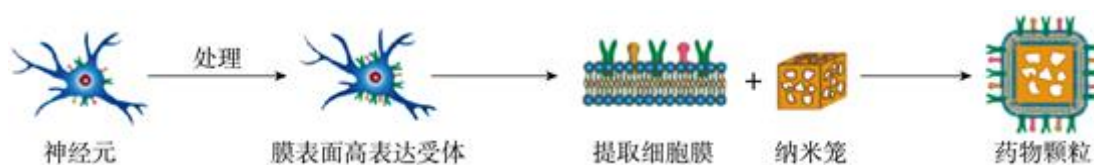


2024 年江苏省南京市、盐城市高考生物第一次模拟试卷

一、单项选择题：共 14 题，每题 2 分，共 28 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. (2 分) 叶绿素 a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) 头部和尾部分别具有亲水性和亲脂性。下列相关叙述正确的是 ()
 - A. 叶绿素 a 的尾部主要嵌在叶绿体的内膜中
 - B. 镁元素在植物体内主要以叶绿素 a 等化合物的形式存在
 - C. 常用无水乙醇作层析液分离出绿叶中的叶绿素 a
 - D. 叶绿素 a 呈蓝绿色，合成时需要光照和适宜温度
2. (2 分) SREBP 前体由 S 蛋白协助从内质网转运到高尔基体，经酶切后产生具有转录调节活性的结构域，随后转运到细胞核激活胆固醇合成相关基因的表达。白桦醇能特异性结合 S 蛋白并抑制其活化。下列相关叙述错误的是 ()
 - A. 胆固醇不溶于水，在人体内参与血液中脂质的运输
 - B. SREBP 前体常以囊泡形式从内质网转运到高尔基体加工
 - C. S 蛋白可以调节胆固醇合成酶基因在细胞核内的转录
 - D. 白桦醇能抑制胆固醇合成并降低血液中胆固醇含量
3. (2 分) 下列有关实验的叙述正确的是 ()
 - A. 双缩脲试剂鉴定高温处理后的淀粉酶时出现紫色现象，说明淀粉酶没有失活
 - B. 溴麝香草酚蓝溶液是酸碱指示剂，该溶液中 CO_2 含量增高时将由蓝变为黄绿色
 - C. 洋葱鳞片叶外表皮细胞质壁分离及复原过程中，水分子主要通过自由扩散进出细胞
 - D. 利用向日葵舌状花花冠的表皮细胞观察胞质环流，发现叶绿体按一定方向移动
4. (2 分) 下列关于遗传规律研究的叙述正确的是 ()
 - A. 自然状态下豌豆自花传粉进行自交，玉米等异花传粉植物可进行自由交配
 - B. 两种玉米杂交产生的 F_1 出现两种性状且分离比为 3:1，则可验证分离定律
 - C. 基因型为 $YyRr$ 的豌豆产生的雌雄配子随机结合，体现自由组合定律的实质
 - D. 性状分离比的模拟实验中两桶内小球总数可不同，抓取小球统计后需放入新桶
5. (2 分) 下列关于生物进化的叙述正确的是 ()
 - A. 突变和基因重组为生物进化提供原材料，是生物进化的根本来源
 - B. 种群基因频率的变化决定了种群进化方向，也决定了群落演替方向
 - C. 遗传平衡种群世代间的基因频率不会发生改变，基因库也不会发生改变
 - D. 蓝细菌改变了早期地球的大气成分进而促进了好氧生物的发展，属于协同进化

- 6.（2分）下列关于基因表达调控的相关叙述正确的是（ ）
- A. DNA 甲基化通过改变互补碱基之间的氢键数目和配对方式影响基因转录
- B. 构成染色体的组蛋白若发生乙酰化或甲基化修饰都能激活相应基因表达
- C. 一些非编码微 RNA 具有组织特异性和时序性，只在特定的组织或发育阶段调控基因表达
- D. 同卵双胞胎表型差异与蜂王和雄蜂表型差异均属于表观遗传现象
- 7.（2分）原发性醛固酮增多症（PA）是继发性高血压的常见原因。PA 患者糖尿病发病风险较原发性高血压患者增加。下列相关叙述错误的是（ ）
- A. 采用醛固酮拮抗剂治疗可适度缓解 PA 病情
- B. PA 病因可能是基因突变使醛固酮合成酶表达增加
- C. PA 患者出现醛固酮分泌增多的原因是细胞外液渗透压增加
- D. 高醛固酮水平会影响胰岛 B 细胞功能和组织细胞对胰岛素的敏感性
- 8.（2分）神经细胞通过其表面受体感受细菌毒素刺激，引起痛觉产生。为抑制细菌毒素诱导的痛觉，将特定药物装载到纳米笼中，与膜一同构成药物颗粒，如图所示。下列相关叙述正确的是（ ）



- A. 细菌毒素引起痛觉过程中的效应器为大脑皮层
- B. 药物颗粒可减少细菌毒素与神经细胞膜受体结合而缓解疼痛
- C. 细胞通过胞吞方式摄取纳米药物颗粒后，细胞内会出现微核
- D. 提取的细胞膜可包裹纳米笼，与细胞膜的信息交流有关
- 9.（2分）某研究小组研究油菜素内酯（BR）胁迫条件下脱落酸不敏感蛋白 5（ABI5）缺失对拟南芥幼苗下胚轴生长的影响，将野生型拟南芥（Wt）和突变体（abi5 - 1）种子分别播种在含有 0 μ mol/L 和 5 μ mol/L BR 的培养基上，实验结果分别如图 1、2。下列相关叙述错误的是（ ）

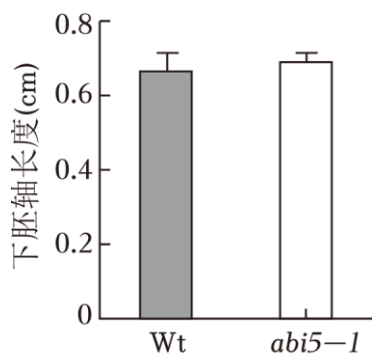


图 1

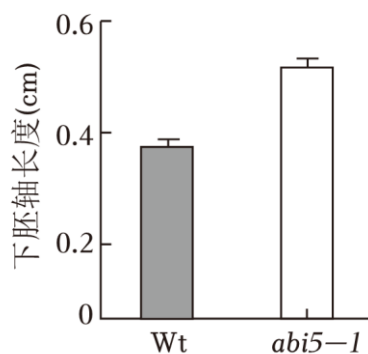


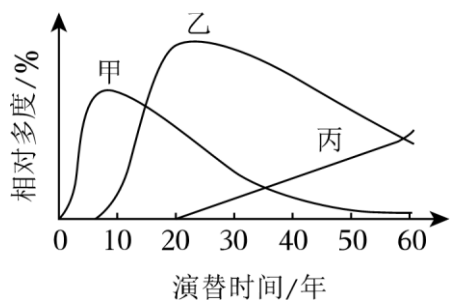
图 2

- A. BR 是植物特有的甾醇类激素，在种子萌发中具有重要作用
- B. 图 1 表明在正常条件下，Wt 和 *abi5-1* 幼苗生长状态无明显差异
- C. 图 2 中 $5\mu\text{mol/LBR}$ 胁迫条件下，ABI5 缺失会促进拟南芥下胚轴的生长
- D. 图 1、2 结果表明，油菜素内酯的生理作用和脱落酸的生理作用相抗衡

10.（2 分）下列关于“碳达峰”和“碳中和”的叙述正确的是（ ）

- A. “碳中和”是指生产者固定 CO_2 的量与所有生物呼吸产生的 CO_2 量相等
- B. 碳循环是指 CO_2 在生物圈的循环过程，具有全球性，减缓温室效应需各国配合
- C. 增加生产者数量是“碳中和”的有效措施，“碳达峰”后生态系统的碳循环会明显减慢
- D. 生态足迹的值越大，对生态和环境的影响就越大，不利于“碳中和”目标的实现

11.（2 分）相对多度是指某一物种的个体数与该生态系统中的总个体数之比。某退耕农田中甲、乙、丙三种植物相对多度与演替时间的关系如图所示。乙、丙能将土壤中硝酸盐和氨态氮的浓度降到更低水平，下列相关叙述正确的是（ ）

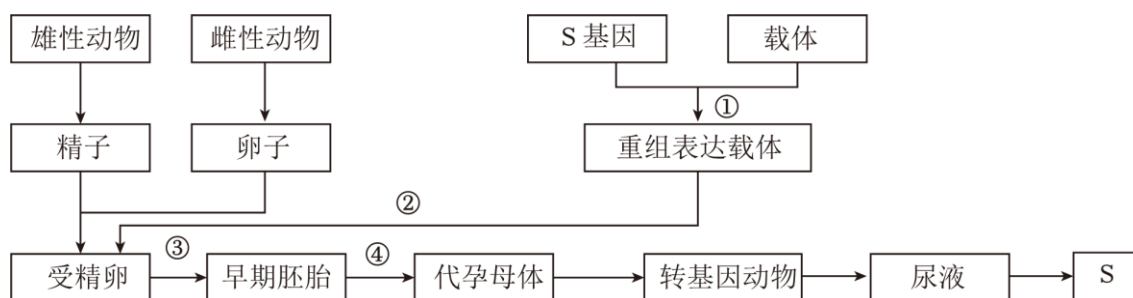


- A. 调查植物的相对多度可采用目测估计法进行统计
- B. 在演替时间 20 到 40 年间，乙因其相对多度最高而成为该群落的优势种
- C. 10 年后甲相对多度下降的原因可能是对土壤中低浓度氮元素的利用率低
- D. 随着群落中甲、乙、丙的相对多度发生改变，群落的类型也发生改变

12.（2 分）下列关于细胞生命历程的叙述正确的是（ ）

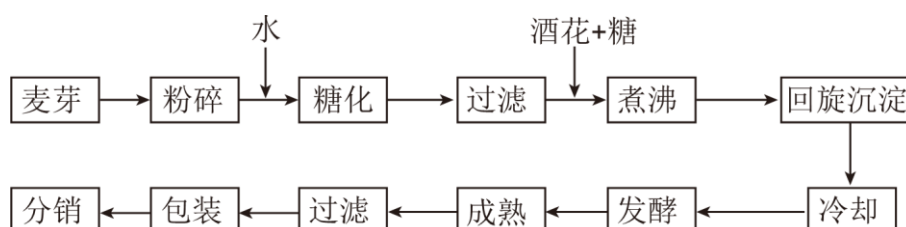
- A. 细胞生长，核糖体的数量增加，物质交换效率增强
- B. 细胞分化，核酸种类不变，蛋白质种类有变化
- C. 细胞癌变，根本原因是正常基因突变成原癌基因和抑癌基因
- D. 细胞自噬，需要动物的溶酶体或酵母菌和植物的液泡参与

13.（2 分）研究人员制备了膀胱生物反应器，用其获得人体特殊功能蛋白 S，基本过程如图所示。下列相关叙述正确的是（ ）



- A. 步骤①需要在 S 基因编码区上游添加乳腺蛋白基因启动子
- B. 步骤②需要在高 Ca^{2+} - 高 pH 条件下将 S 基因表达载体导入受精卵
- C. 步骤④可选择发育良好的囊胚，且代孕母体一般需要同期发情处理
- D. 与乳腺反应器不同的是膀胱生物反应器会受到转基因动物的性别和年龄的限制

14. (2 分) 如图为啤酒生产的主要流程，下列相关叙述错误的是 ()



- A. 粉碎的目的是有利于麦芽中的淀粉与 α -淀粉酶充分接触，缩短糖化过程时间
- B. 麦汁煮沸的主要目的是抑制糖化过程后残留酶的活性同时杀死麦汁中微生物
- C. 加入酒花的主要目的是提供酵母菌菌种有利于主发酵进行并产生大量酒精
- D. 主发酵结束后发酵液还要在低温密闭的环境下储存一段时间才能形成成熟啤酒

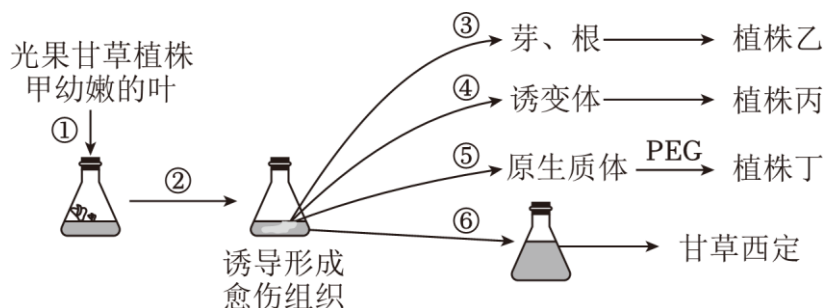
二、多项选择题：共 4 题，每题 3 分，共 12 分，每题有不止一个选项符合题意。每题全选对者得 3 分，选对但不全者得 1 分，错选或不答的得 0 分。

(多选) 15. (3 分) 当紫外线、DNA 损伤等导致细胞损伤时，线粒体膜的通透性发生改变，细胞色素 c 被释放，引起细胞凋亡，机理如图所示。下列相关叙述正确的有 ()



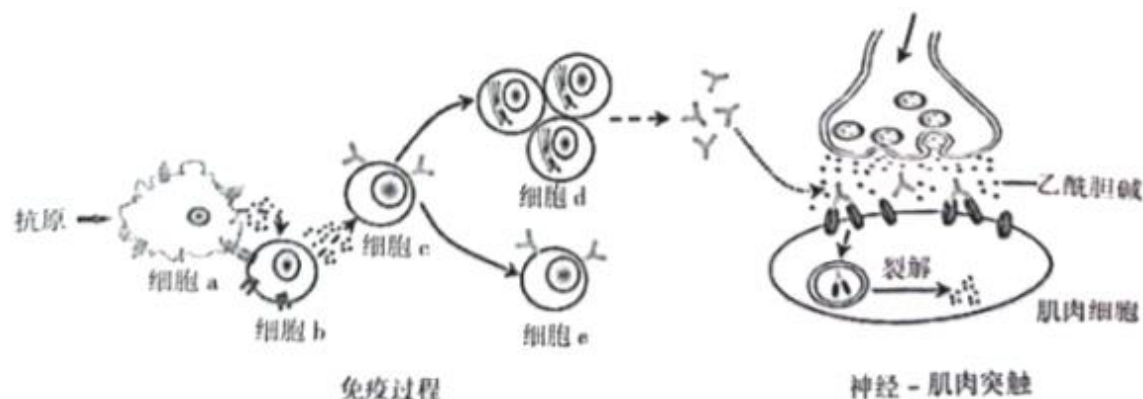
- A. 细胞色素 c 主要分布在线粒体内膜，参与有氧呼吸过程中丙酮酸的分解
- B. 细胞损伤时，细胞色素 c 释放到细胞质基质与蛋白 A 结合，进而引起细胞凋亡
- C. 已知活化的 C-3 酶可作用于线粒体，加速细胞色素 c 的释放，这属于正反馈调节
- D. 增加 ATP 的供给可能会导致图示中的凋亡过程受到抑制，进而引发细胞坏死

