2022 北京丰台高三二模

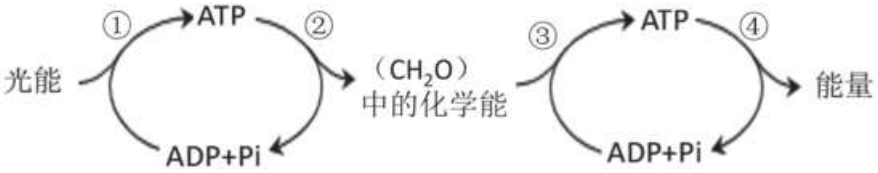
生　　物

1. 在蚕豆根尖细胞的生命活动中，不可能发生的过程是（　）

A. 自由水和结合水相互转化　　B. mRNA 从细胞核进入细胞质

C. 葡萄糖通过主动运输进入线粒体　　D. 核膜和核仁周期性地消失和重现

2. 下图所示为菠菜叶肉细胞内的部分能量转换过程，下列说法正确的是（　）



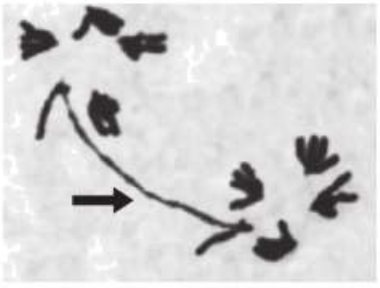
A. ①②都发生在叶绿体，③④分别发生在细胞质基质和线粒体

B. 类囊体膜上　四种色素吸收的光波长有差异，但都可用于①

C. 光合速率等于呼吸速率时②储存的能量等于④释放的能量

D. ②一般与放能反应相联系，③一般与吸能反应相联系

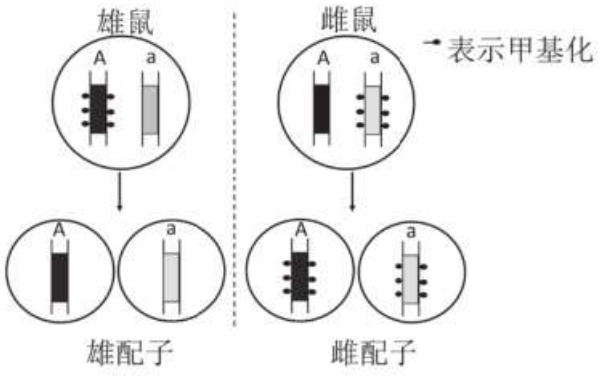
3. 研究人员在四川牡丹（2n=10）花粉母细胞中观察到图中箭头所示的“染色体桥”现象。下列选项分析正确的是（　）



A. 图中时期是减数第一次分裂　　B. 姐妹染色单体连接形成染色体桥

C. 染色体桥现象不会影响基因重组　　D. 该细胞的子细胞中遗传信息相同

4. 小鼠常染色体上的 Igf2 基因存在促生长的 A 和无此功能的 a 两种类型。DNA 甲基化修饰通常会抑制基因的表达。甲基化修饰对 Igf2 基因传递的影响如下图。对该图的分析不正确的是（　）



A. 雌鼠的 A 基因来自它的父本　　B. 雌雄鼠基因型相同表型不同

C. 雌雄鼠杂交子代的表型比例为 3：1　　D. 甲基化不改变 Igf2 基因碱基序列

5. 下列关于生物进化的表述，不正确的是（　）

A. 随机交配对种群基因频率有较大的影响

B. 通过化石可以了解灭绝生物的形态结构特点

C. 适应的形成离不开遗传变异和环境的相互作用

D. 人类能与病毒长期共存是二者长期相互选择的结果

6. 根系对低养分或局部养分供应的生长响应称为“觅食反应”，主要表现为当氮磷轻度缺乏时，根系增殖能力增强。生长素在该过程中发挥着重要的调节作用。下列说法不正确的是（　）

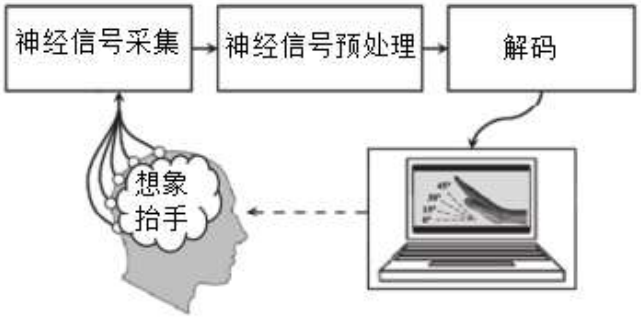
A. 根系吸收的氮磷可用于细胞合成 ATP、核酸等物质

B. 持续施加高浓度生长素可以促进植物的“觅食反应”

C. “觅食反应”是由基因、激素和环境因素共同调节的

D. “觅食反应”是植物为了适应环境长期进化　结果

7. 脑卒中是脑部血管破裂或阻塞导致的疾病，患者常出现上下肢不能运动等功能性障碍。研究人员尝试通过下图所示的“脑机接口”对患者进行康复训练，能部分恢复受损大脑的功能。下列说法正确的是（　）



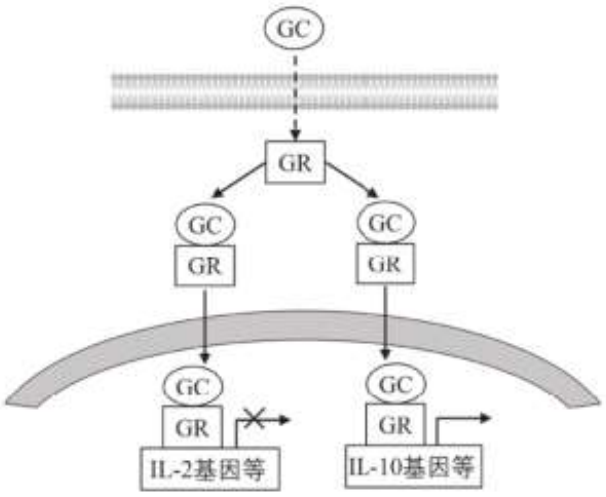
A. 脑卒中患者不能完成膝跳反射等非条件反射

B. 脑卒中患者常伴有认知或言语障碍等后遗症

C. 脑机接口必须连接传出神经及相应的效应器

D. 脑机接口意在恢复患者自主神经系统的功能

8. 系统性红斑狼疮多发于育龄期女性，患者免疫细胞异常活化，产生大量抗体，与自身抗原结合，最终导致多种组织器官受损。临床上常利用糖皮质激素（GC）抑制患者免疫应答进行治疗。如图是糖皮质激素影响 T 细胞功能的一种机制。下列分析不正确的是（　）



A. IL-2、IL-10 对免疫应答分别具有促进和抑制作用

B. GC 主要通过抑制细胞免疫来治疗系统性红斑狼疮

C. 临床上过量使用 GC 时，会产生免疫力低下等副作用

D. GC 与细胞质内受体结合后进入细胞核调控相关基因的表达

9. 稳态是保证机体生命活动正常进行的必要条件。下列说法正确的是（　）

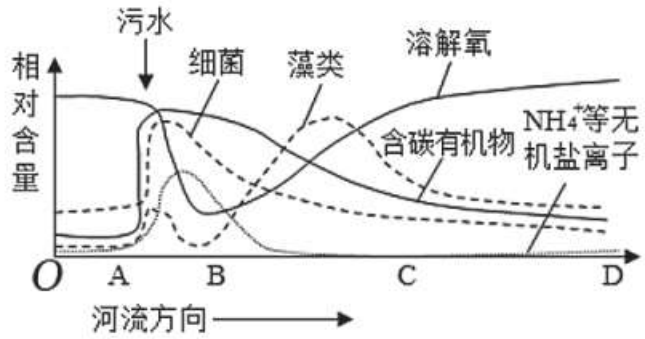
A. 抑癌基因和原癌基因分别抑制癌变和导致癌变，以保持细胞稳态

B. 细胞通过分裂增加数量和自噬减少数量，以保证细胞数目的恒定

C. 食物过咸时抗利尿激素和醛固酮分泌均增加，以共同调节水盐平衡

D. 神经系统和内分泌系统均可通过分级调节精细调控，以维持机体稳态

10. 下图是河流生态系统受到生活污水（含大量有机物）轻度污染后的净化作用示意图。对其描述正确的是（　）



A. AB 段减少的溶解氧全部用于细菌分解有机物

B. 该生态系统中细菌和藻类的环境容纳量相同

C. 该生态系统净化前后的物种丰富度完全相同

D. 该图说明河流生态系统具有一定的自我调节能力

11. 2021 年 10 月 12 日，为保护具有国家代表性的自然生态系统，习近平宣布中国正式设立三江源、大熊猫、东北虎豹、海南热带森林和武夷山等第一批国家公园。对此理解有误的是（　）

A. 设立国家公园可以实现自然资源科学保护和合理利用

B. 设立国家公园和自然保护区是对生物多样性最有效的保护

C. 保护生物多样性，关键是处理好人与自然的相互关系

D. 可将各地濒危野生物种都迁移到国家公园加以保护

12. 乳酸菌是乳酸的传统生产菌，但耐酸能力较差，影响产量。酿酒酵母耐酸能力较强，但不产生乳酸。研究者将乳酸菌的乳酸脱氢酶基因（LDH）导入酿酒酵母，获得能产生乳酸的工程菌株。下列说法错误的是（　）



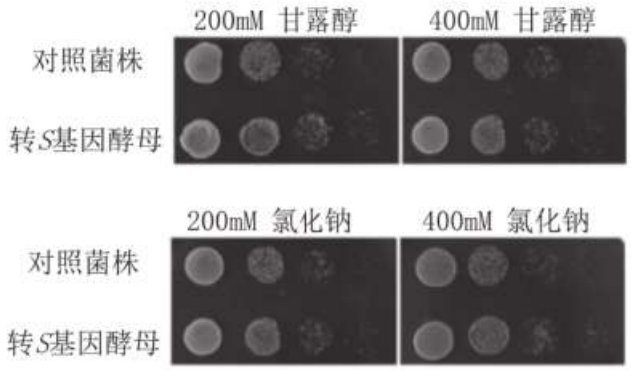
A. 乳酸菌与酵母菌细胞呼吸的第一阶段完全相同

B. 乳酸菌与酵母菌在细胞结构上主要区别是有无核膜

C. 基因表达载体中应带有乳酸菌 LDH 基因自身的启动子

D. 若想进一步提高乳酸产量，可尝试敲除丙酮酸脱羟酶基因

13. 为研究渗透胁迫条件下 S 蛋白对作物生长的影响，科研人员从番茄叶片中分离得到 S 基因，构建 S 基因表达载体，成功转化酵母菌。然后接种到不同浓度的甘露醇和氯化钠的培养基上，在 28℃条件下培养，记录培养皿上菌落生长的变化情况，结果如下图。下列分析不正确的是（　）



A 酵母菌转化成功后，用平板划线法接种到培养基上继续观察

B. 对照组是转入空质粒的酵母菌，以排除质粒本身对实验的影响

C. 实验结果显示，随着胁迫加剧实验组和对照组菌落密度都减小

D. 由实验结果推测，S 蛋白有助于增强番茄对渗透胁迫的抗性

14. 很多生活实例中蕴含着生物学原理，下列相关说法不准确的是（　）

A. 夏天开瓶后的红酒容易变酸——醋酸菌将乙醇变成乙醛，再将乙醛变为醋酸

B. 包扎伤口时选用透气的“创口贴”——利于皮肤细胞有氧呼吸，加快伤口愈合

C. 大兴安岭林区每年进行轻度采伐——减少植被对光照等的竞争，提高光合作用效率

D. 制作泡菜时加入“老汤”——“老汤”中含有纯度较高的乳酸菌，可加速发酵过程

15. 下列以紫色洋葱为材料的实验中，不可能实现实验目的的是（　）

A. 洋葱鳞片叶研磨后进行 DNA 的粗提取，并用二苯胺鉴定

B. 洋葱绿色管状叶研磨后，进行叶绿体色素的提取与分离

C. 洋葱根尖经解离-染色-漂洗-制片处理后，观察有丝分裂过程染色体的状态

D. 洋葱鳞片叶外表皮临时装片上滴加不同浓度蔗糖溶液，观察质壁分离和复原

16. 近年来非洲南部某国家公园内大型食肉动物的数量减少了 90%以上，生活在密林地带的植食性动物薮羚开始冒险进入园内开阔的平原地区。为探究大型食肉动物的消失给薮羚的行为和植物生长带来的影响，科研人员展开了系列研究。

（1）从生态系统的营养结构上划分，薮羚属于_____，研究过程中通常用_____法调查薮羚的种群密度。

（2）研究者分别在密林和平原通过播放食肉动物叫声模拟捕食者存在，同时设立对照组，对照组的处理是_____。随后利用 GPS 测定了实验前后 48 小时内薮羚与声源间的距离变化，结果如图 1，说明食肉动物能够影响薮羚的分布，作出判断的依据是_____。

