、早期胚胎培养和胚胎移植技术，产生的试管牛 E 属于有性生殖的产物；方法II采用了体细胞核移植、早期胚胎培养和胚胎移植技术，产生的克隆牛 F 属于无性生殖的产物。

【详解】A、试管牛是体外受精而来，属于有性生殖，A 错误；

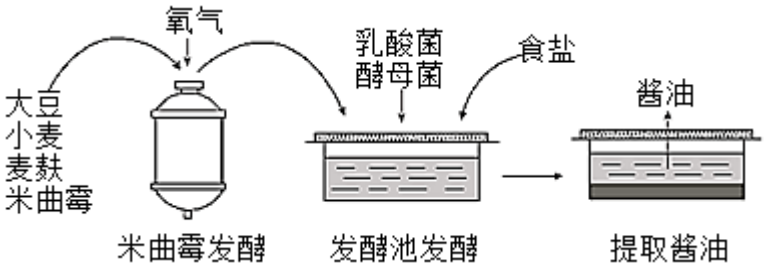
B、用来促进 B 牛多排卵的激素可能是垂体分泌的促性腺激素，B 正确；

C、F 牛是克隆牛，其产生主要采用了核移植技术，该技术的理论基础是细胞核的全能性，C 正确；

D、由以上分析可知，试管牛和克隆牛的培育过程中均用到早期胚胎培养和胚胎移植技术，D 正确。

故选 A。

15. 利用微生物发酵制作酱油在我国具有悠久的历史。下图是制作流程，说法不正确的是（　）



A. 大豆、小麦和麦麸可以为米曲霉　生长提供氮源、碳源等营养物质

B. 米曲霉发酵过程的代谢方式属于异养需氧型

C. 发酵池中的食盐、酒精、乳酸等均可以抑制杂菌生长

D. 酱油发酵过程中的三种主要微生物都属于真核生物

【答案】D

【解析】

【分析】1、酵母菌是兼性厌氧微生物，在有氧条件下，酵母菌进行有氧呼吸，大量繁殖，把糖分解成二氧化碳和水；在无氧条件下，酵母菌能进行酒精发酵。

2、由题图信息分析可知，酿造酱油主要利用的是米曲霉，能够产生蛋白酶和脂肪酶，将蛋白质和脂肪分别水解成小分子的肽和氨基酸、甘油和脂肪酸。

3、培养基是人们按照微生物对营养物质的不同需求，配制出供其生长繁殖的营养基质；根据物理性质分为固体培养基和液体培养基，培养基中一般含有水、碳源、氮源和无机盐，其中碳源和氮源常采用蛋白胨和牛肉膏，因为它们来源于动物原料，含有糖、维生素和有机氮等营养物质。在提供上述几种主要营养物质的基础上，培养基还需要满足微生物生长对 pH、特殊营养物质和氧气的要求。

【详解】A、米曲霉发酵过程中，加入大豆、小麦和麦麸可以为米曲霉的生长提供营养物质，大豆中含有丰富的蛋白质，可为米曲霉的生长提供氮源，小麦中的淀粉属于糖类，组成元素是 C、H、O，可为米曲霉的生长提供碳源，A 正确；

B、由图示可知，米曲霉发酵过程需要提供营养物质、通入氧气，由此可以判断米曲霉的代谢类型是异养需氧型，B 正确；

C、由图示可知，发酵池中添加了酵母菌、乳酸菌和食盐，在发酵池中酵母菌产生的酒精能抑制杂菌的生长，乳酸菌产生的乳酸使发酵液呈酸性也能抑制杂菌的生长，同时往发酵池中添加的食盐也能抑制杂菌的生长，故发酵池中可以抑制杂菌生长的物质是酒精、乳酸和食盐，C 正确；

D、酱油发酵过程中的三种主要微生物中米曲霉和酵母菌都属于真核生物，而乳酸菌属于原核生物，D 错误。

故选 D。

16. 为探究氮、磷对生态系统的光合作用和呼吸作用平衡的影响。科研人员对北半球某草原生态系统进行相关实验。

（1）生态系统中植物通过_____固定的 CO_2 总量，称为生态系统总光合作用（GEP）；生态系统中的组成成分_____，尤其是分解者通过呼吸作用释放进入大气中的 CO_2 总量，称为生态系统呼吸（ER）。

（2）科研人员在每年的 4-9 月进行氮、磷添加实验，添加氮不加磷组（N 组）的处理为每年 5 月中旬施撒 NH_4NO_3（其中 N 含量 10g/m²·年），不加氮添加磷（P 组）的处理为_____，第五年测得各项数据如图 1。