（多选）16.（3分）通过植物细胞工程对光果甘草进行培养以获得药物甘草西定，过程如图所示。下列相关叙述错误的有（ ）



- A. 过程③通常先在生长素与细胞分裂素比例高的培养基中培养
- B. 过程④常用射线或化学物质处理即可获得大量所需的突变体植株丙
- C. 所得三种植株中乙和丙的遗传信息与甲相同，植株丁和甲是同一物种
- D. 过程⑥中甘草西定可通过植物细胞培养获得，应将愈伤组织细胞悬浮培养

（多选）17.（3分）重症肌无力是自身免疫病，致病机理如图所示。下列相关叙述正确的有（ ）



- A. 细胞a、b、c均起源于造血干细胞，细胞b发育成熟的主要场所是胸腺
- B. 细胞b、c、d、e表面形成了特异性抗原受体，识别相同抗原的受体相同
- C. 图中起抗原呈递作用的是细胞a，能分泌免疫活性物质的有细胞a、b、d等
- D. 引起重症肌无力自身免疫的抗原可能是乙酰胆碱受体或肌肉细胞膜蛋白

（多选）18.（3分）下列关于“观察百合根尖分生区细胞有丝分裂”（实验Ⅰ）和“观察百合花粉母细胞减数分裂”（实验Ⅱ）的叙述，错误的有（ ）

- A. 实验Ⅰ中将染色后的根尖放在载玻片中央，盖上盖玻片直接按压
- B. 实验Ⅰ和实验Ⅱ中均要使用盐酸和70%的酒精，其目的和作用相同
- C. 实验Ⅱ中的花药需在花蕾期采集，制片后观察减数分裂各分裂相特征
- D. 实验Ⅰ和Ⅱ均能观察到DNA复制过程，且实验Ⅰ可观察到同源染色体的联会

三、非选择题：共5题，共60分。除特别说明外，每空1分。

- 19.（12 分）马铃薯植株下侧叶片合成的有机物通过筛管主要运向块茎贮藏。图 1 是马铃薯光合作用产物的形成及运输示意图，图 2 是蔗糖进入筛分子-伴胞复合体的一种模型。请回答下列问题：

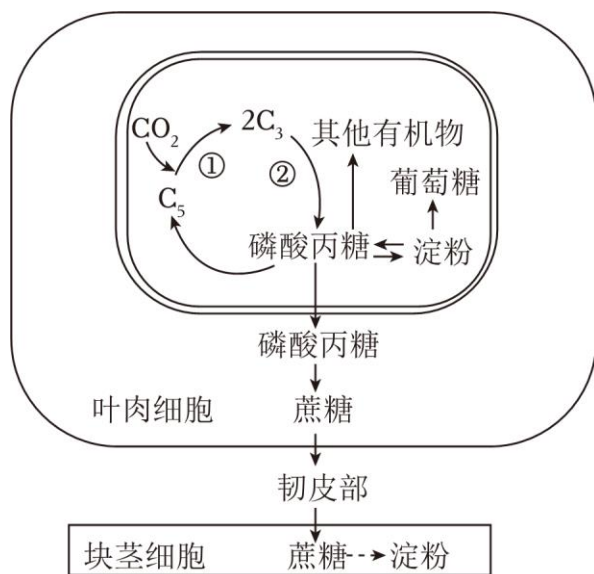


图 1

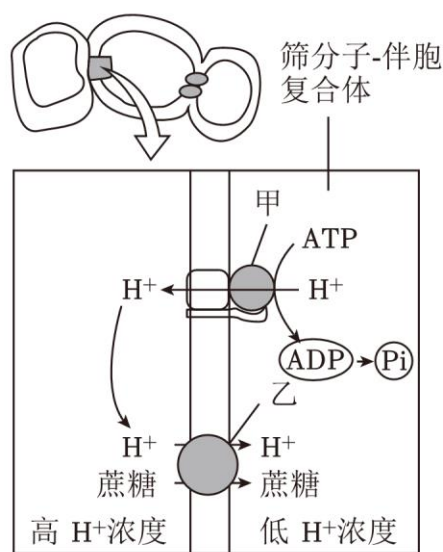


图 2

- （1）图 1 所示的代谢过程中，需要光反应产物参与的过程是 _____（填标号）。为马铃薯叶片提供 $C^{18}O_2$ ，块茎中会出现 ^{18}O 的淀粉，请写出 ^{18}O 转移的路径： $C^{18}O_2 \rightarrow$ _____ $\rightarrow$ 淀粉。
- （2）研究发现，叶绿体中淀粉的大量积累会导致 _____ 膜结构被破坏，进而直接影响光反应。保卫细胞中淀粉含量增加会降低气孔导度，使 _____，进而抑制暗反应。
- （3）图 2 中甲具有 _____ 酶活性。乙（SUT1）是一种蔗糖转运蛋白，在成功导入蔗糖转运蛋白反义基因的马铃薯植株中 SUT1 的表达水平降低，叶片中可溶性糖和淀粉总量 _____，最终导致块茎产量 _____。
- （4）科研人员以 Q9、NB1、G2 三个品种的马铃薯为材料，研究不同光周期处理对马铃薯块茎产量的影响，在 24h 昼夜周期中对马铃薯幼苗分别进行 16h（长日照）、12h（中日照）、8h（短日照）三种光照时间处理，保持其他条件相同且适宜，培养一段时间后，发现长日照组叶绿素含量最高，但只有中日照和短日照组有块茎生成，结果如图 3。

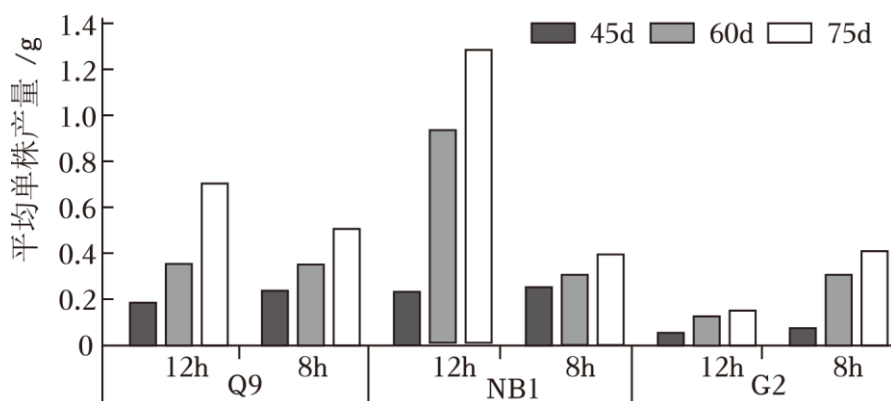


图 3 光周期对单株马铃薯块茎产量的影响

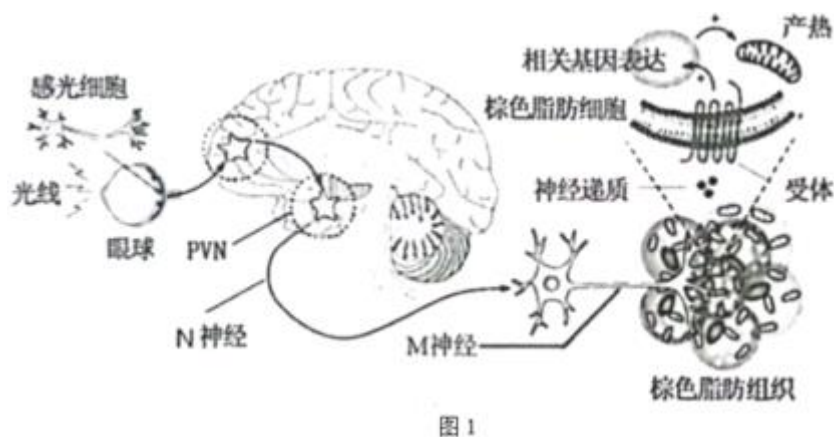
①分析上述信息可知，光影响马铃薯幼苗的生理过程可能有_____。

②图 3 实验结果表明，平均单株产量受到光周期影响程度相对较低的品种是_____；单位时间内光周期影响平均单株块茎产量增量最高的实验组是_____。

③进一步研究表明，在 16h 光照下，G2 无匍匐茎生成，Q9 和 NB1 仅有部分植株产生匍匐茎。下列关于 16h 光照下没有生成马铃薯块茎的原因可能有_____。

- A. 长日照导致暗反应时间不足，光合速率低
- B. 马铃薯匍匐茎是块茎形成的必要条件
- C. 长日照导致马铃薯叶片叶绿素含量下降
- D. 长日照不利于有机物向块茎运输

20.（12 分）视网膜上的感光细胞 ipRGC 在光的刺激下可作用于小鼠脑中 PVN（下丘脑室旁核）神经通路系统，PVN 神经通路系统与垂体分泌、血糖平衡、体温调节、脂肪代谢等调节有关。研究发现，蓝光刺激使空腹小鼠在食用葡萄糖后的血糖浓度上升幅度高于对照组小鼠，ipRGC 对蓝光敏感。图 1 表示 PVN 神经通路系统与脂肪细胞的代谢相关示意图（“+”表示促进）。请回答下列问题：



（1）图 1 中 N 神经为_____（从“传入”“传出”中选填）神经，ipRGC 对蓝光敏感，“敏感”是指 ipRGC 能将光刺激转变为_____信号。

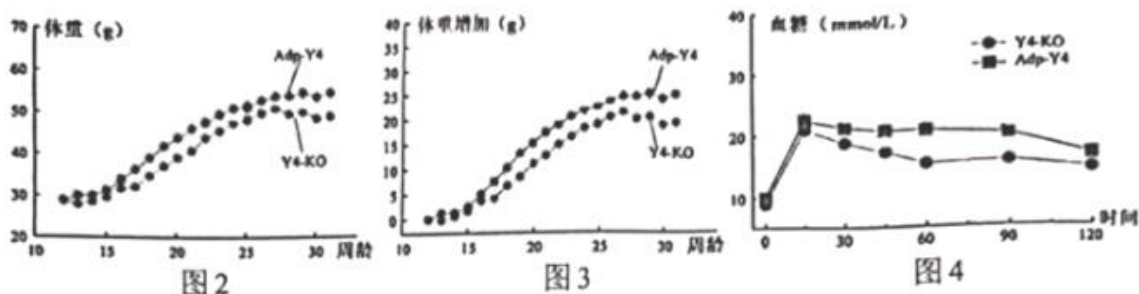
（2）ipRGC 在光刺激下，将信号传至 PVN 使之产生兴奋，该过程中发生的生理活动有 _____。

- A. 膜对 Na^+ 通透性改变
- B. 神经递质的释放和失活
- C. 所有区域的膜电位同时转变为外负内正
- D. 膜的流动性停止

（3）图 1 中作用于棕色脂肪组织的神经递质类型为 _____ 递质，使棕色脂肪细胞耗氧量 _____。

（4）检测发现，蓝光照射并不会影响小鼠体内糖原、脂肪含量以及与血糖平衡有关的激素含量，但会减弱棕色脂肪组织的产热，该调节方式属于 _____ 调节。蓝光引发血糖上升幅度高于对照组小鼠的原因可能是 _____。

（5）通常采用特异性敲除某基因来研究脂肪细胞中基因与肥胖的关系。神经肽 Y（NPY）是已知最有效的促进基础食欲的肽类信号分子，其作用受体有 NPY4R 等，采用 CRISPR - Cas9 基因编辑技术使小鼠表达 NPY4R 的 *Npy4r* 基因静默，该小鼠标记为 Y4 - KO，正常小鼠标记为 Adp - Y4。研究者从 12 周龄开始给两组小鼠喂食高脂食物，连续喂食 17 周，测得两组小鼠体重变化规律如图 2、图 3 所示。在高脂饮食 12 周后，空腹注射 10% 葡萄糖溶液，并检测注射葡萄糖后 15、30、45、60、90、120min 血糖值，以了解小鼠对葡萄糖的耐受性，结果如图 4 所示。



①图 2、图 3 结果说明 _____。

②图 4 结果表明 Y4 - KO 较 Adp - Y4 小鼠对高血糖的调节能力 _____。

（6）研究又发现，NPY4R 在棕色脂肪细胞与性腺脂肪细胞中较为富集。下列叙述合理的有 _____。

- A. *Npy4r* 全身敲除可降低体重与脂肪含量，可能影响生殖功能
- B. *Npy4r* 在棕色脂肪细胞和性腺脂肪细胞都有较高表达
- C. NPY4R 可通过提高胰岛素敏感性，促进脂肪积累
- D. NPY4R 具有调节血糖浓度和调节代谢的功能

21.（12 分）2024 年江苏省政府工作报告指出，扎实开展长江大保护，坚定推进长江“十年禁渔”，确保

生物多样性保护水平持续提升。请回答下列问题：

（1）若干年前，长江部分湿地生态系统遭到一定的破坏。为了恢复其生物多样性，生态系统组成成分中应首先增加 _____ 的种类和数量，提高 _____ 的复杂程度，进而使湿地生态系统的稳定性增强。

（2）互花米草的入侵给长江口湿地生态带来一定的威胁。为探究不同盐度对芦苇和互花米草生长发育的影响，研究者设置 3 个盐度梯度：淡水（0）、中盐度（15%）和高盐度（30%）。实验结果如图 1，分析可知高盐度条件下 _____。

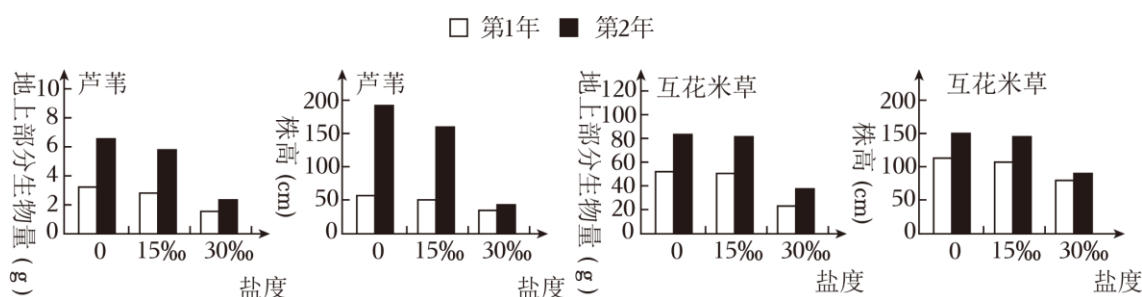


图 1

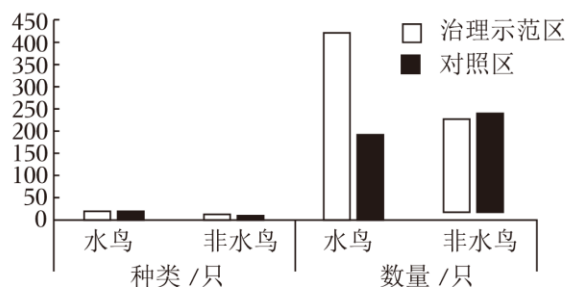


图 2

（3）互花米草入侵导致长江口湿地鸟类种群数量和多样性下降，启动“互花米草控制和鸟类栖息地优化工程”后，取得明显效果。该湿地鸟类种类与数量的变化统计结果如图 2，则说明互花米草的治理对的影响较大。

