2026 北京房山高三一模

生　　物

本试卷共 10 页，满分 100 分，考试时长 90 分钟。考生务必将答案填涂或书写在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将试卷和答题卡一并交回。

第一部分

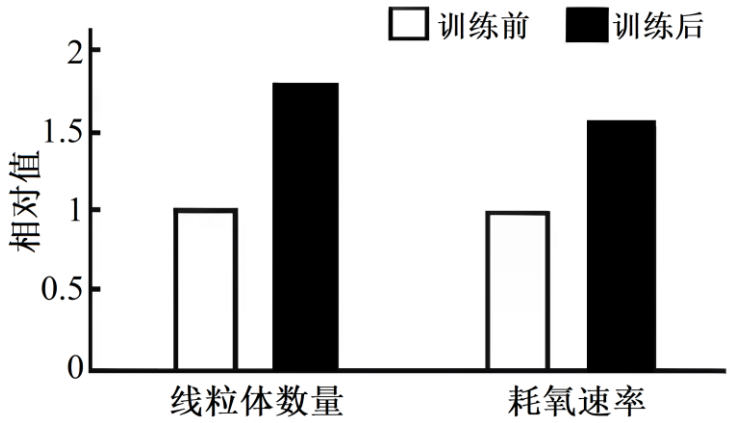
本部分共 15 题，每题 2 分，共 30 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 房山湿地调查发现一种单细胞生物 Y，具有细胞壁、核糖体和叶绿素；无线粒体和以核膜为界限的细胞核。将 Y 与蓝细菌、黑藻进行比较，下列说法错误的是（　　）

A. 都能进行光合作用　　B. 都具有核糖体

C. 都以 DNA 作为遗传物质　　D. 都不能进行有氧呼吸

2. 研究人员对健康成年人实施 8 周有氧运动训练，并检测骨骼肌线粒体的相关指标（如图）。据图分析合理的是（　　）



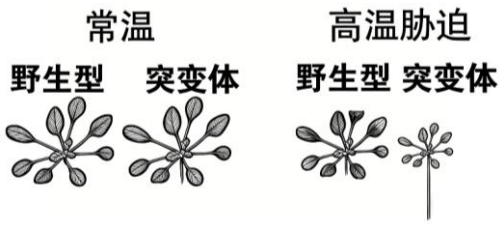
A. 训练后耗氧速率提升，说明细胞无氧呼吸占比增强

B. 线粒体数量增加，直接导致肌细胞 CO_2 释放量减少

C. 训练可增强骨骼肌细胞的有氧呼吸，提高代谢能力

D. 训练可导致每克葡萄糖代谢产生的 ATP 减少

3. 钙可增强细胞壁韧性、提高细胞膜稳定性。拟南芥 ICA 蛋白主要位于根细胞膜上，影响外源 Ca^{2+} 的吸收。研究温度对野生型与 ICA 基因缺失突变体的影响，结果如图。下列推论合理的是（　　）



A. ICA 蛋白可抑制细胞从外界吸收 Ca^{2+}

B. Ca^{2+}主要影响拟南芥根的生长

C. 突变体不同条件下均出现明显生长障碍

D. 缺失 ICA 蛋白可降低拟南芥的抗高温胁迫能力

4. 化合物 X 能显著抑制恶性黑色素瘤细胞增殖，并能诱导其高表达黑色素合成相关基因，使细胞形态趋于正常。下列说法正确的是（　　）

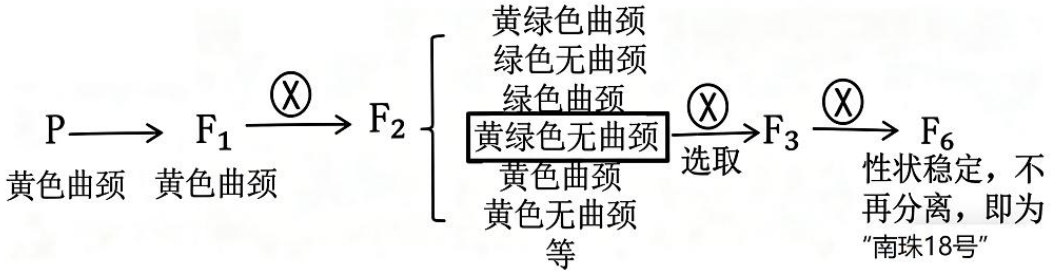
A. 肿瘤细胞被 X 诱导分化后不再含有原癌基因

B. 处理后基因表达改变，细胞全能性丧失

C. 该分化过程中细胞的遗传信息发生了改变

D. 诱导后细胞形态趋于正常，体现了基因的选择性表达

5. 下图为选育“南珠 18 号”两色观赏南瓜（上橙黄下深绿）的主要步骤。下列分析合理的是（　　）



A. 果皮颜色与颈部形态由一对等位基因控制

B. “南珠 18 号”为纯合子

C. F_2 性状分离比符合 9:3:3:1

D. 绿色对黄色为显性，无曲颈对曲颈为显性

6. 暹罗猫毛色的季节变化（冬深夏浅），主要由 TYR 基因突变，温度敏感型酪氨酸酶构象变化影响黑色素合成导致。下列分析错误的是（　　）

A. 暹罗猫毛色随温度变化属于表观遗传

B. 温度可引起酪氨酸酶活性改变

C. 环境可通过改变蛋白质的结构来影响性状

D. 基因型与环境都会影响暹罗猫的毛色

7. 考古发现，“北京人”能使用和制造石器，并有用火遗迹。据文献与头骨化石分析得出下表，最能从形态特征上支持“北京人处于从古猿向现代人中间进化过程中”的证据是（　　）

