# 2022 北京西城高三二模

# 生　　物

1. 《中国居民膳食指南》对糖、脂的摄入提出“控量”的建议，下列叙述不合理的是（　）

A. 糖类是人体的主要能源物质　　B. 人体很难消化纤维素所以要避免摄入

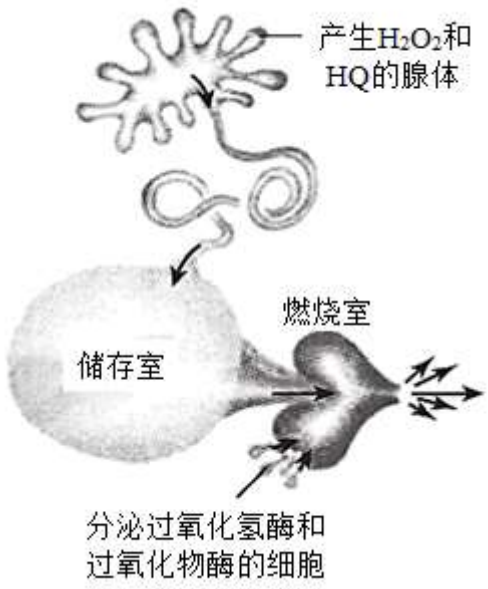
C. 脂质激素调节人体生理活动　　D. 适量摄入糖、脂同时合理运动利于健康

2. 投弹手甲虫有精妙的防身系统（如图），其腹部储存室中储备过氧化氢（$H_2O_2$）和氢醌（HQ）。当有捕食者靠近时，储存室收缩，储存室和燃烧室间的隔膜打开，$H_2O_2$ 和 HQ 流至燃烧室，被过氧化氢酶和过氧化物酶催化，反应如下：

$$2H_2O_2 \xrightarrow{\text{过氧化氢酶}} 2H_2O+O_2$$

$$HQ+H_2O_2 \xrightarrow{\text{过氧化物酶}} \text{对苯醌}+H_2O$$

在极短时间内导致爆炸，同时喷射出灼热难闻的对苯醌，攻击并吓退捕食者。叙述错误的是（　）



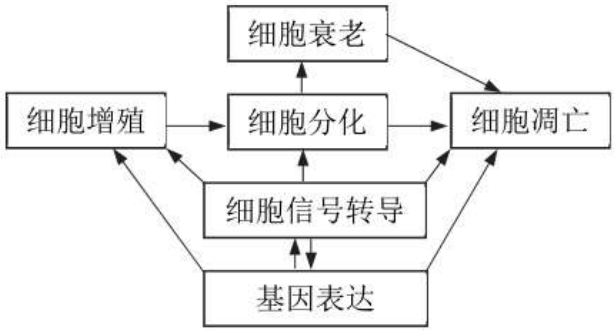

A. 内质网和高尔基体与两种酶的加工、运输有关

B. 投弹手甲虫迅速喷射灼热气体依赖酶的高效性

C. 燃烧室爆炸与热及 $O_2$ 大量产生导致气压增大有关

D. 甲虫精妙的防身系统使自然界中不可能有其天敌

3. 如图是细胞生命活动及相互关系示意图，下列叙述错误的是（　）




A. 细胞增殖与基因的表达有关

B. 细胞分化涉及细胞信号转导过程

C. 细胞凋亡是所有细胞最终的命运

D. 细胞增殖、分化、衰老、凋亡是生物体发育的基础

4. 遗传学家用香豌豆所做　部分杂交实验及结果如下表，判断正确的是（　）

| 组别 | 杂交亲本组合 | $F_1$表型 | $F_2$表型及数量 |
|---|---|---|---|
| 1 | 白花品种甲×红花 | 全为红花 | 红花 182、白花 59 |
| 2 | 白花品种甲×白花品种乙 | 全为红花 | 红花 1832、白花 1413 |
| 3 | 紫花、长花粉粒×红花、圆花粉粒 | 均为紫长 | 紫长 4831、紫圆 390、红长 393、红圆 1338 |
| 4 | 紫花、圆花粉粒×红花、长花粉粒 | 均为紫长 | 紫长 226、紫圆 95、红长 97、红圆 1 |

A. 红花、白花性状由一对等位基因控制

B. 第 2 组 $F_2$代白花的基因型只有 1 种

C. 第 3 组和第 4 组 $F_1$的基因型相同

D. 第 3、4 组两对性状遗传遵循自由组合定律

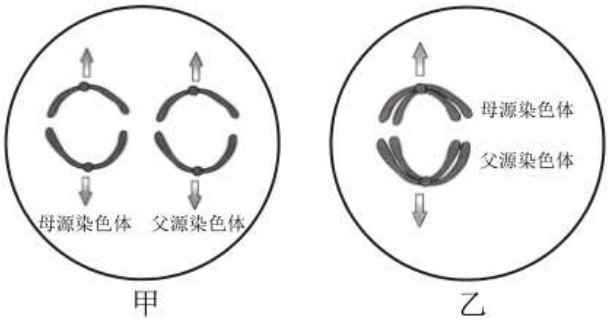
5. 基因 E 编码玉米花青素合成途径　关键蛋白，其等位基因 E'通过某种机制加速 E 基因的 mRNA 降解，导致花青素产量减少。对下列实验结果的分析，正确的是（　）




A. E'基因对 E 基因为隐性　　B. $F_1$个体的基因型为 E'E'

C. E'基因影响 E 基因的转录　　D. E'对 E 的影响可传递给子代

6. 甲、乙是某生物（2n=2）细胞分裂过程中染色体分离示意图。下列叙述正确　是（　）



甲　　乙

A. 甲示减数分裂I后期同源染色体分离　　B. 甲图母源与父源染色体上有等位基因

C. 乙会发生非同源染色体的自由组合　　D. 该生物有性生殖过程中不能发生基因重组

7. 将纤细单冠菊（2n=4）根尖细胞放在含 $^{3}H$-胸腺嘧啶和秋水仙素的培养液中连续培养，取生长到第 2 代（DNA 复制 1 次为 1 代）的中期细胞，观察到每个细胞中有 8 条染色体，每条染色体含 2 个单体。下列叙述错误的是（　）

A. 纤细单冠菊染色体数目少适合用于观察有丝分裂

B. 间期细胞利用胸腺嘧啶为原料进行 DNA 复制

C. 中期细胞有 8 条染色体是秋水仙素作用的结果

D. 每个第 2 代中期细胞中有 8 条单体含 $^{3}H$ 标记

8. 野生猴面花有粉色（粉龙头）和红色（红龙头）两种。它们起源于同一祖先种，分布区域有重叠，粉龙头由黄蜂授粉，红龙头由蜂鸟授粉。利用基因工程技术改变两种猴面花的花色，统计传粉者访花率，数据如下表。叙述错误的是（　）

| | 黄蜂访花率 | 蜂鸟访花率 |
|---|---|---|
| 野生粉龙头（开粉花） | 15.40 | 0.02 |
| 变异粉龙头（开红花） | 2.63 | 1.44 |
| 野生红龙头（开红花） | 0.15 | 189 |
| 变异红龙头（开粉花） | 10.90 | 168 |

注：访花率是指单位时间每朵花传粉者的到访次数

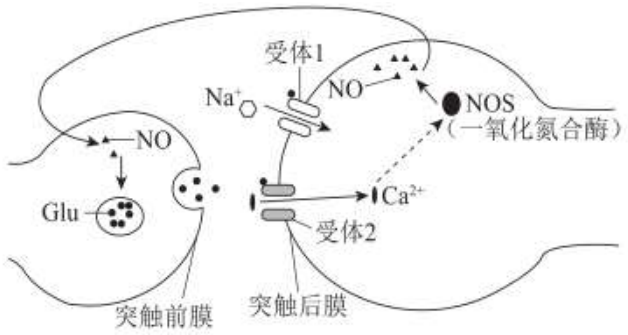
A. 源于同一祖先的两种猴面花种群基因库相同

B. 黄蜂与蜂鸟的访花采蜜行为存在生态位分化

C. 花色不是传递给传粉者访花的唯一信息

D. 野生粉龙头和红龙头可能存在生殖隔离

9. 一氧化氮（NO）可参与神经调节（如图）。突触前膜释放的谷氨酸（Glu）与后膜上的受体结合，促进 $Na^{+}$和 $Ca^{2+}$内流。突触后神经元 $Ca^{2+}$浓度升高会促进 NO 合成，NO 进入突触前神经元引起 Glu 持续释放。下列叙述错误的是（　）




A. 兴奋在神经元之间通过突触传递　　B. $Ca^{2+}$浓度升高可激活 NOS 的活性

C. NO 和 Glu 以相同的方式运出细胞　　D. Glu 持续释放是正反馈调节的结果

10. 冬奥会赛场　环境温度通常在-5～8℃之间，尽管越野滑雪等项目比赛时间长达 2h，但运动员仍能维持正常体温。相关叙述错误的是（　）

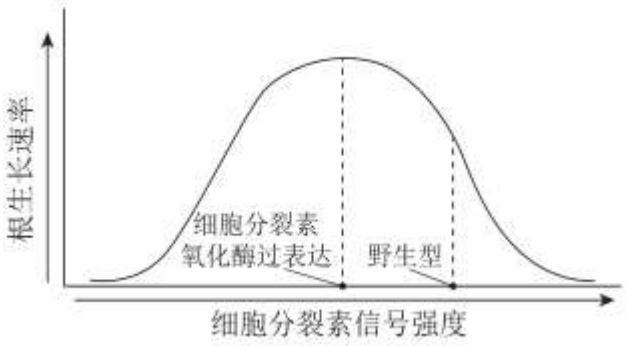
A. 冷觉感受器接受低温刺激产生动作电位

B. 下丘脑是体温调节中枢和冷觉感觉中枢

C. 甲状腺、肾上腺等内分泌腺参与体温调节

D. 冷空气流经运动员体表会使散热量增加

11. 细胞分裂素（CTK）可被氧化酶降解，其信号强度与根的生长关系如图所示。将拟南芥 CTK 的 3 个受体基因全部敲除获得“CTK 不敏感”植株，其根的生长被严重抑制。只敲除某个 CTK 受体基因的“CTK 部分不敏感”植株根的生长却明显增强。下列分析错误的是（　）




A. 该实验可选野生型拟南芥根的生长做对照

B. 不敏感植株因为 CTK 浓度过高而抑制根生长

C. CTK 信号强度与其浓度、受体含量有关

D. 野生型拟南芥的 CTK 浓度可能高于最适浓度

12. 我国古诗文中常闪现出前人的生态学智慧，下列诗词与体现的生态学原理不匹配的是（　）

A. “野火烧不尽，春风吹又生”只体现了生态系统的抵抗力稳定性

B. “落红不是无情物，化作春泥更护花”体现生态系统的物质循环

C. “不知细叶谁裁出，二月春风似剪刀”体现生态系统的信息传递

D. “种豆南山下，草盛豆苗稀”体现生物群落中的种间竞争关系

13. 为筛选高效抑制苹果树腐烂病菌生长的芽孢杆菌，取直径为 3mm 的果树腐烂病菌菌落转移至 A 处，B 处接种芽孢杆菌（图 1）。培养若干天，实验组与对照组的结果如图 2 所示。下列抑菌率的计算公式正确的是（　）

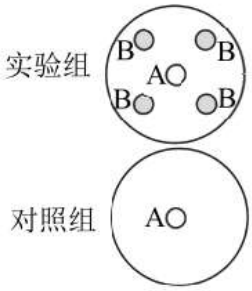


图 1



图 2

A. $\frac{D-d}{D}\times100\%$　　B. $\frac{D-d}{D-3}\times100\%$

C. $\frac{D-d-3}{D}\times100\%$　　D. $\frac{D-d-3}{D-3}\times100\%$

14. 科学家尝试将经过基因修饰的猪心脏移植到人体，下列叙述错误的是（　）

A. 器官移植中的免疫排斥主要由细胞免疫引起

B. 供体猪需敲除其参与免疫识别的相关基因

C. 猪心移植可能缓解器官移植中供体短缺问题

D. 由于种间差异无需担心供体携带的病毒基因

15. 下列关于高中生物学实验或调查的叙述，正确的是（　）

A. 外植体的消毒和接种均需在无菌环境中操作

B. 利用离心法　滤纸条上分离出四种光合色素

C. 通过调节冷光源的距离研究温度对光合速率的影响

D. 给眼科门诊病人随机发放问卷调查青少年近视的发病率

16. 乳酸在食品、化工等行业用途广泛。与乳酸菌相比，重组大肠杆菌生产乳酸效率更高。

（1）大肠杆菌以培养基中的葡萄糖为_____，通过图 1 所示细胞呼吸的第一阶段将其分解为[A]_____（填 A 的名称），进而发酵产生乳酸，同时还有乙酸、琥珀酸等副产物。

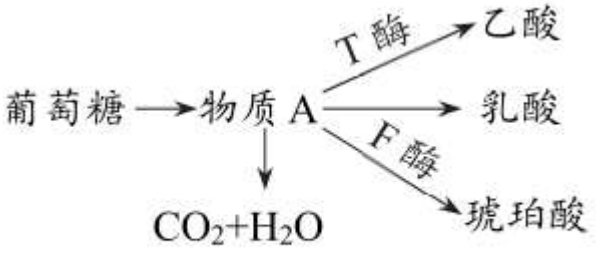


图 1

（2）研究人员从野生型大肠杆菌中筛选到菌株甲，利用重组片段和特定技术敲除甲拟核上的 F 酶基因，进一步获得菌株乙，过程如图 2 所示（图中只显示与基因敲除有关的片段）。



图 2

重组片段上庆大霉素抗性基因（$Gm^r$）的作用是_____。实际发酵使用的菌株乙要将引入的 $Gm^r$ 去除，试分析原因_____。

（3）用相同方法获得 F 酶、T 酶双基因敲除菌株丙。将等量乙、丙分别接种于 7L 的发酵罐中，当菌体浓度在 600nm 的吸光度达到 30 时，调整发酵条件，使体系从好氧生长阶段进入厌氧发酵阶段。

