2026 北京昌平高三一模

生　　物

本试卷共 10 页，共 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将答题卡交回。

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. 下列有关酵母菌和大肠杆菌的叙述正确的是（　　）

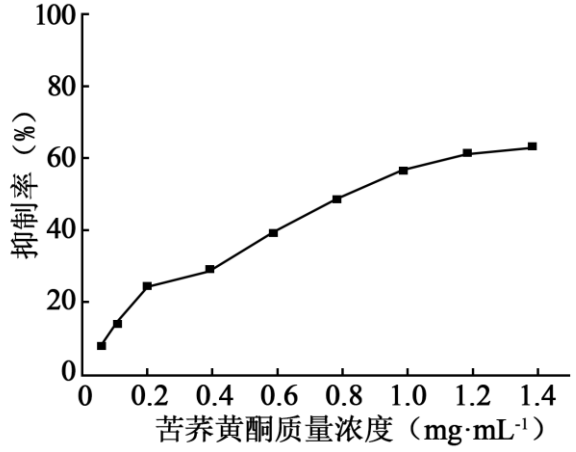
A. 均有以核膜为界限的细胞核

B. 均以 DNA 为遗传物质

C. 蛋白质均在内质网合成

D. 有氧时呼吸作用均受抑制

2. 人体内黄嘌呤氧化酶（XO）活性异常升高可导致高尿酸血症。研究人员发现苦荞黄酮可通过结合 XO 的活性中心，抑制其活性，并检测了不同浓度苦荞黄酮对 XO 的抑制率，结果如图。相关叙述正确的是（　　）



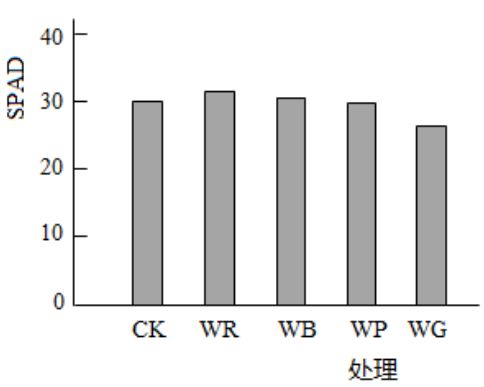
A. 苦荞黄酮通过与 XO 结合，提高催化反应的活化能

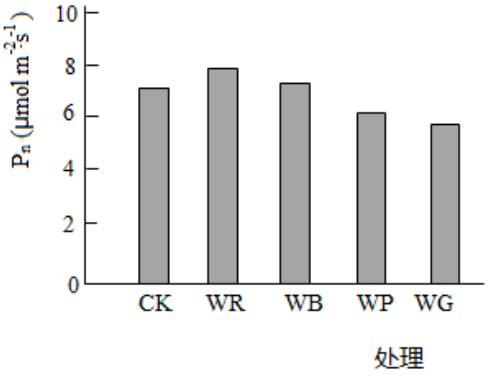
B. 苦荞黄酮浓度越高，高尿酸血症症状越严重

C. 实验中药品添加顺序为黄嘌呤、XO、苦荞黄酮

D. 该实验不支持底物浓度可影响酶促反应速率

3. 科研人员设置了 5 种光照处理：白光（CK）、白光:红光=4:1（WR）、白光:蓝光=4:1（WB）、白光:紫光=4:1（WP）、白光:绿光=4:1（WG），检测幼苗期青花菜相对叶绿素含量（SPAD）与净光合速率（Pn）结果如下图。相关叙述不正确的是（　　）





A. 实验应在相同光照强度与光照时长下进行

B. 生产中可提高蓝光比例来提升净光合速率

C. 相对叶绿素含量与净光合速率呈正相关，说明叶绿素是吸收光能的核心分子

D. WR 组净光合速率最高，可能是补红光后叶绿素含量提升，促进了光反应

4. 科研人员研究宁夏枸杞可育系“宁杞 1 号”和雄性不育系“宁杞 5 号”，发现二者花粉母细胞均可形成正常配子。“宁杞 5 号”花粉母细胞减数分裂形成的 4 个雄配子（被胼胝质包裹）败育，原因是绒毡层细胞发育异常致胼胝质酶缺乏，胼胝质无法降解。相关叙述正确的是（　　）