项目	古猿	北京人	现代人
五趾型四肢	+	+	+

脑容量/mL	380-540	915-1225	1300-1400
下颌与牙齿	粗壮	特化粗壮	纤细轻巧

A. 三者均有五趾型四肢

B. 能使用和制造石器，掌握用火技术

C. 脑容量介于古猿与现代人类之间

D. 下颌骨呈现异常粗壮，具有特化特征

8. 果蝇（2n=8）精巢中既能发生有丝分裂又能发生减数分裂。下列叙述错误的是（　　）

A. 果蝇一个染色体组含 4 条染色体

B. 同源染色体的联会和分离发生在减数分裂I

C. 等位基因的分离可发生在减数分裂II

D. 有丝分裂后期染色体和染色单体数目相同

9. DNA 双螺旋结构的发现运用了多种科学方法。下列方法中，在 DNA 结构模型建立与验证中未直接使用的是（　　）

A. 同位素标记法——追踪 DNA 分子的复制方式

B. 归纳法——从 X 射线衍射图谱总结 DNA 的结构

C. 假说-演绎法——提出碱基互补配对假说并以实验数据验证

D. 模型建构法——通过物理模型验证碱基的空间排列

10. 长期记忆的形成与突触后膜上 AMPA 受体数量增加有关。下列叙述正确的是（　　）

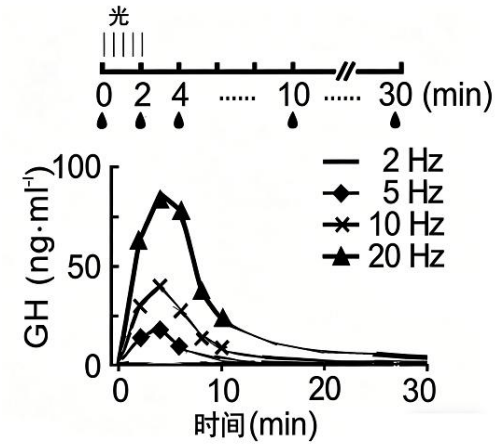
A. 神经递质释放的方式体现了细胞膜的选择透过性

B. AMPA 受体增多能增强突触的传递效率

C. AMPA 受体增多并未改变突触的结构与功能

D. 兴奋传递时，突触后膜发生电信号→化学信号的转变

11. 生长激素（GH）的释放受下丘脑分泌的生长激素释放激素（GHRH）调节。用不同频率的光刺激小鼠下丘脑 GHRH 神经元，检测血液中 GH 水平，结果如图。下列叙述错误的是（　　）



A. GH 和 GHRH 作为信使传递信息

B. 刺激频率与 GH 分泌呈负相关

C. 刺激停止后 GH 水平下降的原因是 GH 被降解

D. 下丘脑神经元的活动可调控垂体的内分泌功能

12. 北京近年将零散空地改造为“口袋公园”等小型绿地。下列关于此类绿地生态功能的叙述，正确的是（　　）

A. 增加植被种类和数量，可为城市动物提供栖息场所

B. 可作为独立生态系统，实现物质和能量的自给自足

C. 其物种丰富度可与大型自然保护区相当

D. 其环境容纳量固定不变，取决于绿地初始面积

13. 研究人员采用两种方法调查青藏高原某区域藏狐种群数量，结果如下表。下列分析正确的是（　　）

调查方法	核心操作	结果
粪便 DNA 技术	收集该区域内粪便，利用 8 对微卫星 DNA 引物进行个体识别	密度 1.08 只/km^2，共 46 只
样线法	以贯穿该区域的主要道路为样线，每日 17:00-21:00 沿样线骑行，记录个体数量及垂直距离	密度 0.607 只/km^2，共 27 只

A. 粪便 DNA 技术为非损伤性取样，估算结果无误差

B. 样线法选择藏狐活动高峰时段，可降低抽样误差

C. 两种方法结果显著差异的原因是调查面积不同

D. 粪便 DNA 技术只可统计区域内常住个体数量

14. 医院常用核酸检测和血清抗体检测来诊断是否感染支原体。下列叙述正确的是（　　）

A. 该核酸检测中使用的分子探针可用于其他病原体检测

B. PCR 体系中需加入耐高温的 DNA 连接酶

C. 抗体检测阳性而核酸检测阴性，提示可能为既往感染

D. 利用单克隆抗体药物靶向治疗支原体感染，属于细胞免疫

15. 关于“观察叶绿体和细胞质流动”、“探究植物细胞的吸水和失水”、“观察根尖分生区有丝分裂”三个实验共性的叙述，正确的是（　　）

A. 均可用洋葱鳞片叶表皮细胞作为材料

B. 观察前均需对材料进行染色处理

C. 均需先在低倍镜下找到目标区域

D. 观察过程中均需保持细胞的活性

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 夏威夷管舌雀是夏威夷群岛特有的生物，目前仅存 17 种，多数濒临灭绝。研究人员对其中一种极度濒危的管舌雀开展了种群基因组学及生态学研究。

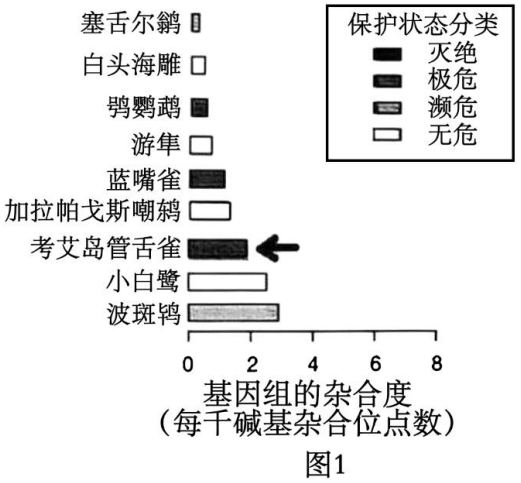


图1

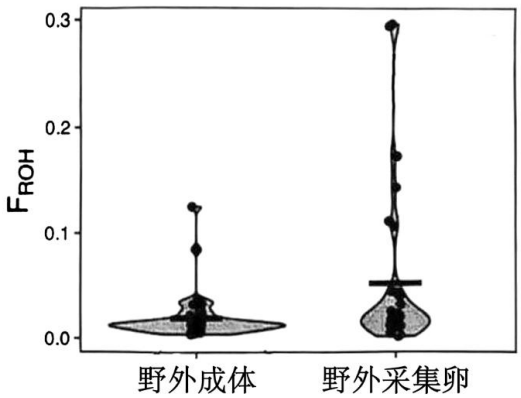


图2

（1）夏威夷群岛由多个相对孤立的岛屿组成。管舌雀祖先抵达不同岛屿后，不同种群间无法进行基因交流。经过长期的自然选择，最终产生_____，演化出 60 多个物种。

（2）研究人员检测了多种鸟类基因组的杂合度（如图 1），其可反映生物多样性中的_____多样性。发现考艾岛管舌雀的杂合度与其他多种鸟类相比_____，其濒危现状主要与 19 世纪人类无意引入的致倦库蚊传播的禽疟疾和禽痘病毒密切相关；同时人类为种植经济作物，砍伐原生森林，进一步导致鸟类失去家园。

（3）如图 2 所示，“野外采集卵”组 F_{ROH} 值高，意味着这些受精卵的基因组中来自共同祖先的纯合片段比例高，即近交程度严重。请从进化与适应角度分析野外成体组 F_{ROH} 值降低的原因_____。