①两阶段发酵过程需调整发酵罐的_____（填选项前字母）。

A．通气量　　B．搅拌叶轮的转速　　C．pH　　D．温度

②当发酵罐葡萄糖耗尽时结束发酵，乙、丙菌株两阶段发酵过程各产物的变化如图 3 所示。实践生产中进入厌氧发酵阶段后，随时监测并及时添加营养物质保证连续发酵。综合图 3 结果和生产实践，你认为哪种菌株更适合做生产菌种并阐述理由。

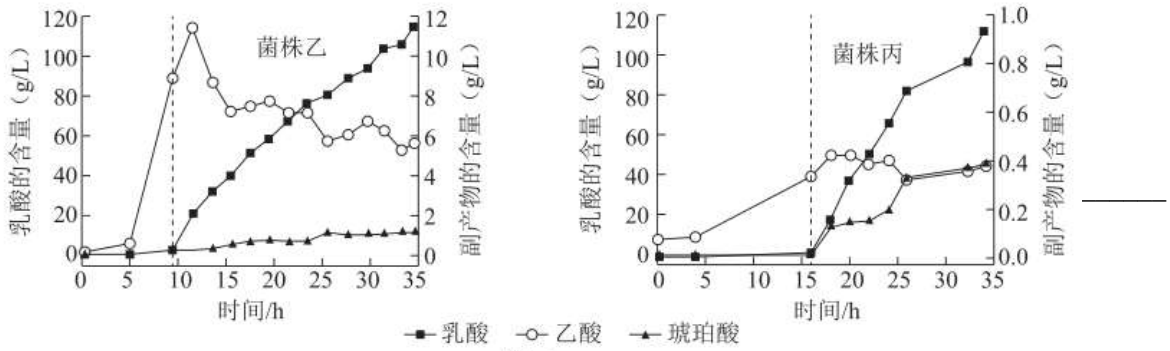


图 3

17. 人类免疫缺陷病毒（HIV）主要侵染辅助性 T 细胞（Th），攻击人体免疫系统。

（1）如图 1 所示，HIV 侵染 Th 时，包膜蛋白 gp120 与 Th 细胞膜表面的_____结合，使 gp41 的 N 端嵌入细胞膜，依赖膜的_____性使病毒包膜与细胞膜融合，HIV 进入细胞内部。

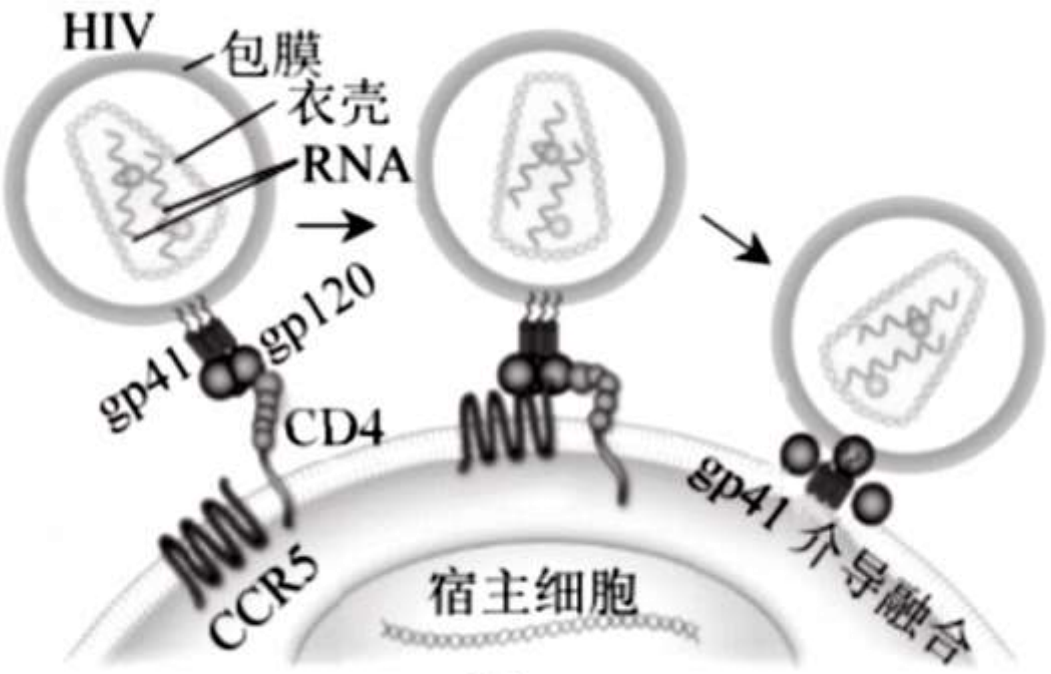


图 1

（2）我国科研人员设计出能与 gp41 结合的脂肽药物 LP-98，以多只感染 SHIV（HIV 和猴免疫缺陷病毒 SIV 嵌合形成）的恒河猴为实验对象，测定在两轮定期注射适量 LP-98 后血浆中病毒的相对含量，结果如图 2 所示。

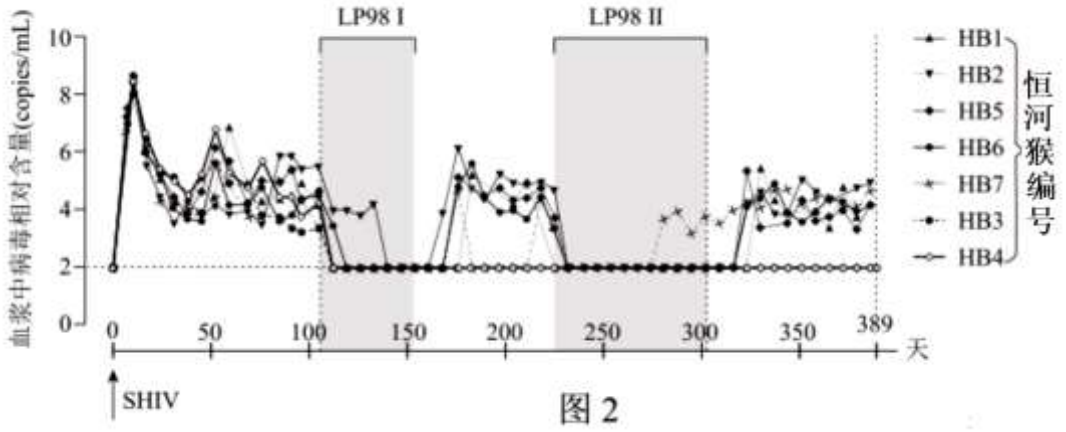



图 2

①感染 SHIV 后，恒河猴能通过_____免疫反应使血浆中病毒含量降低，但难以彻底清除 SHIV。

②结果显示，注射 LP-98 期间，猴血浆中病毒含量均_____。停止注射后，部分猴血浆病毒含量仍处于较低水平未反弹，达到了治疗后控制效应（简称 PTC）。

（3）在此基础上，将另 20 只恒河猴平分为四组，甲、乙、丙组分别在感染 SHIV 前 2 小时、前 1 周和前 2 周注射 LP-98，丁组注射缓冲液。检测结果如图 3 所示。请从甲、乙、丙中任选一组解释各指标变化的原因_____（用文字或流程图均可）。

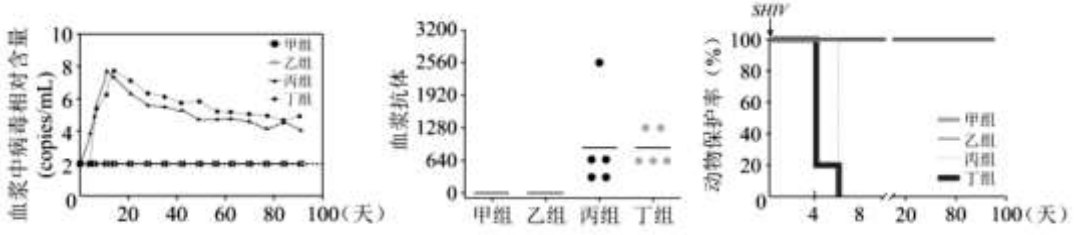



图 3

（4）综合分析上述所有实验结果，说法正确的有_____。

A. LP-98 对 SHIV 感染有一定的治疗效果

B. 对 PTC 的深入研究有助于药物的合理使用

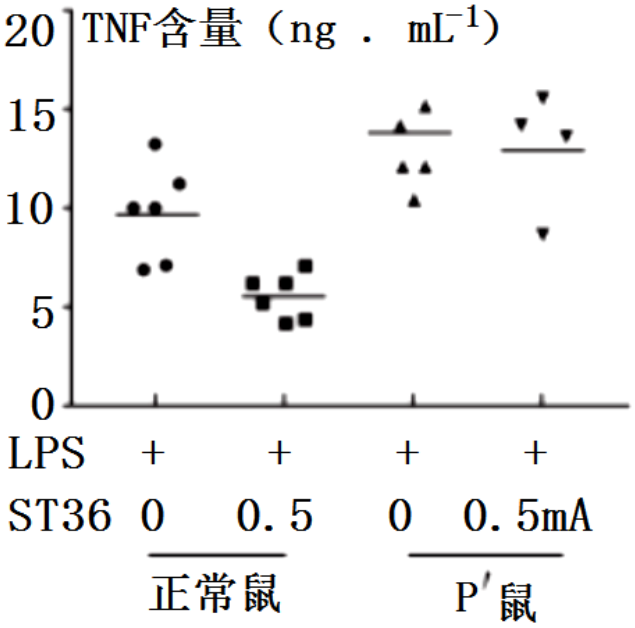
C. HIV 感染者使用 LP-98 后不需要终身服药

D. LP-98 可用于感染 HIV 高风险群体的紧急保护

18. 针灸是中国传统医学中独具特色的疗法之一，可通过针刺身体特定部位调节机体的生理状态从而达到治疗疾病的目的。

（1）针灸或电针刺激足三里（ST36）穴位，可引起肾上腺分泌去甲肾上腺素（NA）、肾上腺素（A）和多巴胺（DA）增加，该应答反应属于_____反射。

（2）细菌内毒素（LPS）可与免疫细胞表面 TLR4 结合，介导免疫细胞分泌炎症因子 TNF，引发小鼠全身炎症反应。为了揭示针灸疗法缓解炎症反应的生理机制，研究人员构建 P 受体感觉神经元缺失的模型小鼠 P'。分别给正常小鼠和 P'小鼠注射 LPS，之后用 0.5mA 电针刺激小鼠 ST36，检测 TNF 含量。据如图结果可知，电针刺激小鼠 ST36，可缓解 LPS 引发的炎症反应，该作用效果依赖于具有 P 受体的感觉神经元，做出判断的依据是_____。




（3）膈下迷走神经作为传出神经参与 P 受体感觉神经元介导的缓解炎症反应。科研人员构建了光敏蛋白高表达于 P 受体感觉神经元的小鼠 PC（光敏蛋白接受光刺激后 $Ca^{2+}$内流引起神经元兴奋）。为进一步证实抗炎症反应依赖 P 受体感觉神经元且与迷走神经有关，请从 a~i 中选择合适字母填入下表①~④中并预期实验结果。

| 组别 | 实验材料 | 处理 1 | 检测迷走神经动作电位频率 | 处理 2 | 处理 3 | 检测 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 甲组 | 正常小鼠 | _____ | 极低 | 甲 1：_____ | 注射 LPS 后，再进行同②的处理 | TNF 含量 |
| | | | | 甲 2：假手术 | 注射_____，其他处理同上 | |
| 乙组 | _____ | 同上 | 高 | 乙 1：同甲 1 组 | 同甲 1 组 | |
| | | | | 乙 2：同甲 2 组 | 同甲 2 组 | |

a．正常小鼠　　b．P'　　c．PC　　d．电刺激 ST36　　e．光照刺激 ST36

f．切断迷走神经　　g．破坏神经中枢　　h．LPS　　i．生理盐水

（4）其他研究表明，NA、A、DA 在免疫细胞表面有两种类型的受体，α2-AR 介导促进炎症反应，β2-AR 介导抑制炎症反应。请根据上述实验结果，在图中补全针灸缓解炎症反应的调节过程。

19. 学习以下材料，回答（1）~（4）题。

植原体与“僵尸植物”

植原体是无细胞壁的原核生物，生活于植物韧皮部筛管细胞中，主要靠叶蝉、飞虱等从韧皮部取食的昆虫传播。植原体能危害上千种植物，枣疯病、泡桐丛枝病、水稻黄萎病等均由植原体侵染所致。植原体病害的显著特征是被感

染植物常出现花变叶（花芽异常发育成叶状体）、丛枝症（芽和枝条过度增殖）等典型形态改变，导致植物无法正常生长繁殖而沦为植原体滋生和虫媒传播的温床。“僵尸植物”就是用以形容被植原体侵染的植物。

SPL 和 GATA 这两类蛋白是植物生长发育的重要调控因子，可抑制植株分枝形成，调节叶片和花的发育。研究发现植原体效应因子 P05 能特异识别 SPL 和 GATA 并使之降解，导致植物不断产生叶片和败育小枝但不衰老，呈现“僵尸”状态。通常情况下，细胞内的一些错误折叠蛋白、不再需要的蛋白与泛素（Ub）结合，这些被 Ub 标记的蛋白最终被蛋白酶体识别并降解（图 1），70%的蛋白降解依赖这种泛素化过程。有意思的是，植原体的 P05 通过“劫持”蛋白酶体上的泛素受体 R10，形成 P05-R10-SPL/GATA 异源三聚体，直接介导目标蛋白在蛋白酶体降解（图 2），该过程并不需要 Ub 的参与。