A. “宁杞 5 号”雄性不育的根本原因是花粉母细胞减数分裂异常

B. “宁杞 1 号”与“宁杞 5 号”杂交，获得的子代为单倍体植株

C. 胼胝质无法降解导致“宁杞 5 号”雄配子败育，体现了基因对性状的间接控制

D. 与诱变育种相比，以“宁杞 5 号”为基础的杂交育种可大幅提高突变率

5. 科研人员通过对提塔利克鱼化石进行研究，发现该物种是水生鱼类向陆生四足动物演化的关键过渡类型，其鳍演化为四肢，形成胸骨与肋骨，是适应陆地环境的重要表现。相关叙述不正确的是（　　）



提塔利克鱼复原图

A. 提塔利克鱼的化石为研究鱼类向陆生四足动物过渡提供了直接证据

B. 水生鱼类向陆生四足动物演化的实质是种群基因频率的定向改变

C. 控制四肢发育的基因频率升高，是因为环境诱导产生了有利突变

D. 提塔利克鱼的发现丰富了人们对脊椎动物登陆过程的认识

6. 谷氨酸（Glu）是中枢神经系统中重要的兴奋性神经递质，其过度释放会成为一种神经毒素，诱发失眠。相关叙述不正确的是（　　）

A. Glu 由突触前神经元以胞吐方式释放，该过程需要消耗能量

B. Glu 与受体结合后可引起 Na^+内流，扩大突触后膜的电位差

C. Glu 与突触后膜受体结合后，将化学信号转变为电信号

D. Glu 发挥作用后需迅速清除，以防突触后神经元持续兴奋

7. 科研人员将大鼠分为两组，ZLC 大鼠和 ZDF 大鼠分别饲喂普通饲料和高脂高糖饲料，一段时间后检测空腹血糖水平，结果如表。相关叙述正确的是（　　）

时间	ZLC 组（mmol/L）	ZDF 组（mmol/L）
8 周	5.3	5.4
10 周	5.6	6.5
12 周	5.2	8
14 周	5.7	16
16 周	5.7	20