（4）基于上述研究，请从生态和遗传两个角度提出减缓濒危野生动物灭绝的措施_____。

17. 学习以下材料，回答下列小题。

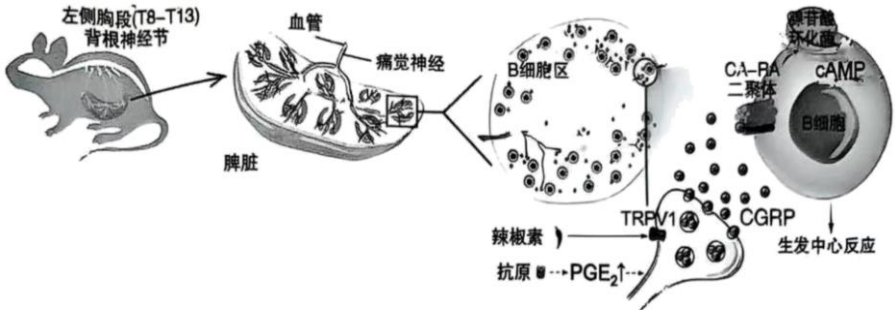
痛觉神经如何“遥控”脾脏免疫

周围感觉神经广泛支配各类组织，以监测并响应环境刺激。科学家近期发现，来源于左侧胸段 T8-T13 背根神经节（DRG）的痛觉感受神经纤维广泛沿着血管支配脾脏，并延伸至 B 细胞区。这些神经的活动能够显著促进脾脏生发中心（GC）的反应和体液免疫。生发中心是脾脏内 B 细胞接受抗原刺激后，发生细胞增殖、抗体类别转换的关键微结构。

当机体受到抗原刺激时，脾脏内会积累前列腺素 E_2（PGE_2），PGE_2 能够激活支配脾脏的痛觉神经，被激活的痛觉神经末梢会释放神经递质 CGRP。CGRP 可与 B 细胞表面高表达的二聚体 CA-RA 特异性结合，通过激活腺苷酸环化酶，促使细胞内产生第二信使环磷酸腺苷（cAMP），激活 cAMP 信号通路，促进 B 细胞参与 GC 的反应（如图）。

研究发现，通过摄入含有辣椒素的食物，也能激活这一神经通路。实验证明，喂食辣椒素的小鼠在接种流感疫苗后，其脾脏 CGRP 水平显著上升，体内产生了更高浓度的特异性抗体，且在感染真实病毒后，体重下降更少、存活率更高。

这一研究不仅揭示了“DRG-脾脏”神经免疫调节轴的关键作用，也为通过调节神经活动来增强抗病毒能力提供了新的干预思路。



（1）中枢神经系统包括_____，其发出的神经为周围神经系统，在痛觉感受神经参与下，B 细胞在 GC 处受到抗原刺激后，增殖分化为_____细胞，前者能分泌特异性抗体发挥免疫保护作用。

（2）根据文中揭示的神经-免疫调控机制，下列推断合理的是_____（多选）。

A. PGE_2 是机体受抗原刺激后激活痛觉神经的信号分子

B. 敲除 B 细胞的 CA-RA 基因会导致痛觉神经无法释放 CGRP

C. 腺苷酸环化酶激活剂可以部分恢复 CA-RA 缺失小鼠 GC 的反应

D. 辣椒素能直接作用于 B 细胞促进体液免疫

（3）据图分析 CGRP 与 B 细胞 CA-RA 特异性结合，使细胞内产生第二信使 cAMP 的生物学意义

_____。

（4）为验证“CGRP 是否以 CA-RA 为受体激活 cAMP 信号通路”，实验组所用材料、处理及检测指标应为

_____。

A. 野生型小鼠　　B. 敲除 CA-RA 基因的突变小鼠

C. 喂食辣椒素　　D. 喂食乙酰胆碱

E. 检测 PGE_2 的含量　　F. 检测 cAMP 的含量

18. 光呼吸是植物在光照下消耗 O_2 并释放 CO_2 的代谢过程（图 1），其代谢产物 2-磷酸乙醇酸（2-PG）对光合作用相关酶有毒害作用且易造成碳丢失。

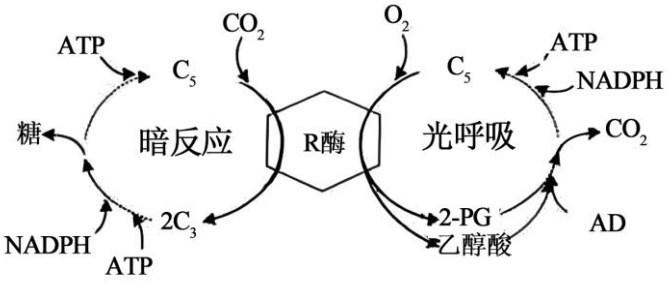


图1

（1）R 酶是一种双功能酶，据图 1 分析 R 酶的功能是_____，其作用场所是_____。

（2）PGLP 是催化 2-PG 降解的光呼吸关键酶。

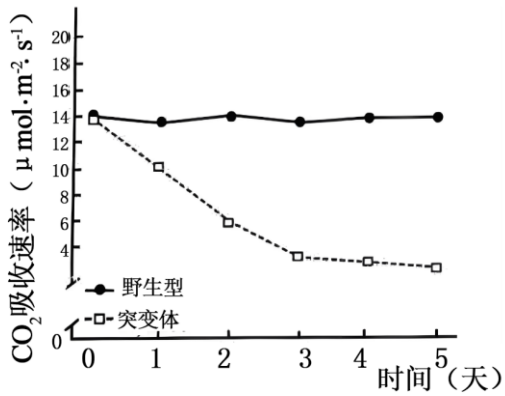


图2

①PGLP 突变体在正常浓度 CO_2 中发黄死亡（图 2）。研究发现，叶绿体内的无机磷酸库是有限的，磷酸被 2-PG 大量“占用”，会导致光反应产物_____合成受阻，同时 2-PG 抑制 C_5 再生，2-PG 积累对光合作用代谢产生毒害作用。

②依据 R 酶的特性，推测高浓度 CO_2 环境中 PGLP 突变体的 CO_2 吸收速率，在答题卡中画出_____。

（3）RNA 剪接是将前体 RNA 中的内含子转录序列剪切，将外显子转录序列连接形成成熟 mRNA 的过程（图 3）。为探究突变体前体 RNA 剪接情况，科研人员进行如下操作：提取_____的 RNA→_____→DNA→_____→电泳，依据图 4 结果做出判断并说明理由_____。