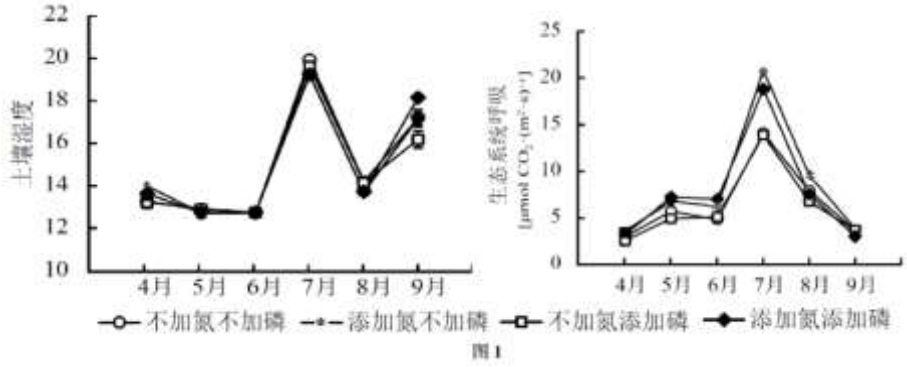


图 1

6-8 月的数据显示_____，推测生态系统的呼吸加强是由于土壤湿度上升导致_____。并且添加_____可显著提高生态系统的呼吸作用。

（3）统计第五年生长季某日多次检测结果如下图。

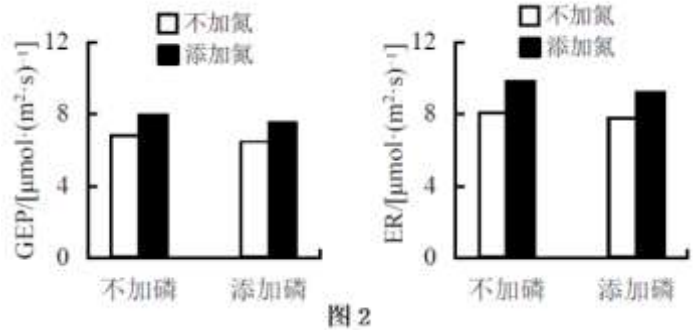


图 2

生态系统碳积累量（等于 GEP 减去 ER）是衡量生态系统恢复的重要指标。由实验结果可知：不适宜使用添加 N 或 P 来促进生态系统恢复，理由是：_____。

（4）基于上述研究，请你谈谈人类应该如何与大自然和谐共处_____。

【答案】（1） ①. 光合作用

②. 生产者、消费者（和分解者）

（2） ①. 每年 5 月中旬施撒磷酸盐 ②. 土壤湿度与生态系统呼吸呈正相关 ③. 微生物的分解作用增强 ④. N（氮）

（3）添加 N 可以促进 GEP 和 ER，但是对 ER 的促进作用强于对 GEP 的促进作用，施用磷肥对 GEP 和 ER 影响（或作用）均不明显

（4）不添加 N、P 等肥料（自然恢复)，尊重规律，减少人类干扰

【解析】

【分析】本实验时研究氮、磷对生态系统的光合作用和呼吸作用平衡的影响，实验处理包括不加磷和不加氮的对照组，加氮不加磷、不加氮加磷和加氮和磷的实验组，据此检测的指标有土壤湿度和生态系统的呼吸。

【小问 1 详解】

植物通过光合作用固定大气中的 CO_2。生态系统的组成成分中生产者、消费者和分解者通过呼吸作用向大气中释放 CO_2。

【小问 2 详解】

根据实验设置的组别及实验对照原则，实验组中不加氮添加磷（P 组）的处理为每年 5 月中旬施撒磷酸盐，其中 P 的含量为 10g/m^2·年。结合图 1 中左右两图可知，土壤湿度与生态系统呼吸呈正相关，生态系统呼吸加强是由于土壤湿度上升导致微生物的分解作用增强，并且添加氮可显著提高生态系统的呼吸作用。

【小问 3 详解】

结合柱状图分析，添加 N 可以促进 GEP 和 ER，但是对 ER 的促进作用强于对 GEP 的促进作用，施用磷肥对 GEP 和 ER 影响（或作用）均不明显，因此不适宜使用添加 N 或 P 来促进生态系统恢复。

【小问 4 详解】

结合实验探究的结果，添加氮或磷不适宜生态系统的恢复，因此在人与自然和谐共处过程中，不添加 N、P 等肥料（自然恢复)，尊重规律，减少人类干扰。

【点睛】本题考查探究实验、生态系统的结构和功能，意在考查考生的识记能力、分析题图获取有效信息的能力和实验探究能力。

17. 肥胖是一个日益严重　全球性健康问题。为研究其机理，科研人员进行了相关实验。

（1）肥胖者常常食欲旺盛，容易引起血糖浓度大幅上升，进而_____激素分泌增加，同时也加快脂肪细胞摄取糖类将其转化为_____，导致肥胖。

（2）研究发现小鼠肥胖和 X 蛋白有关。科研人员以 X 基因功能缺失突变体小鼠和正常小鼠为实验材料，测定其体重如图 1，实验结果表明：_____。

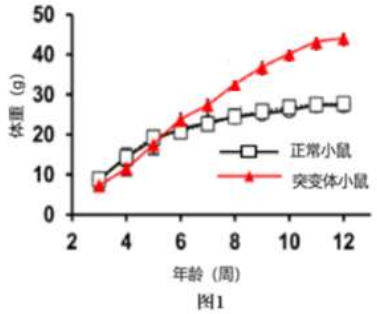


图1

（3）进一步研究发现，小鼠体重的变化还与瘦素密切相关。瘦素具有抑制食欲、减轻体重等功能。研究人员向上述 12 周龄不同组小鼠的腹腔内连续 5 天注射瘦素（5μg/g 体重），检测小鼠每日体重和摄食量的变化情况，请补充完善下表。

组别	实验材料	实验处理	体重	摄食量
甲	①_____	②_____	体重减少	减少

乙	突变体小鼠	注射瘦素	体重增加	③_____
丙	正常小鼠	注射等量生理盐水	④_____	正常

乙组突变体小鼠血清瘦素含量检测结果明显增加，但其体重仍增加，推测该现象与瘦素抵抗有关。

（4）进一步研究发现正常小鼠和突变体小鼠每天的能量消耗总量相近，但代谢方式存在显著差异，如图 2 所示_____。（注：RER 指呼吸交换率即每分钟 CO_2 排出量与摄 O_2 量的比值；RER 为 1 时，代表供能物质只有糖类，RER 为 0.7 时，代表供能物质只有脂肪。）

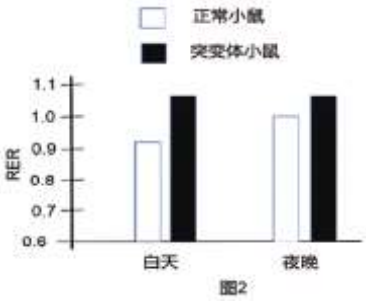
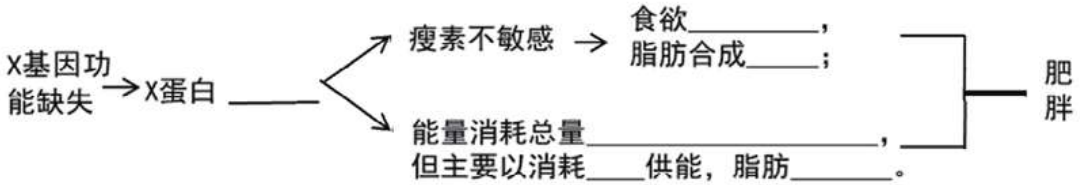