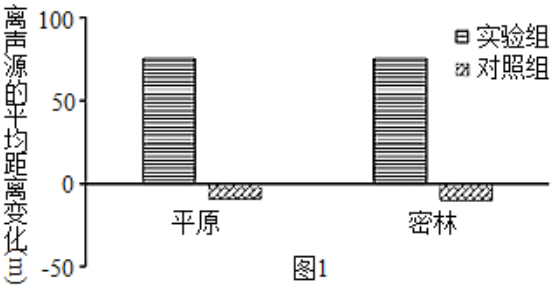


图1

（3）进一步分析蓑羽的食物组成（图 2），结果显示_____。

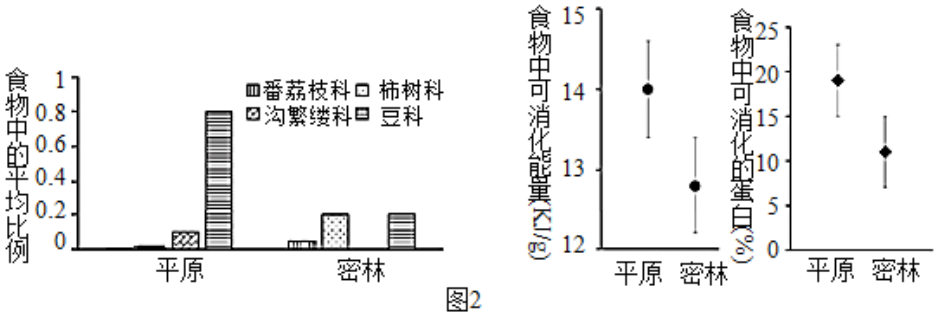


图2

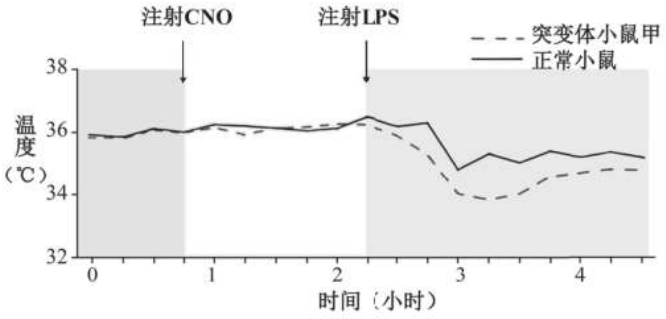
（4）结合以上研究结果，阐明蓑羽从密林迁移到平原的原因。

（5）研究发现蓑羽的迁入对平原的植物造成了严重影响，破坏了原有的生态平衡，请你提出一种解决问题的办法。

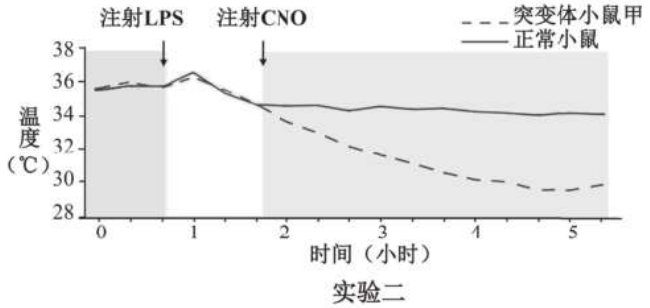
17. 病原体感染可以引起宿主体温调节策略发生变化。

（1）体温调节的中枢在_____。发生炎症反应时，机体会通过分泌相关激素，促进_____，提高产热，同时皮肤毛细血管_____，血流量减少，汗腺分泌减少，减少散热，使体温升高。由此可见体温调节是通过_____调节实现的。

（2）下丘脑室旁核（PVN）存在着大量的神经内分泌细胞。为了研究 PVN 在感染引起的体温改变过程中的作用，科研人员以小鼠为材料进行了一系列实验。实验处理及结果如下图。（注：突变体小鼠甲注射药物 CNO 后，PVN 被抑制，而正常小鼠 PVN 不受影响；LPS 为大肠杆菌外膜成分，可模拟细菌感染。）



实验一



实验二

①本实验的自变量是_____。

②实验一结果显示，未感染时抑制 PVN 对体温无明显变化；当注射 LPS 后，突变体小鼠甲与正常小鼠_____。实验二结果与实验一相比，突变体小鼠甲_____。

③根据实验一、实验二得出的结论是_____。

（3）为进一步探究提前激活 PVN 会不会更快地缓解病原体感染引起　体温变化，研究者构建了另一突变体小鼠乙，该种小鼠注射 CNO 后，PVN 被激活。实验时先对突变体小鼠乙和正常小鼠注射 CNO，再给与 LPS 刺激，分别检测各组小鼠的体温。请评价该实验方案并加以完善。

18. TRPV1 通道蛋白能够转运多种离子，同时也是辣椒素（Cap）以及多种化学信号分子的受体，并能响应伤害性热和酸，介导痛觉的产生和传递。

（1）当辣椒素与细胞膜上的 TRPV1 结合后，细胞外的 Na^+内流，膜电位变为_____，产生动作电位，形成局部电流，最终在_____产生辣觉（即热痛感）。当辣椒素激活 TRPV1 后，会导致该蛋白对辣椒素和其他化学信号分子亲和力降低，无法形成相同刺激下的饱和电流，进入脱敏状态，因此辣椒素也被用来治疗某些神经性疼痛。

（2）研究人员通过对 TRPV1 结构的研究，提出这种脱敏反应依赖于 TRPV1 对细胞外液中 Ca^{2+}进行的快速转运。为验证该假说，在利用 1μM 辣椒素产生饱和电流后，持续加入 1.8mMCa^{2+}，之后 1μM 辣椒素产生的电流迅速减小到几乎完全衰减；另一组实验构建 TRPVl 突变体，降低对 Ca^{2+}的通透性，其他操作同前一组，实验结果如图 1。根据_____，可以得出 TRPV1 的脱敏反应确实具有 Ca^{2+}依赖性。这可能与 Ca^{2+}激活了胞内的信号通路有关。

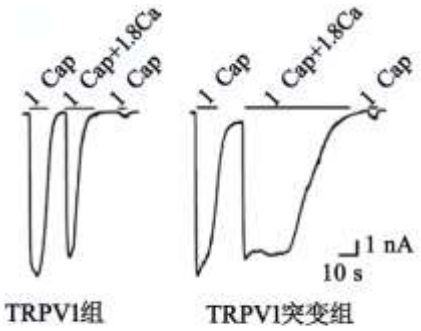


图1

（3）进一步研究发现脱敏反应具有图 2 所示的“记忆性”，即引起 TRPV1 脱敏的刺激强度越大，脱敏反应的程度越_____，越_____恢复对高浓度辣椒素的响应。因此可以通过_____刺激强度，诱导 TRPV1 进入长时程脱敏状态，进而减轻疼痛。

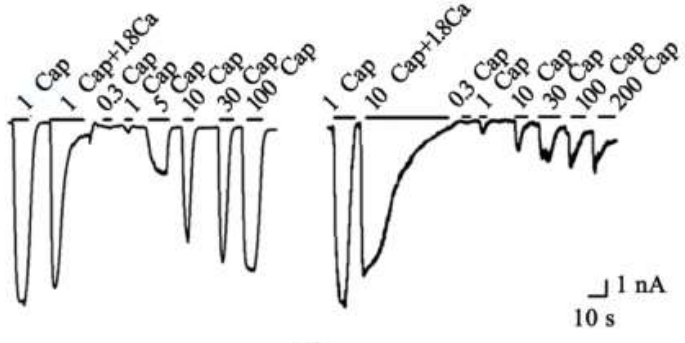


图2

（4）为揭示脱敏反应及其恢复的相关分子机制，研究人员利用荧光探针标记 TRPV1 进行追踪（图 3），发现被激活后，膜上的 TRPV1_____，该过程受胞内钙信号强度的影响。

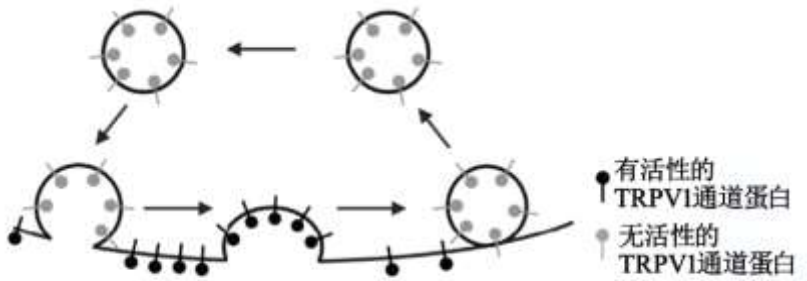


图3

（5）综上所述，请从下列各项中选出正确选项并排序，以解释 TRPV1“记忆性”脱敏发生的机理。

_____→胞内钙信号增强→_____→_____→_____→脱敏程度高，疼痛减轻。

A．细胞膜上 TRPV1 的数量减少

B．高强度刺激引起细胞内 Ca^{2+}浓度升高

C．TRPV1 于细胞膜附近快速转运回到细胞膜

D．TRPV1 经过细胞质内部慢速转运回到细胞膜

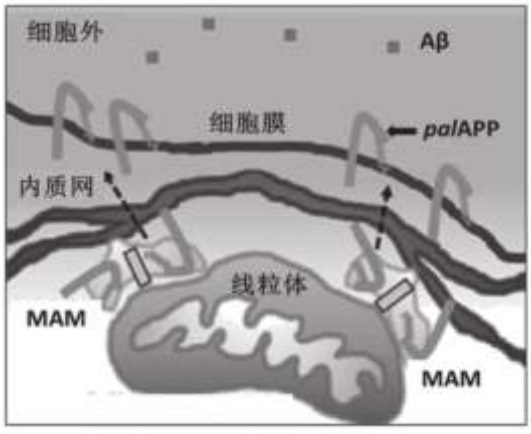
E．细胞膜上的 TRPV1 大量向细胞内转运

19. 学习以下材料，回答（1）~（4）题。

内质网—线粒体结构偶联与阿尔茨海默症的关联性

β 淀粉样蛋白（Aβ）的大量沉积被认为是导致阿尔茨海默症（AD）的一个重要原因。Aβ 在大脑神经细胞轴突和神经末梢中形成，会激发一系列连锁反应，包括阻碍神经细胞轴突的运输功能，甚至导致神经细胞的死亡。Aβ 由 β-淀粉样前体蛋白（APP）先经过加工形成 palAPP，再由 β 分泌酶和 y 分泌酶切割产生。目前尚无治疗 AD 的特效药物。

长期以来囊泡运输被认为是内质网与其他细胞器相联系的主要机制，但最近的研究表明内质网膜与线粒体、质膜、高尔基体紧密连接，这种细胞结构间形成的微小膜连接称为膜接触位点。尽管这些接触通常只涉及膜表面的很小部分，但对胞内通信却起着重要的介导作用。最典型的膜接触位点是内质网和线粒体之间的接触部位——线粒体相关内质网膜（MAM）。MAM 上存在丰富的蛋白质，这些蛋白质可调节与生理和病理过程相关的细胞信号通路。许多研究表明 MAM 与 AD 的发生有密切的联系。



研究显示，在 AD 模型小鼠中，线粒体内 Ca^{2+}的增加与 Aβ 斑块沉积和神经元死亡有关。MAM 是调节 Ca^{2+}平衡和氧化还原平衡的关键点。内质网膜上的 Ca^{2+}释放通道被激活后，通过 MAM 控制 Ca^{2+}从内质网顺浓度梯度向线粒体转移。线粒体中过量的 Ca^{2+}会干扰细胞呼吸，增加活性氧的生成；同时 Ca^{2+}浓度异常会触发内质网功能异常，从而导致神经元死亡，引发 AD。

新的研究表明，在神经元轴突中的 MAM 是 palAPP 受到 β 分泌酶加工并制造 Aβ 的场所。基于这一发现，研究人员尝试通过抑制 MAM 关键基因的表达，或者降低 MAM 的数量或活性，以期阻止或减缓阿尔茨海默症患者的疾病进展。

（1）APP 加工成 palAPP 后，导致其_____改变，从而被 β 分泌酶切割产生 AB

（2）由材料可知，细胞器膜、细胞膜和核膜等结构，通过囊泡运输和_____，在结构和功能上紧密联系，共同构成细胞的_____。

（3）根据文中信息，Ca^{2+}浓度异常引发 AD 的原因是：在 MAM 的调控下，Ca^{2+}从_____转出，过量的 Ca^{2+}干扰了氧气在_____与[H]的反应，产生过多活性氧；同时 Ca^{2+}浓度异常会_____，从而导致神经元死亡。