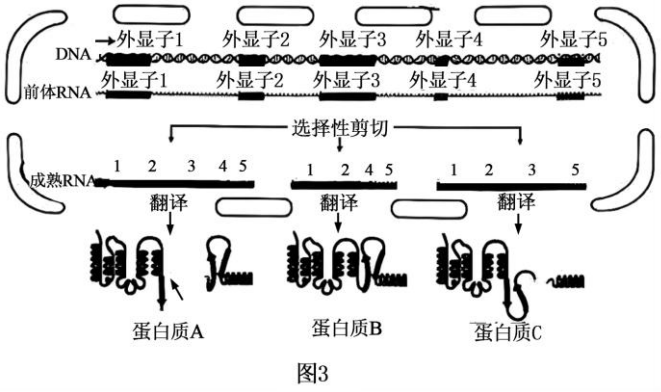


图3

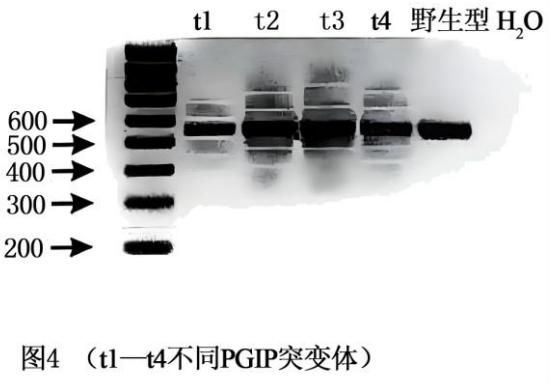


图4 （t1—t4不同PGIP突变体）

（4）为降低光呼吸造成的能量与物质损耗，研究者通过转基因技术在植物叶绿体中引入代谢旁路，使 2-PG 在叶绿体内直接被降解并释放 CO_2。与原光呼吸途径相比，该策略能提高光合产量的机制是

_____。

19. 视网膜色素变性是由于视网膜光感受器细胞异常和视网膜色素上皮功能受损引起的遗传性夜盲症。为探究其发病机制展开研究。

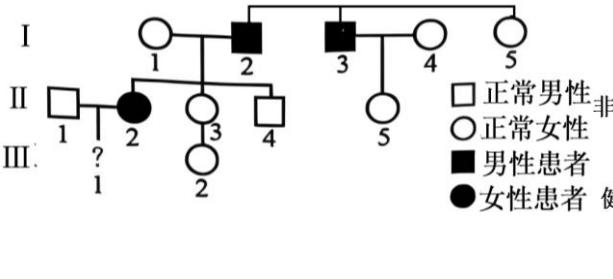


图1

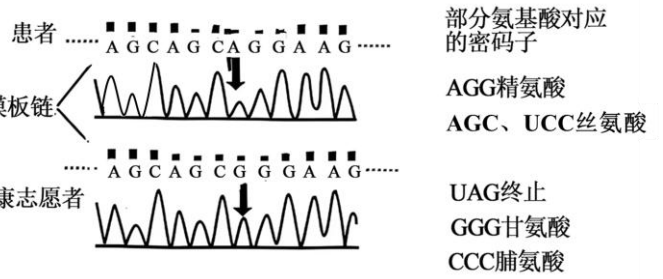


图2

（1）图 1 为该病家系图，I-1 不携带此病致病基因，据图 1 判断，该病的遗传方式是_____（填“常染色体显性遗传”或“伴 X 显性遗传”），III-1 患病的概率为_____。

（2）该病由 N23 基因突变导致（图 2），患者 N23 基因的突变是由于_____，导致翻译出的氨基酸种类发生_____的改变。

（3）为研究 N23 基因突变对视杆细胞功能的影响，利用基因工程技术，将健康志愿者和患者的 N23 基因分别导入视网膜母细胞瘤（Y79）细胞中，构建模型细胞。视网膜母细胞瘤与视杆细胞有共同的发育起源，能够模拟视杆细胞内的重要信号通路。

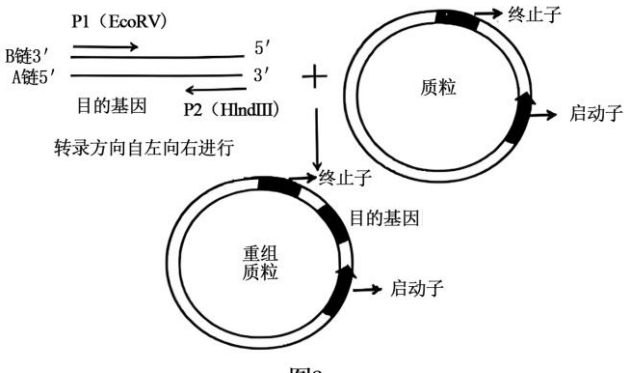


图3

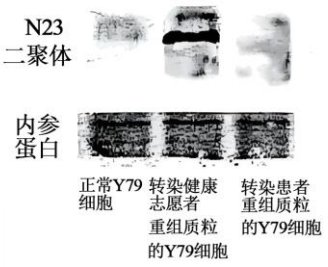


图4

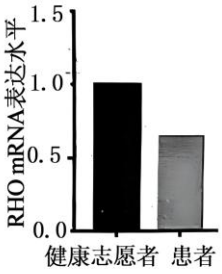


图5

①已知 N23 基因、突变基因均无 *Eco*R V和 *Hin*d III酶切位点，研究者采用特异性引物 P1 和 P2 对基因 N23 和突变基因进行扩增，构建表达载体（图 3）依据转录方向请在质粒处标出引物 *Eco*R V和 *Hin*d III酶切位点的位置_____。

②利用脂质体转染或_____法将重组质粒导入 Y79 细胞，检测相关物质表达水平（图 4、图 5）。

（4）RHO 为视杆细胞特异性表达的感受弱光的光敏色素蛋白，是产生夜视力的分子基础。正常 N23 蛋白为二聚体结构，可与 RHO 启动子结合。结合图 2、4、5 阐明遗传性夜盲症发病机制（在方框中以文字和箭头的形式作答）_____。

20. 紫花苜蓿是广泛栽培的多年生豆科牧草。在寒冷与盐碱双重胁迫（冷盐胁迫）下，苜蓿体内活性氧大量积累，导致细胞损伤、生长受阻。科研人员对冷盐胁迫下关键转录因子 MB1 的调控作用展开研究。

（1）温度、光照、重力等_____因素可参与调节植物的生长发育。冷盐胁迫可诱导苜蓿大量合成脱落酸（ABA），ABA 与_____结合后启动胞内信号转导，调控 MB1 和 MX2 相关基因表达应对冷盐胁迫。