（4）利用环境 DNA 技术检测水域中长江江豚相对生物量，可进一步根据营养级之间的估算出鱼类等生物量，进而评价该流域的生态状况。随着“十年禁渔”工作的开展，发现江豚数量显著增多，长江生态得到初步修复，该项措施主要遵循的生态工程原理是 _____，同时也表明人类活动往往会使群落演替按照不同于自然演替的 _____ 进行。

（5）采用标记重捕法对 2km^2 的长江某支流中刀鱼种群数量进行调查时，首捕时用大网眼渔网捕捞 40 条并标记，重捕时用小网眼渔网捕捞 325 条，其中小刀鱼（不能被大网眼渔网捕到）275 条，带标记的鱼 5 条，则该支流中刀鱼种群密度约为 _____。“十年禁渔”结束后为保护鱼类资源，渔民捕鱼时，渔网网眼不能过小，否则会影响来年鱼的产量，请从种群特征的角度分析原因是 _____。

22.（12 分）黑水虻是重要的资源昆虫，体内 H 基因编码的抗菌肽 HI - 3 具有抗菌、抗癌和免疫调节作用。

科研人员利用酵母菌生产抗菌肽 HI - 3，并避免基因污染。请回答下列问题：

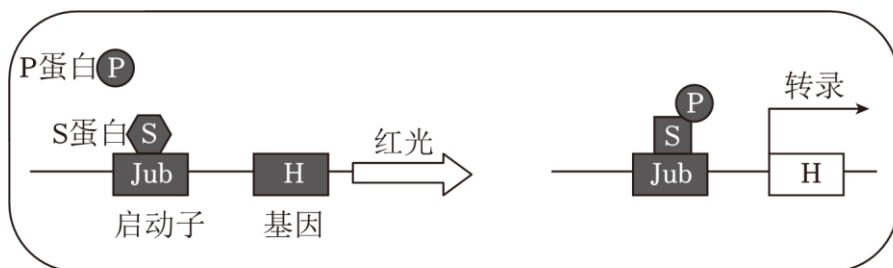


图 1

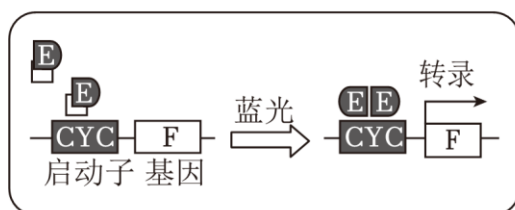


图 2

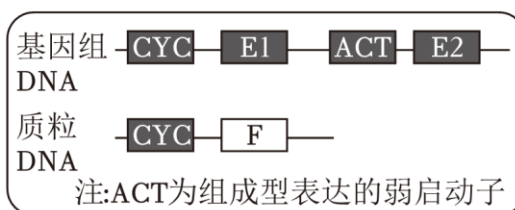


图 3

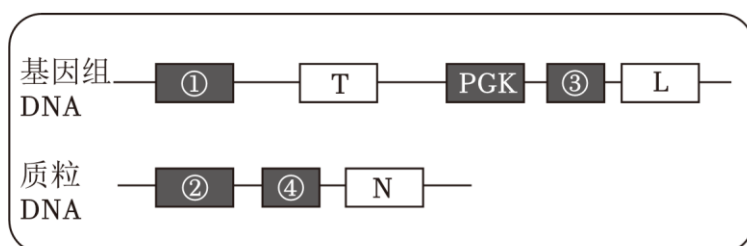


图 4

（1）利用 PCR 技术扩增 H 基因，需根据 H 基因设计两种引物，引物的作用有 _____。

- A. 为 Taq 酶提供结合位点
- B. 决定扩增产物大小
- C. 决定反应的特异性
- D. 决定变性时间

（2）已知 H 基因编码链的编码区序列是：5' - CTCGAGATGCTGCAG·····GGATCCTC - TAGA - 3'，扩增 H 基因的编码区段时，结合到编码链上的引物序列是 _____（方向为 5' → 3'，写出 5' 端 8 个碱基序列）。获得 H 基因产物后需要进行凝胶电泳，将符合要求的条带以便提取纯化并进行测序。

（3）由于抗菌肽 HI - 3 会损伤酵母细胞，组成型表达（持续表达）H 基因的酵母菌最大种群数量偏低，限制了最终产量。科研人员通过构建诱导型启动子来降低抗菌肽 HI - 3 对酵母菌的伤害。在酵母菌基因组 DNA 中插入 P 和 S 基因，使质粒上 H 基因的表达受红光控制。红光调控 H 基因表达的原理如图 1

所示。

P 和 S 基因表达应为 _____（从“组成型表达”“红光诱导型表达”选填）。红光调控 H 基因表达的原理是 S 基因指导合成的 S 蛋白直接与启动子 Jub 结合，P 基因表达的 P 蛋白在 _____，启动 H 基因的表达过程。

（4）发酵后菌体和产物分离是发酵工艺的基本环节。定位于细胞表面的 F 蛋白可使酵母细胞彼此结合，进而沉淀在发酵罐底部。科研人员引入蓝光激活系统如图 2，在酵母菌基因组中插入了两个均能合成 E 蛋白的基因（E1、E2），使 F 基因的表达受到蓝光控制如图 3。

图 3 中 E2 基因持续性表达少量的 E 蛋白时，酵母细胞具有接受蓝光刺激的能力，E1 基因的作用是 _____。

（5）制药过程中需避免工程菌泄露到环境中引发基因污染。科研人员利用两种阻遏蛋白基因（T 和 L）和调控元件，使酵母细胞在红光和蓝光同时照射时才激活致死基因 N 的表达，进而诱导工程菌死亡，如图 4。

若图中①选用的启动子为 Jub，②处选用的启动子为 CYC，则③④处结合的阻遏蛋白分别为 _____。

（6）请结合上述分析，利用该工程菌发酵生产抗菌肽 HI - 3 各阶段需控制的光照条件是：I 菌种培养阶段 _____；II 菌种发酵阶段 _____；III 产物分离阶段 _____；IV 安全处理阶段红光、蓝光同时照射。

23.（12 分）基因定位是指基因所属的染色体以及基因在染色体上的位置关系测定，可以借助果蝇（ $2n=8$ ）杂交实验进行基因定位。请回答下列问题：

（1）摩尔根利用果蝇杂交实验，首次证明了 _____。

（2）现有 III 号染色体的三体野生型和某隐性突变型果蝇进行杂交实验，杂交过程如图 1。

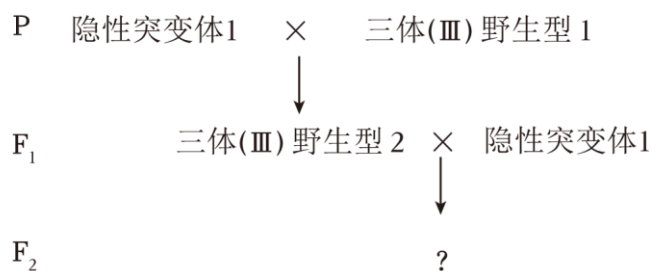


图1

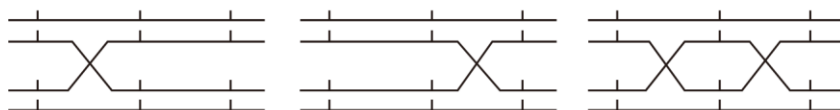


图2

①图1中三体(Ⅲ)野生型个体2处于减数第二次分裂后期的性母细胞有 _____ 条染色体。

②若 F₂ 的果蝇表型及比例为 _____ 时，能够确定该隐性突变的基因位于Ⅲ号染色体上。

(3) 果蝇缺刻翅是由染色体上某个基因及其上下游 DNA 片段缺失引起的，具有纯合致死效应，雄性个体中不存在缺刻翅个体，则缺刻翅果蝇的变异类型属于 _____。缺刻翅果蝇与正常翅果蝇杂交得 F₁，F₁ 雌雄交配得 F₂，F₂ 翅型、性别的表型及比例为 _____。

(4) 果蝇的红眼和白眼由等位基因 A, a 控制，果蝇的刚毛和截毛由等位基因 D, d 控制。一只纯合白眼截毛雌果蝇与一只纯合红眼刚毛雄果蝇杂交产生 F₁ 若干只，F₁ 中雄果蝇均为白眼刚毛，雌果蝇均为红眼刚毛。F₁ 雌雄交配得到 F₂，F₂ 中雄果蝇均为刚毛，雌果蝇中存在一定数量的刚毛个体和截毛个体。推测控制果蝇刚毛和截毛的基因位置为 _____，考虑这两对相对性状，F₂ 中雄果蝇的基因型为 _____。

(5) 对同一染色体上的三个基因来说，染色体的互换主要包括单交换型和双交换型，如图2。双交换型的概率低于单交换型。

雌配子基因型			配子数目
+	+	+	1025
w	y	m	1045
w	+	m	17
+	y	+	16
+	+	m	45

w	y	+	47
w	+	+	2
+	y	m	3

已知分别控制果蝇朱红眼、黄体、残翅的 3 种隐性突变性状基因 w、y、m 均位于 X 染色体上。为确定基因 w、y、m 在 X 染色体上的相对位置，科学家将朱红眼黄体残翅雌果蝇和野生型（野生型基因均用“+”表示）雄果蝇杂交，得到 F₁。F₁ 雌果蝇产生的配子类型及数目如表所示。

分析可知 F₁ 雌果蝇产生的重组配子有 _____ 种，其中 w、y、m 三种基因在 X 染色体上的顺序为 _____。如果只考虑基因 y 和 w 之间的互换情况，推测发生互换的性母细胞占比大约为 _____%（保留一位小数）。

2024 年江苏省南京市、盐城市高考生物第一次模拟试卷

参考答案与试题解析

一、单项选择题：共 14 题，每题 2 分，共 28 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. (2 分) 叶绿素 a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) 头部和尾部分别具有亲水性和亲脂性。下列相关叙述正确的是 ()

- A. 叶绿素 a 的尾部主要嵌在叶绿体的内膜中
- B. 镁元素在植物体内主要以叶绿素 a 等化合物的形式存在
- C. 常用无水乙醇作层析液分离出绿叶中的叶绿素 a
- D. 叶绿素 a 呈蓝绿色，合成时需要光照和适宜温度

【答案】D

【分析】1、绿叶中的色素能够溶解在有机溶剂无水乙醇中，所以可以用无水乙醇提取绿叶中的色素。

2、绿叶中的叶绿素包括叶绿素 a（蓝绿色）和叶绿素 b（黄绿色），叶绿素主要吸收蓝紫光 and 红光。

【解答】解：A、叶绿素 a 的尾部具有亲脂性特点，而生物膜的基本支架由磷脂双分子层构成，故叶绿素 a 的尾部可能嵌在类囊体薄膜中，A 错误；

B、镁元素在细胞中主要以离子的形式存在，B 错误；

C、叶绿素 a 易溶于有机溶剂，所以可用无水乙醇提取，而不是用无水乙醇作为层析液，C 错误；

D、叶绿素 a 呈蓝绿色，合成时需要光照和适宜温度，D 正确。

故选：D。

2. (2 分) SREBP 前体由 S 蛋白协助从内质网转运到高尔基体，经酶切后产生具有转录调节活性的结构域，随后转运到细胞核激活胆固醇合成相关基因的表达。白桦醋醇能特异性结合 S 蛋白并抑制其活化。下列相关叙述错误的是 ()

- A. 胆固醇不溶于水，在人体内参与血液中脂质的运输
- B. SREBP 前体常以囊泡形式从内质网转运到高尔基体加工
- C. S 蛋白可以调节胆固醇合成酶基因在细胞核内的转录
- D. 白桦醋醇能抑制胆固醇合成并降低血液中胆固醇含量

【答案】C

【分析】1、蛋白质的结构多样性与氨基酸的数目、种类、排列顺序，肽链的盘曲、折叠方式及其形成的空间结构有关。

2、转录是以 DNA 的一条链为模板合成 RNA 的过程，mRNA 可作为翻译的模板，在核糖体上合成蛋白

质。

【解答】解：A、胆固醇属于脂质中的固醇，不溶于水，胆固醇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，A 正确；

B、内质网和高尔基体并不直接相连，SREBP 前体常以囊泡形式从内质网转运到高尔基体加工，B 正确；

C、由题干“SREBP 前体在高尔基体中经酶切后，产生具有转录调节活性的 N 端结构域，随后转运到细胞核，激活下游胆固醇合成途径相关基因的表达”，SREBP 前体经酶切后产生可调节胆固醇合成酶基因在细胞核内的转录过程的结构域，而不是 S 蛋白，C 错误；

D、白桦醋醇通过抑制 S 蛋白活性，从而减少 SREBP 经酶切产生具有转录调节活性的结构域，使胆固醇合成途径相关的基因不能表达，即抑制胆固醇合成，从而降低血液胆固醇含量，D 正确。

故选：C。

3.（2 分）下列有关实验的叙述正确的是（ ）

A. 双缩脲试剂鉴定高温处理后的淀粉酶时出现紫色现象，说明淀粉酶没有失活

B. 溴麝香草酚蓝溶液是酸碱指示剂，该溶液中 CO₂ 含量增高时将由蓝变为黄绿色

C. 洋葱鳞片叶外表皮细胞质壁分离及复原过程中，水分子主要通过自由扩散进出细胞

D. 利用向日葵舌状花花冠的表皮细胞观察胞质环流，发现叶绿体按一定方向移动

【答案】B

【分析】1、可用双缩脲试剂检测蛋白质，呈紫色；

2、CO₂ 可使溴麝香草酚蓝溶液由蓝变绿再变黄。

【解答】解：A、高温处理后的淀粉酶已失活，但失活变性的蛋白质仍能与双缩脲试剂产生紫色反应，A 错误；

B、溴麝香草酚蓝溶液是酸碱指示剂，CO₂ 可使溴麝香草酚蓝溶液由蓝变绿再变黄，该溶液中 CO₂ 含量增高时将由蓝变为黄绿色，B 正确；

C、洋葱鳞片叶外表皮细胞质壁分离及复原过程中，水分子主要通过协助扩散进出细胞，C 错误；

D、向日葵舌状花花冠的表皮细胞中没有叶绿体，D 错误。

故选：B。

4.（2 分）下列关于遗传规律研究的叙述正确的是（ ）

A. 自然状态下豌豆自花传粉进行自交，玉米等异花传粉植物可进行自由交配

B. 两种玉米杂交产生的 F₁ 出现两种性状且分离比为 3：1，则可验证分离定律

C. 基因型为 YyRr 的豌豆产生的雌雄配子随机结合，体现自由组合定律的实质

D. 性状分离比的模拟实验中两桶内小球总数可不同，抓取小球统计后需放入新桶

【答案】A

【分析】根据孟德尔对分离现象的解释，生物的性状是由遗传因子（基因）决定的，控制显性性状的基因为显性基因（用大写字母表示如：D），控制隐性性状的基因为隐性基因（用小写字母表示如：d），而且基因成对存在。遗传因子组成相同的个体为纯合子，遗传因子组成不同的为杂合子。生物形成生殖细胞（配子）时成对的遗传因子彼此分离，分别进入不同的配子中。当杂合子自交时，雌雄配子随机结合，后代出现性状分离现象，且性状分离比为显性：隐性=3：1。