（4）下列能够支持神经元 MAM 是制造 Aβ 的场所的证据有_____。

A. Ca^{2+}通过 MAM 以顺浓度梯度的方式进行运输

B. palAPP 主要富集在人和小鼠神经元细胞的 MAM 中

C. 抑制 MAM 关键基因的表达，会阻碍 β 分泌酶切割 palAPP

D. AD 模型小鼠神经元的 MAM 中存在有活性的 β 和 y 分泌酶

20. 耳聋是人类常见的感觉障碍之一，约有一半的耳聋患者由遗传因素导致。

（1）图 1 是非综合性遗传性耳聋（N 型）的某个家系图，传统观点认为该病是单基因遗传病。由此推测，该家庭中耳聋患者的遗传方式可能是_____，理由是_____。

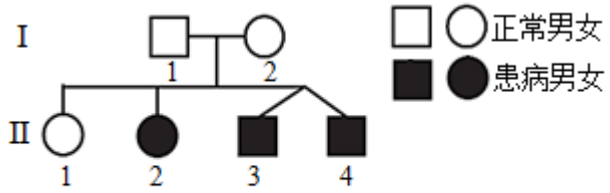


图1

（2）采集该家庭所有成员的血液样本，测定与听力相关的基因序列，发现 P 基因和 C 基因序列异常，测序结果如下，其中①②为 P 基因部分序列，③④为 C 基因部分序列。

①……TTGAAATCACTC……　　②……TTGAAACTCACTC……

③……TCATTCGTGAGGG……　　④……TCATTCATGAGGG……

个体	P 基因部分序列测序结果		C 基因部分序列测序结果	
I-1	①	②	③	③
I-2	②	②	③	④
II-2、II-3、II-4	①	②	③	④

根据以上信息分析，P 基因和 C 基因的突变片段分别是_____、_____、（填序号）。

II-1 的 P 基因和 C 基因部分序列的测序结果与 I-2 完全相同的概率为_____。该测序结果与（1）中推测不相符，试解释原因_____。

（3）为判断突变基因能否正确转录和翻译，将四种基因分别与质粒构建过表达载体后导入受体细胞，比较各组蛋白表达量的差异，结果如下：

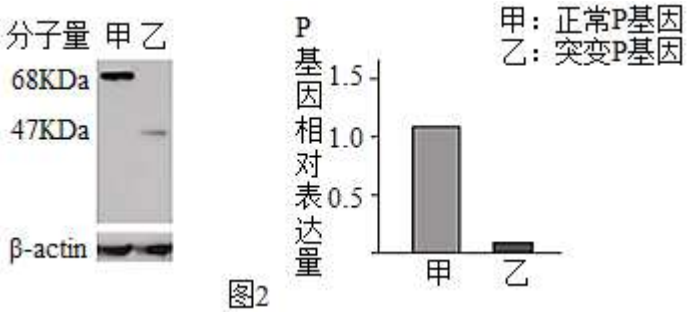


图2

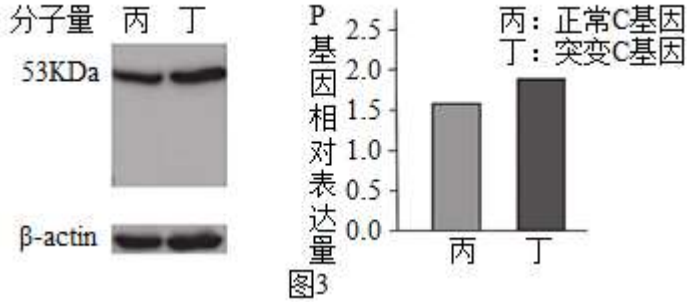


图3

结果显示，与正常基因相比，突变 P 基因表达的蛋白质_____，而突变 C 基因的表达情况并非如此。其中，两种突变蛋白质的分子量发生不同变化的根本原因是_____。

（4）进一步观察发现正常 P 蛋白和 C 蛋白在内耳毛细胞中均匀分布，两种蛋白间的相互作用使内耳毛细胞能将机械信号转换成电信号。但突变 P 蛋白和 C 蛋白在细胞中都有聚集现象。综合以上信息，请用箭头和文字构建导致耳聋的机制图。

21. 油菜种子是中国最重要的植物油来源之一。研究者以甘蓝型油菜为材料，通过多种育种技术来提高油菜种子的含油量。

（1）甘蓝型油菜是由甘蓝（2n=18）和白菜（2n=20）种间杂交，再经过_____处理后形成的_____倍体。

（2）种子油脂的积累包含油脂合成和降解的动态平衡过程。研究人员欲探究脂类水解酶基因 Bn 在油脂积累过程中的作用，用化学试剂 EMS 诱变野生型植株，并筛选出 Bn 基因的突变体 1（C 位点突变）和突变体 2（D 位点突变）。将两种突变体分别与野生型连续杂交再自交，目的是_____。从自交子代中分离得到不同单突变纯合子，种植后检测种子含油量，却发现均小于未经过 EMS 处理的野生型。

（3）进一步通过杂交和基因型鉴定，筛选得到了 C 和 D 双突变纯合子、C 和 D 双位点正常纯合子，种植后测定种子含油量，结果如图 1。

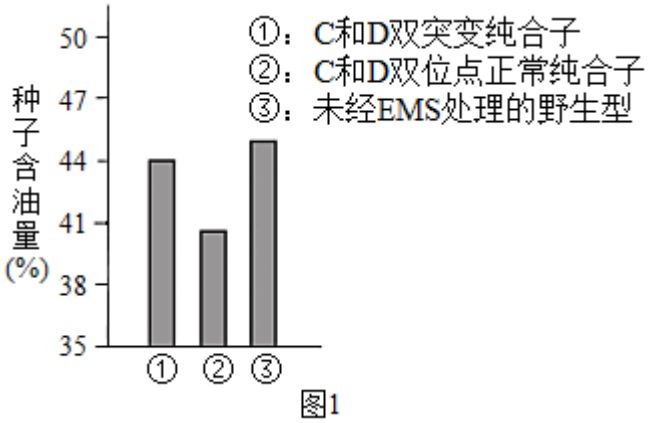


图1

该实验结果说明 Bn 基因表达后促进了种子油脂消减，依据是_____。由于①②的种子含油量均小于③，利用突变体进行的连续杂交并未达到目的，试从诱变的特点分析可能的原因是_____。

（4）研究人员利用 CRISPR/Cas9 技术“编辑”另一活力更强的品系 R 的 Bn 基因，再自交得到 Bn 基因突变纯合子，测定其种子含油量和油体面积，结果如图 2、图 3。

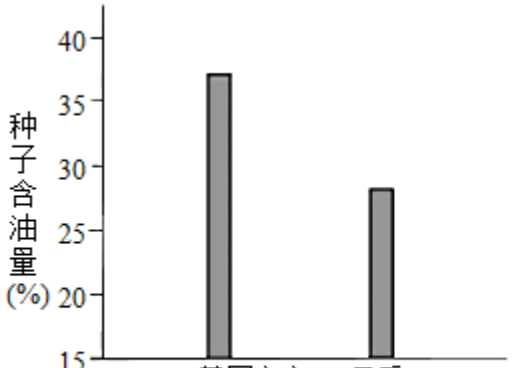


图2

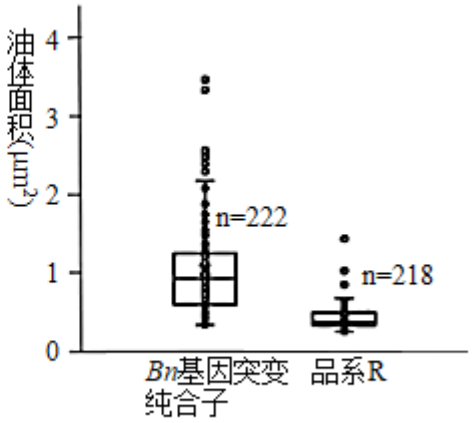


图3

结果表明，突变的 Bn 基因表达后_____，结合（3）（4）的实验结果分析，利用 CRISPR/Cas9 技术获得 Bn 基因突变纯合子，与诱变育种相比，除了缩短育种年限外，还具有的显著优势是_____。

（5）种子成熟末期，油脂合成和消减的动态平衡能够确保种子休眠以防过早发芽。欲将 Bn 基因突变纯合子用于农业生产，还需进一步调查_____、萌发后根长等种子活力指标。若活力指标与野生型相比_____，则可推广应用。

参考答案

1. 在蚕豆根尖细胞的生命活动中，不可能发生的过程是（　）

A. 自由水和结合水相互转化　　B. mRNA 从细胞核进入细胞质

C. 葡萄糖通过主动运输进入线粒体　　D. 核膜和核仁周期性地消失和重现

【答案】C

【解析】

【分析】有氧呼吸的全过程，可以分为三个阶段：第一个阶段，一个分子的葡萄糖分解成两个分子的丙酮酸，在分解的过程中产生少量的氢(用[H]表示)，同时释放出少量的能量。这个阶段是在细胞质基质中进行的；第二个阶段，丙酮酸经过一系列的反应，分解成二氧化碳和氢，同时释放出少量的能量。这个阶段是在线粒体中进行的；第三个阶段，前两个阶段产生的氢，经过一系列的反应，与氧结合而形成水，同时释放出大量的能量。

【详解】A、自由水和结合水相互转化，自由水与细胞的代谢有关，自由水比例越多，代谢越旺盛，A 正确；

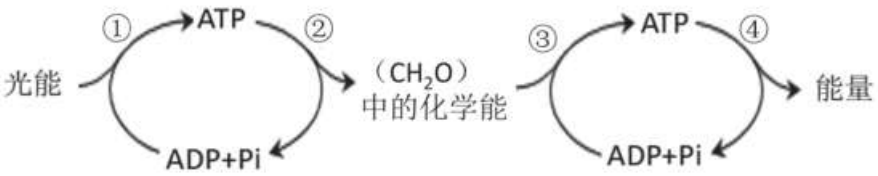
B、mRNA 从细胞核进入细胞质，作为翻译的模板，B 正确；

C、葡萄糖不能进入线粒体，葡萄糖转化为丙酮酸后才能进入线粒体，C 错误；

D、根尖分生区可以进行有丝分裂，在有丝分裂过程中，核膜和核仁周期性地消失和重现，D 正确。

故选 C。

2. 下图所示为菠菜叶肉细胞内的部分能量转换过程，下列说法正确的是（　）



A. ①②都发生在叶绿体，③④分别发生在细胞质基质和线粒体

B. 类囊体膜上的四种色素吸收的光波长有差异，但都可用于①

C. 光合速率等于呼吸速率时②储存的能量等于④释放的能量

D. ②一般与放能反应相联系，③一般与吸能反应相联系

【答案】B

【解析】

【分析】根据题意和图示分析可知：①表示光反应中光能转化为 ATP 的过程，发生在类囊体薄膜上；②表示 ATP 为三碳化合物的还原过程供能合成有机物的过程，发生在叶绿体的基质中；③表示有机物氧化分解释放能量的过程，发生在细胞中；④表示 ATP 水解释放能量的过程，发生在细胞中。

【详解】A、①过程表示光反应，②过程表示暗反应，都发生在叶绿体中，过程③是细胞呼吸过程，有氧呼吸发生在细胞质基质和线粒体中，④表示 ATP 水解释放能量的过程，发生在细胞中，A 错误；

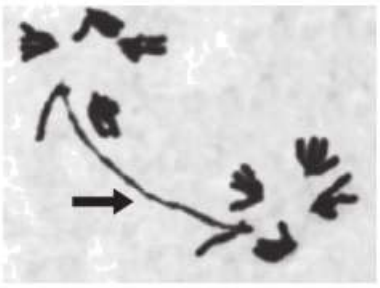
B、四种色素的叶绿素 a 和叶绿素 b 主要吸收蓝紫光和红光，而胡萝卜素和叶黄素主要吸收蓝紫光，它们吸收的光波长有差异，但都可用于①光反应，B 正确；

C、光合速率等于呼吸速率时，②储存的能量在有机物中，而有机物氧化分解释放的能量主要是以热能形式散失，部分储存在 ATP 中，故②储存的能量大于④ATP 释放的能量，C 错误；

D、②是 ATP 的水解过程，一般与吸能反应相联系，③是 ATP 的合成过程，一般与放能反应相联系，D 错误。

故选 B。

3. 研究人员在四川牡丹（2n=10）花粉母细胞中观察到图中箭头所示的“染色体桥”现象。下列选项分析正确的是（　）



A. 图中时期　减数第一次分裂　　B. 姐妹染色单体连接形成染色体桥

C. 染色体桥现象不会影响基因重组　　D. 该细胞的子细胞中遗传信息相同

【答案】A

【解析】

【分析】据图分析，图中的细胞中同源染色体分离，处于减数第一次分裂后期。

【详解】A、结合分析可知，图中时期是减数第一次分裂，A 正确；

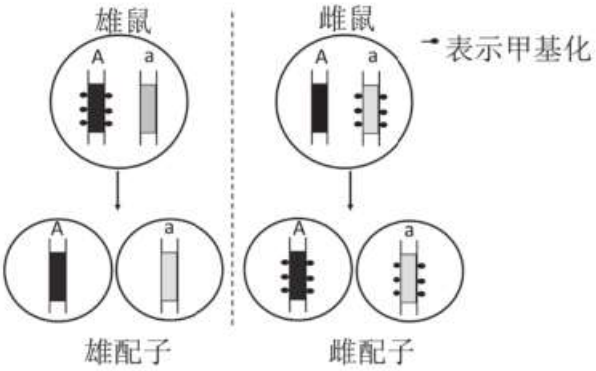
B、图中的染色体桥是由不同的染色体连接而成，而非姐妹染色体单体，B 错误；

C、染色体桥会影响同源染色体的分离，故会影响基因重组现象，C 错误；

D、该细胞中含有同源染色体，同源染色体通常含有等位基因，故子细胞中遗传信息不一定相同，D 错误。

故选 A。

4. 小鼠常染色体上的 Igf2 基因存在促生长的 A 和无此功能的 a 两种类型。DNA 甲基化修饰通常会抑制基因的表达。甲基化修饰对 Igf2 基因传递的影响如下图。对该图的分析不正确的是（　）