（2）抗坏血酸（AsA）是植物重要的抗氧化物质，可清除活性氧以减轻氧化损伤。

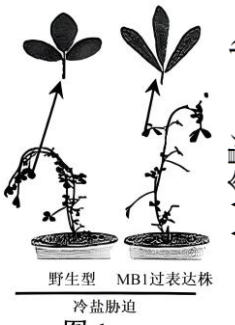


图 1

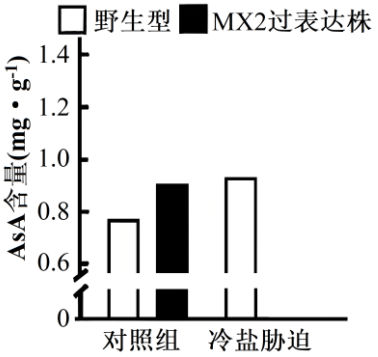


图2

①图 1 结果显示：冷盐胁迫下，与野生型相比，MB1 过表达株_____，减少蒸腾作用和防止冻害，增强苜蓿对冷盐胁迫的耐受性。

②研究表明苜蓿对冷盐胁迫的耐受性依赖转录因子 MX2 的量，请完善图 2_____。

（3）研究发现，冷盐胁迫下苜蓿体内 MR3 蛋白的表达量显著降低，研究人员进行了凝胶阻滞实验（EMSA），结果如图 3。

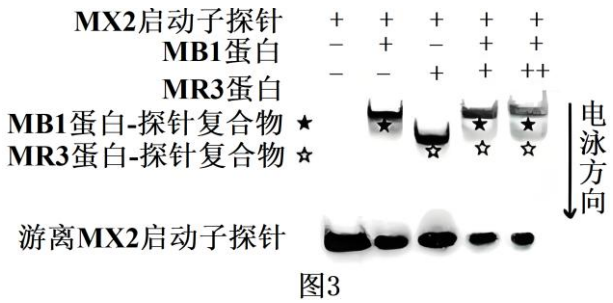


图3

EMSA：将标记的 DNA 探针与待测蛋白共孵育后进行电泳。若蛋白与探针结合，形成蛋白-探针复合物，迁

移减慢，出现阻滞带；未结合时探针快速迁移，出现游离带。

据图 3 阐述 MB1 蛋白、MX2 基因、MR3 蛋白的关系，_____。

（4）综合上述研究，阐述冷盐胁迫下苜蓿的应对策略_____。

21. 野生大豆具有高蛋白、低油脂等性状，但产量低，为获得综合性状优良的大豆品种，研究人员开展系列研究。

（1）以栽培大豆 D（2*n*=40）与野生大豆 G（2*n*=78）杂交，培育高蛋白、低油脂大豆品系甲（图 1），秋水仙素处理主要引起的可遗传变异类型为_____。异源多倍体植株的染色体组可表示为_____（用 M 表示栽培大豆染色体组，N 表示野生大豆染色体组）。$BC_{1/2/3}$…继续作为亲本的筛选依据是_____，研究者采用与 D 连续多代杂交的目的是_____。

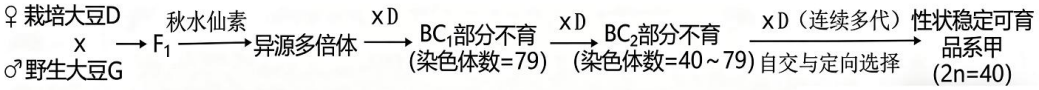


图 1

（2）影响种子重量的主要基因是 GS6，为探究其作用机制，构建图 2 的突变品系。

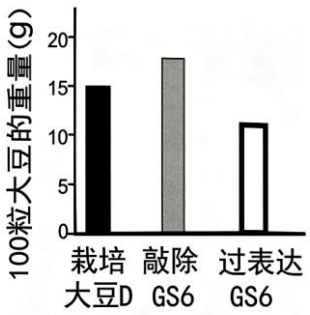


图 2

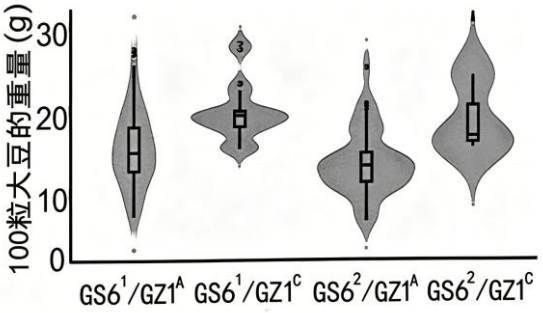


图 3（长方型箱体内横线代表重量中位数）

①据图 2 分析 GS6 基因的作用是_____。

②进一步研究发现，GS6 蛋白通过与 GZ1 蛋白互作，影响种子重量。研究者对 GS6 和 GZ1 基因测序发现，GS6 基因共有 28 种单倍型（用 1、2、3……表示，其中 1 和 2 为主要类型），GZ1 共有 3 种单倍型（用 A、B 和 C 表示），据图 3 分析可知 $GS6^1/GZ1^C$ 组合种子重量最重，依据是_____。

单倍型是指一条染色体上紧密连锁的遗传标记（如 SNP），在减数分裂时几乎不发生交换重组，以一个整体在亲代和子代间稳定遗传；

单核苷酸多态性（SNP）是基因组中特定位置上的稳定差异，可作为遗传标记辅助基因定位。

③已知 GS6 和 GZ1 基因位于不同染色体上，为了获得上述组合的目标品系，选育新的纯合植株，育种步骤如下。

a．亲本 1：利用与 GS6 基因紧密连锁的_____筛选纯合携带 GS6 目标单倍型的大豆植株。

b．亲本 2：利用与 GZ1 基因紧密连锁的 SNP（遗传标记）筛选纯合携带 GZ1 目标单倍型的大豆植株。

c．亲本 1、2 杂交得 F_1，F_1 的基因型为_____。

d．F_1 自交获得 F_2 代。

e．用遗传标记和 PCR 技术筛选符合育种要求的纯合单株（品系乙），以用于后续大规模种植。

（3）相比于品系甲，获取品系乙的方式的优势为_____（多选）。

A. 可在幼苗期鉴定，无需等到种子成熟

B. 直接针对基因型，结果准确且不受环境影响

C. 快速筛选纯合子，提高选择效率

D. 获取目标基因型个体的比例更高，所需种植规模更小

参考答案

第一部分

本部分共 15 题，每题 2 分，共 30 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

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

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 【答案】（1）生殖隔离

（2） ①. 遗传（或基因） ②. 较高

（3）带有较高 F_{ROH} 的卵基因组中积累了较多的纯合隐性有害突变，在发育为成体的过程中被环境淘汰；只有近交程度低（较低 F_{ROH}）的卵能够发育至成年，因此野外成体的 F_{ROH} 普遍偏低，上述现象是自然选择的结果