【解答】解：A、豌豆花是两性花，豌豆是自花传粉植物，自然状态下只能自交；玉米是雌雄同株，但其花属于单性花，可以进行自花传粉，也可以进行异花传粉，所以自然状态下可进行自由交配，A 正确；B、两种玉米杂交产生的 F₁ 再进行测交，出现两种性状且分离比为 1：1，则可验证分离定律，B 错误；C、自由组合定律的实质是在形成配子时，决定同一性状的成对的遗传因子彼此分离，决定不同性状的遗传因子自由组合，由此可知，自由组合定律的实质体现在形成配子时，而非雌雄配子结合时，C 错误；D、性状分离比的模拟实验中两桶内小球总数可不同，但要保证每个桶内的不同小球数相等，抓取小球统计后需放入原桶，D 错误。

故选：A。

5.（2 分）下列关于生物进化的叙述正确的是（ ）

- A. 突变和基因重组为生物进化提供原材料，是生物进化的根本来源
- B. 种群基因频率的变化决定了种群进化方向，也决定了群落演替方向
- C. 遗传平衡种群世代间的基因频率不会发生改变，基因库也不会发生改变
- D. 蓝细菌改变了早期地球的大气成分进而促进了好氧生物的发展，属于协同进化

【答案】D

【分析】种群是生物进化的基本单位，生物进化的实质是种群基因频率的改变，突变和基因重组，自然选择及隔离是物种形成过程的三个基本环节，通过它们的综合作用，种群产生分化，最终导致新物种形成。在这个过程中，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定向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。

【解答】解：A，突变和基因重组为生物进化提供原材料，其中基因突变是生物进化的根本来源，A 错误；

B、种群基因频率的变化意味着发生了进化，而决定生物进化方向的是自然选择，B 错误；

C、遗传平衡种群世代间的基因频率不会发生改变，但基因库指的是种群中所有个体包含的全部基因，因而会发生变化，C 错误；

D、蓝细菌改变了早期地球的大气成分进而促进了好氧生物的发展，这体现了生物与环境之间在相互选

择中共同进化和发展的过程，属于协同进化，D 正确。

故选：D。

6.（2 分）下列关于基因表达调控的相关叙述正确的是（ ）

- A. DNA 甲基化通过改变互补碱基之间的氢键数目和配对方式影响基因转录
- B. 构成染色体的组蛋白若发生乙酰化或甲基化修饰都能激活相应基因表达
- C. 一些非编码微 RNA 具有组织特异性和时序性，只在特定的组织或发育阶段调控基因表达
- D. 同卵双胞胎表型差异与蜂王和雄蜂表型差异均属于表观遗传现象

【答案】C

【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。

【解答】解：A、DNA 甲基化过程基因的碱基序列未发生变化，A 错误；

B、基因表达包括转录和翻译，基因甲基化修饰，能抑制基因的表达，可能通过抑制转录过程来抑制基因表达，B 错误；

C、一些非编码微 RNA 表达具有细胞和组织特异性，在不同组织、不同发育阶段，非编码微 RNA 的表达水平有显著差异，只在特定的组织或发育阶段调控基因表达，C 正确；

D、同卵双胞胎原则上基因完全相同，表型上具有的微小差异可能与表观遗传有关；同一蜂群中的蜂王由受精卵发育而来，而雄蜂是由卵细胞发育而来，它们在形态结构、生理和行为等方面的不同与它们的遗传物质不同有关，与表观遗传无关，D 错误。

故选：C。

7.（2 分）原发性醛固酮增多症（PA）是继发性高血压的常见原因。PA 患者糖尿病发病风险较原发性高血压患者增加。下列相关叙述错误的是（ ）

- A. 采用醛固酮拮抗剂治疗可适度缓解 PA 病情
- B. PA 病因可能是基因突变使醛固酮合成酶表达增加
- C. PA 患者出现醛固酮分泌增多的原因是细胞外液渗透压增加
- D. 高醛固酮水平会影响胰岛 B 细胞功能和组织细胞对胰岛素的敏感性

【答案】C

【分析】醛固酮是一种类固醇类激素，主要作用于肾脏，其生理功能是调节钠离子和水的重吸收。

【解答】解：A、醛固酮拮抗剂可以抑制醛固酮的分泌，故采用醛固酮拮抗剂治疗可适度缓解 PA 病情，A 正确；

B、原发性醛固酮增多症（PA）是继发性高血压的常见原因，故 PA 病因可能是基因突变使醛固酮合成

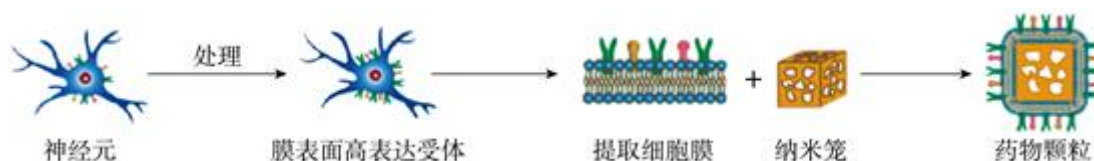
酶表达增加，B 正确；

C、醛固酮是一种类固醇类激素，主要作用于肾脏，其生理功能是调节钠离子和水的重吸收，故 PA 患者出现醛固酮分泌增多的原因是细胞外液渗透压降低，C 错误；

D、PA 患者糖尿病发病风险较原发高血压患者增加，故高醛固酮水平会影响胰岛 B 细胞功能和组织细胞对胰岛素的敏感性，D 正确。

故选：C。

- 8.（2 分）神经细胞通过其表面受体感受细菌毒素刺激，引起痛觉产生。为抑制细菌毒素诱导的痛觉，将特定药物装载到纳米笼中，与膜一同构成药物颗粒，如图所示。下列相关叙述正确的是（ ）



- A. 细菌毒素引起痛觉过程中的效应器为大脑皮层
 B. 药物颗粒可减少细菌毒素与神经细胞膜受体结合而缓解疼痛
 C. 细胞通过胞吞方式摄取纳米药物颗粒后，细胞内会出现微核
 D. 提取的细胞膜可包裹纳米笼，与细胞膜的信息交流有关

【答案】B

【分析】1、生物膜的主要成分是磷脂和蛋白质，其基本骨架是磷脂双分子层。

2、生物膜的结构特点是具有一定的流动性，功能特性是具有选择透过性。

【解答】解：A、细菌毒素引起大脑皮层产生痛觉，但痛觉产生不是反射，因为没有经过完整的反射弧，大脑皮层不是效应器，A 错误；

B、药物颗粒可通过膜表面受体竞争结合细菌毒素，从而阻断信号的传递，进而缓解痛觉产生，B 正确；

C、细胞通过胞吞方式摄取纳米药物颗粒后，细胞内不会出现微核，C 错误；

D、提取的细胞膜可包裹纳米笼，涉及到的是膜的融合，利用了膜具有一定的流动性这个结构特点，D 错误。

故选：B。

- 9.（2 分）某研究小组研究油菜素内酯（BR）胁迫条件下脱落酸不敏感蛋白 5（ABI5）缺失对拟南芥幼苗下胚轴生长的影响，将野生型拟南芥（Wt）和突变体（abi5 - 1）种子分别播种在含有 0 μ mol/L 和 5 μ mol/L BR 的培养基上，实验结果分别如图 1、2。下列相关叙述错误的是（ ）

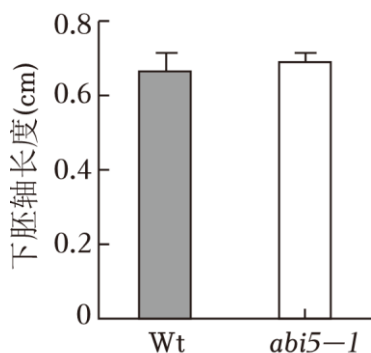


图 1

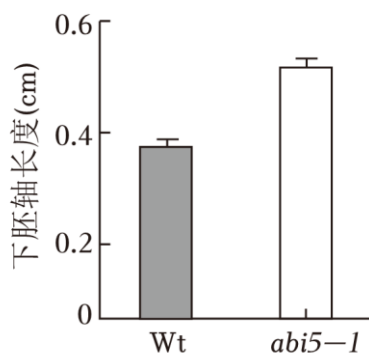


图 2

- A. BR 是植物特有的甾醇类激素，在种子萌发中具有重要作用
- B. 图 1 表明在正常条件下，Wt 和 *abi5-1* 幼苗生长状态无明显差异
- C. 图 2 中 $5\mu\text{mol/L}$ BR 胁迫条件下，ABI5 缺失会促进拟南芥下胚轴的生长
- D. 图 1、2 结果表明，油菜素内酯的生理作用和脱落酸的生理作用相抗衡

【答案】C

【分析】由植物体内产生，能从产生部位运送到作用部位，对植物的生长发育有显著影响的微量有机物，叫作植物激素。脱落酸能抑制细胞分裂，促进叶和果实的衰老和脱落。

【解答】解：A、油菜素内酯（BR）是一种植物特有的甾醇类激素，它在植物的生长和发育过程中起着重要的作用，包括种子萌发，A 正确；

B、观察图 1，我们可以看到在正常条件下（即不含油菜素内酯的培养基上），Wt（野生型）和 *abi5-1*（突变体）的幼苗生长高度几乎是重合的，说明两者的生长状况没有显著差异，B 正确；

C、观察图 1、2，在 $5\mu\text{mol/L}$ BR 胁迫条件下 *abi5-1*（即 ABI5 缺失的突变体）的下胚轴长度比在 $0\mu\text{mol/L}$ BR 胁迫条件下，*abi5-1*（即 ABI5 失的突变体）的下胚轴长度短，由此可知，图 2 中 $5\mu\text{mol/L}$ BR 胁迫条件下，ABI5 缺失会抑制拟南芥下胚轴的生长，C 错误；

D、通过比较图 1 和图 2，我们可以发现在正常条件下（图 1），Wt 和 *abi5-1* 的生长状况相似，但在油菜素内酯胁迫条件下（图 2），*abi5-1*（脱落酸不敏感突变体）的生长受到明显抑制，这表明了油菜素内的生理作用可能与脱落酸的生理作用存在某种抗衡关系，D 正确。

故选：C。

10.（2 分）下列关于“碳达峰”和“碳中和”的叙述正确的是（ ）

- A. “碳中和”是指生产者固定 CO_2 的量与所有生物呼吸产生的 CO_2 量相等
- B. 碳循环是指 CO_2 在生物圈的循环过程，具有全球性，减缓温室效应需各国配合
- C. 增加生产者数量是“碳中和”的有效措施，“碳达峰”后生态系统的碳循环会明显减慢
- D. 生态足迹的值越大，对生态和环境的影响就越大，不利于“碳中和”目标的实现

【答案】D

【分析】碳循环是指碳元素在地球上的生物圈、岩石圈、水圈及大气圈中交换，并随地球的运动循环不止的现象。生物圈中的碳循环主要表现在绿色植物从大气中吸收二氧化碳，在水的参与下经光合作用转化为葡萄糖并释放出氧气，有机体再利用葡萄糖合成其他有机化合物。有机化合物经食物链传递，又成为动物和细菌等其他生物体的一部分。生物体内的碳水化合物一部分作为有机体代谢的能源经呼吸作用被氧化为二氧化碳和水，并释放出其中储存的能量。

【解答】解：A、“碳中和”是指向大气环境中释放的二氧化碳排放量与二氧化碳的去除量相平衡，A 错误；

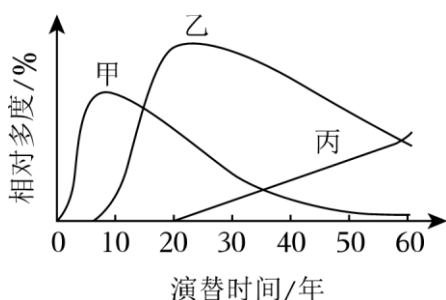
B、碳循环是指碳元素在地球上的生物圈、岩石圈、水圈及大气圈中交换，并随地球的运动循环不止的现象，具有全球性，减缓温室效应需各国配合，B 错误；

C、“碳中和”的有效措施是增加植树造林，节能减排，“碳达峰”后生态系统的碳循环不会明显减慢，C 错误；

D、生态足迹：又叫生态占用，指在现有技术条件下，维持某一人口单位（一个人、一个城市、一个国家或全人类）生存所需的生产资源和吸纳废物的土地及水域面积。生态足迹越大，代表人类所需的资源越多，对生态和环境的影响越大，不利于“碳中和”目标的实现，D 正确。

故选：D。

- 11.（2 分）相对多度是指某一物种的个体数与该生态系统中的总个体数之比。某退耕农田中甲、乙、丙三种植物相对多度与演替时间的关系如图所示。乙、丙能将土壤中硝酸盐和氨态氮的浓度降到更低水平，下列相关叙述正确的是（ ）



- A. 调查植物的相对多度可采用目测估计法进行统计
- B. 在演替时间 20 到 40 年间，乙因其相对多度最高而成为该群落的优势种
- C. 10 年后甲相对多度下降的原因可能是对土壤中低浓度氮元素的利用率低
- D. 随着群落中甲、乙、丙的相对多度发生改变，群落的类型也发生改变

【答案】C

【分析】初生演替是指在一个从来没有植被覆盖的地面，或者是原来存在过植被、但被彻底消灭了的地

方发生的演替；次生演替是指在原有植被虽已不存在，但原有的土壤条件基本保留，甚至还保留了植物的种子或其他繁殖体的地方发生的演替。

【解答】解：A、调查植物的相对多度可采用样方法进行统计，目测估计法是用于调查土壤中小动物类群丰富度的，A 错误；

B、在演替时间 20 到 40 年间，乙因其相对多度最高而成为该群落数目最多的物种，但无法确定是否为优势种，B 错误；

C、由于乙、丙能将土壤中硝酸盐和氨态氮的浓度降到更低水平，故 10 年后甲相对多度下降的原因可能是对土壤中低浓度氮元素的利用率低，C 正确；

D、随着群落中甲、乙、丙的相对多度发生改变，但是群落的类型没有发生改变，故群落的类型没有发生改变，D 错误。

故选：C。

12.（2 分）下列关于细胞生命历程的叙述正确的是（ ）

A. 细胞生长，核糖体的数量增加，物质交换效率增强

B. 细胞分化，核酸种类不变，蛋白质种类有变化

C. 细胞癌变，根本原因是正常基因突变成原癌基因和抑癌基因

D. 细胞自噬，需要动物的溶酶体或酵母菌和植物的液泡参与

【答案】D

【分析】1、细胞分化的实质是基因的选择性表达，细胞中的遗传物质不发生改变。

2、细胞不能无限长大的原因：①受细胞表面积与体积之比限制；②受细胞核控制范围限制。

3、溶酶体：

形态：内含有多种水解酶；膜上有许多糖，防止本身的膜被水解；

作用：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。

【解答】解：A、细胞生长，细胞体积增大，相对表面积减小，物质交换效率降低，A 错误；

B、细胞分化的实质是基因的选择性表达，细胞中的 DNA 不发生改变，但 mRNA 发生改变，蛋白质种类也有变化，B 错误；

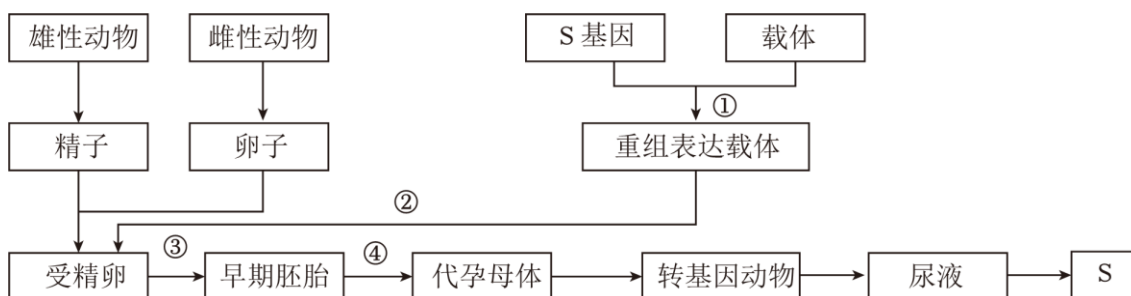
C、细胞癌变的根本原因是原癌基因和抑癌基因发生突变或异常表达，C 错误；

D、溶酶体含有多种水解酶，酵母菌和植物的液泡的功能类似于溶酶体，因此细胞自噬，需要动物的溶酶体或酵母菌和植物的液泡参与，D 正确。

故选：D。

13.（2 分）研究人员制备了膀胱生物反应器，用其获得人体特殊功能蛋白 S，基本过程如图所示。下列相

关叙述正确的是（ ）



- A. 步骤①需要在 S 基因编码区上游添加乳腺蛋白基因启动子
- B. 步骤②需要在高 Ca^{2+} - 高 pH 条件下将 S 基因表达载体导入受精卵
- C. 步骤④可选择发育良好的囊胚，且代孕母体一般需要同期发情处理
- D. 与乳腺反应器不同的是膀胱生物反应器会受到转基因动物的性别和年龄的限制