A. 雌鼠的 A 基因来自它的父本　　B. 雌雄鼠基因型相同表型不同

C. 雌雄鼠杂交子代的表型比例为 3：1　　D. 甲基化不改变 Igf2 基因碱基序列

【答案】C

【解析】

【分析】据图可知，雄鼠产生的雄配子中 A 基因去甲基化，a 基因没有甲基化，雌鼠产生的雌配子中无论含有 A 还是 a 基因的都会发生甲基化。

【详解】A、由于雌鼠产生的雌配子中 A 基因发生了甲基化，而雄鼠产生的雄配子中 A 基因没有甲基化，因此雌鼠中没有发生甲基化的 A 基因来自它的父本，A 正确；

B、雄鼠中 A 基因发生了甲基化，不能表达，但 a 基因可以表达，雌鼠中 a 基因发生了甲基化，不能表达，但 A 基因能表达，A 基因具有促生长作用，a 基因无此功能，因此雌雄鼠基因型相同表型不同，B 正确；

C、设甲基化的基因用 1 标记，则 A_1a 雄鼠产生的雄配子为 A：a=1：1，Aa_1 雌鼠产生的雌配子为 A_1：a_1=1：1，因此雌雄鼠杂交子代的基因型和比例为 AA_1：A_1a：Aa_1：aa_1=1：1：1：1，发生甲基化的 A 基因不能表达，因此子代表型比例为 1：1，C 错误；

D、DNA 甲基化修饰通常会抑制基因的表达，但不改变 Igf2 基因碱基序列，D 正确。

故选 C。

5. 下列关于生物进化的表述，不正确的是（　）

A. 随机交配对种群基因频率有较大的影响

B. 通过化石可以了解灭绝生物的形态结构特点

C. 适应的形成离不开遗传变异和环境的相互作用

D. 人类能与病毒长期共存是二者长期相互选择的结果

【答案】A

【解析】

【分析】现代生物进化理论的基本观点：种群是生物进化的基本单位，生物进化的实质在于种群基因频率的改变；突变和基因重组产生生物进化的原材料；自然选择使种群的基因频率发生定向的改变并决定生物进化的方向；隔离是新物种形成的必要条件。

【详解】A、一般情况下，随机交配后种群的基因频率不变，对种群的基因频率没有影响，A 错误；

B、通过化石可以很好的保留生物的形态结构，可以了解已灭绝生物的形态结构特点，是研究生物进化最直接的证据，B 正确；

C、适应不仅是指生物对环境的适应，也包括生物的结构与功能相适应，适应的形成离不开可遗传的有利变异与环境的定向选择作用，C 正确；

D、病毒与人类相互选择，彼此适应，人类能与病毒长期共存是二者长期相互选择的结果，D 正确。

故选 A。

6. 根系对低养分或局部养分供应的生长响应称为“觅食反应”，主要表现为当氮磷轻度缺乏时，根系增殖能力增强。生长素在该过程中发挥着重要的调节作用。下列说法不正确的是（　）

A. 根系吸收的氮磷可用于细胞合成 ATP、核酸等物质

B. 持续施加高浓度生长素可以促进植物的“觅食反应”

C. “觅食反应”是由基因、激素和环境因素共同调节的

D. “觅食反应”是植物为了适应环境长期进化的结果

【答案】B

【解析】

【分析】1、ATP 的组成元素有 C、H、O、N、P，核酸（核苷酸）的组成元素为 C、H、O、N、P。

2、生长素具有促进植物生长的作用，在一定的范围内，随生长素浓度增加，促进生长的作用增强，达到最适宜浓度后随生长素浓度增加，促进作用逐渐减弱，至抑制植物生长，生长素浓度继续增大，抑制作用增大。

【详解】A、ATP 和核酸的组成元素有 C、H、O、N、P，根系吸收的氮磷可用于细胞合成 ATP、核酸等物质，A 正确；

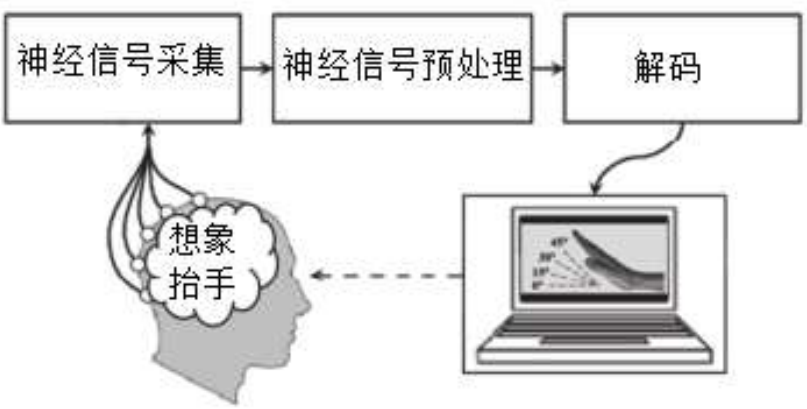
B、高浓度生长素会抑制生长，持续施加高浓度生长素会抑制植物的“觅食反应”，B 错误；

C、生长素在“觅食反应”中发挥着重要的调节作用，该过程是由基因、激素和环境因素共同调节的，C 正确；

D、“觅食反应”使植物低养分或局部养分供应时能适者生存，这是长期进化的结果，D 正确。

故选 B。

7. 脑卒中是脑部血管破裂或阻塞导致的疾病，患者常出现上下肢不能运动等功能性障碍。研究人员尝试通过下图所示的“脑机接口”对患者进行康复训练，能部分恢复受损大脑的功能。下列说法正确的是（　）



A. 脑卒中患者不能完成膝跳反射等非条件反射

B. 脑卒中患者常伴有认知或言语障碍等后遗症

C. 脑机接口必须连接传出神经及相应的效应器

D. 脑机接口意在恢复患者自主神经系统的功能

【答案】B

【解析】

【分析】各级中枢的分布与功能：①大脑：大脑皮层是调节机体活动的最高级中枢，是高级神经活动的结构基础。其上有语言、听觉、视觉、运动等高级中枢。②小脑：有维持身体平衡的中枢。③脑干：有许多重要的生命活动中枢，如心血管中枢、呼吸中枢等。④下丘脑：有体温调节中枢、渗透压感受器(水平衡中枢)、 血糖平衡调节中枢，是调节内分泌活动的总枢纽。⑤脊髓：调节躯体运动的低级中枢。

【详解】A、膝跳反射的神经中枢在脊髓，而脑卒中患者的脊髓正常，因此脑卒中患者能完成膝跳反射等非条件反射，A 错误；

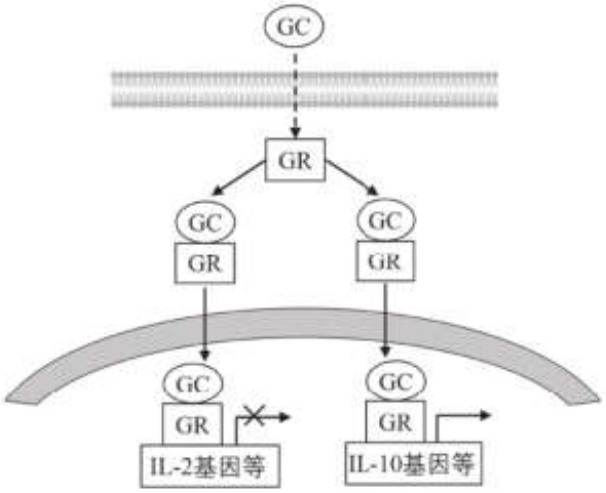
B、因为大脑皮层具有认知、言语等功能，而脑卒中患者的大脑皮层受到了损伤，故脑卒中患者常伴有认知或言语障碍等后遗症，B 正确；

C、脑卒中患者的大脑皮层受到损伤，大脑皮层是神经中枢，反射弧其他部位可能正常，因此脑机接口不一定要连接传出神经及相应的效应器，C 错误；

D、大脑属于中枢神经系统，而不是自主神经系统，因此脑机接口意在恢复患者中枢神经系统的功能，D 错误。

故选 B。

8. 系统性红斑狼疮多发于育龄期女性，患者免疫细胞异常活化，产生大量抗体，与自身抗原结合，最终导致多种组织器官受损。临床上常利用糖皮质激素（GC）抑制患者免疫应答进行治疗。如图是糖皮质激素影响 T 细胞功能的一种机制。下列分析不正确的是（　）



A. IL-2、IL-10 对免疫应答分别具有促进和抑制作用

B. GC 主要通过抑制细胞免疫来治疗系统性红斑狼疮

C. 临床上过量使用 GC 时，会产生免疫力低下等副作用

D. GC 与细胞质内受体结合后进入细胞核调控相关基因的表达

【答案】B

【解析】

【分析】1、系统性红斑狼疮是自身产生的抗体与抗原结合而引起的多种组织器官受损，属于自身免疫病。

2、据图可知，GC 与 GR 结合后可以抑制 IL-2 基因的表达而促进 IL-10 基因的表达。

【详解】A、结合分析可知，GC 与 GR 结合后可以抑制 IL-2 基因的表达而促进 IL-10 基因的表达，即 IL-2、IL-10 对免疫应答分别具有促进和抑制作用，A 正确；

BC、据题意可知，GC 主要影响 T 细胞功能，而 T 细胞在体液免疫和细胞免疫中均发挥作用，故临床上过量使用 GC 时，会产生免疫力低下等副作用，B 错误，C 正确；

D、据图可知，GC 与细胞质内受体结合后，通过核膜进入细胞核，进而调控 IL-2、IL-10 等相关基因的表达，D 正确。

故选 B。

9. 稳态是保证机体生命活动正常进行的必要条件。下列说法正确的是（　）

A. 抑癌基因和原癌基因分别抑制癌变和导致癌变，以保持细胞稳态

B. 细胞通过分裂增加数量和自噬减少数量，以保证细胞数目的恒定

C. 食物过咸时抗利尿激素和醛固酮分泌均增加，以共同调节水盐平衡

D 神经系统和内分泌系统均可通过分级调节精细调控，以维持机体稳态

【答案】D

【解析】

【分析】1、人体的水平衡调节过程：（1）当人体失水过多、饮水不足或吃的食物过咸时→细胞外液渗透压升高→下丘脑渗透压感受器受到刺激→垂体释放抗利尿激素增多→肾小管、集合管对水分的重吸收增加→尿量减少．同时大脑皮层产生渴觉（主动饮水）。（2）体内水过多时→细胞外液渗透压降低→下丘脑渗透压感受器受到刺激→垂体释放抗利尿激素减少→肾小管、集合管对水分的重吸收减少→尿量增加。

【详解】A、抑癌基因和原癌基因都是细胞内正常的基因，与控制代谢和分裂相关，一旦突变可能会导致癌变，A 错误；

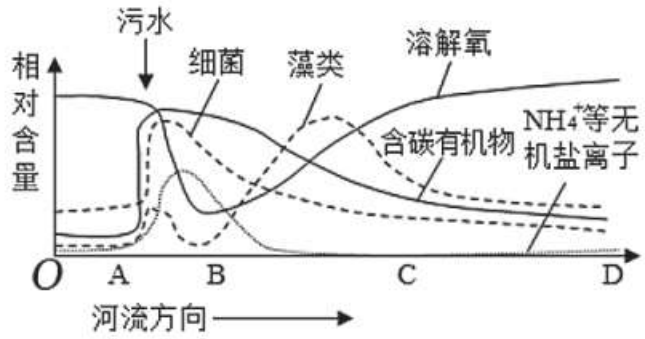
B、细胞通过分裂增加数量和细胞凋亡减少数量，以保证细胞数目的恒定 ，B 错误；

C、摄入食物过咸时，细胞外液的渗透压升高，这时细胞内的抗利尿激素分泌量增多，促进水分的重吸收，醛固酮的作用是吸钠泌钾，食物过咸则钠盐增多，人吸收钠盐会减少，因此分泌的醛固酮也会减少，C 错误；