（4）生态维度：保护和恢复栖息地，防止外来物种入侵。遗传维度：避免近亲繁殖（或减少 F_{ROH}），增加种群的遗传多样性等

【小问 1 详解】

新物种形成的标志是产生生殖隔离，不同岛屿的管舌雀种群长期存在地理隔离、无法基因交流，经自然选择最终产生生殖隔离，演化出多个新物种。

【小问 2 详解】

基因组杂合度反映种群内基因的差异，属于生物多样性中的遗传（基因）多样性。从图 1 可直观看出，考艾岛管舌雀的基因组杂合度高于多数其他鸟类。

【小问 3 详解】

F_{ROH} 值越高，意味着基因组中来自共同祖先的纯合片段比例越高，隐性有害基因纯合表达的概率越大，即近交程度越严重，这类个体适应环境能力差，会在发育为成体的过程中被环境淘汰；只有近交程度低（较低 F_{ROH}）的卵能够发育至成年，因此野外成体的 F_{ROH} 普遍偏低，上述现象是自然选择的结果。

【小问 4 详解】

减缓濒危野生动物灭绝，从生态角度分析，关键要保护和恢复栖息地，防止外来物种入侵；从遗传角度分析，要防止近亲繁殖（或减少 F_{ROH}），增加种群的遗传多样性等。

17. 【答案】（1）　①. 脑和脊髓　②. 浆细胞和记忆 B 细胞　（2）AC

（3）CGRP 与 B 细胞 CA-RA 特异性结合，激活腺苷酸环化酶，酶具有高效性，产生大量 cAMP，实现信号放大，促进 B 细胞参与 GC 的反应　（4）BCF

【小问 1 详解】

中枢神经系统由脑和脊髓组成，这是中枢神经系统的基本构成。B 细胞在生发中心（GC）受抗原刺激后，会增殖分化为浆细胞和记忆 B 细胞，其中浆细胞能够分泌特异性抗体，从而发挥免疫保护作用。

【小问 2 详解】

A、由题意可知，“当机体受到抗原刺激时，脾脏内会积累前列腺素 E_2（PGE_2），PGE_2能够激活支配脾脏的痛觉神经”，所以 PGE_2是机体受抗原刺激后激活痛觉神经的信号分子，A 正确；

B、CGRP 是痛觉神经释放的神经递质，B 细胞的 CA - RA 基因缺失只会影响 B 细胞，不会使痛觉神经无法释放 CGRP，B 错误；

C、因为 CGRP 通过激活腺苷酸环化酶促使细胞内产生 cAMP 来促进 B 细胞参与 GC 反应，所以腺苷酸环化酶激活剂可以部分恢复 CA-RA 缺失小鼠 GC 的反应，C 正确；

D、文中表明是通过摄入含有辣椒素的食物激活痛觉神经通路，进而影响 B 细胞，并非辣椒素直接作用于 B 细胞，D 错误。

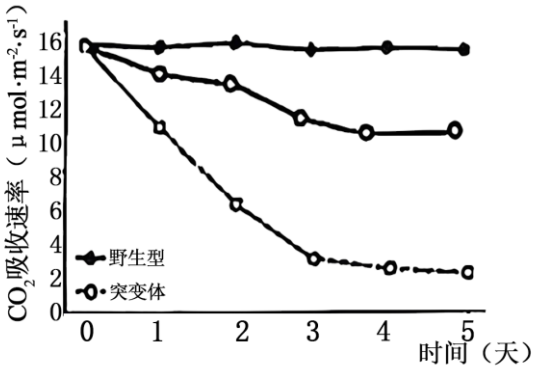
【小问 3 详解】

CGRP 与 B 细胞 CA-RA 特异性结合，使细胞内产生第二信使 cAMP 的生物学意义是 CGRP 与 B 细胞 CA-RA 特异性结合，激活腺苷酸环化酶，酶具有高效性，产生大量 cAMP，实现信号放大，促进 B 细胞参与 GC 的反应。

【小问 4 详解】

要验证“CGRP 是否以 CA - RA 为受体激活 cAMP 信号通路”，实验的自变量是 CA-RA 基因的有无，因变量是 cAMP 的含量，所以实验组所用材料、处理及检测指标应为：敲除 CA - RA 基因的突变小鼠（作为实验组材料，缺失 CA - RA 基因）、喂食辣椒素（激活神经通路，模拟自然情况）、检测 cAMP 的含量（观察信号通路是否激活），即 B、C、F。

18. 【答案】（1）　①. 催化 C_5 与 CO_2 或与 O_2 的结合　②. 叶绿体基质

（2） ①. ATP、NADPH ②. 

（3） ①. 野生型和不同突变体 ②. 逆转录 ③. PCR ④. 判断：突变导致前体 mRNA 剪接异常，理由：野生型电泳结果只有一条带，而突变体有多条带，说明突变体产生多种长度异常的 mRNA

（4）在叶绿体基质中直接释放 CO_2，提高了 R 酶周围的 CO_2 浓度，减少 2-PG 积累，减轻对植物的毒害，促进了光合作用

【分析】1、转录过程以四种核糖核苷酸为原料，以 DNA 分子的一条链为模板，在 RNA 聚合酶的作用下消耗能量，合成 RNA。2、翻译过程以氨基酸为原料，以转录过程产生的 mRNA 为模板，在酶的作用下，消耗能量产生多肽链。多肽链经过折叠加工后形成具有特定功能的蛋白质。

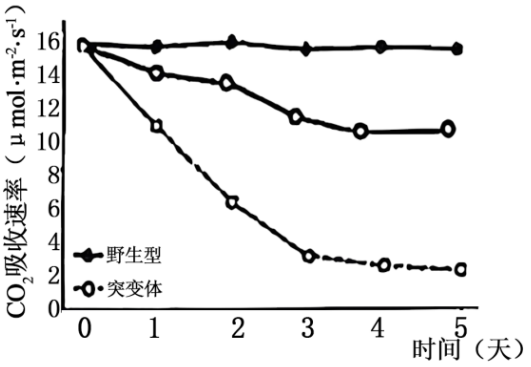
【小问 1 详解】

R 酶全称核酮糖二磷酸羧化酶 / 加氧酶（Rubisco），是光合作用暗反应的核心酶，也是光呼吸的关键酶，具有双重催化活性： 当 CO_2浓度高时，催化 C_5（RuBP）与 CO_2结合，启动卡尔文循环（暗反应），固定 CO_2合成有机物； 当 O_2浓度高、CO_2浓度低时，催化 C_5与 O_2结合，启动光呼吸，最终生成 2 - 磷酸乙醇酸（2-PG）。 从图 1 可以直接看出：R 酶一侧连接暗反应（CO_2参与），一侧连接光呼吸（O_2参与），因此功能是催化 C_5与 CO_2/O_2的结合。 作用场所：暗反应和光呼吸的第一步都发生在叶绿体基质中，因此 R 酶的作用场所是叶绿体基质。