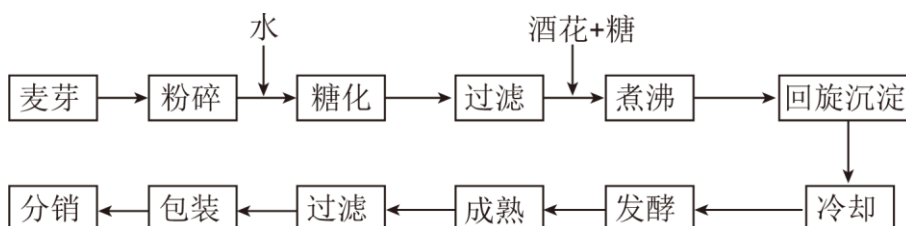
【答案】C

【分析】题图分析：①表示基因表达载体的构建，②表示将目的基因导入受体细胞，③表示早期胚胎培养，④表示胚胎移植。

- 【解答】解：A、步骤①需要在 S 基因编码区上游添加人体特殊功能蛋白 S 基因启动子，A 错误；
- B、步骤②是将重组表达载体导入受体细胞，受精卵的全能性最大，利用受精卵作为重组表达载体的宿主细胞常采用显微注射的方法将载体导入，B 错误；
- C、步骤④的代孕母体需进行同期发情处理，这样可以为移入的胚胎提供相同的生理环境，C 正确；
- D、乳腺生物反应器要求性别是雌性、年龄适宜，膀胱生物反应器没有这些要求，D 错误。

故选：C。

14.（2 分）如图为啤酒生产的主要流程，下列相关叙述错误的是（ ）



- A. 粉碎的目的是有利于麦芽中的淀粉与 α -淀粉酶充分接触，缩短糖化过程时间
- B. 麦汁煮沸的主要目的是抑制糖化过程后残留酶的活性同时杀死麦汁中微生物
- C. 加入酒花的主要目的是提供酵母菌菌种有利于主发酵进行并产生大量酒精
- D. 主发酵结束后发酵液还要在低温密闭的环境下储存一段时间才能形成成熟啤酒

【答案】C

【分析】啤酒发酵过程分为主发酵和后发酵两个阶段。酵母菌的繁殖、大部分糖的分解和代谢物的生成

都是在主发酵阶段完成。主发酵结束后，发酵液还不适合饮用，要在低温、密闭的环境下储存一段时间进行后发酵，这样才能形成澄清、成熟的啤酒。发酵温度和发酵时间随着啤酒品种和口味要求的不同而有所差异。

【解答】解：A、“糖化的目的是将麦芽中的淀粉等有机物水解为小分子物质”，故过程破碎有利于淀粉与 α -淀粉酶的充分接触，缩短糖化过程所用的时间，A 正确；

B、麦汁煮沸的主要目的是使淀粉酶失活，终止酶的进一步作用，并对糖浆杀菌，B 正确；

C、加入酒花的主要目的是赋予啤酒特殊的香味，赋予啤酒爽快的苦味，增加防腐能力，提高啤酒的非生物稳定性，防止煮沸时窜味，C 错误；

D、主发酵结束后，发酵液还不适合饮用，要在低温、密闭的环境下储存一段时间进行后发酵，这样才能形成澄清、成熟的啤酒，D 正确。

故选：C。

二、多项选择题：共 4 题，每题 3 分，共 12 分，每题有不止一个选项符合题意。每题全选对者得 3 分，选对但不全者得 1 分，错选或不答的得 0 分。

（多选）15.（3 分）当紫外线、DNA 损伤等导致细胞损伤时，线粒体膜的通透性发生改变，细胞色素 c 被释放，引起细胞凋亡，机理如图所示。下列相关叙述正确的有（ ）



A. 细胞色素 c 主要分布在线粒体内膜，参与有氧呼吸过程中丙酮酸的分解

B. 细胞损伤时，细胞色素 c 释放到细胞质基质与蛋白 A 结合，进而引起细胞凋亡

C. 已知活化的 C - 3 酶可作用于线粒体，加速细胞色素 c 的释放，这属于正反馈调节

D. 增加 ATP 的供给可能会导致图示中的凋亡过程受到抑制，进而引发细胞坏死

【答案】BC

【分析】据图可知：细胞损伤时，线粒体外膜的通透性发生改变，细胞色素 c 被释放到细胞溶胶（或“细胞质基质”）中，与蛋白结合，在 ATP 的作用下，使 C - 9 酶前体转化为活化的 C - 9 酶，活化的 C - 9 酶激活 C - 3 酶，引起细胞凋亡。

【解答】解：A、线粒体中的细胞色素 c 嵌入在线粒体内膜的脂双层中，而线粒体内膜是有氧呼吸第三阶段的场所，有氧呼吸第三阶段是[H]和氧气结合形成水，丙酮酸的分解属于有氧呼吸第二阶段，因此细胞色素 c 不参与丙酮酸的分解，A 错误；

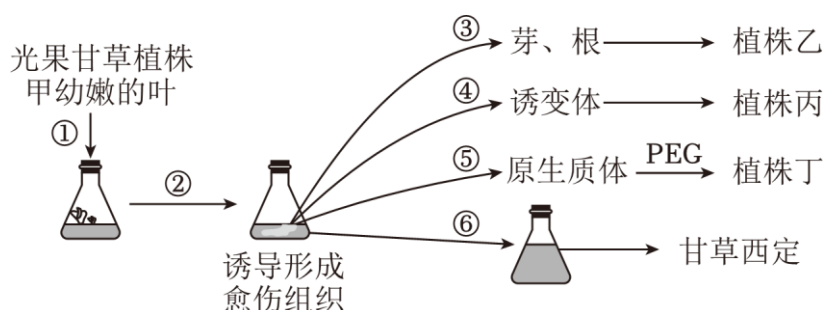
B、据题中信息可知：细胞损伤时，细胞色素 c 被释放到细胞质基质，与蛋白 A 结合，进而促使 C - 9 酶前体转化为活化的 C - 9 酶，进而激活 C - 3 酶，引起细胞凋亡，B 正确；

C、正反馈调节是指某一生成的变化所引起的一系列变化促进或加强最初所发生的变化。活化的 C - 3 酶可作用于线粒体，加速细胞色素 c 的释放，从而加速细胞的凋亡，这是正反馈调节机制，C 正确；

D、据图可知，在 ATP 的作用下，使 C - 9 酶前体转化为活化的 C - 9 酶，减少 ATP 的供给可能会导致图示中的凋亡过程受到抑制，进而引发细胞坏死，D 错误。

故选：BC。

（多选）16.（3 分）通过植物细胞工程对光果甘草进行培养以获得药物甘草西定，过程如图所示。下列相关叙述错误的有（ ）



A. 过程③通常先在生长素与细胞分裂素比例高的培养基中培养

B. 过程④常用射线或化学物质处理即可获得大量所需的突变体植株丙

C. 所得三种植株中乙和丙的遗传信息与甲相同，植株丁和甲是同一物种

D. 过程⑥中甘草西定可通过植物细胞培养获得，应将愈伤组织细胞悬浮培养

【答案】ABC

【分析】根据图分析，过程①为接种外植体，②为诱导脱分化形成愈伤组织，③为诱导再分化，④为诱变育种，⑤为植物体细胞杂交。

【解答】解：A、生长素/细胞分裂素的值高时，利于生根，该值低时利于生芽，过程③需先生芽，再生根，所以需要先在生长素与细胞分裂素比例低的培养基中培养，A 错误；

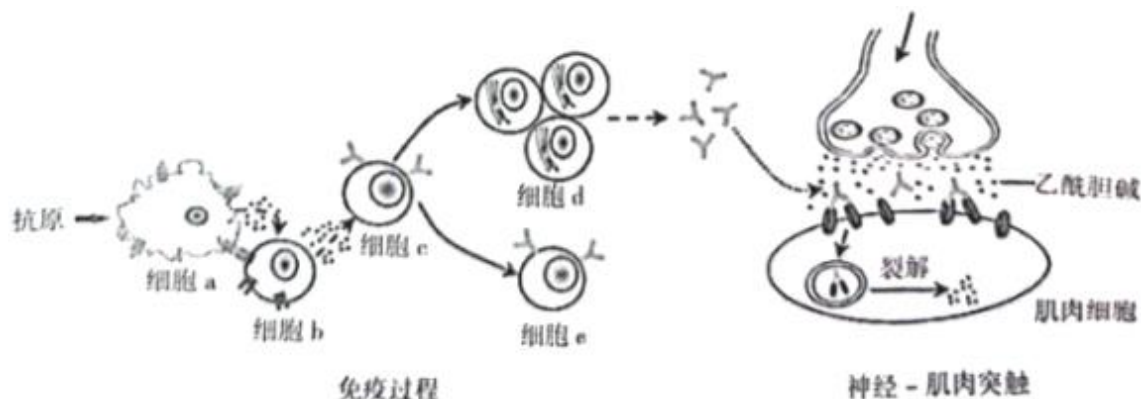
B、过程④常用射线或化学物质处理后经筛选，并进一步培养才能获得大量所需的突变体植株丙，B 错误；

C、所得三种植株中乙和丙的遗传信息不一定与甲相同，因为植株丙是诱变育种得到的，遗传信息可能会发生改变，C 错误；

D、过程⑥中甘草西定可通过植物细胞培养获得，应将愈伤组织细胞悬浮培养，即植物组织培养，D 正确。

故选：ABC。

（多选）17.（3分）重症肌无力是自身免疫病，致病机理如图所示。下列相关叙述正确的有（ ）



- A. 细胞 a、b、c 均起源于造血干细胞，细胞 b 发育成熟的主要场所是胸腺
- B. 细胞 b、c、d、e 表面形成了特异性抗原受体，识别相同抗原的受体相同
- C. 图中起抗原呈递作用的是细胞 a，能分泌免疫活性物质的有细胞 a、b、d 等
- D. 引起重症肌无力自身免疫的抗原可能是乙酰胆碱受体或肌肉细胞膜蛋白

【答案】ACD

【分析】据图分析，细胞 a 是抗原呈递细胞，细胞 b 是辅助性 T 细胞，细胞 c 是 B 细胞，细胞 d 是浆细胞，细胞 e 是记忆 B 细胞。

【解答】解：A、细胞 a 是抗原呈递细胞，细胞 b 是辅助性 T 细胞，细胞 c 是 B 细胞，均起源于造血干细胞，细胞 b 发育成熟的主要场所是胸腺，A 正确；

B、细胞 b、c、d、e 表面形成了特异性抗原受体，识别相同抗原的受体不同，B 错误；

C、图中起抗原呈递作用的是细胞 a 抗原呈递细胞，能分泌免疫活性物质的有细胞 a 抗原呈递细胞（B 细胞分泌抗体），细胞 b 是辅助性 T 细胞（分泌细胞因子）、d 浆细胞（分泌抗体），C 正确；

D、据图可知，重症肌无力的患者分泌了对抗乙酰胆碱受体或肌肉细胞膜蛋白的抗体，因此引起重症肌无力的抗原可能是乙酰胆碱受体或肌肉细胞膜蛋白，D 正确。

故选：ACD。

（多选）18.（3分）下列关于“观察百合根尖分生区细胞有丝分裂”（实验 I）和“观察百合花粉母细胞减数分裂”（实验 II）的叙述，错误的有（ ）

- A. 实验 I 中将染色后的根尖放在载玻片中央，盖上盖玻片直接按压
- B. 实验 I 和实验 II 中均要使用盐酸和 70% 的酒精，其目的和作用相同
- C. 实验 II 中的花药需在花蕾期采集，制片后观察减数分裂各分裂相特征
- D. 实验 I 和 II 均能观察到 DNA 复制过程，且实验 I 可观察到同源染色体的联会

【答案】ABD

【分析】1、观察细胞有丝分裂实验的步骤：解离（解离液由盐酸和酒精组成，目的是使细胞分离开来）、漂洗（洗去解离液，防止解离过度，便于染色）、染色（用甲紫、醋酸洋红等碱性染料）、制片（该过程中压片是为了将根尖细胞压成薄层，使之不相互重叠影响观察）和观察（先低倍镜观察，后高倍镜观察）。2、观察精母细胞减数分裂固定装片，识别减数分裂不同阶段的染色体的形态、位置和数目，加深对减数分裂过程的理解。

【解答】解：A、实验 I 中将染色后的根尖放在载玻片中央，先用镊子捣碎，然后再盖上盖玻片轻轻按压，A 错误；

B、实验 I 和实验 II 中均要使用质量分数为 15% 的盐酸和体积分数为 95% 的酒精，其目的和作用相同，都是使组织中的细胞相互分离开，B 错误；

C、花蕾期花药中正在进行减数分裂，因此实验 II 中的花药需在花蕾期采集，制片后观察减数分裂各分裂相特征，C 正确；

D、DNA 分子在光学显微镜下观察不到，因此实验 I 和 II 都不能观察到 DNA 复制过程，D 错误。

故选：ABD。

三、非选择题：共 5 题，共 60 分。除特别说明外，每空 1 分。

19.（12 分）马铃薯植株下侧叶片合成的有机物通过筛管主要运向块茎贮藏。图 1 是马铃薯光合作用产物的形成及运输示意图，图 2 是蔗糖进入筛分子-伴胞复合体的一种模型。请回答下列问题：