D、神经系统和内分泌系统均可通过分级调节精细调控，大脑皮层可以控制低级神经中枢，下丘脑或垂体分泌的激素可以控制其它腺体的分泌，D 正确。

故选 D。

10. 下图是河流生态系统受到生活污水（含大量有机物）轻度污染后的净化作用示意图。对其描述正确的是（　）



A. AB 段减少的溶解氧全部用于细菌分解有机物

B. 该生态系统中细菌和藻类的环境容纳量相同

C. 该生态系统净化前后的物种丰富度完全相同

D. 该图说明河流生态系统具有一定的自我调节能力

【答案】D

【解析】

【分析】生态系统的自我调节能力：生态系统保持自身稳定的能力被称为生态系统的自我调节能力。

【详解】A、AB 段减少的溶解氧除了用于细菌分解有机物，还用于其他生物的呼吸作用，A 错误；

B、细菌和藻类对环境的适应能力不同，因此该生态系统中细菌和藻类的环境容纳量不相同，B 错误；

C、该生态系统净化前后的物种丰富度不同，C 错误；

D、该河流生态系统受到生活污水污染后的净化作用体现了生态系统具有一定的自我调节能力，D 正确。

故选 D。

11. 2021 年 10 月 12 日，为保护具有国家代表性的自然生态系统，习近平宣布中国正式设立三江源、大熊猫、东北虎豹、海南热带森林和武夷山等第一批国家公园。对此理解有误的是（　）

A. 设立国家公园可以实现自然资源科学保护和合理利用

B. 设立国家公园和自然保护区是对生物多样性最有效的保护

C. 保护生物多样性，关键是处理好人与自然的相互关系

D. 可将各地濒危野生物种都迁移到国家公园加以保护

【答案】D

【解析】

【分析】生物多样性保护的措施：（1）就地保护：自然保护区和国家森林公园是生物多样性就地保护的场所。（2）迁地保护：动物园、植物园、濒危物种保护中心。（3）建立精子库、种子库，利用生物技术对濒危物种的基因进行保护等。（4）加强宣传和执法力度。

【详解】A、设立国家公园可以实现自然资源科学保护和合理利用，A 正确；

B、就地保护的主要形式是建立设立国家公园和自然保护区，是保护生物多样性最有效的措施，B 正确；

C、保护生物多样性的关键是处理好人与自然的相互关系，实现人和自然和谐发展，C 正确；

D、自然保护区属于就地保护，保护对象主要包括有代表性的自然生态系统和珍惜濒危动植物自然分布区，其中保护的生物本来就生活在保护区内，而不是接纳各地迁移来的濒危野生物种，且部分濒危物种可能无法在自然环境中繁衍生存，需要在濒危动植物繁育中心进行相应保护，D 错误。

故选 D。

12. 乳酸菌是乳酸的传统生产菌，但耐酸能力较差，影响产量。酿酒酵母耐酸能力较强，但不产生乳酸。研究者将乳酸菌的乳酸脱氢酶基因（LDH）导入酿酒酵母，获得能产生乳酸的工程菌株。下列说法错误的是（　）



A. 乳酸菌与酵母菌细胞呼吸的第一阶段完全相同

B. 乳酸菌与酵母菌在细胞结构上主要区别是有无核膜

C. 基因表达载体中应带有乳酸菌 LDH 基因自身的启动子

D. 若想进一步提高乳酸产量，可尝试敲除丙酮酸脱羧酶基因

【答案】C

【解析】

【分析】结合图示可知，将 LDH 基因导入酵母菌，则酵母菌进行的无氧呼吸能得到两种产物，乳酸和酒精。

【详解】A、乳酸菌与酵母菌细胞呼吸的第一阶段完全相同，都是葡萄糖在细胞质基质中转变为丙酮酸和[H]，A 正确；

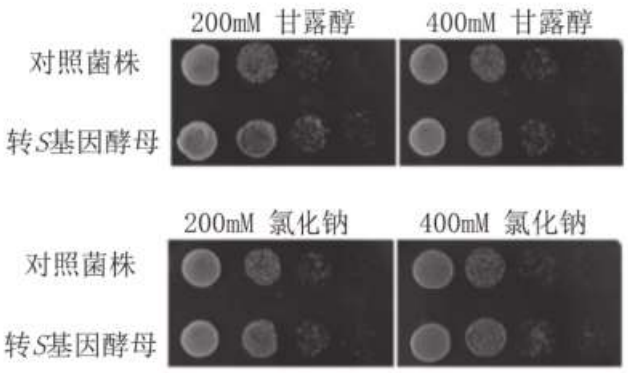
B、乳酸菌为原核生物，没有核膜，酵母菌是真核生物，具有核膜，B 正确；

C、由于要在酵母菌真核生物中表达 LDH 基因，基因表达载体中不应带有乳酸菌 LDH 基因自身的启动子，应带有酵母菌适宜的启动子，C 错误；

D、若敲除丙酮酸脱羧酶基因，丙酮酸脱羧酶不能合成，则丙酮酸只能在乳酸脱氢酶的作用下被还原成乳酸，乳酸的产量增加，D 正确。

故选 C。

13. 为研究渗透胁迫条件下 S 蛋白对作物生长的影响，科研人员从番茄叶片中分离得到 S 基因，构建 S 基因表达载体，成功转化酵母菌。然后接种到不同浓度的甘露醇和氯化钠的培养基上，在 28℃条件下培养，记录培养皿上菌落生长的变化情况，结果如下图。下列分析不正确的是（　）



A. 酵母菌转化成功后，用平板划线法接种到培养基上继续观察

B. 对照组是转入空质粒的酵母菌，以排除质粒本身对实验的影响

C. 实验结果显示，随着胁迫加剧实验组和对照组菌落密度都减小

D. 由实验结果推测，S 蛋白有助于增强番茄对渗透胁迫的抗性

【答案】A

【解析】

【分析】微生物常见的接种的方法： (1)平板划线法：将已经熔化的培养基倒入培养皿制成平板，接种，划线，在恒温箱里培养。在线的开始部分，微生物往往连在一起生长，随着线的延伸，菌数逐渐减少，最后可能形成单个菌落。(2) 稀释涂布平板法：将待分离的菌液经过大量稀释后，均匀涂布在培养皿表面，经培养后可形成单个菌落。

【详解】A、由图可知，酵母菌转化成功后，用稀释涂布平板法接种到培养基上继续观察，而不是平板划线法，A 错误；

B、因为构建 S 基因表达载体需要将 S 基因插入质粒中，因此为了排除质粒本身对实验的影响，对照组是转入空质粒的酵母菌，B 正确；

C、实验结果显示，随着甘露醇和氯化钠浓度的增大，实验组和对照组菌落密度都减小，即随着胁迫加剧实验组和对照组菌落密度都减小，C 正确；

D、实验结果显示，实验组的菌落密度比对照组大，说明 S 蛋白有助于增强番茄对渗透胁迫的抗性，D 正确。

故选 A。

14. 很多生活实例中蕴含着生物学原理，下列相关说法不准确的是（　）

A. 夏天开瓶后的红酒容易变酸——醋酸菌将乙醇变成乙醛，再将乙醛变为醋酸

B. 包扎伤口时选用透气的“创口贴”——利于皮肤细胞有氧呼吸，加快伤口愈合

C. 大兴安岭林区每年进行轻度采伐——减少植被对光照等的竞争，提高光合作用效率

D. 制作泡菜时加入“老汤”——“老汤”中含有纯度较高的乳酸菌，可加速发酵过程

【答案】B

【解析】

【分析】1、果醋制作的原理：当氧气、糖源都充足时，醋酸菌将葡萄汁中的葡萄糖分解成醋酸．当缺少糖源时，醋酸菌将乙醇变为乙醛，再将乙醛变为醋酸；

2、泡菜的制作原理：泡菜的制作离不开乳酸菌，在无氧条件下，乳酸菌将葡萄糖分解成乳酸。

【详解】A、醋酸菌是需氧型微生物，可以将乙醇转变为乙醛再氧化生成醋酸，所以夏天开瓶后的红酒容易变酸是由于醋酸菌将乙醇变成乙醛，再将乙醛变为醋酸，A 正确；

B、包扎伤口时选用透气的“创口贴”是抑制厌氧型微生物（例如破伤风杆菌）的生长，B 错误；

C、大兴安岭林区每年进行轻度采伐，除去较密的树木可以减少植被对光照等的竞争，提高光合作用效率，C 正确；

D、制作泡菜的原理是利用乳酸菌进行无氧呼吸产生乳酸，所以制作泡菜时加入“老汤”是由于“老汤”中含有纯度较高的乳酸菌，可以提高接种菌种的数量，加速发酵过程，D 正确。

故选 B。

15. 下列以紫色洋葱为材料的实验中，不可能实现实验目的的是（　）

A. 洋葱鳞片叶研磨后进行 DNA　粗提取，并用二苯胺鉴定

B. 洋葱绿色管状叶研磨后，进行叶绿体色素的提取与分离

C. 洋葱根尖经解离-染色-漂洗-制片处理后，观察有丝分裂过程染色体的状态

D. 洋葱鳞片叶外表皮临时装片上滴加不同浓度蔗糖溶液，观察质壁分离和复原

【答案】C

【解析】

【分析】质壁分离指的是原生质体和细胞壁分离。植物细胞由于液泡失水而使原生质体与细胞壁分离的现象，叫做质壁分离。如果把发生了质壁分离现象的细胞再浸入浓度很低的溶液或清水中，外面的水就进入细 胞，液泡变大，整个原生质层又慢慢恢复到原来的状态，这种现象叫做质壁分离复原。

【详解】A、洋葱鳞片叶含有 DNA，DNA 遇二苯胺显蓝色，A 不符合题意；

B、洋葱绿色管状叶中含有光合色素，可进行色素的提取与分离，B 不符合题意；

C、染色体装片制作的顺序为：洋葱根尖经解离-漂洗-染色-制片，C 符合题意；

D、洋葱鳞片叶外表皮含有紫色大液泡，临时装片上滴加不同浓度蔗糖溶液，可发生质壁分离及复原，D 不符合题意。

故选 C。

16. 近年来非洲南部某国家公园内大型食肉动物的数量减少了 90%以上，生活在密林地带的植食性动物薮羚开始冒险进入园内开阔的平原地区。为探究大型食肉动物的消失给薮羚的行为和植物生长带来的影响，科研人员展开了系列研究。

（1）从生态系统的营养结构上划分，薮羚属于_____，研究过程中通常用_____法调查薮羚的种群密度。

（2）研究者分别在密林和平原通过播放食肉动物叫声模拟捕食者存在，同时设立对照组，对照组的处理是_____。随后利用 GPS 测定了实验前后 48 小时内薮羚与声源间的距离变化，结果如图 1，说明食肉动物能够影响薮羚的分布，作出判断的依据是_____。

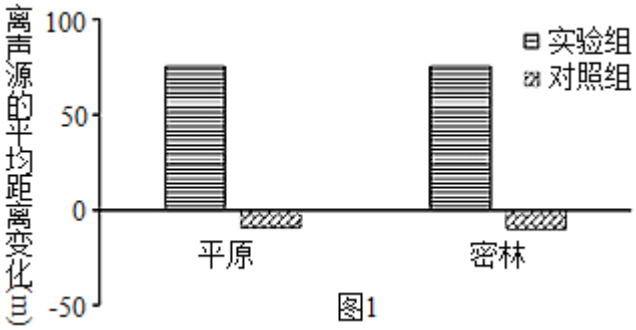


图1

（3）进一步分析蓑羽的食物组成（图 2），结果显示_____。

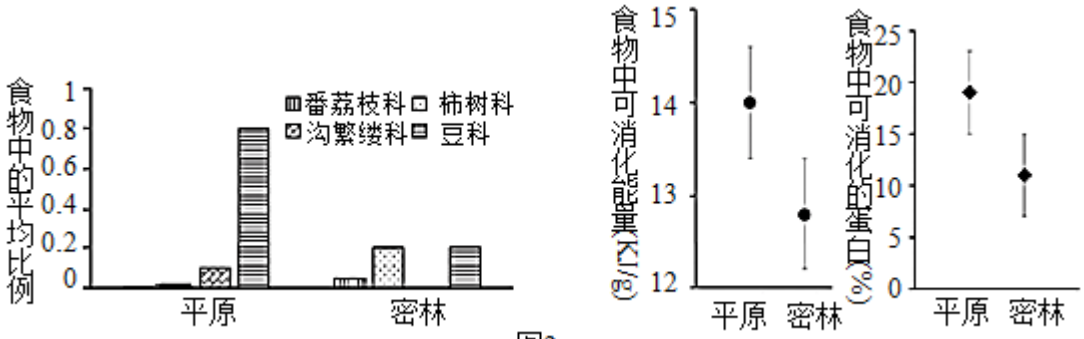


图2

（4）结合以上研究结果，阐明蓑羽从密林迁移到平原的原因。

（5）研究发现蓑羽的迁入对平原的植物造成了严重影响，破坏了原有的生态平衡，请你提出一种解决问题的办法。

【答案】（1） ①. 第二营养级 ②. 标记重捕法

（2） ①. 播放无关声音 ②. 平原和密林中，实验组蓑羽都会远离声源，而对照组无明显变化

（3）平原蓑羽和密林蓑羽的食物组成存在差异，且平原蓑羽的食物中可消化的蛋白与能量均高于密林蓑羽

（4）平原大型食肉动物（捕食者）的减少和食物的高营养

（5）适当增加其他植食性动物/适当引入捕食者/播放大型食肉动物的叫声来模拟捕食者在区域内的存在

【解析】

【分析】1、标记重捕法是指在种群的活动范围内，捕获一部分个体，做上标记后再放回原处，一段时间后再重捕，根据重捕的动物中标记个体数占总个体数的比例，来估计种群密度。