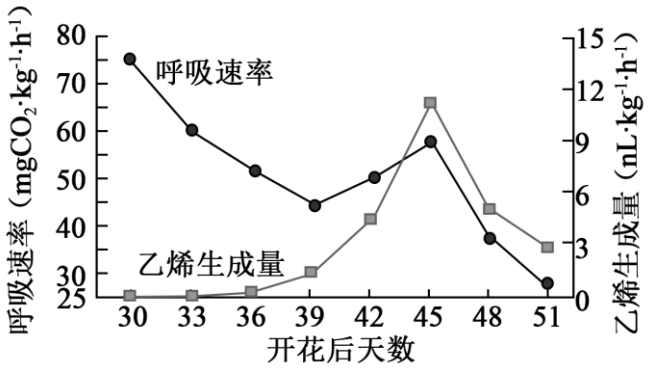
A. 第 8 周两组大鼠血糖无显著差异，此时两组大鼠胰岛素分泌水平不同

B. 本实验的自变量是进食饲料的时间，因变量是大鼠的空腹血糖水平

C. 胰高血糖素分泌增加是导致 ZDF 组大鼠血糖持续升高的主要原因

D. 饲喂胰岛素可有效缓解 ZDF 大鼠高血糖症状，维持机体内环境稳态

8. 科研人员测量番茄果实开花后 30 天至完全成熟期间的呼吸速率及乙烯生成量，结果如图。相关推测合理的是（　　）



A. 植物的呼吸速率不依赖于激素调节

B. 细胞呼吸为乙烯的合成提供能量

C. 开花 39 天番茄果实发育成熟

D. 开花 39 天后呼吸速率与乙烯生成量趋势一致，具有协同作用

9. 互花米草是一种入侵植物，入侵后成为麋鹿冬季的主要食物来源。江苏大丰麋鹿保护区大规模治理互花米草后，麋鹿的食源大幅减少。相关叙述不正确的是（　　）

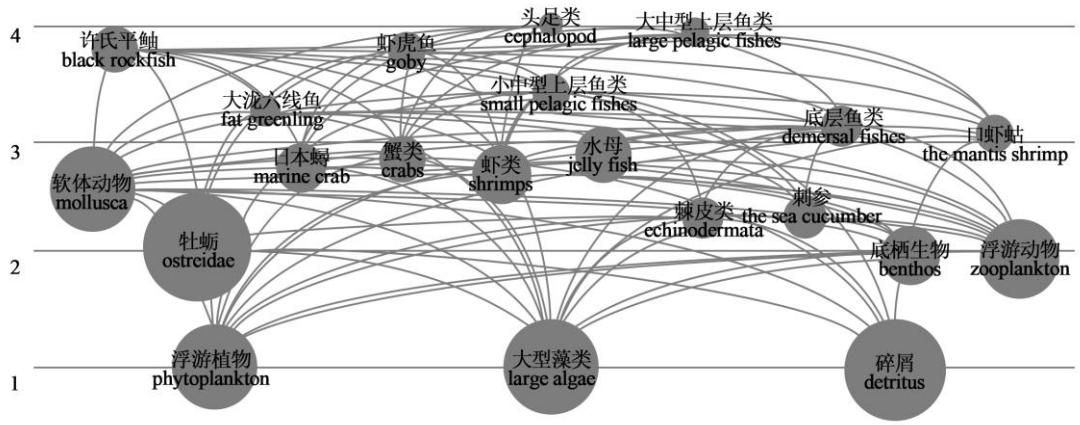
A. 互花米草的入侵改变了麋鹿的生态位

B. 麋鹿可通过取食互花米草，影响后者的空间分布

C. 治理互花米草可提高野生麋鹿种群的 K 值

D. 为保护麋鹿种群，应在治理互花米草后补种本土植物

10. 下图为某海洋牧场区生态系统部分食物网示意图，其中来自碎屑功能组（以有机碎屑为营养来源的生物集合）的物质占系统总物质来源的 37.7%，来自浮游植物和大型藻类的占 62.3%。相关叙述错误的是（　　）



注：圆圈大小代表生物量；1～4 为营养级

A. 能量从第 1 到第 4 营养级呈现单向流动、逐级递减的特点

B. 以生产者为起点的食物链在物质流动中占主导地位

C. 最高营养级生物的能量根本来源是碎屑和生产者

D. 若适度捕捞虾类和蟹类不会造成生态系统崩溃

11. 某地区依托我国特有木本油料树种元宝枫构建生态经济林工程，通过规模化种植元宝枫实现防风固沙、保持水土的生态效益，同时发展种苗培育、木材及油料加工等产业，兼顾生态保护与经济发展，推动区域可持续发展。相关叙述错误的是（　　）

A. 种植元宝枫可防风固沙、保持水土，体现生物多样性的间接价值

B. 生态工程建设需遵循整体、协调、循环、自生等原理，兼顾生态与经济效益

C. 扩大元宝枫纯林种植面积，能显著提升当地生态系统的稳定性与生物多样性

D. 该区域生态足迹增大，可能与种苗培育、木材及油料加工等生产活动有关

12. 研究人员从重金属污染土壤中筛选出一株耐镉并促进植物生长的菌株——高地芽胞杆菌。相关叙述错误的是（　　）

A. 实验中应使用含镉培养基作为选择培养基

B. 可用稀释涂布法或平板划线法筛选高地芽胞杆菌

C. 大规模发酵培养该菌株需控制溶氧、温度、pH 等条件

D. 高地芽胞杆菌可替代化肥用于镉污染农田的农业生产

13. 科研人员以长叶轮钟草茎段为外植体，设置 MS、1/2MS（把 MS 培养基的大量元素浓度减半，其余成分不变）两种基础培养基，搭配不同浓度 6-BA、2，4-D 进行愈伤组织诱导实验，结果如下表。相关叙述错误的是（　　）