【小问 2 详解】

①PGLP 是催化 2-PG 降解的关键酶，突变体无法降解 2-PG，导致 2-PG 大量积累，占用了叶绿体中有限的无机磷酸（Pi），使 ADP 无法获得 Pi 合成 ATP、$NADP^+$无法顺利再生 NADPH，因此光反应产物 ATP、NADPH 的合成受阻。

②野生型：CO_2吸收速率高，曲线平缓（黑色实心点，与原图一致）； 突变体：高 CO_2浓度下，R 酶优先结合 CO_2，光呼吸被抑制，2-PG 生成减少，因此 CO_2吸收速率高于正常 CO_2下的突变体，低于野生型，曲线呈缓慢下降趋势（空心点，斜率远小于正常 CO_2下的突变体），最终稳定在较高水平。如图：



【小问 3 详解】

实验流程：提取 RNA：要对比野生型和突变体的 RNA 剪接情况，必须同时提取野生型和不同 PGLP 突变体（t1-t4）的总 RNA，作为实验材料。 RNA→DNA：RNA 无法直接扩增，需要通过逆转录（反转录），以 RNA 为模板合成 cDNA（互补 DNA）。 DNA→电泳：对 cDNA 进行 PCR（聚合酶链式反应）扩增，获得足够量的 DNA 片段，再通过琼脂糖凝胶电泳分离不同长度的 DNA 片段，通过条带位置判断 mRNA 长度。

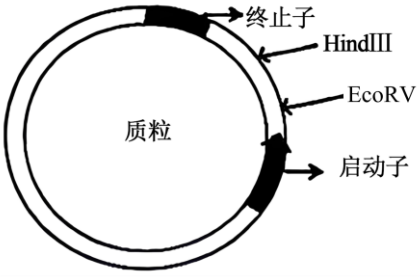
野生型：只有 1 条清晰的条带，说明野生型的前体 mRNA 能正常剪接，只产生 1 种长度正常的成熟 mRNA； 突变体（t1-t4）：出现多条不同位置的条带，说明突变体的前体 mRNA 剪接异常，产生了多种长度不同的异常 mRNA，最终会翻译出异常蛋白，导致 PGLP 功能丧失。

【小问 4 详解】

原光呼吸的弊端：光呼吸会消耗 O_2、释放 CO_2，同时产生有毒的 2-PG，造成能量和物质的浪费，还会抑制光合作用； 转基因策略的优势：在叶绿体中引入代谢旁路，让 2-PG 直接在叶绿体基质中被降解并释放 CO_2，带来两个核心好处： 提高局部 CO_2浓度：R 酶周围 CO_2浓度升高，竞争性抑制 R 酶与 O_2的结合，减少光呼吸的启动，降低能量损耗； 消除 2-PG 的毒害：2-PG 被直接降解，避免其积累占用无机磷酸、抑制 C_5再生，解除对光合作用的抑制； 回收 CO_2：释放的 CO_2可直接被 R 酶固定，重新进入卡尔文循环，提高碳利用率，最终提升光合产量。

19. 【答案】（1） ①. 常染色体显性遗传 ②. 1/2

（2） ①. 碱基对发生替换 ②. 由甘氨酸变为精氨酸

（3） ①. 

②. 显微注射

（4）N23 基因突变→导致翻译出的氨基酸由甘氨酸变为了精氨酸→突变型 N23 蛋白结构异常无法形成正常

二聚体→无法有效激活 RHO 的转录，RHO 的表达量减少→视杆细胞感光功能障碍→夜盲症状

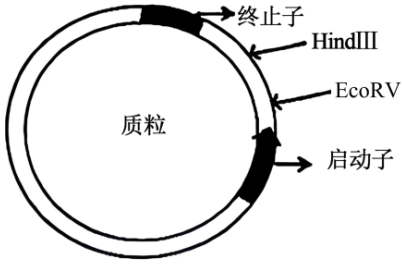
【小问 1 详解】

I-1 不携带致病基因，I-2 患病，他们的女儿II-2 患病；同时I-3 患病、I-4 正常，他们的后代无患病个体。若为伴 X 显性遗传，I-3（患病男性）的女儿应全部患病，但家系中I-3 的女儿II-5 正常，因此排除伴 X 显性遗传。结合“有中生无”（I-1 正常、I-2 患病，后代有正常个体）的特点，判断该病为常染色体显性遗传。控制该病基因设为 A、a，II-1 正常（基因型为 aa），II-2 患病（基因型为 Aa，因为I-1 为 aa、I-2 为 Aa）。二者后代III-1 的患病概率为 1/2。

【小问 2 详解】

由图 2 可知，患者 N23 基因的突变是由于一个碱基对（C-G）被替换成另一个碱基对（T-A），即患者 N23 基因的突变是由于碱基对发生替换。健康志愿者相应位置模板链碱基为 CCC，转录出的密码子为 GGG，对应的氨基酸为甘氨酸；患者相应位置模板链的碱基为 TCC，转录出的密码子为 AGG，对应的氨基酸为精氨酸，故患者 N23 基因突变后导致翻译出的氨基酸种类发生的改变是由甘氨酸变为精氨酸。

【小问 3 详解】

①已知 N23 基因、突变基因均无 EcoRV和 HindIII酶切位点，研究者用特异性引物 P1 和 P2 对基因 N23 和突变基因扩增构建表达载体。因为转录方向是从启动子到终止子，所以在质粒上，EcoRV酶切位点应在 P1 引物一侧，HindIII酶切位点应在 P2 引物一侧，标注如下：

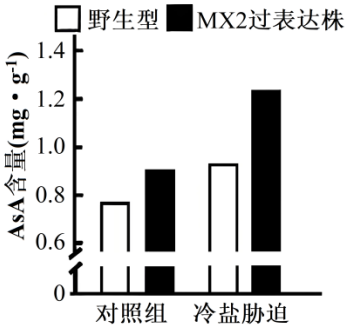
。

②将重组质粒导入动物细胞（Y79 细胞），常用的方法有脂质体转染法和显微注射法。

【小问 4 详解】

由题意可知，正常 N23 蛋白为二聚体结构，可与 RHO 启动子结合。结合图 2、4、5，遗传性夜盲症发病机制为：N23 基因突变→导致翻译出的氨基酸由甘氨酸变为了精氨酸→突变型 N23 蛋白结构异常无法形成正常二聚体→无法有效激活 RHO 的转录，RHO 的表达量减少→视杆细胞感光功能障碍→遗传性夜盲症。

20. 【答案】（1）　①. 环境　②. 受体

（2）　①. 叶片变窄　②. 