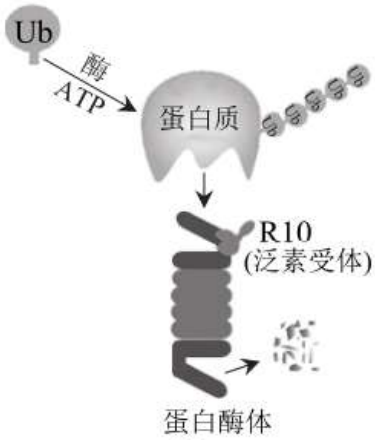


图 1

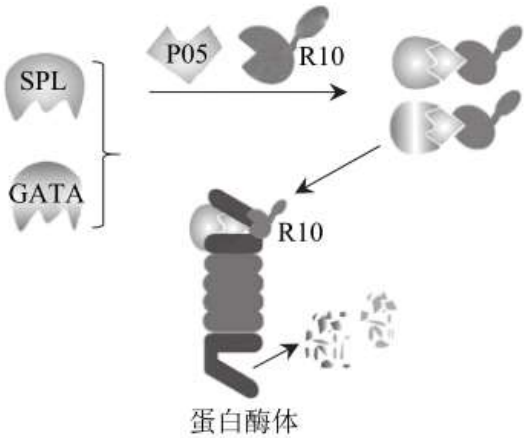


图 2

植原体也可以侵染叶蝉、飞虱等昆虫，但对昆虫宿主一般无害。科学家通过比对动、植物体内的 R10 序列，发现二者有 2 个氨基酸的差异，正是这种小小的差异造成 P05 并不结合昆虫的 R10。植原体 P05 作用机理的研究为精细调控作物生长、靶向蛋白降解、防治虫媒病害提供了全新的思路。

（1）植原体细胞生存与增殖必需的结构或物质包括_____（填选项前字母），其与“僵尸植物”的种间关系为_____。

A．细胞壁　　B．细胞膜　　C．细胞核 D．核糖体　　E．核酸　　F．酶

（2）阐释植原体通过“操纵”植物细胞内蛋白酶体如何实现利己不利宿主的机制。

（3）下列哪些实验可为“僵尸植物”产生机制提供证据_____。

A. 将 P05 基因导入拟南芥，观察植株的形态变化

B. 用蛋白酶体抑制剂处理被植原体侵染的拟南芥，检测 SPL 和 GATA 的含量

C. 敲除拟南芥的 R10 基因，用植原体侵染，检测 SPL 和 GATA 的含量

D. 用 P05 基因敲除的植原体侵染拟南芥，观察植株表型变化

（4）综合本文信息，利用现代生物技术设计预防枣疯病发生的基本操作程序。

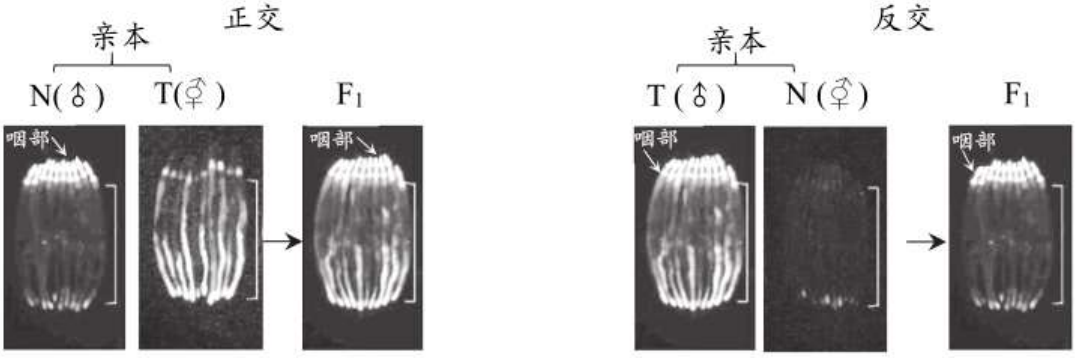
20. 达尔文认为所有生物来源于共同的祖先，其不同的适应性特征是自然选择的结果，有大量的证据从长时间尺度（几十万年到几百万年）确认了该理论的正确性。

（1）从长时间尺度为生物进化提供的最直接的证据是_____。

（2）有些生物体在受到环境压力胁迫时，会产生适应性性状并遗传给后代，使后代不经历环境胁迫即可获得这些性状。中国科学家以线虫为研究对象，进行相关机制的研究。

①对线虫神经系统施加胁迫信号，线虫多种组织细胞线粒体出现应激反应（$R^{mt}$）。科研人员将 $R^{mt}$ 个体连续自交，在未施加环境胁迫信号时检测子代是否出现 $R^{mt}$。该实验的目的是_____。

②线虫的性别类型有雌雄同体（，可自体交配产生子代）和雄性（♂），gfp 为绿色荧光蛋白基因。出现 $R^{mt}$ 的细胞中 h 基因高表达，科研人员构建用 h-gfp 融合基因标记的 $R^{mt}$ 线虫（T），将 T 和野生型线虫（N）进行如下图的正反交实验，正反交的父本均用咽部特异性表达的 m-gfp 融合基因标记。实验结果说明 $R^{mt}$ 的遗传特点是_____。用 m-gfp 融合基因标记父本的目的是用于筛选_____。




③检测发现，对线虫神经系统施加胁迫信号，Rmt 个体神经细胞线粒体 DNA（mtDNA）拷贝数明显增加，但细胞核 DNA（nDNA）拷贝数未改变，导致线粒体中的 mtDNA 编码蛋白与 nDNA 编码蛋白比例失衡，继而引发 $R^{mt}$ 并遗传给子代。请将下列科研人员推测的 $R^{mt}$ 遗传机制补充完整_____。




（3）检测线虫的耐热、抗菌、抗百草枯毒素的能力，发现 $R^{mt}$ 线虫抗逆能力比野生型强，寿命更长，但发育迟缓、生殖力下降。试从适应与进化角度阐述 $R^{mt}$ 遗传的意义。

21. 人类视网膜上有分辨红、绿色的视锥细胞，若编码红、绿色觉（感光色素）的基因表达异常则会出现色弱或色盲。

（1）编码红、绿感光色素的基因位于 X 染色体上，其遗传和性别相关联的现象称为_____。图 1 是一个红绿色盲家族系谱图，III-2 和III-3 是一对同卵双胞胎。判断该家系的遗传是否符合典型的伴 X 染色体隐性遗传病的特点并写出判断依据_____。

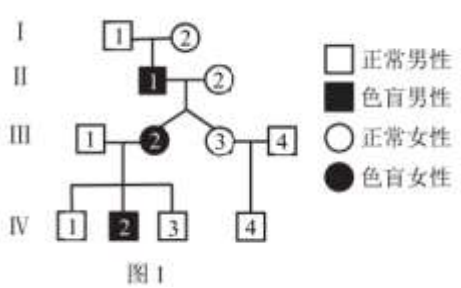


图 1

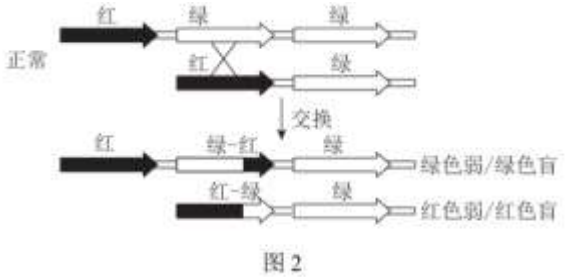


图 2

（2）研究发现，红、绿色觉基因起源于同一祖先色觉基因，二者编码的蛋白有 96%的氨基酸序列相同。正常情况下，X 染色体上有一个红色觉基因和一个或多个绿色觉基因，只有完整的红色觉基因和距离红色觉基因最近的绿色觉基因才能在视网膜中表达，因二者高度同源，可发生片段交换形成嵌合基因，影响色觉，机理如图 2 所示。

①检测发现II-1 的色觉基因组成为，其父母均为色觉正常的纯合子，请推测II-1 患病的原因_____。

②III-2 的色觉基因组成为，据图判断其色觉（辨别红、绿颜色）的具体表现为

_____。

（3）检测发现III-2 和III-3 的色觉基因及相关基因（DXS）序列并无差异。扩增二人 X 染色体上的 DXS，用限制酶 PstI处理结果相同（图 3 中 P 组所示），用限制酶 HapII和 PstI混合处理（H 组）结果有差异（图 3）。已知 HapII对甲基化的 DNA 无效，推测III-2 和III-3 这对双胞胎色觉表现差异的原因_____。

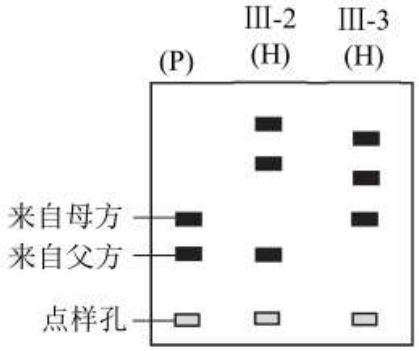


图 3

（4）请根据该色盲家系所揭示的研究结果，阐释你对“基因控制生物性状”的理解。

# 参考答案

1.《中国居民膳食指南》对糖、脂的摄入提出“控量”的建议，下列叙述不合理的是（　）

A. 糖类是人体的主要能源物质　　B. 人体很难消化纤维素所以要避免摄入

C. 脂质激素调节人体生理活动　　D. 适量摄入糖、脂同时合理运动利于健康

【答案】B

【解析】

【分析】1、糖类是人体的主要能源物质，糖类包括单糖、二糖、多糖。葡萄糖被形容为“生命的燃料"，多糖包括淀粉、纤维素和糖原，其中淀粉和纤维素是植物细胞特有的，糖原是动物细胞特有的，淀粉、糖原等多糖必须水解为葡萄糖才可以被细胞利用。

2、脂质主要包括固醇、脂肪和磷脂，固醇又包括胆固醇、性激素和维生素 D。胆固醇是构成动物细胞膜的重要成分，在人体内还参与血液中脂质的运输。性激素本质是脂质中的固醇，能促进人和动物生殖器官的发育以及生殖细胞的形成。维生素 D 本质是脂质中的固醇，能有效地促进人和动物肠道对钙和磷的吸收。

【详解】A、糖类在细胞内氧化分解产生大量能量，是人体的主要能源物质，A 正确；

B、纤维素虽然不能被人体消化吸收，但对人体健康有益，如促进胃肠蠕动，加快粪便的排出等，因此要适量摄入纤维素，B 错误；

C、性激素化学本质是脂质，能生殖器官的发育和生殖细胞的形成，调节人体生理活动，C 正确；

D、适量摄入糖、脂同时合理运动消耗过多的糖类和脂肪，有利于健康，D 正确。

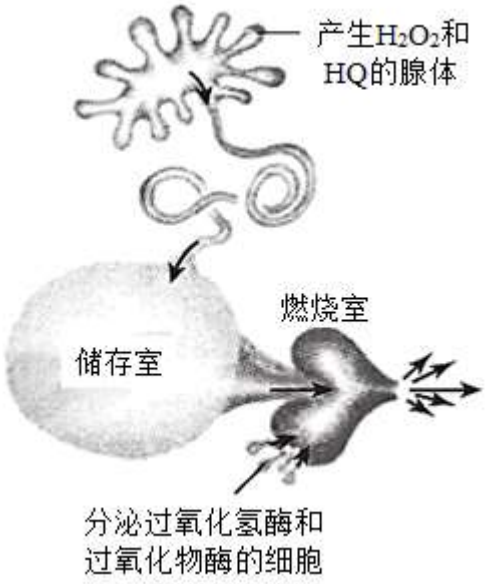
故选 B。

2. 投弹手甲虫有精妙的防身系统（如图），其腹部储存室中储备过氧化氢（$H_2O_2$）和氢醌（HQ）。当有捕食者靠近时，储存室收缩，储存室和燃烧室间的隔膜打开，$H_2O_2$ 和 HQ 流至燃烧室，被过氧化氢酶和过氧化物酶催化，反应如下：

$$2H_2O_2 \xrightarrow{\text{过氧化氢酶}} 2H_2O+O_2$$

$$HQ+H_2O_2 \xrightarrow{\text{过氧化物酶}} \text{对苯醌}+H_2O$$

在极短时间内导致爆炸，同时喷射出灼热难闻的对苯醌，攻击并吓退捕食者。叙述错误的是（　）




A. 内质网和高尔基体与两种酶的加工、运输有关

B. 投弹手甲虫迅速喷射灼热气体依赖酶的高效性

C. 燃烧室爆炸与热及 $O_2$ 大量产生导致气压增大有关

D. 甲虫精妙的防身系统使自然界中不可能有其天敌

【答案】D

【解析】

【分析】酶的高效性是和非酶的催化剂比较而言，主要是指催化能力，蛋白质（环境适宜）的催化能力是普通化学催化物质的 $10^5$—$10^8$ 倍，生物分子之间的反应首先要进行分子碰撞接触，如果在没有酶作用的情况下，分子主要靠自然的热运动来随机进行接触，这样的几率比较小，而在酶的作用下，由于酶和作用底物有特异性结合位点，相当于把反应需要的分子给拉到一起去了，所以这样的效率要高很多。

【详解】A、过氧化氢酶和过氧化物酶是蛋白质，在核糖体合成，需要内质网和高尔基体的加工，A 正确；

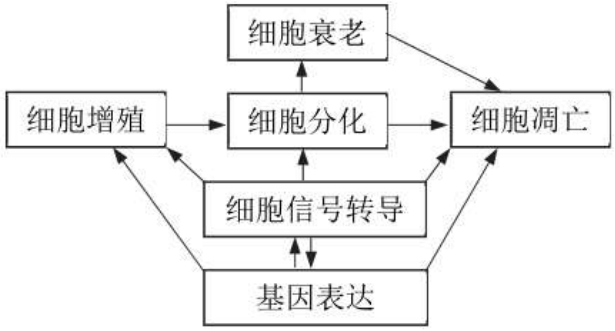
B、由于酶的高效性，过氧化氢和氢醌均迅速反应，投弹手甲虫迅速喷射灼热气体，B 正确；