图2

（5）综上所述，完善下列图示，阐释突变体小鼠肥胖的机理_____。



【答案】（1） ①. 胰岛素 ②. 脂肪

（2）X 蛋白质具有抑制肥胖的作用

（3） ①. 正常小鼠 ②. 注射瘦素 ③. 增加 ④. 正常（正常增加）

（4）正常小鼠的能量消耗白天以脂肪为主，晚上以糖类为主，而突变体的小鼠白天和晚上均以消耗糖类为主

（5） 

【解析】

【分析】1、胰岛素是唯一能降低血糖的激素，其作用分为两个方面：促进血糖氧化分解、合成糖原、转化成非糖类物质；抑制肝糖原的分解和非糖类物质转化。胰高血糖素和肾上腺素能升高血糖，只有促进效果没有抑制作用，即促进肝糖原的分解和非糖类物质转化。

2、小鼠肥胖的原因一方面考虑摄取食物来源，一反面考虑物质代谢去路，突变体小鼠肥胖一方面是摄食量增加，另一方面是脂肪代谢减少，进而导致脂肪增加，导致小鼠肥胖。

【小问 1 详解】

血糖浓度升高，会促进胰岛素的分泌，胰岛素分泌增加，能促进脂肪细胞摄取葡萄糖将其转化脂肪储存起来，进而导致肥胖。

【小问 2 详解】

由图可知，突变体小鼠体重随着年龄的增加大于正常小鼠，突变体小鼠 X 基因功能缺失，则对应的 X 蛋白功能缺失，进而导致小鼠体重增加，由此可知 X 蛋白质具有抑制肥胖的作用。

【小问 3 详解】

实验的目的是探究小鼠体重的变化与瘦素有关，根据实验设计单一变量原则和对照原则，正常小鼠一组注射瘦素，一组注射等量的生理盐水，同时进一步研究突变体小鼠的体重在注射瘦素后的体重变化，因此表格中①处为正常小鼠，②处为注射瘦素，甲组与丙组比较可知丙组小鼠体重正常，摄食量也正常，而甲组体重减少，摄食量也减少，说明瘦素能抑制小鼠的体重增加。乙组突变小鼠注射瘦素后，体重却增加，摄食量也增加，说明瘦素不能起作用，存在瘦素抵抗。

【小问 4 详解】

图 2 分析，无论白天还是夜晚，突变体小鼠的 RER 值均大于 1，正常小鼠白天 RER 小于 1，夜晚大于 1，说明正常小鼠的能量消耗白天以脂肪为主，晚上以糖类为主，而突变体的小鼠白天和晚上均以消耗糖类为主。

【小问 5 详解】

结合第二问、第三问和第四问可知，X 基因功能缺失，导致 X 蛋白质功能缺失，一方面会导致瘦素抵抗，食物增加，脂肪合成增加。另一方面能量量消耗总量接近的情况下，主要还是以消耗糖类为主，脂肪几乎不消耗，因而最终导致了突变体小鼠肥胖的产生。

【点睛】本提以小鼠肥胖为题材，考查考生糖类和脂质的代谢等相关知识，意在考查考生获取题干信息并得出正确结论的能力。

18. 大肠杆菌是发酵工程常用的微生物。杂菌污染是导致大肠杆菌发酵失败的重要原因。为解决该问题，科学家利用基因工程技术，改造出一种加强型大肠杆菌。

（1）发酵过程中杂菌会与大肠杆菌_____培养液中的营养物质，导致大肠杆菌发酵效率降低。

（2）①甲酰胺和亚磷酸盐是特殊的氮源和磷源，其被微生物分解利用的过程如右图所示。大肠杆菌和杂菌都不能同时利用这两种物质，原因是_____，无法合成 NH_4^+和磷酸盐。