2、在生态系统中生物之间存在着复杂的种间关系，如捕食、竞争等，通过这种关系，可调节种间关系，维持生态系统的稳定。

【小问 1 详解】

蓑羽是植食性动物，植物属于生产者，处于第一营养级，因此蓑羽属于第二营养级；蓑羽活动范围广、活动能力强，常用标记重捕法调查蓑羽的种群密度。

【小问 2 详解】

为探究大型食肉动物的消失给蓑羽的行为和植物生长带来的影响，通过播放食肉动物叫声模拟捕食者存在，对照组的处理是播放无关声音，排除声音播放本身对实验的干扰；声源模拟捕食者，平原和密林中，实验组蓑羽都会远离声源，而对照组无明显变化，说明食肉动物能够影响蓑羽的分布。

【小问 3 详解】

结合图 2 分析可知，平原藪羚和密林藪羚的食物组成存在差异（左图），平原藪羚主要以豆科植物为主，密林藪羚豆科和柿树科食物占比相当，且平原藪羚的食物中可消化的蛋白与能量均高于密林藪羚（右图）。

【小问 4 详解】

结合以上结果可知，平原大型食肉动物（捕食者）的减少和食物的高营养和高能量，会使藪羚从密林迁移到平原，获得更大的环境容纳量。

【小问 5 详解】

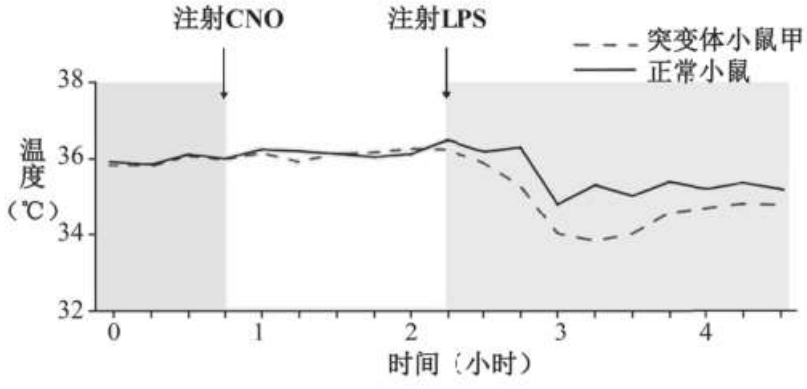
藪羚迁入平原，数量增长更快，且天敌减少，对平原的植物造成了严重影响，可适当增加其他植食性动物或适当引入捕食者（播放大型食肉动物的叫声模拟捕食者在区域内的存在）等措施解决该问题。

【点睛】本题主要考查生态系统的稳定性及群落中的物种关系，要求学生有一定的理解分析能力。

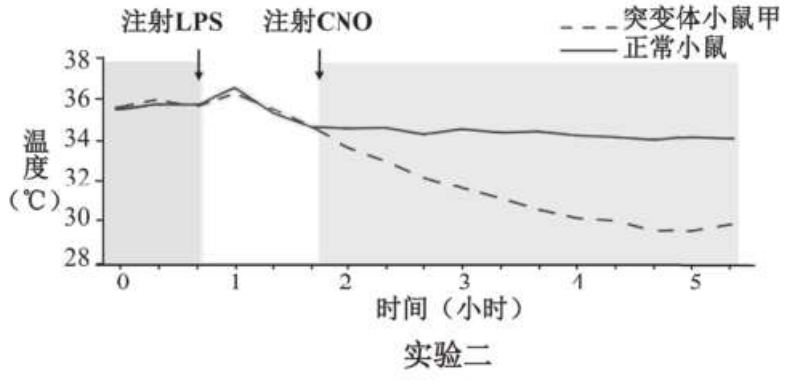
17. 病原体感染可以引起宿主体温调节策略发生变化。

（1）体温调节的中枢在_____。发生炎症反应时，机体会通过分泌相关激素，促进_____，提高产热，同时皮肤毛细血管_____，血流量减少，汗腺分泌减少，减少散热，使体温升高。由此可见体温调节是通过_____调节实现的。

（2）下丘脑室旁核（PVN）存在着大量的神经内分泌细胞。为了研究 PVN 在感染引起的体温改变过程中的作用，科研人员以小鼠为材料进行了一系列实验。实验处理及结果如下图。（注：突变体小鼠甲注射药物 CNO 后，PVN 被抑制，而正常小鼠 PVN 不受影响；LPS 为大肠杆菌外膜成分，可模拟细菌感染。）



实验一



实验二

①本实验的自变量是_____。

②实验一结果显示，未感染时抑制 PVN 对体温无明显变化；当注射 LPS 后，突变体小鼠甲与正常小鼠_____。实验二结果与实验一相比，突变体小鼠甲_____。

③根据实验一、实验二得出的结论是_____。

（3）为进一步探究提前激活 PVN 会不会更快地缓解病原体感染引起的体温变化，研究者构建了另一突变体小鼠乙，该种小鼠注射 CNO 后，PVN 被激活。实验时先对突变体小鼠乙和正常小鼠注射 CNO，再给与 LPS 刺激，分别检测各组小鼠的体温。请评价该实验方案并加以完善。

【答案】（1） ①. 下丘脑 ②. 代谢增强 ③. 收缩 ④. 神经-体液

（2） ①. PVN 是否被抑制 ②. 温度差异明显，突变体温度更低，但都能恢复至相对稳定 ③. 体温下降严重，不能维持体温恒定 ④. PVN 有助于缓解 LPS 引起的体温变化

（3）实验方案不够全面，应该再增设乙组先对突变体小鼠乙和正常小鼠给与 LPS 刺激，再注射 CNO，分别检测各组小鼠的体温。

【解析】

【分析】体温调节是指温度感受器接受体内、外环境温度的刺激，通过体温调节中枢的活动，相应地引起内分泌腺、骨骼肌、皮肤血管和汗腺等组织器官活动的改变，从而调整机体的产热和散热过程，使体温保持在相对恒定的水平。

【小问 1 详解】

下丘脑有体温调节中枢，可以对体温进行调节；甲状腺激素可以促进产热，增强代谢；血液存在于血管中，毛细血管收缩，血流量减少，散热减少；结合以上分析可知，体温调节中既有神经调节（血管收缩、汗腺分泌减少），也有体液调节（激素调节），是通过神经-体液调节实现的。

【小问 2 详解】

为了研究 PVN 在感染引起的体温改变过程中的作用，PVN 是否被抑制是人为改变的量，因此本实验的自变量是 PVN 的抑制与否；

根据实验一结果可知，注射 LPS 后，突变体小鼠甲与正常小鼠的体温差异明显，突变体小鼠的温度下降明显，但都能恢复至稳定状态；根据图示可知，实验二的小鼠甲的体温更低，且不能维持稳定；LPS 感染后，小鼠的体温会升高，而注射 CNO 后，正常小鼠的体温相对恒定，而突变体的小鼠 PVN 被抑制，体温无法维持恒定，因此根据实验一、实验二得出的结论是 PVN 可以维持体温恒定。

【小问 3 详解】

结合实验二，实验方案不够全面，应该再增设乙组先对突变体小鼠乙和正常小鼠给与 LPS 刺激，再注射 CNO，分别检测各组小鼠的体温。

【点睛】本题主要考查神经调节和体液调节，要求学生有一定 理解分析能力。

18. TRPV1 通道蛋白能够转运多种离子，同时也是辣椒素（Cap）以及多种化学信号分子的受体，并能响应伤害性热和酸，介导痛觉的产生和传递。

（1）当辣椒素与细胞膜上的 TRPV1 结合后，细胞外的 Na^+内流，膜电位变为_____，产生动作电位，形成局部电流，最终在_____产生辣觉（即热痛感）。当辣椒素激活 TRPV1 后，会导致该蛋白对辣椒素和其他化学信号分子亲和力降低，无法形成相同刺激下的饱和电流，进入脱敏状态，因此辣椒素也被用来治疗某些神经性疼痛。

（2）研究人员通过对 TRPV1 结构的研究，提出这种脱敏反应依赖于 TRPV1 对细胞外液中 Ca^{2+}进行的快速转运。为验证该假说，在利用 1μM 辣椒素产生饱和电流后，持续加入 1.8mMCa^{2+}，之后 1μM 辣椒素产生的电流迅速减小到几乎完全衰减；另一组实验构建 TRPVl 突变体，降低对 Ca^{2+}的通透性，其他操作同前一组，实验结果如图 1。根据_____，可以得出 TRPV1 的脱敏反应确实具有 Ca^{2+}依赖性。这可能与 Ca^{2+}激活了胞内的信号通路有关。

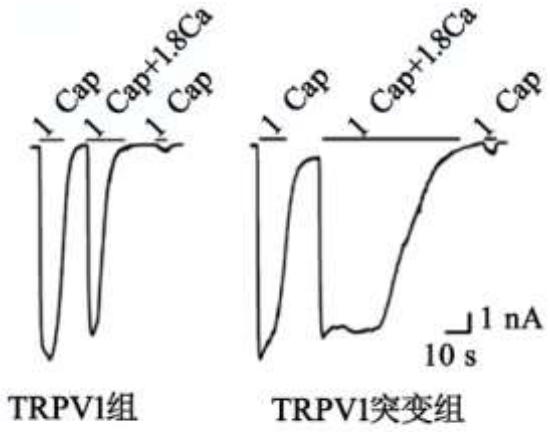


图1

（3）进一步研究发现脱敏反应具有图 2 所示的“记忆性”，即引起 TRPV1 脱敏的刺激强度越大，脱敏反应的程度越_____，越_____恢复对高浓度辣椒素的响应。因此可以通过_____刺激强度，诱导 TRPV1 进入长时程脱敏状态，进而减轻疼痛。

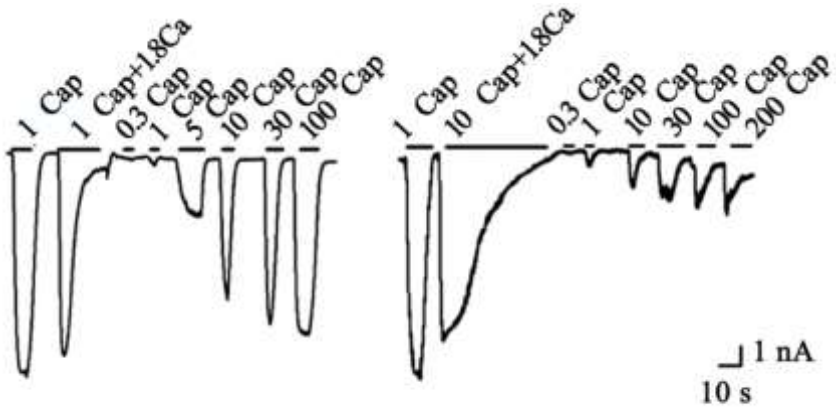


图2

（4）为揭示脱敏反应及其恢复的相关分子机制，研究人员利用荧光探针标记 TRPV1 进行追踪（图 3），发现被激活后，膜上的 TRPV1_____，该过程受胞内钙信号强度的影响。