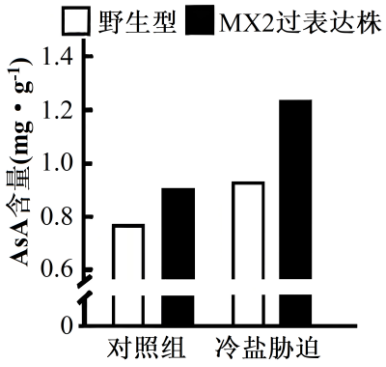
（3）MR3 与 MB1 竞争性结合 MX2 基因（启动子）

（4）冷盐胁迫诱导 ABA 合成，ABA 促进 MB1 表达；冷盐胁迫同时使 MR3 表达降低，减弱了 MR3 对 MX2 启动子的竞争性占位，MB1 对 MX2 的转录激活增强，促进 AsA 合成，清除过量活性氧，减轻细胞损伤。

【小问 1 详解】

温度、光照、重力等属于环境因素，可参与调节植物的生长发育。ABA 作为一种植物激素，需与受体结合后才能启动胞内信号转导，调控相关基因表达。

【小问 2 详解】

从图 1 可知，冷盐胁迫下，与野生型相比，MB1 过表达株叶片变窄，这样的形态变化可减少蒸腾作用和防止冻害，增强苜蓿对冷盐胁迫的耐受性。苜蓿对冷盐胁迫的耐受性依赖转录因子 MX2 的量，图 2 是野生型和 MX2 过表达株在对照组和冷盐胁迫下 AsA 含量的情况，AsA 可清除活性氧以减轻氧化损伤，所以冷盐胁迫下，MX2 过表达株的 AsA 含量应高于冷盐胁迫下野生型 AsA 含量和对照组 MX2 过表达株 AsA 含量，此处应补充如图所示：

。

【小问 3 详解】

从图 3 的凝胶阻滞实验结果来看，MB1 蛋白和 MR3 蛋白都能与 MX2 启动子探针结合形成复合物，但当 MB1 蛋白和 MR3 蛋白同时存在时，MB1 蛋白-探针复合物的量更多，说明 MR3 与 MB1 竞争性结合 MX2 基因。

【小问 4 详解】

综合上述研究，冷盐胁迫诱导苜蓿体内 ABA 合成，ABA 促进 MB1 表达；同时冷盐胁迫使 MR3 表达降低，减弱了 MR3 对 MX2 启动子的竞争性占位，这样 MB1 对 MX2 的转录激活增强，进而促进 AsA 合成，AsA 是植物重要的抗氧化物质，可清除过量活性氧，减轻细胞损伤，这就是冷盐胁迫下苜蓿的应对策略。

21.【答案】（1） ①. 染色体数目变异 ②. MMNN ③. 种子高蛋白、低油脂 ④. 除高蛋白、低油脂等有利基因外其他遗传背景与栽培大豆相同，并减少野生大豆基因组比例

（2） ①. 对种子重量的增加起抑制作用（抑制种子生长或生长发育） ②. 100 粒大豆重量中位数比其他组合高 ③. SNP（遗传标记） ④. $GS6^{1}GS6GZ1^{C}GZ1$ （3）ABC

【小问 1 详解】

秋水仙素能抑制纺锤体的形成，使染色体数目加倍，所以用秋水仙素处理主要引起染色体数目变异，栽培大豆染色体组为 M，野生大豆染色体组为 N，栽培大豆与野生大豆杂交，F_1 染色体组为 MN，秋水仙素使染色体数目加倍，则异源多倍体植株染色体组表示为 MMNN。因为要培育高蛋白、低油脂的大豆品种，所以筛选依据是种子高蛋白、低油脂。连续多代与栽培大豆 D 杂交，目的是除了保留高蛋白、低油脂等有利基因外，让其他遗传背景与栽培大豆相同，并且减少野生大豆基因组比例，使培育出的品种更接近栽培大豆的优良特性。

【小问 2 详解】

从图 2 可以看出，与栽培大豆 D 相比，敲除 GS6 基因后 100 粒大豆的重量增加，过表达 GS6 基因后 100 粒大豆的重量降低，所以 GS6 基因对种子重量的增加起抑制作用。观察图 3，由于 $GS6^{1}/GZ1^{C}$ 组合下 100 粒大豆重量中位数比其他组合高，所以 $GS6^{1}/GZ1^{C}$ 组合种子重量最重。由于亲本 2 是利用与 GZ1 基因紧密连锁的 SNP（遗传标记）筛选纯合携带 GZ1 目标单倍型的大豆植株，所以亲本 1 是利用与 GS6 基因紧密连锁的 SNP（遗传标记）筛选纯合携带 GS6 目标单倍型的大豆植株。由于 $GS6^{1}/GZ1^{C}$ 组合种子重量最重，所以筛选出纯合携带 GS6 目标单倍型的亲本 1 基因型为 $GS6^{1}GS6^{1}GZ1GZ1$，筛选出纯合携带 GZ1 目标单倍型的亲本 2 基因型为 $GS6GS6GZ1^{C}GZ1^{C}$，那么亲本 1、2 杂交得 F_1，F_1基因型为 $GS6^{1}GS6GZ1^{C}GZ1$。

【小问 3 详解】

A、获取品系乙利用遗传标记和 PCR 技术，可在幼苗期通过检测相关基因型进行鉴定，无需等到种子成熟，A 正确；

B、利用遗传标记和 PCR 技术，直接针对基因型进行筛选，结果准确，而且不受环境因素的影响，B 正确；

C、通过检测相关基因型进行鉴定，能够快速筛选出纯合子，提高了选择效率，C 正确；

D、F_1基因型为 $GS6^{1}GS6GZ1^{C}GZ1$，F_1 自交获得 F_2 代，目标纯合个体 $GS6^{1}GS6^{1}GZ1^{C}GZ1^{C}$ 仅占 1/16，而品系甲经过多代回交与自交选择，目标个体比例远高于 1/16，因此要获得相同数量的目标株，品系乙需要种植的总植株数是品系甲的数倍，另一方面，获取品系乙利用遗传标记和 PCR 技术筛选纯合株，需种植较多植株提供足够样本进行基因型检测筛选，因此品系乙需要更大的种植规模，D 错误。