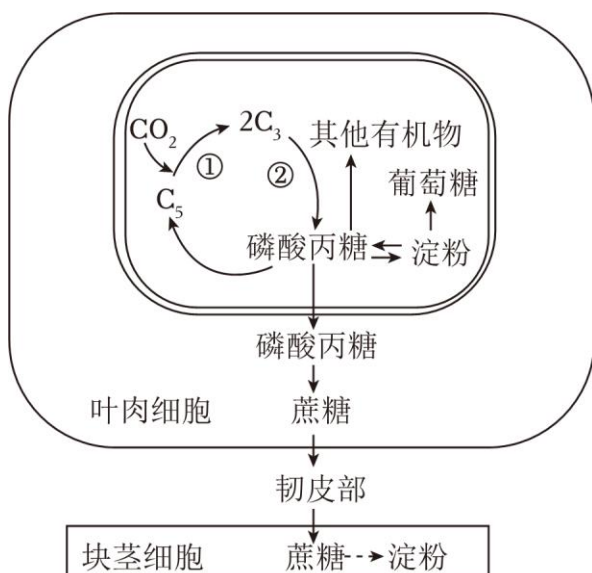


图 1

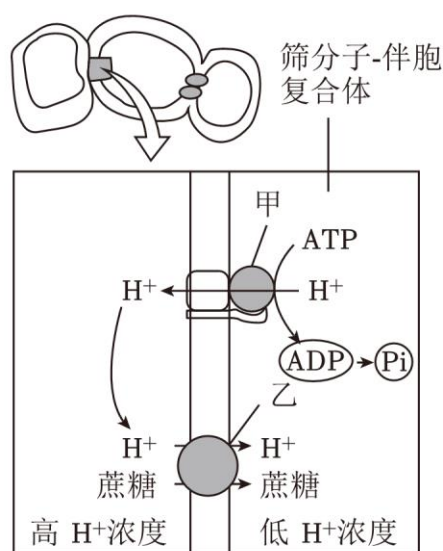


图 2

（1）图 1 所示的代谢过程中，需要光反应产物参与的过程是 ②（填标号）。为马铃薯叶片提供 $C^{18}O_2$ ，块茎中会出现 ^{18}O 的淀粉，请写出 ^{18}O 转移的路径： $C^{18}O_2 \rightarrow C_3 \rightarrow$ 磷酸丙糖 $\rightarrow$ 蔗糖 $\rightarrow$ 淀粉。

(2) 研究发现，叶绿体中淀粉的大量积累会导致 类囊体 膜结构被破坏，进而直接影响光反应。保卫细胞中淀粉含量增加会降低气孔导度，使 CO₂ 吸收量减少，进而抑制暗反应。

(3) 图 2 中甲具有 ATP 水解 酶活性。乙（SUT1）是一种蔗糖转运蛋白，在成功导入蔗糖转运蛋白反义基因的马铃薯植株中 SUT1 的表达水平降低，叶片中可溶性糖和淀粉总量 升高，最终导致块茎产量 降低。

(4) 科研人员以 Q9、NB1、G2 三个品种的马铃薯为材料，研究不同光周期处理对马铃薯块茎产量的影响，在 24h 昼夜周期中对马铃薯幼苗分别进行 16h（长日照）、12h（中日照）、8h（短日照）三种光照时间处理，保持其他条件相同且适宜，培养一段时间后，发现长日照组叶绿素含量最高，但只有中日照和短日照组有块茎生成，结果如图 3。

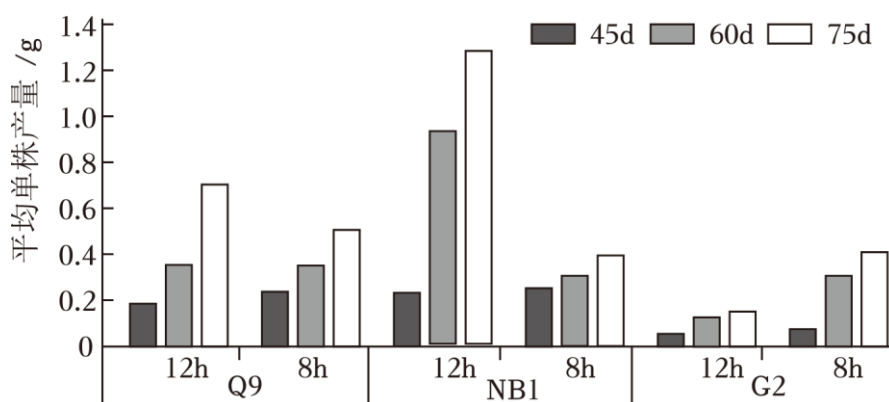


图 3 光周期对单株马铃薯块茎产量的影响

①分析上述信息可知，光影响马铃薯幼苗的生理过程可能有 叶绿素的合成、光合作用、有机物的运输和储存等。

②图 3 实验结果表明，平均单株产量受到光周期影响程度相对较低的品种是 Q9；单位时间内光周期影响平均单株块茎产量增量最高的实验组是 NB1 中日照组。

③进一步研究表明，在 16h 光照下，G2 无匍匐茎生成，Q9 和 NB1 仅有部分植株产生匍匐茎。下列关于 16h 光照下没有生成马铃薯块茎的原因可能有 BD。

- A. 长日照导致暗反应时间不足，光合速率低
- B. 马铃薯匍匐茎是块茎形成的必要条件
- C. 长日照导致马铃薯叶片叶绿素含量下降
- D. 长日照不利于有机物向块茎运输

【答案】 (1) ②: C₃→磷酸丙糖→蔗糖

(2) 类囊体; CO₂ 吸收量减少

(3) ATP 水解; 升高; 降低

（4）①叶绿素的合成、光合作用、有机物的运输和储存等

②Q9；NB1 中日照组

③BD

【分析】1、光合作用包括光反应和暗反应两个阶段。光反应发生场所在叶绿体的类囊体薄膜上，色素吸收、传递和转换光能，并将一部分光能用于水的光解生成 NADPH 和氧气，另一部分光能用于合成 ATP，暗反应发生场所是叶绿体基质中，首先发生二氧化碳的固定，即二氧化碳和五碳化合物结合形成两分子的三碳化合物，三碳化合物利用光反应产生的 NADPH 和 ATP 被还原。

2、分析图 1：①是光合作用的暗反应阶段的 CO₂ 的固定过程，②是暗反应中的 C₃ 的还原过程。从图中可以看出，暗反应在叶绿体基质中进行，其产物磷酸丙糖可以在叶绿体基质中合成淀粉，也可以被运出叶绿体，在叶肉细胞中的细胞质基质中合成蔗糖，蔗糖可以进入液泡暂时储存起来；蔗糖也可以通过韧皮部被运至茎块细胞，在茎块细胞内合成淀粉。

3、分析图 2：结构甲具有 ATP 水解酶的功能，同时利用 ATP 水解释放的能量把 H⁺ 运出细胞，导致细胞外 H⁺ 浓度较高，属于主动运输；结构乙能够依靠细胞膜两侧的 H⁺ 浓度差把 H⁺ 运入细胞，属于协助扩散，同时把蔗糖分子也运入细胞。

4、分析图 3：实验自变量为不同品种、不同光周期处理，因变量检测生长周期种不同时间点的平均单株产量，检测时间以 15d 为单位，同品种同条件下 60d 的平均单株产量与 45d 的平均单株产量差值即为该品种该条件下的平均单株产量增量。

【解答】解：（1）分析图 1 可知，①是光合作用的暗反应阶段的 CO₂ 的固定过程，②是暗反应中的 C₃ 的还原过程，其中 C₃ 的还原过程需要光反应为其提供 ATP 和 NADPH，因此需要光反应产物参与的过程是②。为马铃薯叶片提供 C¹⁸O₂，块茎中的淀粉会含 ¹⁸O，由图可知，元素 ¹⁸O 转移的路径：C¹⁸O₂ → C₃ → 磷酸丙糖 → 蔗糖 → 淀粉。

（2）光反应的场所是类囊体薄膜，因此叶绿体中淀粉的积累会导致类囊体膜结构被破坏，进而直接影响光反应。保卫细胞中淀粉含量增加会降低气孔导度，即气孔的开放程度下降，影响二氧化碳的吸收，即二氧化碳的吸收量下降，进而暗反应速率下降，光合速率下降。

（3）由图 2 可知，在结构甲的作用下，ATP 水解，H⁺ 逆浓度运输至胞外，说明结构甲具有 ATP 水解酶的功能与物质运输的功能；乙（SUT1）是一种蔗糖转运蛋白，在成功导入蔗糖转运蛋白反义基因的马铃薯植株中 SUT1 的表达水平降低，筛分子 - 伴胞复合体的蔗糖转运蛋白乙含量减少，叶肉细胞中蔗糖分子通过结构乙转运出叶肉细胞的量减少，叶肉细胞中蔗糖积累，可溶性糖和淀粉总量升高，抑制光合作用，最终导致块茎产量降低。

（4）①本实验研究不同光周期处理对马铃薯产量的影响，最终发现长日照组叶绿素含量最高，但只有

中日照和短日照组有块茎生成，由此推断光影响的马铃薯幼苗的代谢过程可能有叶绿素的合成、光合作用、有机物的运输和储存、细胞呼吸、酶的合成等。

②由图可知，对三个不同品种分别进行 12h 的中日照组和 8h 短日照处理，比较处理 45~75d 期间平均单株产量的差值，Q9 品种 12h 中日照处理的差值与 8h 短日照处理的差值差异最小，因此平均单株产量受到光周期影响程度相对较低的品种是 Q9；对 NB1 品种进行 12h 的中日照组，在处理 45~60d 期间差值最大即单株产量增量最高。

③解：由图 3 可知，相比于中日照与短日照，三个不同品种的马铃薯在长日照下匍匐茎都生长异常，具有生长异常的匍匐茎的植株均没有块茎生成，因此推测关于 16h 光照下没有生成马铃薯块茎的原因可能有马铃薯匍匐茎是块茎形成的必要条件和长日照不利于有机物向块茎运输，故 BD 符合题意，AC 不符合题意。

故选：BD。

故答案为：

(1) ②； $C_3 \rightarrow$ 磷酸丙糖 $\rightarrow$ 蔗糖

(2) 类囊体； CO_2 吸收量减少

(3) ATP 水解；升高；降低

(4) ①叶绿素的合成、光合作用、有机物的运输和储存等

②Q9；NB1 中日照组

③BD

20. (12 分) 视网膜上的感光细胞 ipRGC 在光的刺激下可作用于小鼠脑中 PVN（下丘脑室旁核）神经通路系统，PVN 神经通路系统与垂体分泌、血糖平衡、体温调节、脂肪代谢等调节有关。研究发现，蓝光刺激使空腹小鼠在食用葡萄糖后的血糖浓度上升幅度高于对照组小鼠，ipRGC 对蓝光敏感。图 1 表示 PVN 神经通路系统与脂肪细胞的代谢相关示意图（“+”表示促进）。请回答下列问题：

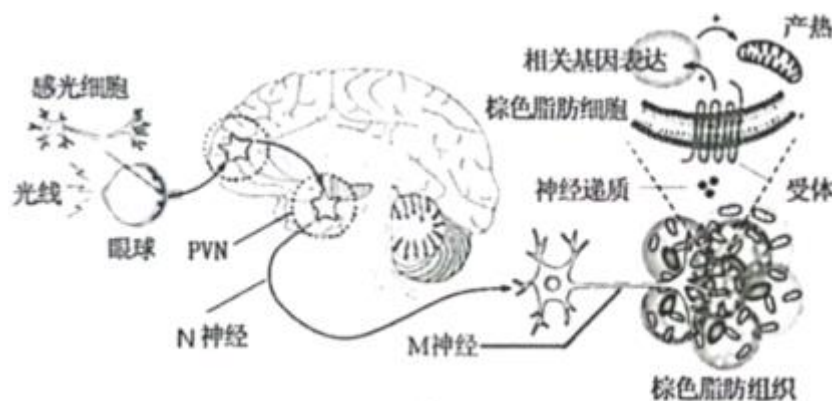


图 1

(1) 图 1 中 N 神经为 传出（从“传入”“传出”中选填）神经，ipRGC 对蓝光敏感，“敏感”是指 ipRGC 能将光刺激转变为 电 信号。

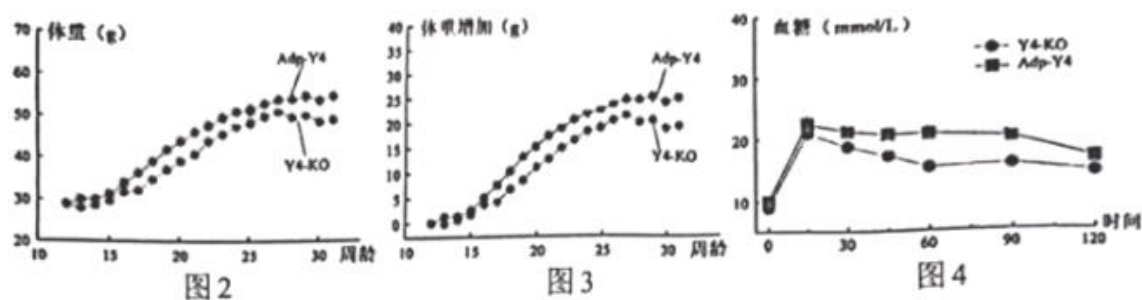
(2) ipRGC 在光刺激下，将信号传至 PVN 使之产生兴奋，该过程中发生的生理活动有 AB。

- A. 膜对 Na^+ 通透性改变
- B. 神经递质的释放和失活
- C. 所有区域的膜电位同时转变为外负内正
- D. 膜的流动性停止

(3) 图 1 中作用于棕色脂肪组织的神经递质类型为 兴奋性 递质，使棕色脂肪细胞耗氧量 增加。

(4) 检测发现，蓝光照射并不会影响小鼠体内糖原、脂肪含量以及与血糖平衡有关的激素含量，但会减弱棕色脂肪组织的产热，该调节方式属于 神经 调节。蓝光引发血糖上升幅度高于对照组小鼠的原因可能是 支配脂肪组织的 M 神经受抑制，棕色脂肪细胞对葡萄糖摄取量降低。

(5) 通常采用特异性敲除某基因来研究脂肪细胞中基因与肥胖的关系。神经肽 Y (NPY) 是已知最有效的促进基础食欲的肽类信号分子，其作用受体有 NPY4R 等，采用 CRISPR - Cas9 基因编辑技术使小鼠表达 NPY4R 的 *Npy4r* 基因静默，该小鼠标记为 Y4 - KO，正常小鼠标记为 Adp - Y4。研究者从 12 周龄开始给两组小鼠喂食高脂食物，连续喂食 17 周，测得两组小鼠体重变化规律如图 2、图 3 所示。在高脂饮食 12 周后，空腹注射 10% 葡萄糖溶液，并检测注射葡萄糖后 15、30、45、60、90、120min 血糖值，以了解小鼠对葡萄糖的耐受性，结果如图 4 所示。