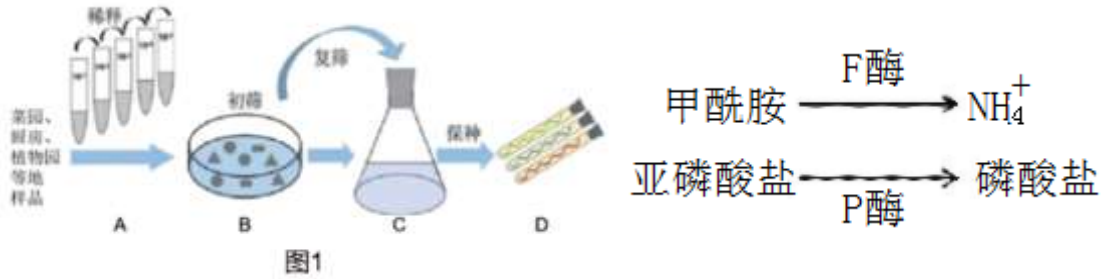


图1

②已知 α 菌能合成 F 酶，但不能合成 P 酶。为获得能合成 P 酶的微生物，研究人员进行如图 1 筛选，正确的是_____

A．图中所用培养液（基）应以亚磷酸盐为唯一磷源

B．图中 B 处接种方法是平板划线法

C．从菜园、植物园等地获取的样品需要进行灭菌

D．图 1 中 C 中长出的细菌能够合成 P 酶

③细菌的核糖体 RNA（rRNA）序列可作为菌种鉴定的依据。下面是三种 rRNA 对应的 DNA 的特点：

a．5SrDNA，序列短，遗传信息少。

b．16SrDNA，序列适中，含有保守区和可变区，可变区序列具有种的特异性。

c．23SrDNA，序列长，遗传信息量多，碱基突变速度较快。

为鉴定图 1 的 C 中筛选的细菌种类，应选择上述_____（填选项字母）序列设计引物测序鉴定，理由是_____。经过鉴定、筛选出细菌 β。

（3）科研人员分别从 α 和 β 菌中获得 F 酶和 P 酶基因，使二者在大肠杆菌中同时表达，表达方式有两种。

①融合表达：将 F、P 基因间用片段 linker 连接成 1 个融合基因，与质粒 A 重组。该基因能表达出一个融合蛋白，同时具有 F 酶和 P 酶的特性。

②共表达：将 F、P 基因与质粒 B 重组，两者可各自表达，互不干扰。

科学家将重组质粒 A 和 B 分别转入大肠杆菌获得菌 A 和菌 B，在甲酰胺、亚磷酸盐为唯一氮源、磷源的培养基中培养，检测其中细菌浓度的变化，获取最优加强型大肠杆菌，结果如图 2。可知质粒_____（A/B）的表达效果更好。请在下图质粒上标出可能的基因序列_____。

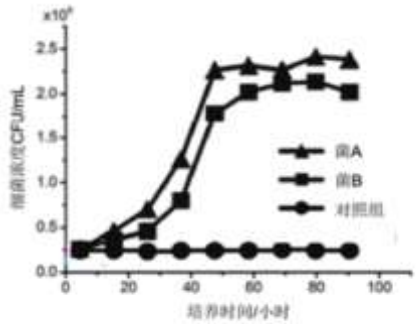


图2



（4）综上所述，请解释利用加强型大肠杆菌发酵时，解决杂菌污染问题的原理_____。

【答案】（1）竞争　（2）　①. 不含有 F 酶和 P 酶　②. AD　③. b　④. 16S rDNA，序列长短适中，易于 PCR 扩增。可变区的序列具有种的特性，能够鉴定菌种（或 5S rDNA 遗传信息少，不能区分不同菌种；23S rDNA 序列过长不易扩增，且突变率高，不能区分种类）

（3）　①. A　②.



（4）将加强型大肠杆菌培养在以甲酰胺、亚磷酸盐为唯一氮源和磷源的培养液中，细菌体内的 F 和 P 基因表达出相应的 F、P 酶，利用甲酰胺和亚磷酸盐合成自身所需要的物质，正常生长。而杂菌体内无 F、P 基因，无法利用两种物质，所以无法生长，从而不能污染大肠杆菌发酵过程

【解析】

【分析】1、培养基的基本成分：水、无机盐、碳源、氮源及特殊生长因子。

2、微生物的接种：微生物接种的方法很多，最常用的是平板划线法和稀释涂布平板法，常用来统计样品活菌数目的方法是稀释涂布平板法。

3、微生物的筛选：需要使用选择培养基。

4、重组质粒上的目的基因若要表达，需要目的基因的首尾含有启动子和终止子。

【小问 1 详解】

如果发酵过程中被杂菌污染，杂菌的生长繁殖需要消耗营养物质，故杂菌会与大肠杆菌竞争培养液中的营养物质，导致大肠杆菌发酵效率降低。

【小问 2 详解】

①由图示可知，甲酰胺可被 F 酶分解为 NH_4^+，为微生物提供氮源；亚磷酸盐可被 P 酶分解为磷酸盐，为微生物提供磷源；而大肠杆菌和杂菌细胞内不含有 F 酶和 P 酶，无法合成 NH_4^+和磷酸盐，不能利用甲酰胺和亚磷酸盐。②α 菌能合成 F 酶，能利用甲酰胺分解为 NH_4^+，但不能合成 P 酶，即不能在以亚磷酸盐为唯一磷源的培养基中生存。要筛选到能合成 P 酶的微生物，应使用选择培养基，在培养基中加入以亚磷酸盐为唯一磷源的物质，能在此培养基中存活的微生物就是能合成 P 酶的微生物；由图像可知，图中 B 处菌落均匀分布，接种方法是稀释涂布平板法；从菜园、植物园等地获取的样品是要获得能合成 P 酶的微生物，不能进行灭菌，故选 AD。③a．5SrDNA，序列短，遗传信息少，不能区分不同菌种；b．16SrDNA，序列长短适中，易于 PCR 扩增。含有保守区和可变区，可变区序列具有种的特异性，能够鉴定菌种；c．23SrDNA 序列过长，遗传信息量多，不易扩增，且突变率高，不能区分种类，故为鉴定图 1 的 C 中筛选的细菌种类，应选择 b 序列设计引物测序鉴定。

【小问 3 详解】

由图 2 实验结果可知，菌 A 的细菌浓度明显高于菌 B 的细菌浓度，说明融合表达的效果高于共表达，即质粒 A 的表达效果更好。菌 A 是将 F、P 基因间用片段 linker 连接成 1 个融合基因，与质粒 A 重组获得的，其中 F、P 基因及片段 linker 应放在启动子和终止子之间，利于其正常表达，其质粒组成如下：



。

【小问 4 详解】

将加强型大肠杆菌培养在以甲酰胺、亚磷酸盐为唯一氮源和磷源的培养液中，细菌体内的 F 基因和 P 基因表达出相应的 F、P 酶，利用甲酰胺和亚磷酸盐合成自身所需要的物质，正常生长。而杂菌体内无 F、P 基因，无法利用两种物质，所以无法生长，从而不能污染大肠杆菌发酵过程，这样就能解决利用加强型大肠杆菌发酵时，杂菌污染问题。

【点睛】本题综合考查了微生物培养的培养基营养成分、选择培养基的选择作用、无菌操作技术及基因工程等知识，意在考查学生相关知识的掌握和理解程度。

19. 学习以下材料，回答（1）-（4）题。

线粒体分裂新发现

线粒体被称为细胞中的“发电厂”或“能量中心”，对细胞生存有重要作用。科学证据显示，多种心血管疾病、神经退行性疾病与线粒体功能障碍有关。

线粒体拥有自己的 DNA，在细胞内有自己的生命周期，通过 DNA 复制实现自我增殖。一直以来，人们认为在细胞生长和细胞分裂的活跃期，线粒体通过中间分裂产生两个子线粒体（如图 1a）。中间分裂前后的线粒体生理状态并没有太大的差异，这表明中间分裂是为较高能量需求或细胞增殖服务的，例如心肌细胞内线粒体较多进行中间分裂。