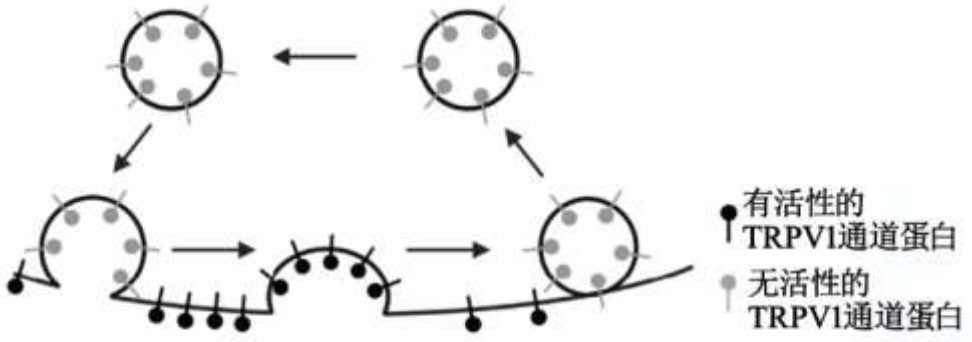


图3

（5）综上所述，请从下列各项中选出正确选项并排序，以解释 TRPV1“记忆性”脱敏发生的机理。

_____→胞内钙信号增强→_____→_____→_____→脱敏程度高，疼痛减轻。

A．细胞膜上 TRPV1 的数量减少

B．高强度刺激引起细胞内 Ca^{2+}浓度升高

C．TRPV1 于细胞膜附近快速转运回到细胞膜

D．TRPV1 经过细胞质内部慢速转运回到细胞膜

E．细胞膜上的 TRPV1 大量向细胞内转运

【答案】（1） ①. 内正外负 ②. 大脑皮层

（2）加入 Ca^{2+}后 1μM 辣椒素产生的电流迅速减小到几乎完全衰减，以及 TRPV1 通道对 Ca2+通透性降低后，电流衰减所需的时间延长

（3） ①. 高

②. 不容易 ③. 增大

（4）向细胞内转运，再循环回到细胞膜上

（5） ①. B ②. E ③. D ④. A

【解析】

【分析】由题意可知，辣椒素可以激活 TRPV1 通道，该通道可以介导钠离子、钙离子的跨膜运输，且可以参与信息传递。

【小问 1 详解】

辣椒素与细胞膜上的受体结合后，会引起钠离子内流，产生内正外负的动作电位，感觉的产生部位是大脑皮层。

【小问 2 详解】

根据图 1 可知，加入 Ca^{2+}后 1μM 辣椒素产生的电流迅速减小到几乎完全衰减，以及 TRPV1 通道对 Ca2+通透性降低后，电流衰减所需的时间延长，可以得出 TRPV1 的脱敏反应确实具有 Ca^{2+}依赖性。

【小问 3 详解】

由图可知，在同样加入 1.8mMCa^{2+}的情况下，1μM 辣椒素与 10μM 辣椒素相比，后者电流下降的更多，即脱敏反应的程度越高，在高浓度辣椒素如 10μM 辣椒素的处理下，后者电流恢复的少，说明越难恢复对高浓度辣椒素的响应。故可以通过增加刺激强度，诱导 TRPV1 进入长时程脱敏状态，进而减轻疼痛。

【小问 4 详解】

根据图 3 可知，TRPV1 通道被激活后，膜上的 TRPV1 会在向细胞内转运，再循环回到细胞膜上间进行切换，该过程可能受到胞内钙信号强度的影响。

【小问 5 详解】

根据上述研究可知，在高强度的刺激如皋浓度辣椒素的刺激下，Juin 引起钙离子大量内流，引起细胞内钙离子浓度升高，导致胞内钙信号强度增强，引起细胞膜上的 TRPV1 大量的以囊泡的形式向细胞内转运，同时细胞内的 TRPV1 缓慢的转运回到细胞膜，导致细胞膜上 TRPV1 的数量减少，对辣椒素等物质的敏感性下降，脱敏程度高，疼痛减轻。

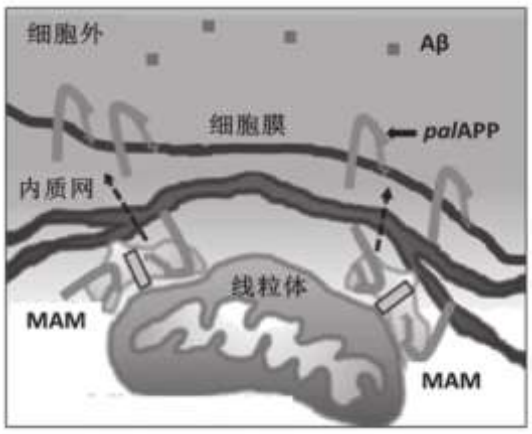
【点睛】解答本题的关键是熟知神经调节的相关知识，并学会分析图 1、图 2、图 3 的数据，结合题目信息进行解答。

19. 学习以下材料，回答（1）~（4）题。

内质网—线粒体结构偶联与阿尔茨海默症的关联性

β 淀粉样蛋白（Aβ）的大量沉积被认为是导致阿尔茨海默症（AD）的一个重要原因。Aβ 在大脑神经细胞轴突和神经末梢中形成，会激发一系列连锁反应，包括阻碍神经细胞轴突的运输功能，甚至导致神经细胞的死亡。Aβ 由 β-淀粉样前体蛋白（APP）先经过加工形成 palAPP，再由 β 分泌酶和 y 分泌酶切割产生。目前尚无治疗 AD 的特效药物。

长期以来囊泡运输被认为是内质网与其他细胞器相联系的主要机制，但最近的研究表明内质网膜与线粒体、质膜、高尔基体紧密连接，这种细胞结构间形成的微小膜连接称为膜接触位点。尽管这些接触通常只涉及膜表面的很小部分，但对胞内通信却起着重要的介导作用。最典型的膜接触位点是内质网和线粒体之间的接触部位——线粒体相关内质网膜（MAM）。MAM 上存在丰富的蛋白质，这些蛋白质可调节与生理和病理过程相关的细胞信号通路。许多研究表明 MAM 与 AD 的发生有密切的联系。



研究显示，在 AD 模型小鼠中，线粒体内 Ca^{2+}的增加与 Aβ 斑块沉积和神经元死亡有关。MAM 是调节 Ca^{2+}平衡和氧化还原平衡的关键点。内质网膜上的 Ca^{2+}释放通道被激活后，通过 MAM 控制 Ca^{2+}从内质网顺浓度梯度向线粒体转移。线粒体中过量的 Ca^{2+}会干扰细胞呼吸，增加活性氧的生成；同时 Ca^{2+}浓度异常会触发内质网功能异常，从而导致神经元死亡，引发 AD。

新的研究表明，在神经元轴突中的 MAM 是 palAPP 受到 β 分泌酶加工并制造 Aβ 的场所。基于这一发现，研究人员尝试通过抑制 MAM 关键基因的表达，或者降低 MAM 的数量或活性，以期阻止或减缓阿尔茨海默症患者的疾病进展。

（1）APP 加工成 palAPP 后，导致其_____改变，从而被 β 分泌酶切割产生 AB。

（2）由材料可知，细胞器膜、细胞膜和核膜等结构，通过囊泡运输和_____，在结构和功能上紧密联系，共同构成细胞的_____。

（3）根据文中信息，Ca^{2+}浓度异常引发 AD 的原因是：在 MAM 的调控下，Ca^{2+}从_____转出，过量的 Ca^{2+}干扰了氧气在_____与[H]的反应，产生过多活性氧；同时 Ca^{2+}浓度异常会_____，从而导致神经元死亡。

（4）下列能够支持神经元 MAM 是制造 Aβ 的场所的证据有_____。

A. Ca^{2+}通过 MAM 以顺浓度梯度的方式进行运输

B. palAPP 主要富集在人和小鼠神经元细胞的 MAM 中

C. 抑制 MAM 关键基因的表达，会阻碍 β 分泌酶切割 palAPP

D. AD 模型小鼠神经元的 MAM 中存在有活性的 β 和 y 分泌酶

【答案】（1）空间结构

（2） ①. 膜接触位点

②. 生物膜系统

（3） ①. 内质网向线粒体 ②. 线粒体内膜 ③. 触发内质网功能异常 （4）BCD

【解析】

【分析】生物膜系统：

（1）组成：细胞膜、核膜以及各种细胞器膜；

（2）功能：①使细胞具有一个相对稳定的内环境，在细胞与环境之间进行物质运输、能量交换和信息传递的过程中也起着决定性的作用；②细胞的许多重要的化学反应都生物膜内或者膜表面进行，细胞内的广阔的膜面积为酶提供了大量的附着位点，为各种化学反应的顺利进行创造了有利条件；③细胞内的生物膜把细胞分隔成一个个小的区室，这样就使得细胞内能够同时进行多种化学反应，而不会相互干扰，保证了细胞的生命活动高效、有序地进行。

【小问 1 详解】

APP 是 β-淀粉样前体蛋白，经加工成 palAPP 后，其空间结构发生改变，从而被 β 分泌酶切割产生 Aβ，其大量沉积会导致阿尔茨海默症。

【小问 2 详解】

由材料可知，细胞器膜、细胞膜和核膜等结构，通过囊泡运输和膜接触位点在结构和功能上紧密联系，共同构成细胞的生物膜系统，对胞内通信却起着重要的介导作用。

【小问 3 详解】

根据文中信息结合有氧呼吸的过程可知，Ca^{2+}浓度异常引发 AD 的原因是：在 MAM 的调控下，Ca^{2+}从内质网转出进入线粒体中，过量的 Ca^{2+}干扰了氧气在线粒体内膜上与[H]的反应，产生过多活性氧；同时 Ca^{2+}浓度异常会触发内质网功能异常，从而导致神经元死亡，引发 AD。

【小问 4 详解】

A、MAM 是内质网和线粒体之间的接触部位，其上存在丰富的蛋白质，这些蛋白质可调节与生理和病理过程相关的细胞信号通路，通过 MAM 控制 Ca^{2+}从内质网顺浓度梯度向线粒体转移，该信息支持钙离子与 AD 发生有关，不能说明 MAM 是 palAPP 受到 β 分泌酶加工并制造 Aβ 的场所，A 错误；

B、palAPP 主要富集在人和小鼠神经元细胞的 MAM 中，此后被 β 分泌酶切割产生 Aβ，其大量沉积会导致阿尔茨海默症，该事实支持神经元轴突中的 MAM 是 palAPP 受到 β 分泌酶加工并制造 Aβ 的场所的 结论，B 正确；

C、抑制 MAM 关键基因的表达，会阻碍 β 分泌酶切割 palAPP，进而会抑制 Aβ 的产生，据此可说明 MAM 是 palAPP 受到 β 分泌酶加工并制造 Aβ 的场所，C 正确；

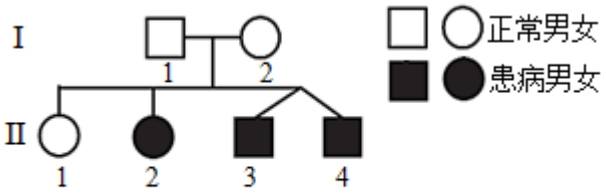
D、AD 模型小鼠神经元的 MAM 中存在有活性的 β 和 y 分泌酶，而这两种酶是产生 Aβ 的关键酶，因而该事实支持 MAM 是 palAPP 受到 β 分泌酶加工并制造 Aβ 的场所，D 正确。

故选 BCD。

【点睛】熟知生物膜系统的结构和功能是解答本题的关键，正确分析题中的相关信息并能合理利用解答本题的必备能力，本题重点考查学生提取信息和运用信息的能力。

20. 耳聋是人类常见的感觉障碍之一，约有一半的耳聋患者由遗传因素导致。

（1）图 1 是非综合性遗传性耳聋（N 型）的某个家系图，传统观点认为该病是单基因遗传病。由此推测，该家庭中耳聋患者的遗传方式可能是_____，理由是_____。



注：II-3、II-4为同卵双生

图1

（2）采集该家庭所有成员的血液样本，测定与听力相关的基因序列，发现 P 基因和 C 基因序列异常，测序结果如下，其中①②为 P 基因部分序列，③④为 C 基因部分序列。

①……TTGAAATCACTC……　　②……TTGAAACTCACTC……

③……TCATTCGTGAGGG……　　④……TCATTCATGAGGG……

个体	P 基因部分序列测序结果		C 基因部分序列测序结果	
I-1	①	②	③	③
I-2	②	②	③	④
II-2、II-3、II-4	①	②	③	④

根据以上信息分析，P 基因和 C 基因的突变片段分别是_____、_____、（填序号）。

II-1 的 P 基因和 C 基因部分序列的测序结果与 I-2 完全相同的概率为_____。该测序结果与（1）中推测不相符，试解释原因_____。

（3）为判断突变基因能否正确转录和翻译，将四种基因分别与质粒构建过表达载体后导入受体细胞，比较各组蛋白表达量的差异，结果如下：

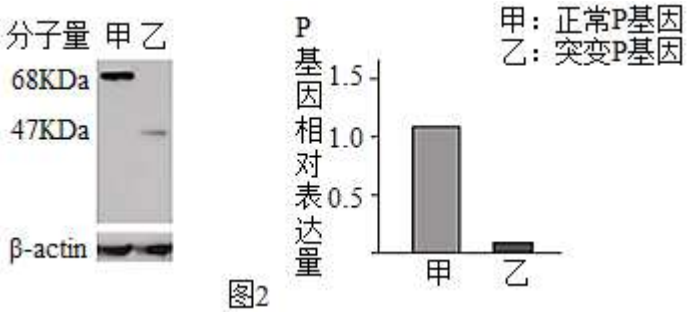


图2

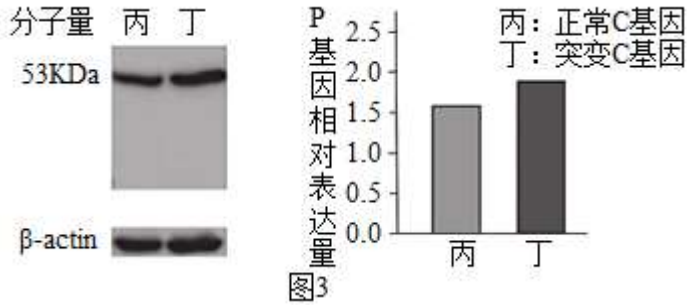


图3

结果显示，与正常基因相比，突变 P 基因表达的蛋白质_____，而突变 C 基因的表达情况并非如此。其中，两种突变蛋白质的分子量发生不同变化的根本原因是_____。