C、由题干可知，$H_2O_2$ 和 HQ 流至燃烧室，被过氧化氢酶和过氧化物酶催化，在极短时间内导致爆炸，同时喷射出灼热难闻的对苯醌和大量的氧气，导致燃烧室气压增大，从而使得燃烧室爆炸，C 正确；

D、甲虫精妙的防身系统可以攻击并吓退捕食者，但都有一定限度，自然界中还是存在其天敌，D 错误。

故选 D。

3. 如图是细胞生命活动及相互关系示意图，下列叙述错误的是（　）




A. 细胞增殖与基因的表达有关

B. 细胞分化涉及细胞信号转导过程

C. 细胞凋亡是所有细胞最终的命运

D. 细胞增殖、分化、衰老、凋亡是生物体发育的基础

【答案】C

【解析】

【分析】关于“细胞分化”，考生可以从以下几方面把握：

（1）细胞分化是指在个体发育中，由一个或一种细胞增殖产生的后代，在形态，结构和生理功能上发生稳定性差异的过程。

（2）细胞分化的特点：普遍性、稳定性、不可逆性。

（3）细胞分化的实质：基因的选择性表达。

（4）细胞分化的结果：使细胞的种类增多，功能趋于专门化。

【详解】A、从图上看，基因表达能促进细胞增殖，故细胞增殖与基因的表达有关，A 正确；

B、从图上看，细胞信号转导可以促进细胞增殖和细胞分化，故细胞分化涉及信号转导，A 正确；

C、细胞正常的生命历程是：增殖、分化、衰老、凋亡，但有的细胞在外界环境条件急剧改变时，部分细胞会发生坏死，引起周围发生炎症，C 错误；

D、细胞增殖、分化、衰老、凋亡是生物体发育的基础，D 正确。

故选：C。

4. 遗传学家用香豌豆所做的部分杂交实验及结果如下表，判断正确的是（　）

| 组别 | 杂交亲本组合 | $F_1$表型 | $F_2$表型及数量 |
|---|---|---|---|
| 1 | 白花品种甲×红花 | 全为红花 | 红花 182、白花 59 |
| 2 | 白花品种甲×白花品种乙 | 全为红花 | 红花 1832、白花 1413 |
| 3 | 紫花、长花粉粒×红花、圆花粉粒 | 均为紫长 | 紫长 4831、紫圆 390、红长 393、红圆 1338 |
| 4 | 紫花、圆花粉粒×红花、长花粉粒 | 均为紫长 | 紫长 226、紫圆 95、红长 97、红圆 1 |

A. 红花、白花性状由一对等位基因控制

B. 第 2 组 $F_2$代白花的基因型只有 1 种

C. 第 3 组和第 4 组 $F_1$的基因型相同

D. 第 3、4 组两对性状遗传遵循自由组合定律

【答案】C

【解析】

【分析】分析题表：组别 1 白花品种甲×红花产生的 $F_1$全为红花，说明红花对白花为显性，$F_1$自交产生的 $F_2$红花：白花≈3：1；组别 2 白花品种甲×白花品种乙产生的 $F_1$全为红花，$F_1$自交产生的 $F_2$红花：白花≈9：7，由此可知控制红花、白花这一性状的基因至少有两对等位基因。组别 3 和组别 4 中 F1 均为紫长，说明紫花对红花为显性，长对圆为显性，组别 3 的 $F_2$有 4 种表型，比例约为 12：1：1：3，组别 4 的 $F_2$有 4 种表型，比例约为 226：95：97：1。

【详解】A、根据分析可知，组别 2 的的 $F_2$ 有 2 种表型，比例约为 9∶7，符合 9∶3∶3∶1 的变式，由此可知红花、白花性状至少由两对等位基因控制，A 错误；

B、第 2 组 $F_1$ 基因型为 AaBb，自交产生的 $F_2$ 代白花的基因型有 A_bb、aaB_和 aabb，共有 5 种，B 错误；

C、第 3 组和第 4 组的 $F_2$ 均含有 4 种表型，说明两组的 $F_1$ 的基因型均为双杂合子，基因型相同，C 正确；

D、第 3、4 组的 $F_2$ 均含有 4 种表型，但比例不符合 9∶3∶3∶1 的变式，说明不遵循两对性状遗传遵循自由组合定律，D 错误。

故选 C。

5. 基因 E 编码玉米花青素合成途径的关键蛋白，其等位基因 E'通过某种机制加速 E 基因的 mRNA 降解，导致花青素产量减少。对下列实验结果的分析，正确的是（　）




A. E'基因对 E 基因为隐性　　B. $F_1$ 个体的基因型为 E'E'

C. E'基因影响 E 基因的转录　　D. E'对 E 的影响可传递给子代

【答案】D

【解析】

【分析】分析题意：正常色素量（EE）和微量色素量（E'E'）杂交获得的 $F_1$ 全为微量色素，说明 E'基因对 E 基因为显性，E'的存在会加速 E 基因的 mRNA 降解，导致花青素产量减少。

【详解】A、根据亲代正常色素量（EE）和微量色素量（E'E'）杂交获得的 $F_1$ 全为微量色素，可以推测正常色素量对微量色素量为显性，即 E'基因对 E 基因为显性，A 错误；

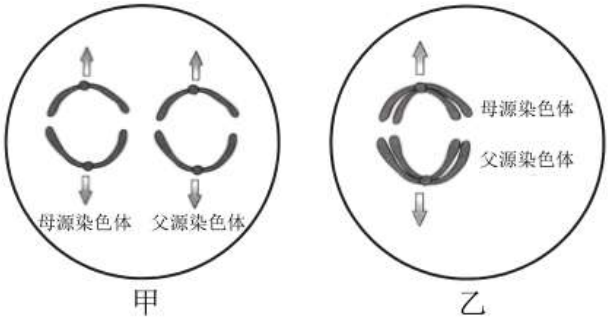
B、亲代正常色素量（EE）和微量色素量（E'E'）杂交，产生的 $F_1$ 基因型均为 EE'，B 错误；

C、根据题意可知 E'通过某种机制加速 E 基因的 mRNA 降解，影响翻译过程，导致花青素产量减少，C 错误；

D、$F_1$ 基因型均为 EE'，自交产生的 $F_2$ 代基因型有 EE、EE'、E'E'，但 $F_2$ 代均表现为微量色素量，与 $F_1$ 表型一致，可推测 E'对 E 的影响可传递给子代，D 正确。

故选 D。

6. 甲、乙是某生物（2n=2）细胞分裂过程中染色体分离示意图。下列叙述正确的是（　）




A. 甲示减数分裂I后期同源染色体分离　　B. 甲图母源与父源染色体上有等位基因

C. 乙会发生非同源染色体的自由组合　　D. 该生物有性生殖过程中不能发生基因重组

【答案】B

【解析】

【分析】同源染色体：减数分裂过程中配对的两条染色体，形状和大小一般都相同，一条来自父方，一条来自母方。甲图中没有姐妹染色单体，有同源染色体，为有丝分裂后期。乙图中一对同源染色体在分离，为减数第一次分裂后期。

【详解】A、甲示有丝分裂后期，乙示减数分裂I后期同源染色体分离，A 错误；

B、等位基因是位于同源染色体相同位置上控制相同性状的基因，甲图母源与父源染色体上有等位基因，B 正确；

C、该生物 2n=2，只有一对同源染色体，没有非同源染色体，因此乙不会发生非同源染色体的自由组合，C 错误；

D、该生物有性生殖过程中可能发生同源染色体非姐妹染色单体之间的交叉互换，属于基因重组的一种，D 错误。

故选 B。

7. 将纤细单冠菊（2n=4）根尖细胞放在含 $^{3}H$-胸腺嘧啶和秋水仙素的培养液中连续培养，取生长到第 2 代（DNA 复制 1 次为 1 代）的中期细胞，观察到每个细胞中有 8 条染色体，每条染色体含 2 个单体。下列叙述错误的是（　）

A. 纤细单冠菊染色体数目少适合用于观察有丝分裂

B. 间期细胞利用胸腺嘧啶为原料进行 DNA 复制

C. 中期细胞有 8 条染色体是秋水仙素作用的结果

D. 每个第 2 代中期细胞中有 8 条单体含 $^{3}H$ 标记

【答案】D

【解析】

【分析】有丝分裂不同时期的特点：（1）间期：进行 DNA 的复制和有关蛋白质的合成；（2）前期：核膜、核仁逐渐解体消失，出现纺锤体和染色体；（3）中期：染色体形态固定、数目清晰；（4）后期：着丝点分裂，姐妹染色单体分开成为染色体，并均匀地移向两极；（5）末期：核膜、核仁重建、纺锤体和染色体消失。

【详解】A、观察有丝分裂的过程，主要是依赖于染色体形态和数目的变化，纤细单冠菊染色体数目少适合用于观察有丝分裂，A 正确；

B、胸腺嘧啶可以合成胸腺嘧啶脱氧核苷酸，是 DNA 的合成原料之一，可以参与 DNA 复制，B 正确；

C、秋水仙素抑制纺锤体的形成，不影响着丝粒的分裂，第一次有丝分裂结束，子细胞中有 8 条染色体，经过复制，第 2 代中期细胞有 8 条染色体，每条染色体含 2 个单体，是秋水仙素作用的结果，C 正确；

D、根尖细胞放在含 $^{3}H$-胸腺嘧啶和秋水仙素的培养液中连续培养，由于 DNA 复制是半保留复制，第 1 代细胞中 8 条染色体中的 DNA 都为一条链含 $^{3}H$、一条链含 $^{1}H$，再经过在 $^{3}H$-胸腺嘧啶的培养基中 DNA 复制第二次（即第二代），每条染色体上的 1 条染色单体上的 DNA 含有一条链含 $^{3}H$、一条链含 $^{1}H$，另一条染色单体的 DNA 含有 2 条链都含 $^{3}H$，中期细胞共有 8 条染色体，因此每个第 2 代中期细胞中有 16 条染色单体都含 $^{3}H$ 标记，D 错误。

故选 D。

8. 野生猴面花有粉色（粉龙头）和红色（红龙头）两种。它们起源于同一祖先种，分布区域有重叠，粉龙头由黄蜂授粉，红龙头由蜂鸟授粉。利用基因工程技术改变两种猴面花的花色，统计传粉者访花率，数据如下表。叙述错误的是（　）

| | 黄蜂访花率 | 蜂鸟访花率 |
|---|---|---|
| 野生粉龙头（开粉花） | 15.40 | 0.02 |

| | | |
|---|---|---|
| 变异粉龙头（开红花） | 2.63 | 1.44 |
| 野生红龙头（开红花） | 0.15 | 189 |
| 变异红龙头（开粉花） | 10.90 | 168 |

注：访花率是指单位时间每朵花传粉者的到访次数

A. 源于同一祖先的两种猴面花种群基因库相同

B. 黄蜂与蜂鸟的访花采蜜行为存在生态位分化

C. 花色不是传递给传粉者访花的唯一信息

D. 野生粉龙头和红龙头可能存在生殖隔离

【答案】A

【解析】

【分析】1、分析题意和题表可知，利用基因工程技术改变两种猴面花的花色后，变异粉龙头（开红花）的蜂鸟访花率明显增大，变异红龙头（开粉花）的黄蜂访花率明显增大。授粉动物的类型会影响野生猴面花的繁衍。

2、生态位分化指在同一地区内，生物的种类越丰富，物种间为了共同食物、生活空间或其他资源而出现的竞争是越激烈的，这样会导致某一特定物种占有的实际生态位就可能越来越小。

【详解】A、源于同一祖先的两种猴面花生活区域不完全相同，群体所含有的基因种类和数量不完全相同，种群基因库一般不相同，A 错误；

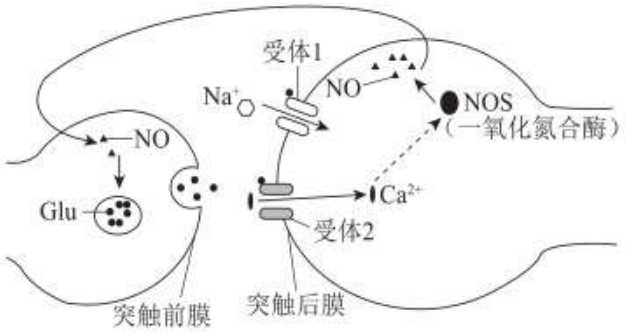
B、黄蜂与蜂鸟取食同种食物而存在竞争，为了降低竞争激烈程度，两者的访花采蜜行为存在差异，发生生态位分化，B 正确；

C、传递给传粉者访花的信息包括花色、花香等，C 正确；

D、野生粉龙头和红龙头的授粉动物分别是黄蜂和蜂鸟，不同动物采蜜行为有差异，因此野生粉龙头和红龙头可能存在生殖隔离，D 正确。

故选 A。

9. 一氧化氮（NO）可参与神经调节（如图）。突触前膜释放的谷氨酸（Glu）与后膜上的受体结合，促进 $Na^+$和 $Ca^{2+}$内流。突触后神经元 $Ca^{2+}$浓度升高会促进 NO 合成，NO 进入突触前神经元引起 Glu 持续释放。下列叙述错误的是（　）




A. 兴奋在神经元之间通过突触传递

B. $Ca^{2+}$浓度升高可激活 NOS 的活性

C. NO 和 Glu 以相同的方式运出细胞

D. Glu 持续释放是正反馈调节的结果

【答案】C

【解析】

【分析】突触是指一个神经元的冲动传到另一个神经元或传到另一细胞间的相互接触的结构。突触是神经元之间在功能上发生联系的部位，也是信息传递的关键部位。 在光学显微镜下，可以看到一个神经元的轴突末梢经过多次分支，最后每一小支的末端膨大呈杯状或球状，叫做突触小体。这些突触小体可以与多个神经元的细胞体或树突相接触，形成突触。从电子显微镜下观察，可以看到，这种突触是由突触前膜、突触间隙和突触后膜三部分构成。