近日，研究人员发现，在不同的环境中线粒体对其自身的生存方式有不同的考量。当线粒体出现损伤时会发生应激性生理生化反应，如膜电位和 pH 降低，Ca^{2+}和活性氧自由基（ROS）增加，此时线粒体会出现外周分裂（如图 1b）。线粒体通过外周分裂产生大小不一的子线粒体，其中较小的子线粒体不包含复制性 DNA（mtDNA），最终被自噬体吞噬，即线粒体自噬，而较大的子线粒体得以保全。

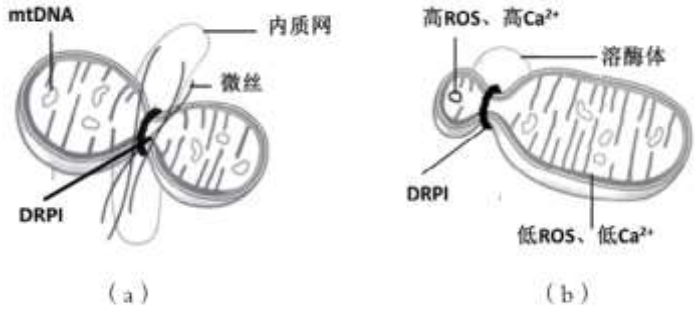


图 1 线粒体分裂示意图

研究人员发现的上述线粒体两种截然不同的分裂方式具有重要的生理和病理学意义。以往的研究认为，线粒体分裂频率过高是多种疾病的信号标志，通过药物抑制分裂是一种潜在的治疗方法。然而，事情可能没有那么简单，因此，理解了线粒体的“大智慧”，我们才能找到更合理和具体的治疗手段。

（1）细胞呼吸中释放能量最多的反应阶段发生在_____（填结构），该结构向线粒体的内腔折叠形成峭，增加了_____和_____结合生成水所需酶的附着面积。

（2）结合图 1 分析，线粒体在逆境胁迫下，通过外周分裂达成“丢车保帅”的生物学意义是：_____。

（3）结合文中信息，下列表述正确的是（　）

A. 与线粒体自噬密切相关的细胞器是溶酶体和内质网

B. 外周分裂产生的较大的子线粒体中含有 mtDNA

C. 当用紫外线（UV）照射心肌细胞时，线粒体会加快中间分裂，以增加线粒体数量从而满足能量需求。

D. 中间分裂和外周分裂均需 DRP1 参与，且外周分裂需要溶酶体参与

E. 线粒体通过中间分裂实现了遗传物质的均分，符合孟德尔遗传定律

（4）文中提出“通过药物抑制分裂是一种潜在的治疗方法，然而，事情可能没有那么简单”，请你解释为什么没有那么简单? _____。

【答案】（1）　①. 线粒体内膜　②. [H]

③. 氧气

（2）消除 ROS 和 Ca^{2+}对细胞的损伤　（3）BD

（4）需要区分线粒体分裂的种类；利用靶向药物有针对性的抑制相应种类的分裂

【解析】

【分析】1、线粒体：真核细胞主要细胞器（动植物都有），机能旺盛的含量多。呈粒状、棒状，具有双膜结构，内膜向内突起形成“嵴内膜和基质中有与有氧呼吸有关的酶，是有氧呼吸第二、三阶段的场所，生命体 95%的能量来自线粒体，又叫“动力工厂”。含少量的 DNA、RNA。

2、溶酶体内含有多种水解酶，能分解衰老损伤的细胞器和吞噬杀死侵入细胞的细菌或病毒，与细胞自噬密切相关的细胞器是溶酶体。

【小问 1 详解】

有氧呼吸的第三阶段释放的能量最多，发生的场所在线粒体内膜。线粒体是双层膜结构的细胞器，其中内膜折叠成嵴，增加了线粒体的膜面积和，为[H]和 O2 结合生成水这一过程所需的酶提供更多的附着位点。

【小问 2 详解】

线粒体在逆境胁迫下的分裂方式为图 b，表现出外周分裂，出现这种分裂方式的目的是消除 ROS 和 Ca^{2+}对细胞的损伤。

【小问 3 详解】

A、线粒体自噬密切相关的细胞器是溶酶体，内质网与线粒体分裂密切相关，A 错误；

B、线粒体通过外周分裂产生大小不一的子线粒体，其中较小的子线粒体不包含复制性 DNA（mtDNA），较大的子线粒体中含有 mtDNA，B 正确；

C、当用紫外线（UV）照射心肌细胞时，线粒体会加快外周分裂，C 错误；

D、图 a、b 两图可知，中间分裂和外周分裂均需 DRP1 参与，且外周分裂还需要溶酶体参与，D 正确；

E、孟德尔的遗传定律属于细胞核遗传，而线粒体中的基因属于细胞质遗传，不遵循孟德尔的遗传定律，E 错误。

故选 BD。

【小问 4 详解】

由于线粒体的分裂方式存在两种，利用药物抑制分裂时需要区分线粒体分裂的种类；利用靶向药物有针对性的抑制相应种类的分裂。

【点睛】本题结合图解，考查线粒体，原核生物的相关知识，要求考生识记线粒体的结构和功能；识记原核细胞的结构特点，能对线粒体和原核细胞进行比较，再结合题干和题图信息准确答题。

20. 光是影响植物种子萌发的一种重要环境因素，科研人员为探究光对植物种子萌发的调节机制，进行了系列实验。

（1）光可以作为一种_____，激活光敏色素，调控细胞内特定基因的表达。

（2）研究者推测光敏色素 phyB 可能与转录因子 ER5 和 ER8 结合，影响两者的表达，调控种子的萌发，为验证该推测，进行了相关实验。选取 ER5 和 ER8 的单基因突变体（er5、er8）、双基因突变体 er5-er8 及 ER8 过表达突变体，在图 1 所示的光照情况下，测定种子的萌发率，结果如图 2。