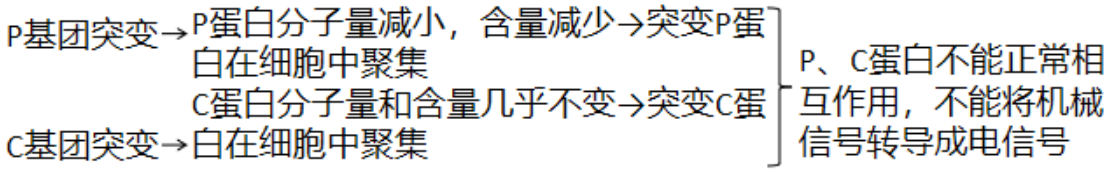
（4）进一步观察发现正常 P 蛋白和 C 蛋白在内耳毛细胞中均匀分布，两种蛋白间的相互作用使内耳毛细胞能将机械信号转换成电信号。但突变 P 蛋白和 C 蛋白在细胞中都有聚集现象。综合以上信息，请用箭头和文字构建导致耳聋的机制图。

【答案】（1） ①. 常染色体隐性遗传病 ②. 女儿II-2 患病，但其父母均正常

（2） ①. ① ②. ④ ③. 1/3 ④. 患病子女 P 基因和 C 基因均是杂合 （或：患病子女既有正常 P 基因和 C 基因，又有突变 P 基因和 C 基因），因此不是常染色体隐性遗传病

（3） ①. 含量减少，分子量减小 ②. P 基因发生碱基对缺失，转录得到的 mRNA 中终止密码子提前出现，翻译出的蛋白质分子量减小；C 基因发生碱基对替换，转录得到的 mRNA 中终止密码子位置不变，翻译出的蛋白质分子量不变

（4）



【解析】

【分析】据系谱图可知：I-1 和I-2 正常，生下II-2 患病，符合“无中生有为隐性，生女患病为常隐”，则该病为常染色体隐性遗传病。

【小问 1 详解】

据分析可知：女儿II-2 患病，但其父母均正常，因此该病为常染色体隐性遗传病。

【小问 2 详解】

据系谱图可知：I-1、I-2、II-1 都正常，II-2、II-3、II-4 均患病，只考虑 P 基因，I-1（正常）和II-2、II-3、II-4（都患病）含有①和②，I-2（正常）不含①，推测正常的 P 基因为②，突变为①，同理推测正常的 C 基因为③，突变为④。据此可知，I-1 含突变基因①，I-2 含突变基因④，但均表现为正常，但同时含有①和④的II-2、II-3、II-4 患病，推测可能同时含突变基因 P 和 C 的才患病，假定突变的 P 和 C 基因用 p 和 c 表示，据此可写出I-1、I-2 基因型为 PpCC 和 PPCc，因此后代基因型为 PPCC（正常）、PPCc（正常）、PpCC（正常）、PpCc（患病），II-1 表现正常，因此她的 P 基因和 C 基因部分序列的测序结果为②③或者②③④或者①②③，比例为 1：1：1，I-2 的测序结果是②③④，因此II-1 的 P 基因和 C 基因部分序列的测序结果与 I-2 完全相同的概率为 1/3。据上面分析可知，患病子女既有正常 P 基因和 C 基因，又有突变 P 基因和 C 基因，因此不是常染色体隐性遗传病，该测序结果与（1）中推测不相符。

【小问 3 详解】

据图 2 可知，乙组蛋白子的分子量和 P 基因的相对表达量都比甲组低，乙组表示突变 P 基因，因此与正常基因相比，突变 P 基因表达的蛋白质含量减少，分子量减小。据图 3 可知，丁组蛋白子的分子量与丙组相同，C 基因的相对表达量比丙组高，丁组表示突变 C 基因，因此与正常基因相比，突变 C 基因表达的蛋白质含量增加，分子量不变，出现这种原因可能是 P 基因发生碱基对缺失，转录得到的 mRNA 中终止密码子提前出现，翻译出的蛋白质分子量减小；C 基因发生碱基对替换，转录得到的 mRNA 中终止密码子位置不变，翻译出的蛋白质分子量不变。

【小问 4 详解】

正常 P 基因和 C 基因表达出正常的 P 蛋白和 C 蛋白，突变 P 基因和 C 基因表达出突变 P 蛋白和 C 蛋白，正常 P 蛋白和 C 蛋白在内耳毛细胞中均匀分布，两种蛋白间的相互作用使内耳毛细胞能将机械信号转换成电信号，不会患病，据第二问分析可知，同时含有突变 P 基因和 C 基因的个体患非综合性遗传性耳聋，突变 P 蛋白和 C 蛋白在细胞中都有聚集现象，两者相互作用导致不能将机械信号转换成电信号，患上非综合性遗传性耳聋。具体图示如下：

P基团突变 ⟶ P蛋白分子量减小，含量减少→突变P蛋白在细胞中聚集
C基团突变 ⟶ C蛋白分子量和含量几乎不变→突变C蛋白在细胞中聚集
→ P、C蛋白不能正常相互作用，不能将机械信号转导成电信号

【点睛】本题结合图示过程考查遗传规律和基因表达等相关知识，意在考查考生分析题图、获取有效信息的能力；能理解所学知识要点，把握知识间内在联系的能力；能运用所学知识与观点，通过比较、分析与综合等方法对某些生物学问题进行解释、推理，做出合理的判断或得出正确的结论。

21. 油菜种子是中国最重要的植物油来源之一。研究者以甘蓝型油菜为材料，通过多种育种技术来提高油菜种子的含油量。

（1）甘蓝型油菜是由甘蓝（2n=18）和白菜（2n=20）种间杂交，再经过_____处理后形成的_____倍体。

（2）种子油脂的积累包含油脂合成和降解的动态平衡过程。研究人员欲探究脂类水解酶基因 Bn 在油脂积累过程中的作用，用化学试剂 EMS 诱变野生型植株，并筛选出 Bn 基因的突变体 1（C 位点突变）和突变体 2（D 位点突变）。将两种突变体分别与野生型连续杂交再自交，目的是_____。从自交子代中分离得到不同单突变纯合子，种植后检测种子含油量，却发现均小于未经过 EMS 处理的野生型。

（3）进一步通过杂交和基因型鉴定，筛选得到了 C 和 D 双突变纯合子、C 和 D 双位点正常纯合子，种植后测定种子含油量，结果如图 1。

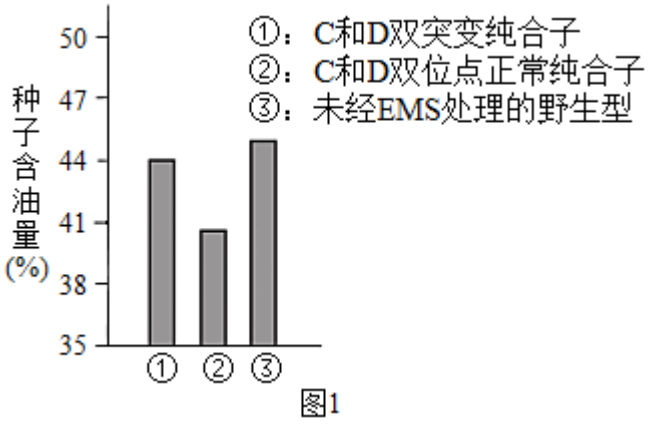


图1

该实验结果说明 Bn 基因表达后促进了种子油脂消减，依据是_____。由于①②的种子含油量均小于③，利用突变体进行的连续杂交并未达到目的，试从诱变的特点分析可能的原因是_____。

（4）研究人员利用 CRISPR/Cas9 技术“编辑”另一活力更强的品系 R 的 Bn 基因，再自交得到 Bn 基因突变纯合子，测定其种子含油量和油体面积，结果如图 2、图 3。

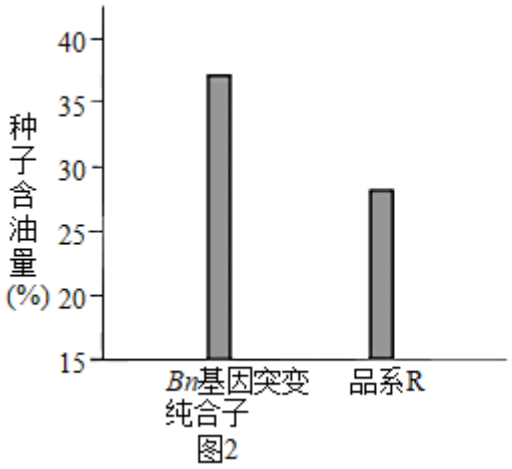


图2

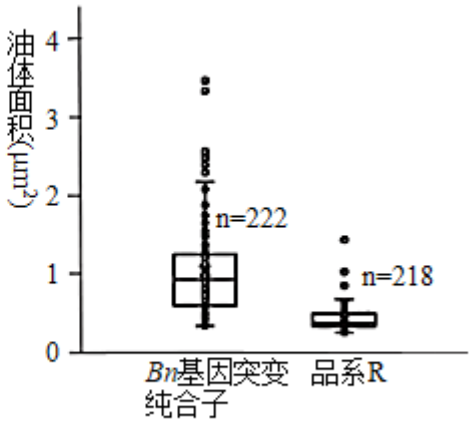


图3

结果表明，突变的 Bn 基因表达后_____，结合（3）（4）的实验结果分析，利用 CRISPR/Cas9 技术获得 Bn 基因突变纯合子，与诱变育种相比，除了缩短育种年限外，还具有的显著优势是_____。

（5）种子成熟末期，油脂合成和消减的动态平衡能够确保种子休眠以防过早发芽。欲将 Bn 基因突变纯合子用于农业生产，还需进一步调查_____、萌发后根长等种子活力指标。若活力指标与野生型相比_____，则可推广应用。

【答案】（1） ①. 染色体加倍##秋水仙素##低温 ②. 异源四倍体##四倍体

（2）保留突变基因，使其余基因(遗传背景)尽可能与野生型一致

（3） ①. ①的种子含油量大于② ②. 诱变具有随机性，可能引起其他油脂代谢的相关基因突变

（4） ①. 会增大油体面积，提高种子含油量 ②. 可以实现某个基因(或 Bn 基因)的精准编辑，对其他基因影响小

（5） ①. 出芽率 ②. 无明显差异(甚至更高)

【解析】

【分析】甘蓝型油菜是白菜(2n=20)和甘蓝(2n=18) 在一万多年前天然杂交，形成的植株为二倍体，含有 10+9=19 条染色体，但不含同源染色体，不可育；经过染色体数目加倍形成（异源）四倍体植株，含有 19× 2=38 条染色体，含 19 对同源染色体，可育。

【小问 1 详解】

二倍体白菜和二倍体甘蓝是两个不同的物种，杂交形成的二倍体不可育，经染色体数目加倍（秋水仙素和低温处理都能使染色体加倍）形成了甘蓝型油菜这个（异源）四倍体新物种。

【小问 2 详解】

将两种突变体分别与野生型连续杂交再自交，目的是为了保留突变基因，并且使其余基因(遗传背景)尽可能与野生型一致（通过与野生型连续杂交实现）。

【小问 3 详解】

C 和 D 双突变纯合子不能表达 Bn 基因，C 和 D 双位点正常纯合子可表达 Bn 基因，结合柱形图可知，①的种子含油量大于②，说明 Bn 基因表达后促进了种子油脂消减。由于诱变具有随机性，在任何部位都可能发生基因突变，可能引起其他油脂代谢的相关基因突变，导致①②的种子含油量均小于③。

【小问 4 详解】

与品系 R 对比可知，Bn 基因突变纯合子中的种子含油量更多，油体面积也更大，说明突变的 Bn 基因表达后会增大油体面积，提高种子含油量。诱变育种具有随机性，可能会影响其他基因，而 CRISPR/Cas9 技术可以实现某个基因(或 Bn 基因)的精准编辑，对其他基因影响小，因此 CRISPR/Cas9 技术更具有优势。

【小问 5 详解】

因为种子成熟末期，油脂合成能够确保种子休眠以防过早发芽，故还需进一步调查出芽率、萌发后根长等种子活力指标。若活力指标与野生型相比无明显差异(甚至更高)，则可推广应用，反之则不可推广应用。

【点睛】本题以油菜种子为素材，主要考查多倍体育种、基因突变、基因编辑等相关知识点，意在考查考生能运用所学知识与观点，对某些生物学问题进行解释、推理，做出合理的判断或得出正确的结论。