【详解】A、两个神经元之间可以形成突触结构，兴奋在神经元之间通过突触传递，A 正确；

B、结合图示可知，$Ca^{2+}$浓度升高可激活 NOS 的活性，促进 NO 释放，B 正确；

C、NO 是气体，通过自由扩散出细胞，结合图示可知，Glu 以胞吐的方式运出细胞，C 错误；

D、Glu 释放可以引起 NO 释放，NO 释放又可以作用于突触前膜，使其释放 Glu，因此 Glu 持续释放是正反馈调节的结果，D 正确。

故选 C。

10. 冬奥会赛场的环境温度通常在-5～8℃之间，尽管越野滑雪等项目比赛时间长达 2h，但运动员仍能维持正常体温。相关叙述错误的是（　）

A. 冷觉感受器接受低温刺激产生动作电位

B. 下丘脑是体温调节中枢和冷觉感觉中枢

C. 甲状腺、肾上腺等内分泌腺参与体温调节

D. 冷空气流经运动员体表会使散热量增加

【答案】B

【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。

【详解】A、冷觉感受器接受低温刺激产生动作电位，动作电位可以沿着神经纤维进行传导，A 正确；

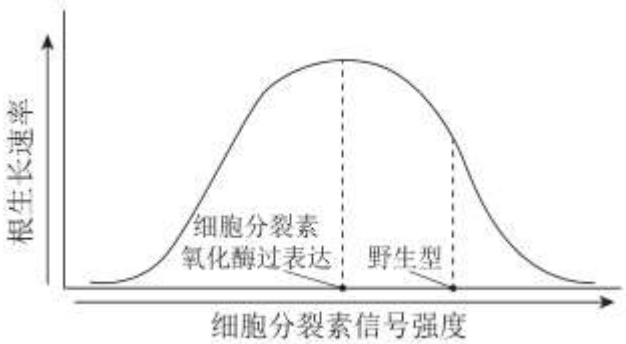
B、下丘脑是体温调节中枢，但冷觉感觉中枢在大脑皮层，B 错误；

C、甲状腺、肾上腺等内分泌腺参与体温调节，寒冷刺激下，甲状腺和肾上腺分别分泌甲状腺激素和肾上腺素，促进新陈代谢，促进产热增多，C 正确；

D、冷空气流经运动员体表会使体表温度下降，散热量增加，D 正确。

故选 B。

11. 细胞分裂素（CTK）可被氧化酶降解，其信号强度与根的生长关系如图所示。将拟南芥 CTK 的 3 个受体基因全部敲除获得“CTK 不敏感”植株，其根的生长被严重抑制。只敲除某个 CTK 受体基因的“CTK 部分不敏感”植株根的生长却明显增强。下列分析错误的是（　）



A. 该实验可选野生型拟南芥根的生长做对照

B. 不敏感植株因为 CTK 浓度过高而抑制根生长

C. CTK 信号强度与其浓度、受体含量有关

D. 野生型拟南芥　CTK 浓度可能高于最适浓度

【答案】B

【解析】

【分析】细胞分裂素从玉米或其他植物中分离或人工合成的植物激素。一般在植物根部产生，是一类促进胞质分裂的物质，促进多种组织的分化和生长。与植物生长素有协同作用。是调节植物细胞生长和发育的植物激素。在细胞分裂中起活化作用，也包含在细胞生长和分化及其他相关的生理活动过程中，如激动素（KT）、玉米素（ZT）、6-苄基氨基嘌呤（6-BA）等。

【详解】A、该实验可选野生型拟南芥根的生长做对照，可以对比说明只敲除某个 CTK 受体基因的“CTK 部分不敏感”植株根的生长情况，A 正确；

B、不敏感植株 3 个受体基因全部敲除，CTK 无法起作用，因而根的生长被严重抑制，B 错误；

C、结合图示可知，野生型的 CTK 未被降解而浓度大，CTK 信号强，野生型的受体多，细胞 CTK 的强度也大，因此 CTK 信号强度与其浓度、受体含量有关，C 正确；

D、分析曲线图可知，野生型拟南芥的 CTK 浓度可能高于最适浓度，因此野生型的根生长速率比“CTK 部分不敏感”植株的根生长的慢，D 正确。

故选 B。

12. 我国古诗文中常闪现出前人的生态学智慧，下列诗词与体现的生态学原理不匹配的是（　）

A. “野火烧不尽，春风吹又生”只体现了生态系统的抵抗力稳定性

B. “落红不是无情物，化作春泥更护花”体现生态系统的物质循环

C. “不知细叶谁裁出，二月春风似剪刀”体现生态系统的信息传递

D. “种豆南山下，草盛豆苗稀”体现生物群落中的种间竞争关系

【答案】A

【解析】

【分析】1、生态系统的稳定性包括抵抗力稳定性和恢复力稳定性：抵抗力稳定性是指生态系统抵抗外界干扰并使自身的结构和功能保持原状的能力，恢复力稳定性是指生态系统在遭到外界干扰因素的破坏以后恢复到原状的能力。

2、种间关系包括互利共生、捕食、竞争、寄生，其中互利共生的两种生物的数量变化是同步的；捕食关系中，两种生物的数量变化不同步，先增加者先减少，后增加者后减少，即一种生物的数量随另一种生物的数量变化而变化；竞争关系中，两者的数量呈同步性变化。

3、生态系统中信息的类型：

（1） 物理信息:生态系统中的光、声、颜色、温度、湿度、磁力等，通过物理过程传递的信息。

（2）化学信息：生物在生命活动过程中，产生的一些可以传递信息的化学物质。

（3）行为信息：是指某些动物通过某些特殊行为，在同种或异种生物间传递的某种信息。

【详解】 A、“野火烧不尽，春风吹又生"体现草原生态系统具有恢复力稳定性，A 错误；

B、“落红不是无情物，化作春泥更护花”描述的是微生物对植物的残枝落叶的分解，分解者的分解作用参与了生物圈的物质循环，B 正确；

C、“不知细叶谁裁出，二月春风似剪刀”描述了来自无机环境中的温度等物理信息对柳树生长的影响，体现生态系统的信息传递，C 正确；

D、“种豆南山下，草盛豆苗稀"，豆苗与杂草之间争夺阳光等资源，体现了杂草与豆苗间的竞争关系，D 正确。

故选 A。

13. 为筛选高效抑制苹果树腐烂病菌生长的芽孢杆菌，取直径为 3mm 的果树腐烂病菌菌落转移至 A 处，B 处接种芽孢杆菌（图 1）。培养若干天，实验组与对照组的结果如图 2 所示。下列抑菌率的计算公式正确的是（　）

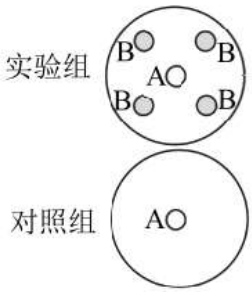


图 1

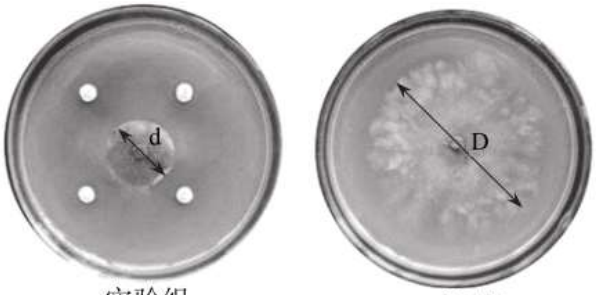


图 2

A. $\frac{D-d}{D}\times100\%$　　B. $\frac{D-d}{D-3}\times100\%$

C. $\frac{D-d-3}{D}\times100\%$　　D. $\frac{D-d-3}{D-3}\times100\%$

【答案】B

【解析】

【分析】通过实验对照原则和单一变量原则分析可知，目的菌筛选时，图 1 应取直径为 3mm 的果树腐烂病菌落移置于 A 处，B 处接种芽孢杆菌，培养若干天，结合图 2 数据计算出抑菌率。

【详解】根据题干信息分析，图 1 中应该取直径为 3mm 的果树腐烂病菌菌落移置于 A 处，B 处接种芽孢杆菌。培养若干天，测量并计算抑菌率，图 2 显示实验组果树腐烂病菌的菌落直径 d，对照组果树腐烂病菌的菌落直径为 D，又因为一开始接种的苹果腐烂病菌的直径为 3mm，则抑菌率（%）=（D−d）/（D−3）×100%。

故选 B。

14. 科学家尝试将经过基因修饰的猪心脏移植到人体，下列叙述错误的是（　）

A. 器官移植中的免疫排斥主要由细胞免疫引起

B. 供体猪需敲除其参与免疫识别的相关基因

C. 猪心移植可能缓解器官移植中供体短缺问题

D. 由于种间差异无需担心供体携带的病毒基因

【答案】D

【解析】

【分析】免疫排斥是机体对移植物（异体细胞、组织或器官）通过特异性免疫应答使其破坏的过程。一般是指移植术后，受者可识别移植物抗原并产生应答，移植物中免疫细胞也可识别受者抗原组织并产生应答。

【详解】A、免疫排斥反应是由人体细胞免疫引起的，属于特异性免疫，A 正确；

B、供体猪敲除其参与免疫识别的相关基因后可降低免疫排斥反应，提高器官移植的成活率，B 正确；

D、猪的器官和人有更好的免疫兼容性，可满足安全、成功移植到人体的要求，减少免疫排斥反应的发生，缓解器官移植中供体器官短缺的问题，C 正确；

D、供体携带的病毒基因可能在受体中表达并发挥作用，对受体的健康带来危害，因此需要关注供体携带的病毒基因，D 错误。

故选 D。

15. 下列关于高中生物学实验或调查的叙述，正确的是（　）

A. 外植体的消毒和接种均需在无菌环境中操作

B. 利用离心法在滤纸条上分离出四种光合色素

C. 通过调节冷光源的距离研究温度对光合速率的影响

D. 给眼科门诊病人随机发放问卷调查青少年近视的发病率

【答案】A

【解析】

【分析】1、植物组织培养过程中，为避免杂菌污染，需要对培养基和器具的灭菌，对外植体进行消毒，接种应该在酒精灯火焰附近。

2、分离光合色素原理：各色素随层析液在滤纸上扩散速度不同，从而分离色素。溶解度越大，扩散速度越快；溶解度越小，扩散速度越慢。滤纸条从上到下依次是：胡萝卜素(橙黄色)、叶黄素(黄色)、叶绿素 a (蓝绿色)、叶绿素 b (黄绿色)。

【详解】A、为避免杂菌污染，外植体的消毒和接种均需在无菌环境中操作，A 正确；

B、利用纸层析法根据不同光合色素在层析液中的溶解度不同在滤纸条上分离出四种光合色素，B 错误；

C、研究温度对光合速率的影响实验中自变量为温度，需设置不同的温度，而冷光源几乎不产生热量，因此通过调节冷光源的距离不能设置出不同温度，C 错误；

D、眼科门诊病人患近视的概率较高，属于特殊人群，不能作为调查青少年近视的发病率的调查对象，D 错误。

故选 A。

16. 乳酸在食品、化工等行业用途广泛。与乳酸菌相比，重组大肠杆菌生产乳酸效率更高。

（1）大肠杆菌以培养基中的葡萄糖为_____，通过图 1 所示细胞呼吸的第一阶段将其分解为[A]_____（填 A 的名称），进而发酵产生乳酸，同时还有乙酸、琥珀酸等副产物。

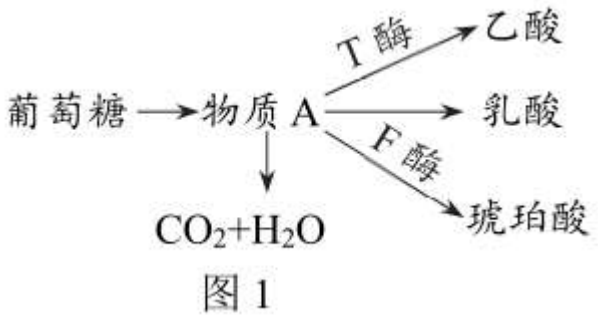


图 1

（2）研究人员从野生型大肠杆菌中筛选到菌株甲，利用重组片段和特定技术敲除甲拟核上的 F 酶基因，进一步获得菌株乙，过程如图 2 所示（图中只显示与基因敲除有关的片段）。

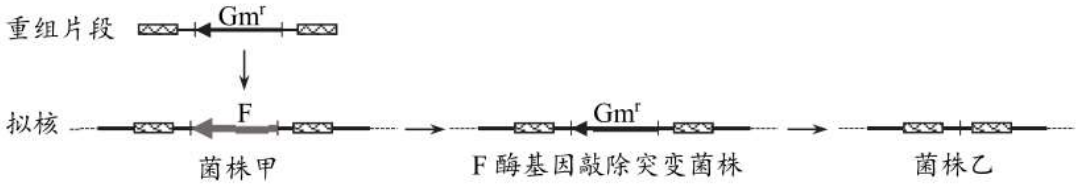


图 2

重组片段上庆大霉素抗性基因（$Gm^r$）的作用是_____。实际发酵使用的菌株乙要将引入的 $Gm^r$ 去除，试分析原因_____。

（3）用相同方法获得 F 酶、T 酶双基因敲除菌株丙。将等量乙、丙分别接种于 7L 的发酵罐中，当菌体浓度在 600nm 的吸光度达到 30 时，调整发酵条件，使体系从好氧生长阶段进入厌氧发酵阶段。

①两阶段发酵过程需调整发酵罐的_____（填选项前字母）。

A．通气量　　B．搅拌叶轮的转速　　C．pH　　D．温度

②当发酵罐葡萄糖耗尽时结束发酵，乙、丙菌株两阶段发酵过程各产物的变化如图 3 所示。实践生产中进入厌氧发酵阶段后，随时监测并及时添加营养物质保证连续发酵。综合图 3 结果和生产实践，你认为哪种菌株更适合做生产菌种并阐述理由。