图1

备注：1hD=1 小时黑暗处理；5’ R=5 分钟红光照射；5dD=5 天黑暗处理；5dW=5 天白光照射

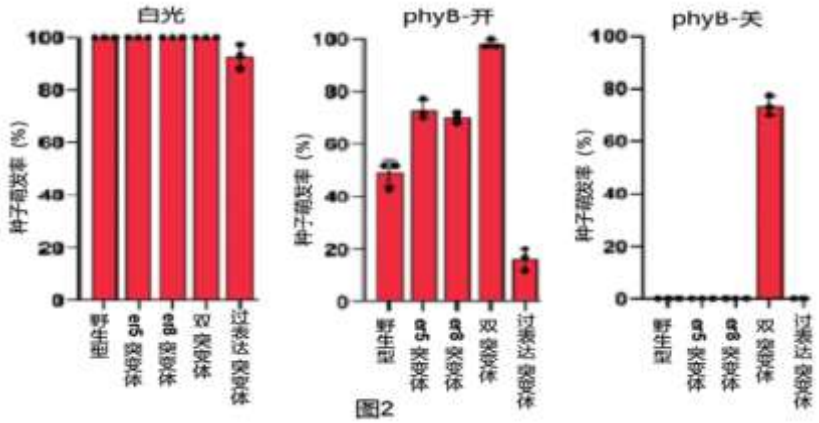


图2

①结果表明：在红光下，phyB 光敏色素被激活，er5、er8 和 er5-er8 双突变体的种子萌发率显著升高，说明 ER5 和 ER8 均可_____（促进、抑制或不影响）种子的萌发，且只在黑暗条件下起作用。

②在黑暗条件下，er5-er8 双突变体的萌发率高的原因是_____。

（3）脱落酸（ABA）是抑制种子萌发的一种重要激素，为探究转录因子 ER8 与 ABA 之间的互作关系，研究人员进行如下实验。

ABA 的合成酶基因（AB2），其启动子中具一段序列——DRE，可能是转录因子 ER8 识别及结合的区域，科研人员利用凝胶迁移技术，检测两者的关系。

据图 3 电泳结果分析 ER8 转录因子经由 AB2 途径抑制种子萌发的机制_____。

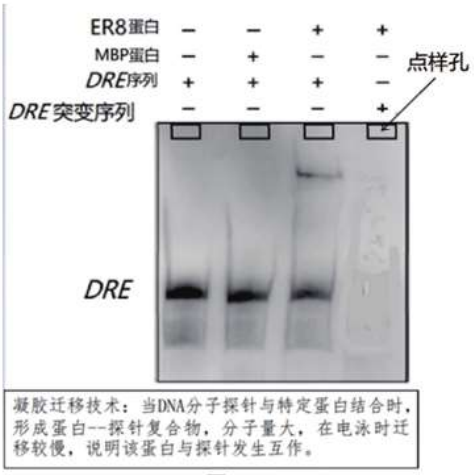


图3

（4）为探究 phyB、ER8、AB2 和 ABA 的关系，科研人员利用野生型和 ER8 转基因植株（将 ER8 基因转入野生型）为实验材料，进行如下实验设计，为上述研究结果提供新的证据。请补充完善下列表格。

组别	条件	实验材料	预期结果 1	预期结果 2
1	红光激活 phyB	野生型	_____	将不同组种子的萌发率情况进行排序_____
2	无红光	_____	AB2 脱落酸合成酶基因的相对表达量高	

3	红光激活 phyB	转入 ER8 基因的植株	AB2 脱落酸合成酶基因的相对表达量介于 1 和 2 组之间	

【答案】（1）光信号　（2）　①. 抑制　②. 黑暗条件下，ER5 和 ER8 两种转录因子抑制种子的萌发，双基因突变体的 ER5 和 ER8 基因功能丧失后对种子萌发的抑制作用消失，故种子的萌发率升高

（3）ER8 与 AB2 的启动子结合，促进 AB2 基因的转录，使 AB2(脱落酸合成酶）含量升高，ABA 的量也随之增加，而抑制种子的萌发

（4）　①. AB2 脱落酸合成酶基因的相对表达量低　②. 1>3>2

③. 转入 ER8 基因的植株

【解析】

【分析】1、植物的生长发育过程，在根本上是基因组在一定时间和空间上程序性表达的结果。光照、温度等环境因子的变化，会引起植物体内产生包括植物激素合成在内的多种变化，进而对基因组的表达进行调节。

2、脱落酸的作用：抑制细胞分裂，抑制植物的生长，也能抑制种子的萌发；促进叶和果实的衰老和脱落。

【小问 1 详解】

对植物来说，光不只是起提供能量的作用，还能作为一种信号，影响、调控植物生长、发育的全过程，故光可以作为一种光信号，激活光敏色素，调控细胞内特定基因的表达。

【小问 2 详解】

①由图 2 实验结果分析，在红光照射 5 分钟、再黑暗处理 5 天的条件下，er5、er8 和 er5-er8 双突变体的种子萌发率均高于野生型，特别是 er5-er8 双突变体的种子萌发率更高，且 ER8 过表达突变体的种子萌发率低于野生型，而 5 天白光照射处理的实验结果是野生型、er5、er8 和 er5-er8 双突变体的种子萌发率均达到 100%，说明在红光下，phyB 光敏色素被激活，与转录因子 ER5 和 ER8 结合，促进了二者的表达，抑制了种子的萌发，且突变体由于 ER5、ER8 基因发生突变，不能正常表达，对种子萌发的抑制作用减弱，说明 ER5 和 ER8 均可抑制种子的萌发，且抑制作用只在黑暗条件下起作用。②在黑暗条件下，ER5 和 ER8 两种转录因子均能抑制种子的萌发，双基因突变体的 ER5 和 ER8 基因功能丧失后对种子萌发的抑制作用消失，故种子的萌发率高于 er5、er8 单基因突变体。