①图 2、图 3 结果说明 脂肪细胞 *Npy4r* 表达对高脂饮食诱导肥胖起促进作用。

②图 4 结果表明 Y4 - KO 较 Adp - Y4 小鼠对高血糖的调节能力 更强。

(6) 研究又发现，NPY4R 在棕色脂肪细胞与性腺脂肪细胞中较为富集。下列叙述合理的有 ABC。

- A. *Npy4r* 全身敲除可降低体重与脂肪含量，可能影响生殖功能
- B. *Npy4r* 在棕色脂肪细胞和性腺脂肪细胞都有较高表达
- C. NPY4R 可通过提高胰岛素敏感性，促进脂肪积累

D. NPY4R 具有调节血糖浓度和调节代谢的功能

【答案】（1）传出 电

（2）AB

（3）兴奋性 增加

（4）神经 支配脂肪组织的 M 神经受抑制，棕色脂肪细胞对葡萄糖摄取量降低

（5）脂肪细胞 Npy4r 表达对高脂饮食诱导肥胖起促进作用 更强

（6）ABC

【分析】如图所示，感光细胞受到光线刺激产生神经冲动，将神经冲动传递到 PVN，PVN 通过交感神经作用于棕色脂肪组织，神经递质与棕色脂肪组织细胞膜上的受体结合，促进细胞核相关基因的表达，影响线粒体的产热。

【解答】解：（1）图 1 中 N 神经从下丘脑神经中枢传出，为传出神经；感光细胞对光线敏感指的是感光细胞能接受光线刺激并产生神经冲动，即将光刺激转化为电信号。

（2）A、当 PVN 区域神经元兴奋时， Na^+ 内流，形成动作电位，A 正确；

B、在神经元之间有神经递质的释放与失活，使得兴奋可以传递到下一神经元，B 正确；

C、当 PVN 区域神经元兴奋时， Na^+ 内流，形成动作电位，在兴奋区域和相邻的未兴奋区域之间形成局部电流，兴奋区域外负内正，未兴奋区域外正内负，C 错误；

D、该过程中通道蛋白打开，膜依然具有一定的流动性，D 错误。

故选：AB。

（3）结合图示可知，图 1 中神经递质与受体结合后，引起棕色脂肪细胞中的相关基因表达，使得产热增多，因此图 1 中作用于棕色脂肪组织的神经递质类型为兴奋性递质，使得棕色脂肪细胞耗氧量增大，产热增多。

（4）该调节方式经过完整的反射弧，属于神经调节；蓝光组支配脂肪组织的 M 神经受抑制，棕色脂肪细胞对葡萄糖摄取量降低，导致血糖上升幅度高于对照组小鼠。

（5）①Y4 - KO 组的体重及体重的增加量均小于正常小鼠组 Adp - Y4，而 Y4 - KO 组为 Npy4r 基因静默组，因此脂肪细胞 Npy4r 表达对高脂饮食诱导肥胖起促进作用，Npy4r 促进肥胖。

②Y4 - KO 组血糖下降幅度更大，因此 Y4 - KO 较 Adp - Y4 小鼠对高血糖的调节能力更强。

（6）A、Npy4r 全身敲除（即 Y4 - KO 组）可降低体重与脂肪含量，影响能量供应，可能影响生殖功能，A 正确；

B、NPY4R 在棕色脂肪细胞与性腺脂肪细胞中较为富集，因此表达 NPY4R 的基因 Npy4r 在棕色脂肪细胞和性腺脂肪细胞都有较高表达，B 正确；

C、胰岛素可以促进脂肪合成，NPY4R 可通过提高胰岛素敏感性，促进脂肪积累，C 正确；

D、Y4 - KO 组血糖下降幅度更大，Y4 - KO 组没有 NPY4R，因此 NPY4R 没有调节血糖的作用，D 错误。

故选：ABC。

故答案为：

(1) 传出 电

(2) AB

(3) 兴奋性 增加

(4) 神经 支配脂肪组织的 M 神经受抑制，棕色脂肪细胞对葡萄糖摄取量降低

(5) 脂肪细胞 Npy4r 表达对高脂饮食诱导肥胖起促进作用 更强

(6) ABC

21. (12 分) 2024 年江苏省政府工作报告指出，扎实开展长江大保护，坚定推进长江“十年禁渔”，确保生物多样性保护水平持续提升。请回答下列问题：

(1) 若干年前，长江部分湿地生态系统遭到一定的破坏。为了恢复其生物多样性，生态系统组成成分中应首先增加 生产者 的种类和数量，提高 营养结构 的复杂程度，进而使湿地生态系统的 抵抗力 稳定性增强。

(2) 互花米草的入侵给长江口湿地生态带来一定的威胁。为探究不同盐度对芦苇和互花米草生长发育的影响，研究者设置 3 个盐度梯度：淡水（0）、中盐度（15‰）和高盐度（30‰）。实验结果如图 1，分析可知高盐度条件下 芦苇和互花米草的生长均受抑制，但互花米草对盐分胁迫有着更强的耐受能力。

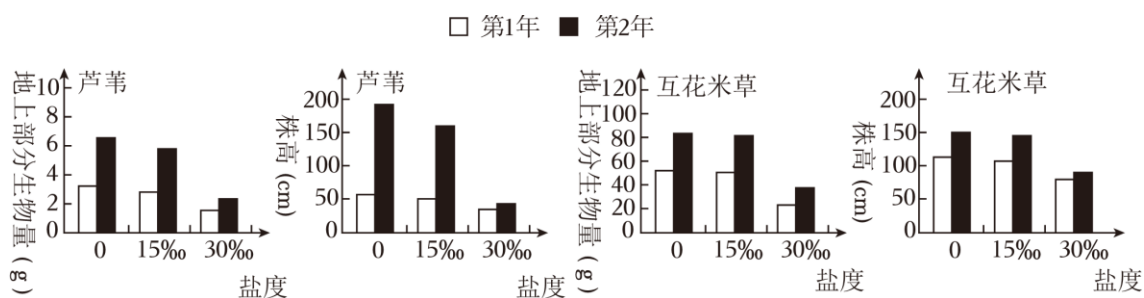


图 1

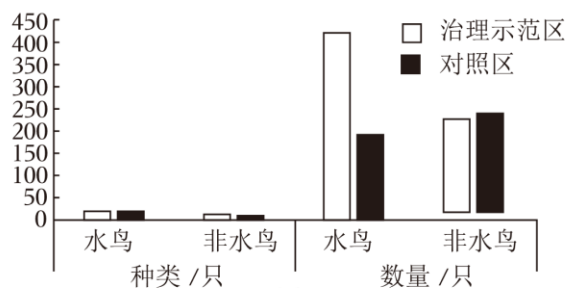


图 2

(3) 互花米草入侵导致长江口湿地鸟类种群数量和多样性下降，启动“互花米草控制和鸟类栖息地优化工程”后，取得明显效果。该湿地鸟类种类与数量的变化统计结果如图 2，则说明互花米草的治理对水鸟数量的影响较大。

(4) 利用环境 DNA 技术检测水域中长江江豚相对生物量，可进一步根据营养级之间的能量传递效率估算出鱼类等生物量，进而评价该流域的生态状况。随着“十年禁渔”工作的开展，发现江豚数量显著增多，长江生态得到初步修复，该项措施主要遵循的生态工程原理是自生原理，同时也表明人类活动往往会使群落演替按照不同于自然演替的方向和速度进行。

(5) 采用标记重捕法对 2km^2 的长江某支流中刀鱼种群数量进行调查时，首捕时用大网眼渔网捕捞 40 条并标记，重捕时用小网眼渔网捕捞 325 条，其中小刀鱼（不能被大网眼渔网捕到）275 条，带标记的鱼 5 条，则该支流中刀鱼种群密度约为 $1300 \text{ 条}/\text{km}^2$ 。“十年禁渔”结束后为保护鱼类资源，渔民捕鱼时，渔网网眼不能过小，否则会影响来年鱼的产量，请从种群特征的角度分析原因是影响鱼种群的年龄结构，进而影响鱼种群的出生率，造成来年鱼产量降低。

【答案】(1) 生产者 营养结构 抵抗力

(2) 芦苇和互花米草的生长均受抑制，但互花米草对盐分胁迫有着更强的耐受能力

(3) 水鸟数量

(4) 能量传递效率 自生原理 方向和速度

(5) $1300 \text{ 条}/\text{km}^2$ 影响鱼种群的年龄结构，进而影响鱼种群的出生率，造成来年鱼产量降低

【分析】1、生态系统所具有的保持或恢复自身结构和功能相对稳定的能力，叫做生态系统的稳定性。

正是由于生态系统具有自我调节能力，生态系统才能维持相对稳定。这种稳定性表现在两个方面：一方面是生态系统抵抗外界干扰并使自身的结构与功能保持原状的能力，叫做抵抗力稳定性；另一方面是生态系统在受到外界干扰因素的破坏后恢复到原状的能力，叫做恢复力稳定性。

2、标记重捕法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，来估计种群密度。

【解答】解：（1）为了恢复其生物多样性，生态系统组成成分中应首先增加生产者的种类和数量，提高营养结构的复杂程度，营养结构越复杂，抵抗力稳定性越强。

（2）由图表可知：随着盐度的升高，芦苇和互花米草地上部分生物量和株高均下降，说明芦苇和互花米草的生长均受抑制，但与芦苇相比，互花米草下降的更缓慢，说明互花米草对盐分胁迫有着更强的耐受能力。

（3）分析图表可知，与对照区相比，治理示范区的水鸟增加了很多，非水鸟几乎不变，说明互花米草的治理对水鸟数量的影响较大。

（4）利用环境 DNA 技术检测水域中长江江豚相对生物量，可进一步根据营养级之间的能量传递效率估算出鱼类等生物量，进而评价该流域的生态状况。随着“十年禁渔”工作的开展，发现江豚数量显著增多，长江生态得到初步修复，该项措施主要遵循的生态工程原理是自生原理，同时也表明人类活动往往会使群落演替按照不同于自然演替的方向和速度进行。

（5）据公式：初次捕获标记个体数÷个体总数=再次捕获标记个体数÷再次捕获个体总数，推出该范围内个体总数= $(40 \times 325) \div 5 = 2600$ 条，则该支流中刀鱼种群密度约为 $2600 \text{ 条} \div 2 \text{ km}^2 = 1300 \text{ 条/km}^2$ ，渔民捕鱼时，渔网网眼不能过小，否则影响鱼种群的年龄结构，进而影响鱼种群的出生率，造成来年鱼产量降低。

故答案为：

（1）生产者 营养结构 抵抗力

（2）芦苇和互花米草的生长均受抑制，但互花米草对盐分胁迫有着更强的耐受能力

（3）水鸟数量

（4）能量传递效率 自生原理 方向和速度

（5） 1300 条/km^2 影响鱼种群的年龄结构，进而影响鱼种群的出生率，造成来年鱼产量降低

22.（12 分）黑水虻是重要的资源昆虫，体内 H 基因编码的抗菌肽 HI - 3 具有抗菌、抗癌和免疫调节作用。

科研人员利用酵母菌生产抗菌肽 HI - 3，并避免基因污染。请回答下列问题：

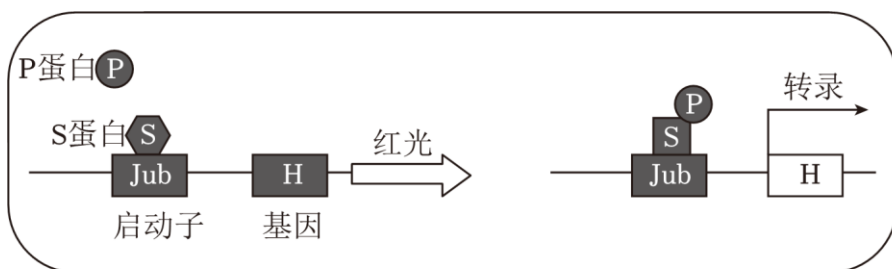


图 1

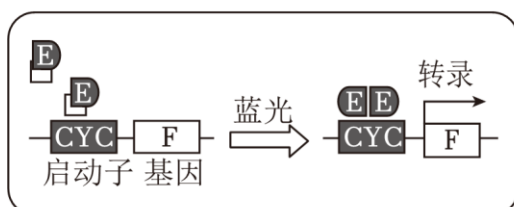


图 2

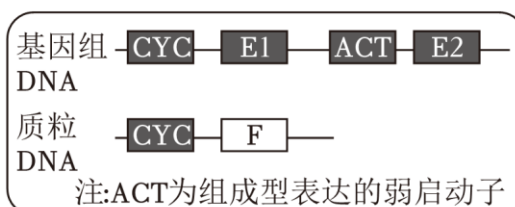


图 3

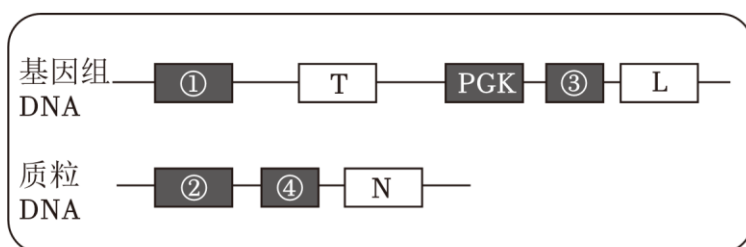


图 4

(1) 利用 PCR 技术扩增 H 基因, 需根据 H 基因设计两种引物, 引物的作用有 ABC。

- A. 为 Taq 酶提供结合位点
- B. 决定扩增产物大小
- C. 决定反应的特异性
- D. 决定变性时间

(2) 已知 H 基因编码链的编码区序列是: 5' - CTCGAGATGCTGCAG.....GGATCCTC - TAGA - 3' , 扩增 H 基因的编码区段时, 结合到编码链上的引物序列是 5' - TCTAGAGG - 3' (方向为 5' → 3' , 写出 5' 端 8 个碱基序列)。获得 H 基因产物后需要进行凝胶电泳, 将符合要求的条带 切割和回收 以便提取纯化并进行测序。

(3) 由于抗菌肽 HI - 3 会损伤酵母细胞, 组成型表达 (持续表达) H 基因的酵母菌最大种群数量偏低, 限制了最终产量。科研人员通过构建诱导型启动子来降低抗菌肽 HI - 3 对酵母菌的伤害。在酵母菌基因组 DNA 中插入 P 和 S 基因, 使质粒上 H 基因的表达受红光控制。红光调控 H 基因表达的原理如图 1 所示。

P 和 S 基因表达应为 组成型表达 (从“组成型表达”“红光诱导型表达”选填)。红光调控 H 基因

表达的原理是 S 基因指导合成的 S 蛋白直接与启动子 Jub 结合，P 基因表达的 P 蛋白在 红光调控下，与结合在启动子上的 S 蛋白结合，启动 H 基因的表达过程。

（4）发酵后菌体和产物分离是发酵工艺的基本环节。定位于细胞表面的 F 蛋白可使酵母细胞彼此结合，进而沉淀在发酵罐底部。科研人员引入蓝光激活系统如图 2，在酵母菌基因组中插入了两个均能合成 E 蛋白的基因（E1、E2），使 F 基因的表达受到蓝光控制如图 3。

图 3 中 E2 基因持续性表达少量的 E 蛋白时，酵母细胞具有接受蓝光刺激的能力，E1 基因的作用是 蓝光照射后，快速表达大量 E 蛋白，进而激活 F 基因的表达。