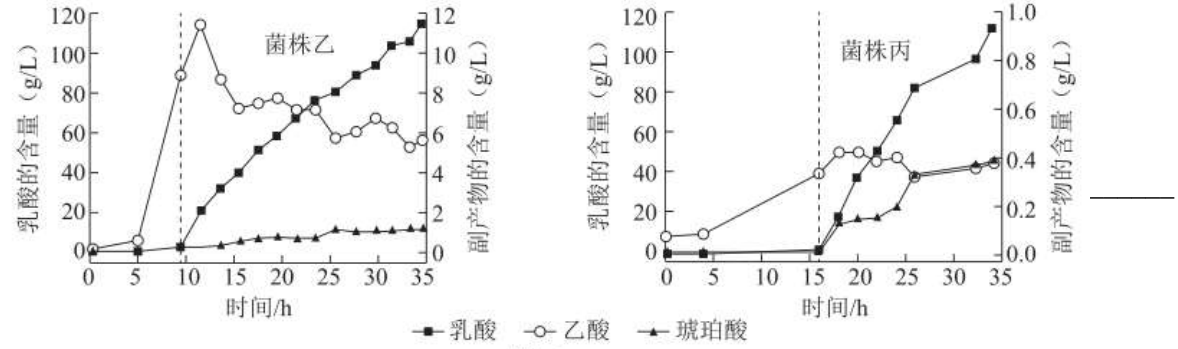


图 3

【答案】（1）　①. 碳源　②. 丙酮酸

（2）　①. 作为标记基因，用于筛选出 F 基因敲除突变菌株　②. 菌株的 $Gm^r$ 基因表达需要消耗物质和能量，造成浪费（发酵产品中含有抗生素会引发安全性问题）

（3）　①. ABCD　②. 菌株丙。厌氧发酵阶段生产乳酸的速率快，琥珀酸和乙酸的产量低。

【解析】

【分析】菌株甲是野生型大肠杆菌，可以进行有氧呼吸和无氧呼吸，无氧呼吸产生乳酸，有氧呼吸产生乙酸、琥珀酸及 $CO_2$ 和水。乙是敲除了 F 基因的大肠杆菌，不能产生琥珀酸，丙是敲除了 F 酶、T 酶双基因，发酵产物只有乳酸。

【小问 1 详解】

葡萄糖常为呼吸的底物，能为大肠杆菌提供营养和能量，可作为培养基的碳源（提供碳元素的物质）；细胞呼吸的第一阶段为葡萄糖产生丙酮酸和[H]的过程，无氧呼吸的第二阶段可以是丙酮酸和[H]生成乳酸，故 A 是丙酮酸。

【小问 2 详解】

重组片段上庆大霉素抗性基因（$Gm^r$），可以使得含有重组质粒的大肠杆菌在含有庆大霉素的培养基上生长，而筛选得到含有重组质粒的大肠杆菌，即含有目的基因的大肠杆菌；$Gm^r$ 是抗生素抗性基因，只是用于筛选，若发酵产品中含有抗生素会引发安全性问题，因此实际发酵使用的菌株乙要将引入的 $Gm^r$ 去除。

【小问 3 详解】

菌株乙的发酵产物有乙酸和乳酸，丙的发酵产物只有乳酸，要使发酵体系从好氧生长阶段进入厌氧发酵阶段，需调整发酵罐的通气量（降低通气量）、搅拌叶轮的转速（降低转速）、pH（不同的酶有不同的适宜 pH）、温度（不同的酶有不同的适宜温度），故选 ABCD；结合图 3，随着发酵时间的延长，菌株丙的厌氧发酵阶段生产乳酸的速率快，琥珀酸和乙酸的产量低，更适合用作生产菌种。

【点睛】本题主要考查基因工程及发酵工程，要求学生有一定的理解分析能力。

17. 人类免疫缺陷病毒（HIV）主要侵染辅助性 T 细胞（Th），攻击人体免疫系统。

（1）如图 1 所示，HIV 侵染 Th 时，包膜蛋白 gp120 与 Th 细胞膜表面的_____结合，使 gp41 的 N 端嵌入细胞膜，依赖膜的_____性使病毒包膜与细胞膜融合，HIV 进入细胞内部。

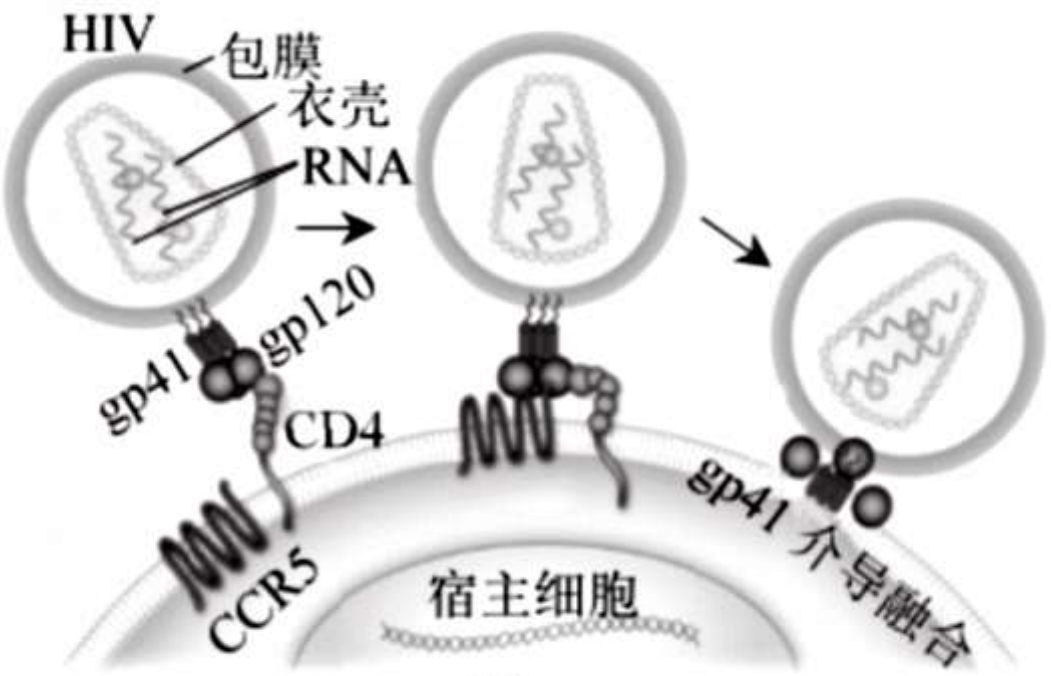



图 1

（2）我国科研人员设计出能与 gp41 结合的脂肽药物 LP-98，以多只感染 SHIV（HIV 和猴免疫缺陷病毒 SIV 嵌合形成）的恒河猴为实验对象，测定在两轮定期注射适量 LP-98 后血浆中病毒的相对含量，结果如图 2 所示。

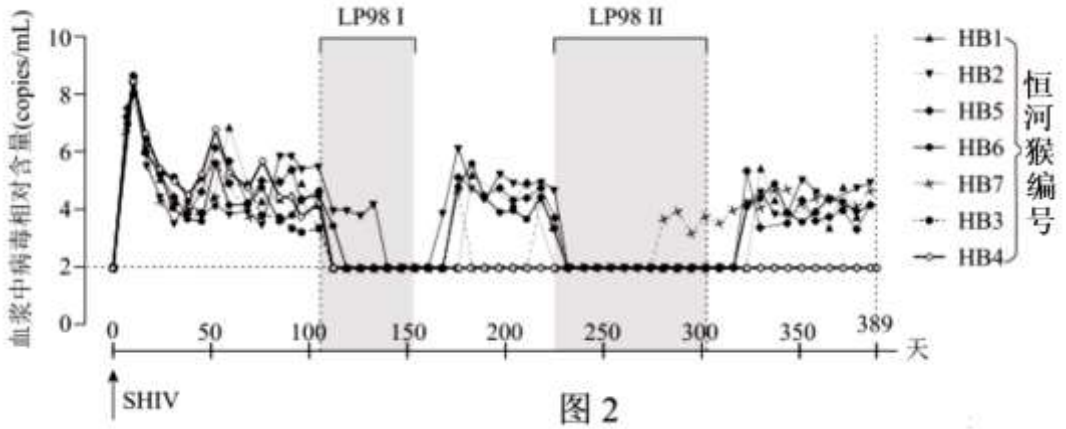



图 2

①感染 SHIV 后，恒河猴能通过_____免疫反应使血浆中病毒含量降低，但难以彻底清除 SHIV。

②结果显示，注射 LP-98 期间，猴血浆中病毒含量均_____。停止注射后，部分猴血浆病毒含量仍处于较低水平未反弹，达到了治疗后控制效应（简称 PTC）。

（3）在此基础上，将另 20 只恒河猴平分为四组，甲、乙、丙组分别在感染 SHIV 前 2 小时、前 1 周和前 2 周注射 LP-98，丁组注射缓冲液。检测结果如图 3 所示。请从甲、乙、丙中任选一组解释各指标变化的原因_____（用文字或流程图均可）。

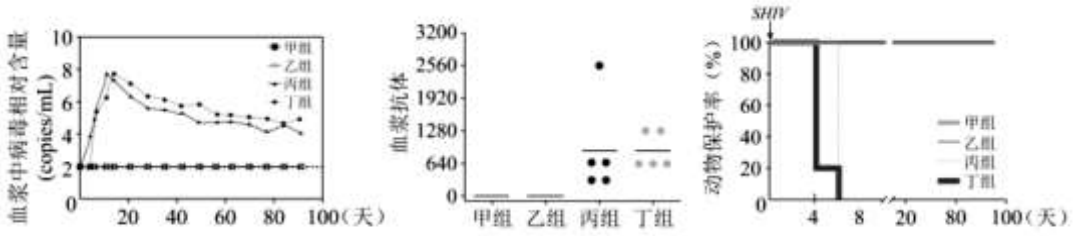



图 3

（4）综合分析上述所有实验结果，说法正确的有_____。

A. LP-98 对 SHIV 感染有一定　治疗效果

B. 对 PTC 的深入研究有助于药物的合理使用

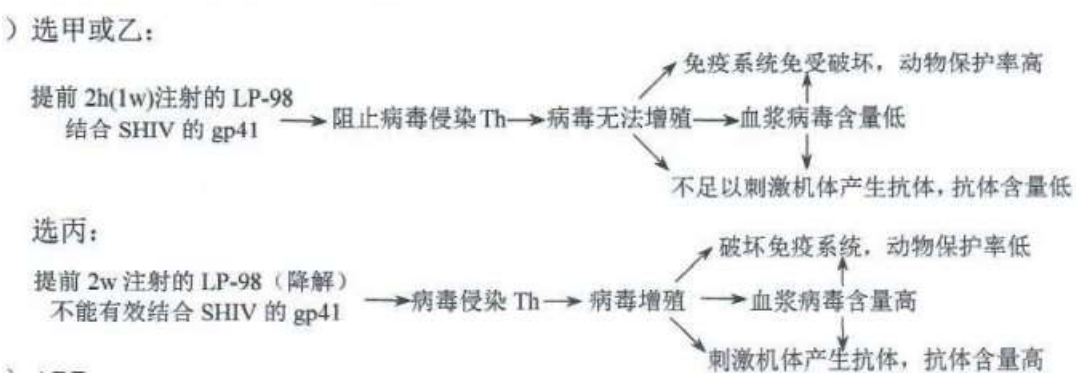
C. HIV 感染者使用 LP-98 后不需要终身服药

D. LP-98 可用于感染 HIV 高风险群体的紧急保护

【答案】（1）　①. (1) CD4 和 CCR5 (特异性受体)　②. 流动

（2）　①. 特异性(体液免疫和细胞免疫)　②. 下降

（3）




（4）ABD

【解析】

【分析】1、HIV 是一类没有细胞结构的特殊生物，不能独立的生活和繁殖，只有寄生在其他生物的活细胞内才能生活和繁殖。一旦离开了活细胞，病毒就无法进行生命活动。

2、HIV 进入机体后可激发机体的特异性免疫，其中细胞免疫可裂解靶细胞，体液免疫通过抗体作战。

【小问 1 详解】

HIV 属于病毒，病毒侵染 Th 时，包膜蛋白 gp120 与 Th 细胞膜表面的受体结合；病毒与细胞膜结合后其包膜依赖膜的流动性与细胞膜融合。

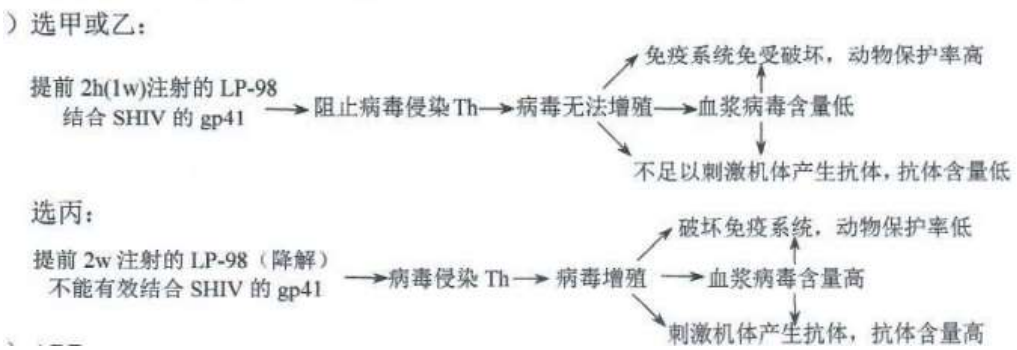
【小问 2 详解】

①SHIV（HIV 和猴免疫缺陷病毒 SIV 嵌合形成）侵染机体后，会激发机体的特异性免疫（细胞免疫和体液免疫），其中细胞免疫可使靶细胞裂解，释放 SHIV，体液免疫的抗体会与病毒结合，通过上述过程能使血浆中病毒含量降低，但难以彻底清除 SHIV。。