培养基	6-BA/（mg/L）	2，4-D（mg/L）	愈伤组织诱导率（%）	生长状况
MS	0.5	0.5	79.17	生长一般、质地紧密、白色
MS	1	1	58.33	生长一般、质地紧密、浅白
MS	1.5	1.5	79.17	生长良好、质地紧密、深白
1/2MS	0.5	1	100.00	生长良好、质地紧密、白色
1/2MS	1	1.5	100.00	生长好、质地紧密、深白
1/2MS	1.5	0.5	100.00	生长好、质地紧密、白色

注：6-BA 属于细胞分裂素类植物生长调节剂，2，4-D 属于生长素类植物生长调节剂

A. 植物组织培养的原理是植物细胞具有全能性

B. 每瓶接种的外植体数量相同，观察愈伤组织的时间点一致

C. 本实验无法比较激素和培养基哪个因素对愈伤组织诱导的影响更显著

D. 要进一步验证最佳配方，需在三个 1/2MS 处理中选择一组进行重复实验

14. NDRG2 基因表达量在阿尔茨海默病（AD）患者脑内异常升高，研究人员构建能表达 NDRG2 反义 RNA（与 NDRG2 mRNA 互补的 RNA 分子）的基因表达载体，导入 AD 模型小鼠海马神经元以抑制该基因表达。相关叙述正确的是（　　）

A. 需用同种限制性内切核酸酶获取目的基因、切割表达载体

B. NDRG2 反义 RNA 通过与 NDRG2 的 mRNA 结合抑制其转录

C. 用 DNA 聚合酶将相关片段与载体连接形成重组 DNA 分子

D. 将重组质粒导入农杆菌，再利用农杆菌感染小鼠海马神经元

15. 下列有关生物实验材料或操作的叙述，正确的是（　　）

A. 观察植物细胞质壁分离时，可用黑藻叶肉细胞作为实验材料

B. 探究酵母菌细胞呼吸方式时，可用溴麝香草酚蓝溶液检测酒精

C. 鉴定蛋白质时，先加 $CuSO_4$ 溶液，摇匀后再加 NaOH 溶液

D. 提取叶绿体中色素时，加入无水乙醇的目的是防止色素被破坏

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 为改善过度放牧导致的草地退化问题，科研人员以内蒙古呼伦贝尔退化草原为研究对象，探究不同修复方式对草地植被群落特征及土壤养分的影响。

（1）羊草是该草原群落中的优质牧草，其生活力强、个体数量多且生物量大，对群落中其他物种影响也很大，据此判断羊草是该群落中的_____种。

（2）科研人员对同一样地的不同区域分别利用围封（WF）、施用农家肥（NJF）和机械打孔+施用农家肥（DNJF）措施进行处理，一段时间后检测群落的物种丰富度及羊草生物量，结果如图 1。

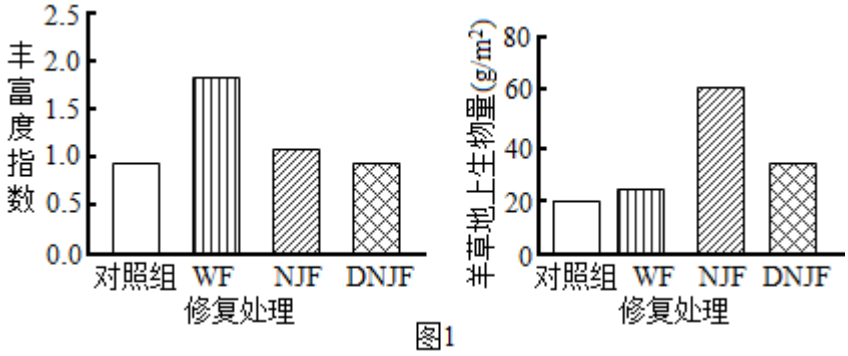


图1

①该研究应选择_____的样地进行实验。

②结果表明_____处理对草地植被群落物种多样性恢复影响最显著。推测农家肥处理对群落物种多样性恢复无明显影响的原因是_____。

（3）已知机械打孔促进物质向土壤深层渗入，土壤含氮量是衡量土壤肥力的核心指标，对生态系统的可持续发展具有重要作用。科研人员进一步探究不同修复处理对土壤氮含量的影响，结果如图 2。