【小问 3 详解】

据图 3 的电泳结果分析，转录因子 ER8 不能识别 DRE 突变序列，其电泳结果中脱落酸合成酶的含量低，说明 ER8 能与 AB2 的启动子结合，促进 AB2 基因的转录，使 AB2(脱落酸合成酶）含量升高，ABA 的量也随之增加，ABA 具有抑制种子萌发的作用，故 ABA 的含量增加，抑制种子的萌发。

【小问 4 详解】

第 1 组利用红光激活 phyB，实验材料是野生型，与第 3 组实验相比，变量是转入 ER8 基因，光敏色素 phyB 能与转录因子 ER8 结合，影响其表达，而 ER8 能与 AB2 的启动子结合，促进 AB2 基因的转录，第 2 组的实验预期结果 1 是：AB2 脱落酸合成酶基因的相对表达量高，第 3 组的实验预期结果 1 是：AB2 脱落酸合成酶基因的相对表达量介于 1 和 2 组之间，且 ER8 的抑制作用只在黑暗条件下起作用，故第 1 组的预期结果是：AB2 脱落酸合成酶基因的相对表达量低；第 2 组的实验材料是转入 ER8 基因的植株；AB2(脱落酸合成酶）含量升高，ABA 的量也随之增加，ABA 具有抑制种子萌发的作用，故 3 组种子的萌发率情况是：1>3>2。

【点睛】本题考查调节植物生长发育的相关知识，意在考查学生识记所学知识要点，把握知识间的内在联系，形成知识网络的能力，同时获取题干信息准确答题。

21. 茄子是我国的主要蔬菜作物之一，茄子的花色、果皮色是茄子选种育种的关键性状，为研究这两对性状的遗传规律，研究人员选用 P_1~P_6 纯合体为亲本进行杂交实验。

组别	亲本杂交	F_1 表型	F_2 表型及数量（株）
实验 1	P_1（白花）×P_2（紫花）	紫花	紫花（84）、白花（26）
实验 2	P_3（白果皮）×P_4（紫果皮）	紫果皮	紫果皮（83）、绿果皮（21）、白果皮（7）

（1）实验 1 可知，茄子花色（A、a 基因控制）中_____是显性性状，F_2 紫花中能稳定遗传的个体所占比例为_____。

（2）茄子果皮色由 B、b 与 D、d 两对独立遗传的基因控制，B 基因抑制 D 基因，表现为紫色，实验 2.结果可知，绿果皮基因型为_____，其为绿色的原因_____。

（3）为确定花色与果皮色基因之间的位置关系，科研人员用纯合白花白果皮和紫花紫果皮植株进行了如下杂交实验。

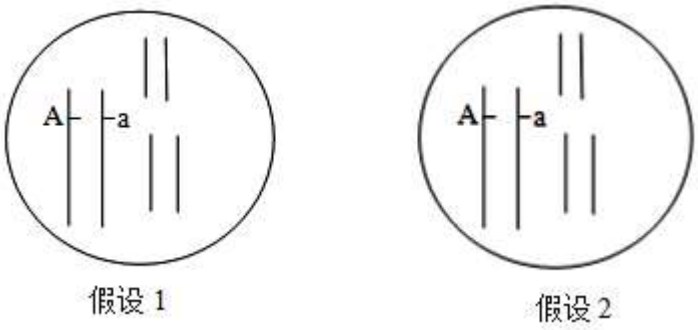
组别	亲本杂交	F_1	F_1 与白花白皮测交结果（株）
实验 3	P_5（白花白果皮）×P_6（紫花紫果皮）	紫花紫果皮	紫花紫果皮（40）、白花白果皮（32） 非亲本类型（38）：紫花绿果皮、紫花白果皮、白花紫果皮、白花绿果皮

根据实验 3 测交结果推测：F_1 植株控制花色与果皮色的基因中，有 2 对基因位于一对同源染色体上。现对测交后代中出现紫花绿果皮的原因进行分析。请对基因的位置关系作出假设，并在下图中标出并作出分析

_____。

假设 1：_____，则出现紫花绿果皮。

假设 2：_____，则出现紫花绿果皮。



假设 1　　假设 2

（4）花青素是植物细胞内具有抗氧化活性的天然色素，具有抗癌和延缓衰老等功效。茄子果皮颜色越深，花青素含量越高，其营养价值越高。研究人员发现光信号诱导花青素形成过程，如图 1 所示，请结合实验 2 的结果及花青素的形成过程，完成下列路线图_____。（箭头上填写“+”或“-”）

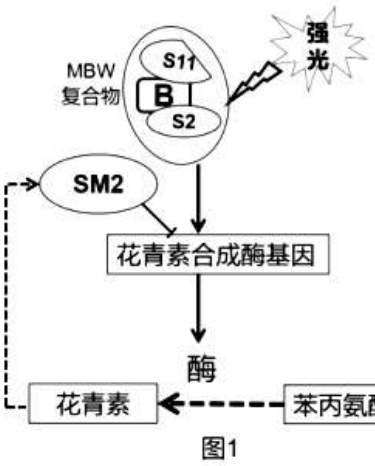
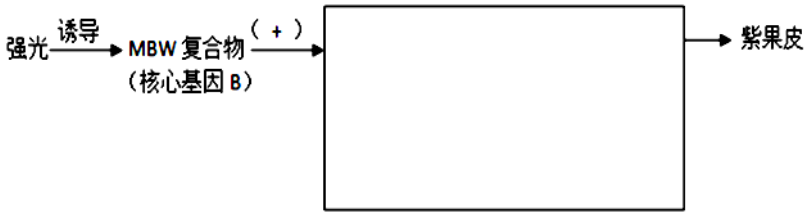