②据图可知，与注射前相比，注射 LP-98 期间，猴血浆中病毒含量均下降。

【小问 3 详解】

分析题意可知，甲、乙、丙组分别在感染 SHIV 前 2 小时、前 1 周和前 2 周注射 LP-98，丁组注射缓冲液，则本实验的实验组为甲、乙、丙、组，对照组为丁组，可任选一实验组分析如下：




【小问 4 详解】

A、据图可知，实验组能产生一定的抗体，且一定时间后，甲乙丙组对于动物的保护率仍有一定效果，而丁组在第 5 天左右降为零，说明 LP-98 对 SHIV 感染有一定的治疗效果，A 正确；

B、PTC 为治疗后控制效应，故对于 PTC　深入研究有助于药物的合理使用，B 正确；

C、结合（3）分析可知，若使用 LP-98 超过一定时限，则其效用会降低，故使用 LP-98 后仍需要终身服药，C 错误；

D、比较图示数据可知，感染 SHIV 前 2 小时、前 1 周的效果较好，故据此推测，LP-98 可用于感染 HIV 高风险群体的紧急保护，D 正确。

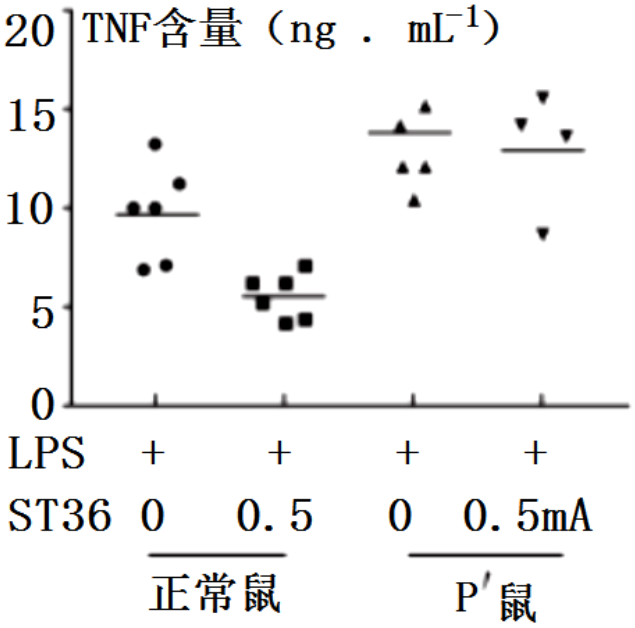
故选 ABD。

【点睛】本题考查病毒的相关知识，考查了学生获取信息的能力和分析理解能力，准确判断题图信息是解题关键。

18. 针灸是中国传统医学中独具特色的疗法之一，可通过针刺身体特定部位调节机体的生理状态从而达到治疗疾病的目的。

（1）针灸或电针刺激足三里（ST36）穴位，可引起肾上腺分泌去甲肾上腺素（NA）、肾上腺素（A）和多巴胺（DA）增加，该应答反应属于_____反射。

（2）细菌内毒素（LPS）可与免疫细胞表面 TLR4 结合，介导免疫细胞分泌炎症因子 TNF，引发小鼠全身炎症反应。为了揭示针灸疗法缓解炎症反应的生理机制，研究人员构建 P 受体感觉神经元缺失的模型小鼠 P'。分别给正常小鼠和 P'小鼠注射 LPS，之后用 0.5mA 电针刺激小鼠 ST36，检测 TNF 含量。据如图结果可知，电针刺激小鼠 ST36，可缓解 LPS 引发的炎症反应，该作用效果依赖于具有 P 受体的感觉神经元，做出判断的依据是_____。




（3）膈下迷走神经作为传出神经参与 P 受体感觉神经元介导的缓解炎症反应。科研人员构建了光敏蛋白高表达于 P 受体感觉神经元的小鼠 PC（光敏蛋白接受光刺激后 $Ca^{2+}$内流引起神经元兴奋）。为进一步证实抗炎症反应依赖 P 受体感觉神经元且与迷走神经有关，请从 a~i 中选择合适字母填入下表①~④中并预期实验结果。

| 组别 | 实验材料 | 处理 1 | 检测迷走神经动作电位频率 | 处理 2 | 处理 3 | 检测 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 甲组 | 正常小鼠 | _____ | 极低 | 甲 1：_____ | 注射 LPS 后，再进行同②的处理 | TNF 含量 |
| | | | | 甲 2：假手术 | 注射_____，其他处理同上 | |
| 乙组 | _____ | 同上 | 高 | 乙 1：同甲 1 组 | 同甲 1 组 | |
| | | | | 乙 2：同甲 2 组 | 同甲 2 组 | |

a．正常小鼠　　b．P'　　c．PC　　d．电刺激 ST36　　e．光照刺激 ST36

f．切断迷走神经　　g．破坏神经中枢　　h．LPS　　i．生理盐水

（4）其他研究表明，NA、A、DA 在免疫细胞表面有两种类型的受体，α2-AR 介导促进炎症反应，β2-AR 介导抑制炎症反应。请根据上述实验结果，在图中补全针灸缓解炎症反应的调节过程。

【答案】（1）非条件　（2）正常鼠 0.5mA 电针刺激组 TNF 含量低于未受刺激组，模型鼠 P'0.5mA 电针刺激组和未受刺激组 TNF 含量基本相当

（3）　①. e

②. f

③. h

④. c

（4）预期结果：乙 2 组 TNF 含量低，甲 1、乙 1 与甲 2 无显著差异，均高于乙 2 组




【解析】

【分析】人体神经调节　方式是反射，反射的结构基础是反射弧，反射弧由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五部分构成，兴奋在反射弧上单向传递，兴奋在突触处产生电信号到化学信号再到电信号的转变。

【小问 1 详解】

该反射是先天生来就有的，并不是后天通过学习训练而来的，因此是非条件反射。

【小问 2 详解】

分析实验数据可知正常鼠 0.5mA 电针刺激组 TNF 含量低于未受刺激组，模型鼠 P'0.5mA 电针刺激组和未受刺激组 TNF 含量基本相当，说明针灸疗法可缓解 LPS 引发的炎症反应，该作用效果依赖于具有 P 受体的感觉神经元。

【小问 3 详解】

本实验中甲组是正常小鼠作为对照组，乙组为实验组小鼠，所以乙组的实验材料要 PC 小鼠（c），由于实验要验证证实抗炎症反应依赖 P 受体感觉神经元且与迷走神经有关，所以处理 1 两组小鼠都使用光照刺激 ST36（e），然后检测迷走神经动作电位频率。接下来处理 2 两组小鼠就应该都切断迷走神经（f），同时还要注射 LPS （h），最终检测 TNF 含量。

【小问 4 详解】

根据实验预期结果：乙 2 组 TNF 含量低，甲 1、乙 1 与甲 2 无显著差异，均高于乙 2 组，以及题干信息 NA、A、DA 在免疫细胞表面有两种类型的受体，α2-AR 介导促进炎症反应，β2-AR 介导抑制炎症反应。可以推测途径如下：




【点睛】本题考查神经调节的相关知识，意在考查考生获取信息并应用所学知识解决问题的能力。

19. 学习以下材料，回答（1）~（4）题。

植原体与“僵尸植物”

植原体是无细胞壁的原核生物，生活于植物韧皮部筛管细胞中，主要靠叶蝉、飞虱等从韧皮部取食的昆虫传播。植原体能危害上千种植物，枣疯病、泡桐丛枝病、水稻黄萎病等均由植原体侵染所致。植原体病害的显著特征是被感

染植物常出现花变叶（花芽异常发育成叶状体）、丛枝症（芽和枝条过度增殖）等典型形态改变，导致植物无法正常生长繁殖而沦为植原体滋生和虫媒传播的温床。“僵尸植物”就是用以形容被植原体侵染的植物。

SPL 和 GATA 这两类蛋白是植物生长发育的重要调控因子，可抑制植株分枝形成，调节叶片和花的发育。研究发现植原体效应因子 P05 能特异识别 SPL 和 GATA 并使之降解，导致植物不断产生叶片和败育小枝但不衰老，呈现“僵尸”状态。通常情况下，细胞内的一些错误折叠蛋白、不再需要的蛋白与泛素（Ub）结合，这些被 Ub 标记的蛋白最终被蛋白酶体识别并降解（图 1），70%的蛋白降解依赖这种泛素化过程。有意思的是，植原体的 P05 通过“劫持”蛋白酶体上的泛素受体 R10，形成 P05-R10-SPL/GATA 异源三聚体，直接介导目标蛋白在蛋白酶体降解（图 2），该过程并不需要 Ub 的参与。

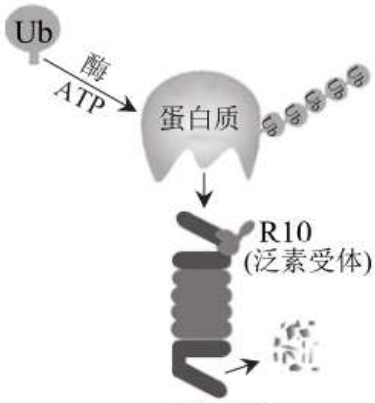


图 1

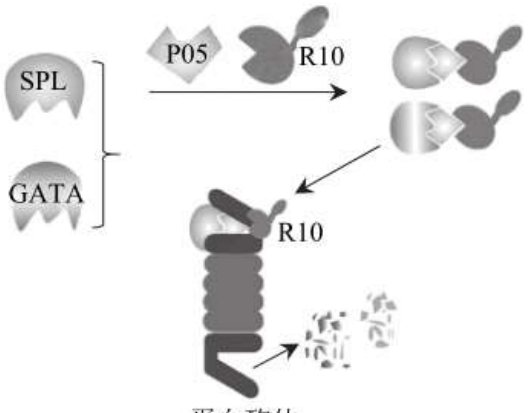


图 2

植原体也可以侵染叶蝉、飞虱等昆虫，但对昆虫宿主一般无害。科学家通过比对动、植物体内的 R10 序列，发现二者有 2 个氨基酸的差异，正是这种小小的差异造成 P05 并不结合昆虫的 R10。植原体 P05 作用机理的研究为精细调控作物生长、靶向蛋白降解、防治虫媒病害提供了全新的思路。

（1）植原体细胞生存与增殖必需的结构或物质包括_____（填选项前字母），其与“僵尸植物”的种间关系为_____。

A．细胞壁　　B．细胞膜　　C．细胞核 D．核糖体　　E．核酸　　F．酶

（2）阐释植原体通过“操纵”植物细胞内蛋白酶体如何实现利己不利宿主的机制。

（3）下列哪些实验可为“僵尸植物”产生机制提供证据_____。

A. 将 P05 基因导入拟南芥，观察植株的形态变化

B. 用蛋白酶体抑制剂处理被植原体侵染的拟南芥，检测 SPL 和 GATA 的含量

C. 敲除拟南芥的 R10 基因，用植原体侵染，检测 SPL 和 GATA 的含量

D. 用 P05 基因敲除　植原体侵染拟南芥，观察植株表型变化

（4）综合本文信息，利用现代生物技术设计预防枣疯病发生的基本操作程序。

【答案】（1）　①. BDEF　②. 寄生

（2）①P05 识别并结合 SPL 和 GATA，直接介导代谢所需正常蛋白在蛋白酶体的降解，导致花变叶、分枝的形成，植物不能繁殖，同时为植原体提供更多营养；②植物衰老延迟，增加昆虫取食的次数，有利于植原体通过昆虫传播；③P05 “劫持”蛋白酶体上的 R10，使得被泛素标记的、本该降解的蛋白依然存在，影响植物正常生长发育。

（3）ABCD

（4）定点突变或基因编辑植物 R10 基因，使其编码的两个氨基酸序列突变成动物 R10.上对应编码的氨基酸序列( 获取动物的 R10 基因)→构建含突变 R10 基因的表达载体→导入枣树细胞，进行组织培养→检测和鉴定再生枣树中的突变 RI0 基因(植原体侵染并观察枣树表型变化)

【解析】

【分析】1、分析题意可知，植原体是无细胞壁的原核生物，则其无成形的细胞核，也无染色体等结构，只有核糖体一种细胞器。

2、植原体也可以侵染叶蝉、飞虱等昆虫，但对昆虫宿主一般无害，说明其与叶蝉、飞虱之间是寄生关系。

【小问 1 详解】

分析题意“植原体是无细胞壁的原核生物”可知，植原体细胞属于原核细胞，原核细胞无成形的细胞核，但有细胞膜、核糖体、核酸（包括 DNA 和 RNA）等基本细胞结构，此外还有呼吸酶等酶，故选 BDEF；结合题意可知，植原体生活于植物韧皮部筛管细胞中，被植原体侵染的植物称为“僵尸植物”，故其与“僵尸植物”的种间关系为寄生。

【小问 2 详解】

基因控制性状的途径有直接途径和间接途径，其中间接途径是基因通过控制酶的合成控制代谢，进而控制生物性状，结合题意推测，植原体通过“操纵”植物细胞内蛋白酶体如何实现利己不利宿主的机制为：①P05 识别并结合 SPL 和 GATA，直接介导代谢所需正常蛋白在蛋白酶体的降解，导致花变叶、分枝的形成，植物不能繁殖，同时为植原体提供更多营养；②植物衰老延迟，增加昆虫取食的次数，有利于植原体通过昆虫传播；③P05 “劫持”蛋白酶体上的 R10，使得被泛素标记的、本该降解的蛋白依然存在，影响植物正常生长发育。

【小问 3 详解】

A、将 P05 基因导入拟南芥，观察植株的形态变化，若不断产生叶片和败育小枝但不衰老，呈现“僵尸”状态，则可说明，A 正确；

B、由于“SPL 和 GATA 这两类蛋白是植物生长发育的重要调控因子，可抑制植株分枝形成”，故用蛋白酶体抑制剂处理被植原体侵染的拟南芥，检测 SPL 和 GATA 的含量，探究其机制，B 正确；