（5）制药过程中需避免工程菌泄露到环境中引发基因污染。科研人员利用两种阻遏蛋白基因（T 和 L）和调控元件，使酵母细胞在红光和蓝光同时照射时才激活致死基因 N 的表达，进而诱导工程菌死亡，如图 4。

若图中①选用的启动子为 Jub，②处选用的启动子为 CYC，则③④处结合的阻遏蛋白分别为 T 蛋白、L 蛋白。

（6）请结合上述分析，利用该工程菌发酵生产抗菌肽 HI - 3 各阶段需控制的光照条件是：I 菌种培养阶段 黑暗；II 菌种发酵阶段 红光照射；III 产物分离阶段 蓝光照射；IV 安全处理阶段红光、蓝光同时照射。

【答案】（1）ABC

（2）5' - TCTAGAGG - 3'切割和回收

（3）组成型表达 红光调控下，与结合在启动子上的 S 蛋白结合

（4）蓝光照射后，快速表达大量 E 蛋白，进而激活 F 基因的表达

（5）T 蛋白、L 蛋白

（6）黑暗 红光照射 蓝光照射

【分析】基因工程技术的基本步骤：

（1）目的基因的获取：方法有从基因文库中获取、利用 PCR 技术扩增和人工合成。

（2）基因表达载体的构建：是基因工程的核心步骤，基因表达载体包括目的基因、启动子、终止子和标记基因等，标记基因可便于目的基因的鉴定和筛选。

（3）将目的基因导入受体细胞：根据受体细胞不同，导入的方法也不一样。将目的基因导入植物细胞的方法有农杆菌转化法、基因枪法和花粉管通道法；将目的基因导入动物细胞最有效的方法是显微注射法；将目的基因导入微生物细胞的方法是感受态细胞法。

（4）目的基因的检测与鉴定：分子水平上的检测：

①检测转基因生物染色体的 DNA 是否插入目的基因——DNA 分子杂交技术。

②检测目的基因是否转录出了 mRNA——分子杂交技术。

③检测目的基因是否翻译成蛋白质——抗原 - 抗体杂交技术。个体水平上的鉴定：抗虫鉴定、抗病鉴定、活性鉴定等。

【解答】解：（1）引物是一小段能与 DNA 母链的一段碱基序列互补配对的短单链核酸，引物之间或引物内部不能互补配对，用于 PCR 的引物长度通常为 20 - 30 个核苷酸，引物使 DNA 聚合酶能够从引物的 3'端开始连接脱氧核苷酸，提供了 DNA 聚合酶所需的 3'端（末端），即为 Taq 酶提供结合位点，引物的长度和位置决定了 PCR 扩增产物的大小，引物的设计基于已知的目标 DNA 序列，决定反应的特异性，ABC 正确。

故选：ABC。

（2）引物是一小段能与 DNA 母链的一段碱基序列互补配对的短单链核酸，已知 H 基因编码链的编码区序列是：5' - CTCGAGATGCTGCAG·····GGATCCTC - TAGA - 3'，扩增 H 基因的编码区段时，结合到编码链上的引物序列是 5' - TCTAGAGG - 3'；获得 H 基因产物后需要进行凝胶电泳，将符合要求的条带切割和回收以便提取纯化并进行测序。

（3）由图可知，P 和 S 基因的表达不需要其他物诱导，因此属于组成型表达，H 基因属于红光诱导型表达；由图可知，在没有红光诱导时，S 基因指导合成的 S 蛋白直接与启动子 Jub 结合，红光调控下，P 基因指导合成的 P 蛋白与结合在启动子上的 S 蛋白结合，启动 H 基因的表达（转录）过程。

（4）依据题意可知，科研人员引入蓝光激活系统目的是激活 F 基因表达产生 F 蛋白，使酵母细胞彼此结合，进而沉淀在发酵罐底部，与 CYC 相连的 E₁ 基因的作用是接受照射蓝光后，快速表达大量 E 蛋白，进而激活 F 基因的表达。

（5）依据题干可知，启动子 Jub 接受红光的诱导调控，启动子 CYC 接受蓝光的诱导调控，③和④为阻遏蛋白的结合位点，其与阻遏蛋白结合后会抑制相关基因的表达。致死基因 N 的表达会诱导工程菌死亡，若①选用的启动子为 Jub，②处启动子为 CYC，在红光和蓝光同时照射时，红光调控 Jub 启动子启动 T 基因表达出 T 蛋白，结合在③处，抑制了 L 基因的表达，④处无 L 阻遏蛋白与之结合，在蓝光调控下，CYC 启动 N 基因的表达而使酵母菌死亡，故③④分别是 T 蛋白、L 蛋白。

（6）根据题目信息，红光照射使产物增多，蓝光照射使产物凝集，红蓝光同时照射使工程菌死亡，I 菌种培养阶段应在黑暗条件下培养至种群数量达到最适，II 菌种发酵阶段红光照射至抗菌肽 HI - 3 在培养液中达到适宜浓度，II 产物分离阶段蓝光照射至工程菌凝集，回收发酵产物；IV 安全处理阶段红光蓝光同时照射，杀死工程菌。

故答案为：

（1）ABC

- (2) 5' - TCTAGAGG - 3'切割和回收
- (3) 组成型表达 红光调控下，与结合在启动子上的 S 蛋白结合
- (4) 蓝光照射后，快速表达大量 E 蛋白，进而激活 F 基因的表达
- (5) T 蛋白、L 蛋白
- (6) 黑暗 红光照射 蓝光照射

23. (12 分) 基因定位是指基因所属的染色体以及基因在染色体上的位置关系测定，可以借助果蝇 ($2n=8$) 杂交实验进行基因定位。请回答下列问题：

- (1) 摩尔根利用果蝇杂交实验，首次证明了 基因在染色体上。
- (2) 现有 III 号染色体的三体野生型和某隐性突变型果蝇进行杂交实验，杂交过程如图 1。

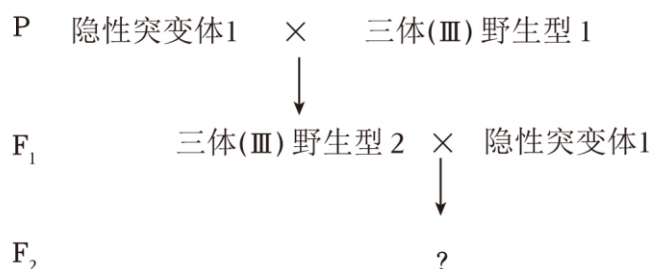


图1

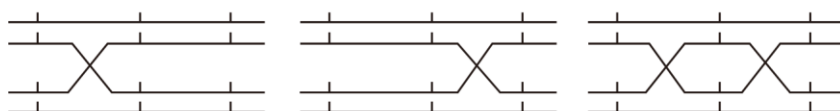


图2

- ①图 1 中三体 (III) 野生型个体 2 处于减数第二次分裂后期的性母细胞有 8 或 10 条染色体。
- ②若 F₂ 的果蝇表型及比例为 野生型：隐性突变型=5：1 时，能够确定该隐性突变的基因位于 III 号染色体上。

(3) 果蝇缺刻翅是由染色体上某个基因及其上下游 DNA 片段缺失引起的，具有纯合致死效应，雄性个体中不存在缺刻翅个体，则缺刻翅果蝇的变异类型属于 染色体结构变异。缺刻翅果蝇与正常翅果蝇杂交得 F₁，F₁ 雌雄交配得 F₂，F₂ 翅型、性别的表型及比例为 缺刻翅雌蝇：正常翅雌蝇：正常翅雄蝇=1：3：3。

(4) 果蝇的红眼和白眼由等位基因 A, a 控制，果蝇的刚毛和截毛由等位基因 D, d 控制。一只纯合白眼截毛雌果蝇与一只纯合红眼刚毛雄果蝇杂交产生 F₁ 若干只，F₁ 中雄果蝇均为白眼刚毛，雌果蝇均为红眼刚毛。F₁ 雌雄交配得到 F₂，F₂ 中雄果蝇均为刚毛，雌果蝇中存在一定数量的刚毛个体和截毛个体。推测控制果蝇刚毛和截毛的基因位置为 X、Y 染色体的同源区段，考虑这两对相对性状，F₂ 中雄

果蝇的基因型为 $X^{AD}Y^D$ 和 $X^{ad}Y^D$ 。

（5）对同一染色体上的三个基因来说，染色体的互换主要包括单交换型和双交换型，如图 2。双交换型的概率低于单交换型。

雌配子基因型			配子数目
+	+	+	1025
w	y	m	1045
w	+	m	17
+	y	+	16
+	+	m	45
w	y	+	47
w	+	+	2
+	y	m	3

已知分别控制果蝇朱红眼、黄体、残翅的 3 种隐性突变性状基因 w、y、m 均位于 X 染色体上。为确定基因 w、y、m 在 X 染色体上的相对位置，科学家将朱红眼黄体残翅雌果蝇和野生型（野生型基因均用“+”表示）雄果蝇杂交，得到 F_1 。 F_1 雌果蝇产生的配子类型及数目如表所示。

分析可知 F_1 雌果蝇产生的重组配子有 6 种，其中 w、y、m 三种基因在 X 染色体上的顺序为 y - w - m（或 m - w - y）。如果只考虑基因 y 和 w 之间的互换情况，推测发生互换的性母细胞占比大约为 3.5 %（保留一位小数）。

【答案】（1）基因在染色体上

（2）8 或 10 野生型：隐性突变型=5：1

（3）染色体结构变异 缺刻翅雌蝇：正常翅雌蝇：正常翅雄蝇=1：3：3

（4）X、Y 染色体的同源区段 $X^{AD}Y^D$ 和 $X^{ad}Y^D$

（5）6 y - w - m（或 m - w - y） 3.5

【分析】三体是某一对同源染色体比正常细胞多一条，其它同源染色体数正常，减数分裂时三条同源染色体中的两条分向一极，剩余的另一条分向另一极，因此形成的配子中一半是多一条染色体的异常配子。

【解答】解：（1）摩尔根的果蝇眼色遗传实验首次将特定基因定位于特定染色体上，从而证明基因位于染色体上。

（2）①图 1 中三体（III）野生型个体 2 含有 9 条染色体，减数第一次分裂形成的细胞中，一个细胞含

有 4 条染色体（含姐妹染色单体），另一个细胞含有 5 条染色体（含姐妹染色单体），减数第二次分裂后期由于着丝粒断裂，姐妹染色单体分离，因此一个细胞内含有 8 条染色体，一个细胞内含有 10 条染色体。故图 1 中三体（III）野生型个体 2 处于减数第二次分裂后期的性母细胞有 8 或 10 条染色体。

②若该隐性基因（设为 a）在 III 号染色体上，则亲本隐性突变体 1 的基因型为 aa，三体野生型的基因型为 AAA，子一代三体野生型基因型为 AAa，与隐性突变体 1（aa）杂交，由于 AAa 产生的配子类型和比例为 AA: a: Aa: A=1: 1: 2: 2，因此子二代基因型及比例为 AAa: aa: Aaa: Aa=1: 1: 2: 2，其表型及比例为野生型: 隐性突变型=5: 1。

（3）果蝇缺刻翅是由染色体上某个基因及其上下游 DNA 片段缺失引起的，由于缺失的片段导致基因数量减少，因此该变异属于染色体结构变异。根据雄性个体中不存在缺刻翅个体，说明缺失片段的遗传与性别相关，故推测缺失片段位于 X 染色体上，由于 DNA 片段缺失具有纯合致死效应，则缺刻翅果蝇的基因型可表示为 X^0X 和正常翅果蝇 XY，杂交得 F_1 ， F_1 中雌、雄果蝇的基因型可表示为 X^0X 、XX、XY，比例为 1: 1: 1，产生的雌配子为 X^0 : X=1: 3，产生的雄配子为 X: Y=1: 1，故 F_1 个体自由交配得 F_2 ，则 F_2 的基因型及表型和比例为缺刻翅雌（ X^0X ）: 正常翅雌（XX）: 正常翅雄（XY）: X^0Y （致死）=1: 3: 3。

（4）单独分析果蝇的刚毛和截毛：亲本为一只纯合截毛雌果蝇与一只纯合刚毛雄果蝇杂交产生 F_1 若干只， F_1 中雄、雌果蝇均为刚毛，说明刚毛为显性性状。 F_1 雌雄交配得到 F_2 ， F_2 中雄果蝇均为刚毛，雌果蝇中存在一定数量的刚毛个体和截毛个体，说明该性状的遗传与性别有关，又根据亲本雄果蝇为刚毛，子一代和子二代的雄性均为刚毛，说明亲本雄果蝇的 Y 染色体上含有刚毛基因，又因为子代雌性也存在刚毛和截毛这一性状，因此可判断控制果蝇刚毛和截毛的基因位于 X 和 Y 的同源区段上。单独分析眼色：亲本为白眼雌和红眼雄，子一代雄果蝇均为白眼，雌果蝇均为红眼，可判断控制眼色的基因位于 X 染色体上，且红眼为显性性状。则亲本基因型为 $X^{ad}X^{ad}$ 、 $X^{AD}Y^D$ ，子一代基因型为 $X^{AD}X^{ad}$ 、 $X^{ad}Y^D$ ，子一代自由交配，子二代雄果蝇的基因型为 $X^{AD}Y^D$ 和 $X^{ad}Y^D$ 。

（5）已知分别控制果蝇朱红眼、黄体、残翅的 3 种隐性突变性状基因 w、y、m 均位于 X 染色体上。将朱红眼黄体残翅雌果蝇（ $X^{wym}X^{wym}$ ）和野生型（野生型基因均用“+”表示，即 $X^{+++}Y$ ）雄果蝇杂交，得到 F_1 ，则子一代雌性个体基因型为 $X^{wym}X^{+++}$ ，若减数分裂时不发生互换，则产生两种雌配子，即 X^{wym} 、 X^{+++} ，根据表格中配子类型可知， F_1 雌果蝇产生的重组配子有 $8-2=6$ 种，根据双交换型的概率低于单交换型，且双交换型只是将中间的一个基因进行交换，因此结合表格中最下面两种配子数量最少可知，其属于双交换得到的配子，且交换的基因为 w 和 +，因此可知 w 位于 y 和 m 之间，故中 w、y、m 三种基因在 X 染色体上的顺序为 y - w - m（或 m - w - y）。互换率=重组型配子÷总配子数×2×100%，若只考虑基因 y 和 w 之间的互换情况，则互换型的配子数为 $17+16+2+3=38$ ，总配子数为

$1025+1045+17+16+45+47+2+3=2200$ ，则互换率= $38 \div 2200 \times 2 \times 100\% \approx 3.5\%$ ，即只考虑基因 y 和 w 之间的互换情况，推测发生互换的性母细胞占比大约为 3.5%。

故答案为：

（1）基因在染色体上

（2）8 或 10 野生型：隐性突变型=5：1

（3）染色体结构变异 缺刻翅雌蝇：正常翅雌蝇：正常翅雄蝇=1：3：3

（4）X、Y 染色体的同源区段 $X^{AD}Y^D$ 和 $X^{ad}Y^D$

（5）6 y - w - m（或 m - w - y） 3.5