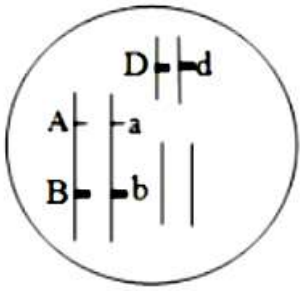
图1



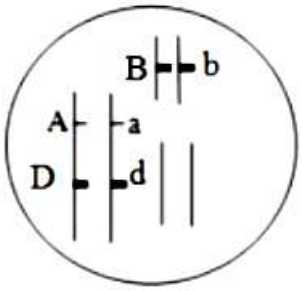
（5）综合上述研究可知果皮色这一性状是_____共同作用的结果。

【答案】（1） ①. 紫花 ②. 1/3

（2） ①. bbDD 或 bbDd ②. bb 基因不影响 D 基因的表达，D 基因表达使茄子果皮呈现绿色

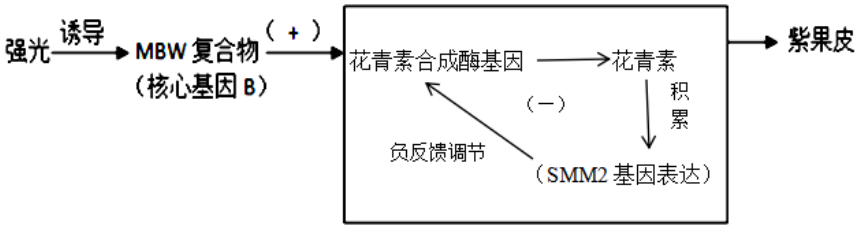
（3） ①. 

假设 1



假设 2

②. A 和 B 连锁，a 与 b 连锁，则 F_1 产生的配子原本是 ABD 和 abd，但在产生配子时若发生了交叉互换，则形成了 Abd、AbD、aBD、aBd 四种重组型的配子，其中 AbD 与 abd 结合形成的是紫花率果皮个体。 ③. A 和 D 连锁，a 和 d 连锁，则 F_1 产生的配子原本是 ABD 和 abd，F_1 产生配子时，发生了交叉互换，产生了重组型的 Adb、AdB、aDb 和 aDB 的配子，其中 AbD 与隐性纯合子产生的配子 abd 结合形成紫花绿果皮个体。

（4） 

（5）基因与环境

【解析】

【分析】1、分析表格：实验 1 紫花与白花杂交，子一代全为紫花，子一代自交，紫花：白花=3：1，说明紫花为显性性状，该性状由一对等位基因控制。

2、实验 2 白果皮与紫果皮杂交，子一代全为紫果皮，子一代自交，紫果皮：绿果皮：白果皮=12：3：1，说明该相对性状是由两对相对性状控制，且遵循基因的自由组合定律，且紫果皮为双显性个体，白果皮为双隐性个体。

【小问 1 详解】

分析表格：实验 1 紫花与白花杂交，子一代全为紫花，子一代自交，紫花：白花=3：1，说明紫花为显性性状，该性状由一对等位基因控制，在一代紫花的基因型是 Aa，F_2 紫花（A_）中能稳定遗传的个体所占比例为 1/3。

【小问 2 详解】

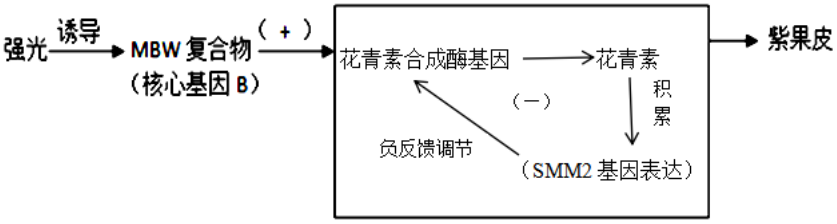
实验 2 白果皮与紫果皮杂交，子一代全为紫果皮，子一代自交，紫果皮：绿果皮：白果皮=12：3：1，说明该相对性状是由两对相对性状控制，且遵循基因的自由组合定律，且紫果皮为双显性个体，由于 B 基因抑制 D 基因，表现为紫色，所以紫果皮为 B_D_、B_dd，绿果皮为 bbD_，白果皮为 aabb，绿果皮的基因型为 bbDD、bbDd，根据基因型可知表现为绿色的原因在于 bb 基因不影响 D 基因的表达，D 基因的表达使茄子果皮呈现绿色。

【小问 3 详解】

纯合白花白果皮的基因型是 aabbdd，纯合紫花紫果皮的基因型有 AABBDD 或 AABBdd，分别杂交所得 F_1 的基因型是 AaBbDd 或 AaBbdd，均表现为紫花紫果皮。F_1 与白花白皮（aabbdd）测交，实际所得数据得到紫花绿果皮，说明亲本紫花的基因型是 AABBDD，根据第二问已经知道了 B/b 与 D/d 遵循基因的自由组合定律，则三对等位基因位于两对同源染色体上，杂结合亲本的基因型可知，存在两种可能，一种是 A 和 B 连锁，a 与 b 连锁，则 F_1 产生的配子原本是 ABD 和 abd，但在产生配子时若发生了交叉互换，则形成了 Abd、AbD、aBD、aBd 四种重组型的配子，其中 AbD 与 abd 结合形成的是紫花率果皮个体。若 A 和 D 连锁，a 和 d 连锁，则 F_1 产生的配子原本是 ABD 和 abd，F_1 产生配子时，发生了交叉互换，产生了重组型的 Adb、AdB、aDb 和 aDB 的配子，其中 AbD 与隐性纯合子产生的配子 abd 结合形成紫花绿果皮个体。

【小问 4 详解】

由图可知，在强光的诱导下，MBW 复合物刺激花青素合成酶基因的表达，表达相应的酶使苯丙氨酸合成花青素，花青素含量增多会促进 SM2 抑制花青素合成酶基因的表达，具体过程如图所示：



【小问 5 详解】

生物体的性状是由基因和环境共同作用的结果。

【点睛】本题主要考查基因的自由组合定律和基因连锁的相关知识，意在考查考生根据分离比判断相关基因型，然后利用分离定律和自由组合定律答题，难度较大。