C、由于植原体的 P05 通过“劫持”蛋白酶体上的泛素受体 R10，形成 P05-R10-SPL/GATA 异源三聚体也可导致僵尸植物出现，故敲除拟南芥的 R10 基因，用植原体侵染，检测 SPL 和 GATA 的含量，也可探究其机制，C 正确；

D、用 P05 基因敲除的植原体侵染拟南芥，观察植株表型变化，拖植株不表现僵尸症状，可探究其机制，D 正确。

故选 ABCD。

【小问 4 详解】

现代生物技术预防枣疯病可通过基因工程的手段进行，其中基因工程包括目的基因的获取（R10 基因基因改造）→基因表达载体的构建→将目的基因导入受体（枣树）细胞→目的基因的检测与鉴定，故具体过程如下：定点突变或基因编辑植物 R10 基因，使其编码的两个氨基酸序列突变成动物 R10。上对应编码的氨基酸序列( 获取动物的 R10 基因)→构建含突变 R10 基因的表达载体→导入枣树细胞，进行组织培养→检测和鉴定再生枣树中的突变 RI0 基因(植原体侵染并观察枣树表型变化)。

【点睛】本题以植原体为背景，综合考查原核细胞的特点、基因工程等知识，要求考生明确相关知识点，能结合题意分析作答。

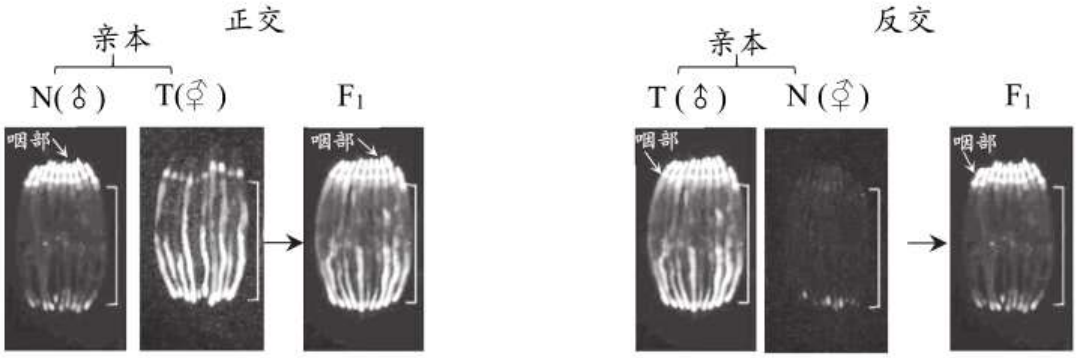
20. 达尔文认为所有生物来源于共同的祖先，其不同的适应性特征是自然选择的结果，有大量的证据从长时间尺度（几十万年到几百万年）确认了该理论的正确性。

（1）从长时间尺度为生物进化提供的最直接的证据是_____。

（2）有些生物体在受到环境压力胁迫时，会产生适应性性状并遗传给后代，使后代不经历环境胁迫即可获得这些性状。中国科学家以线虫为研究对象，进行相关机制的研究。

①对线虫神经系统施加胁迫信号，线虫多种组织细胞线粒体出现应激反应（$R^{mt}$）。科研人员将 $R^{mt}$ 个体连续自交，在未施加环境胁迫信号时检测子代是否出现 $R^{mt}$。该实验的目的是_____。

②线虫的性别类型有雌雄同体（♀），可自体交配产生子代）和雄性（♂），gfp 为绿色荧光蛋白基因。出现 $R^{mt}$ 的细胞中 h 基因高表达，科研人员构建用 h-gfp 融合基因标记的 $R^{mt}$ 线虫（T），将 T 和野生型线虫（N）进行如下图的正反交实验，正反交的父本均用咽部特异性表达的 m-gfp 融合基因标记。实验结果说明 $R^{mt}$ 的遗传特点是_____。用 m-gfp 融合基因标记父本的目的是用于筛选_____。




③检测发现，对线虫神经系统施加胁迫信号，Rmt 个体神经细胞线粒体 DNA（mtDNA）拷贝数明显增加，但细胞核 DNA（nDNA）拷贝数未改变，导致线粒体中的 mtDNA 编码蛋白与 nDNA 编码蛋白比例失衡，继而引发 $R^{mt}$ 并遗传给子代。请将下列科研人员推测的 $R^{mt}$ 遗传机制补充完整_____。




（3）检测线虫的耐热、抗菌、抗百草枯毒素的能力，发现 $R^{mt}$ 线虫抗逆能力比野生型强，寿命更长，但发育迟缓、生殖力下降。试从适应与进化角度阐述 $R^{mt}$ 遗传的意义。

【答案】（1）化石　（2）　①. 研究 $R^{mt}$ 是由遗传物质改变引起的还是由环境条件改变引起的（$R^{mt}$ 是否可遗传）　②. 由母亲遗传给子代（母系遗传）　③. 杂交子代　④. 卵细胞 mtDNA 拷贝数增加（使 mtDNA 拷贝数增加的信号增加）并传递给子代

（3）无环境压力选择时，$R^{mt}$ 线虫因发育迟缓、生殖力下降在群体中的比例将很快下降避并逐渐消失；当遇到类似祖辈经历的压力胁迫时，展现出的抗逆能力增强，寿命更长有竞争优势，种群得以延续。

【解析】

【分析】进化，又称演化，在生物学中是指种群里的遗传性状在世代之间的变化。所谓性状是指基因的表现，在繁殖过程中，基因会经复制并传递到子代，基因的突变可使性状改变，进而造成个体之间的遗传变异。新性状又会因物种迁徙或是物种间的水平基因转移，而随着基因在种群中传递。当这些遗传变异受到非随机的自然选择或随机的遗传漂变影响，在种群中变得较为普遍或不再稀有时，就表示发生了进化。简略地说，进化的实质便是：种群基因频率的改变。

【小问 1 详解】

化石是存留在岩石中的古生物遗体、遗物或遗迹，最常见的是骨头与贝壳等，是生物进化最直接的证据。

【小问 2 详解】

①将 $R^{mt}$ 个体连续自交，在未施加环境胁迫信号时检测子代是否出现 $R^{mt}$，是想探究 $R^{mt}$ 是否可遗传，如遗传物质改变，即可遗传给后代，则子代会出现 $R^{mt}$。②结合图示可知，无论正交与反交，$F_1$ 与母本的性状一致接近，说明 $R^{mt}$ 的遗传是由母亲遗传给子代；gfp 为绿色荧光蛋白基因是标记基因，用 m-gfp 融合基因标记父本的目的是用于筛选杂交子代；在有胁迫信号存在下，$R^{mt}$ 个体神经细胞线粒体 DNA（mtDNA）拷贝数明显增加，导致卵细胞 mtDNA 拷贝数增加（使 mtDNA 拷贝数增加的信号增加）并传递给子代，受精时受精卵的细胞质基因几乎都来自卵细胞的线粒体，因此子代组织细胞 mtDNA 拷贝数增加，子代组织细胞出现 $R^{mt}$。

【小问 3 详解】

无环境压力选择时，$R^{mt}$ 线虫因发育迟缓、生殖力下降在群体中的比例将很快下降并逐渐消失；当遇到类似祖辈经历的压力胁迫时，展现出的抗逆能力增强，寿命更长有竞争优势，种群得以延续，从适应与进化角度，$R^{mt}$ 线虫更加适应环境。

【点睛】本题主要考查生物进化的相关知识，要求学生有一定的理解分析能力。

21. 人类视网膜上有分辨红、绿色的视锥细胞，若编码红、绿色觉（感光色素）的基因表达异常则会出现色弱或色盲。

（1）编码红、绿感光色素的基因位于 X 染色体上，其遗传和性别相关联的现象称为_____。图 1 是一个红绿色盲家族系谱图，III-2 和III-3 是一对同卵双胞胎。判断该家系的遗传是否符合典型的伴 X 染色体隐性遗传病的特点并写出判断依据_____。

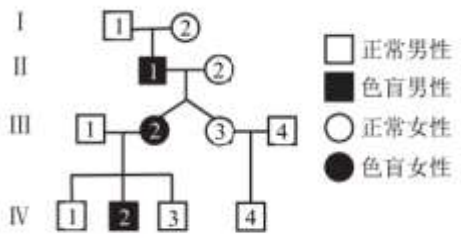


图 1

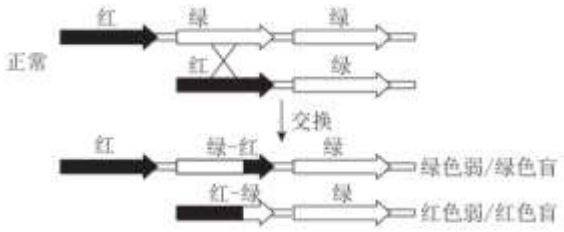


图 2

（2）研究发现，红、绿色觉基因起源于同一祖先色觉基因，二者编码的蛋白有 96%的氨基酸序列相同。正常情况下，X 染色体上有一个红色觉基因和一个或多个绿色觉基因，只有完整的红色觉基因和距离红色觉基因最近的绿色觉基因才能在视网膜中表达，因二者高度同源，可发生片段交换形成嵌合基因，影响色觉，机理如图 2 所示。

①检测发现II-1 的色觉基因组成为，其父母均为色觉正常的纯合子，请推测II-1 患病的原因_____。

②III-2 的色觉基因组成为，据图判断其色觉（辨别红、绿颜色）的具体表现为_____。

（3）检测发现III-2 和III-3 的色觉基因及相关基因（DXS）序列并无差异。扩增二人 X 染色体上的 DXS，用限制酶 PstI处理结果相同（图 3 中 P 组所示），用限制酶 HapII和 PstI混合处理（H 组）结果有差异（图 3）。已知 HapII对甲基化的 DNA 无效，推测III-2 和III-3 这对双胞胎色觉表现差异的原因_____。

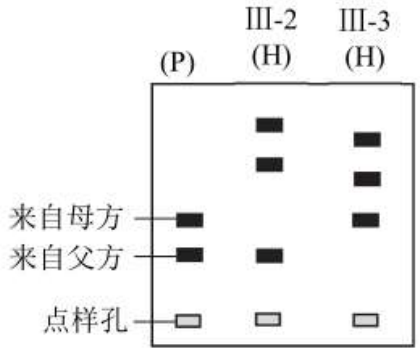


图 3

（4）请根据该色盲家系所揭示的研究结果，阐释你对“基因控制生物性状”的理解。

【答案】（1） ①. 伴性遗传 ②. 不符合，III-2 色盲，IV-1、 IV-3 正常

（2） ①. I-2 减数分裂时 X 染色体上的红、绿色觉基因发生片段交换重组形成嵌合基因并传递给II-1，嵌合基因不能正常表达，影响色觉 ②. 红色觉正常，绿色盲或绿色弱

（3）III-2 来自父方的 DXS 甲基化，III-3 来自母方的 DXS 甲基化，甲基化的 DXS 使同一条染色体上的色觉基因表达（III-2 表达来自父方的色觉基因，III-3 表达来自母方的色觉基因），因此III-2 患红绿色盲而III-3 色觉正常

（4）基因结构的改变、基因的修饰、相关基因的调控均影响基因编码的蛋白质，进而影响生物的性状

【解析】

【分析】伴性遗传的基因是指位于性染色体上的基因在遗传时性状总是与性别相关联的现象。父本携带有致病基因的 X 染色体总是来自其母亲，也必然传给其女儿。

【小问 1 详解】

根据伴性遗传的定义可知，编码红、绿感光色素的基因位于 X 染色体上，则说明其遗传和性别相关联的现象称为伴性遗传。分析图 1 家系图可知，I-1 和 I-2 表现正常，而II-1 患病，说明该病为隐性遗传病，若该病致病基因位于 X 染色体上，则III-2 的 X 染色体会传给其儿子 IV-1 和 IV-3，导致其儿子患色盲，但家系图中III-2 色盲，而 IV-1、IV-3 正常，则说明该家系的遗传不符合典型的伴 X 染色体隐性遗传病的特点。

【小问 2 详解】

分析题意“只有完整的红色觉基因和距离红色觉基因最近的绿色觉基因才能在视网膜中表达，因二者高度同源，可发生片段交换形成嵌合基因，影响色觉”，结合题图可知，II-1 中含有红、绿色觉基因发生片段交换重组形成嵌合基因，又因II-1 的父母表现正常，因此嵌合基因的形成发生在II-1 的母亲中，因此可推测II-1 患病的原因 I-2 减数分裂时 X 染色体上的红、绿色觉基因发生片段交换重组形成嵌合基因并传递给II-1，嵌合基因不能正常表达，影响色觉。分析III-2 的色觉基因组成可知其含有正常红色觉基因和绿红嵌合基因，因此其表型为红色觉正常，绿色盲或绿色弱。

【小问 3 详解】

对比分析图 3 的扩增条带可知，III-2 中含有一条来自父方（II-1）的 DXS 甲基化，III-3 含有一条来自母方（II-2）的 DXS 甲基化，甲基化的 DXS 使同一条染色体上的色觉基因表达，即III-2 表达来自父方的色觉基因，由于父方携带色盲基因，因此III-2 患红绿色盲，而II-2 含正常基因，III-3 表达来自母方的正常色觉基因，因此III-3 色觉正常。

【小问 4 详解】

题目中涉及到因为基因片段交换而导致基因结构的改变、基因的甲基化等，说明基因结构的改变、基因的修饰、相关基因的调控均影响基因编码的蛋白质，进而直接或间接影响生物的性状。

【点睛】本题以色盲、色弱的形成机理为信息背景考查学生对遗传方式的判断以及基因与性状间的关系的分析能力，结合已有知识从题干中获取并处理信息得出结论是解答本题的关键。