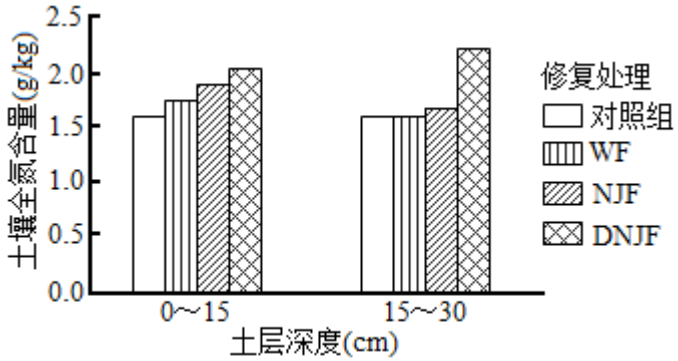


图2

实验结果表明 DNJF 修复处理方式对土壤氮含量提升效果最明显，推测原因是_____。

（4）不同修复措施对退化草原恢复的效果不同，说明人类活动会使群落演替按照不同于自然演替的

_____进行。

17. 肾素由肾脏球旁颗粒细胞（JG 细胞）合成并分泌，在调控血压稳态的肾素-血管紧张素-醛固酮系统（RAAS）中可促进血管紧张素II（AngII）的生成，AngII可引起血管收缩导致血压上升，也可促进醛固酮分泌导致血压上升。PIEZO2 是机械敏感阳离子通道蛋白，为探究 PIEZO2 如何调控肾素分泌并影响血压，科研人员开展如下研究。

（1）PIEZO2 存在于肾脏 JG 细胞、外周血管壁细胞中，而皮质及髓质等部位的细胞中不存在，其原因是_____。

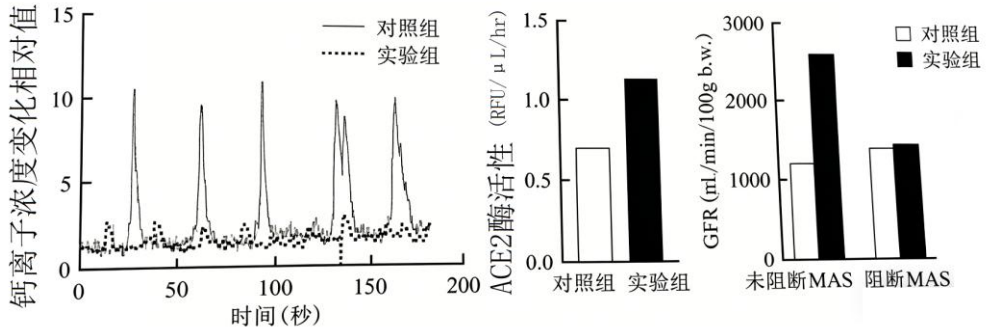
（2）科研人员构建 PIEZO2 缺失小鼠，检测 RAAS 系统的相关指标，结果如下表。

组别	肾素（ng/mL）	AngⅡ（pg/mL）	醛固酮（pg/mL）	全身血压 mmHg
对照组	+	+	+	+
实验组	++	+	+	++

注：“+”数量多少代表数值大小

实验结果表明_____。

（3）为进一步明确 PIEZO2 调节血压的机制，科研人员继续进行实验，结果如下图。



已知 ACE2 酶可将 AngII转化为 Ang（1-7），后者可激活入球小动脉上的特异性受体（MAS），从而调控肾小球滤过率（GFR）；钙离子浓度变化与肾素分泌有关；高 GFR 可触发全身外周血管代偿性轻度收缩，使外周阻力升高，最终导致血压轻度上升。请构建缺失 PIEZO2 引起血压升高的调节通路：_____（用关键词、箭头、“+”和“-”等符号表示）。

（4）已知交感神经通路和致密斑前列腺素通路是刺激肾素合成与分泌的两大通路。

①单独或联合阻断交感神经通路、致密斑前列腺素通路，均无法逆转或纠正 PIEZO2 缺失所引发的肾素升高等异常，证明 PIEZO2 对肾素的调控通路具有_____性。

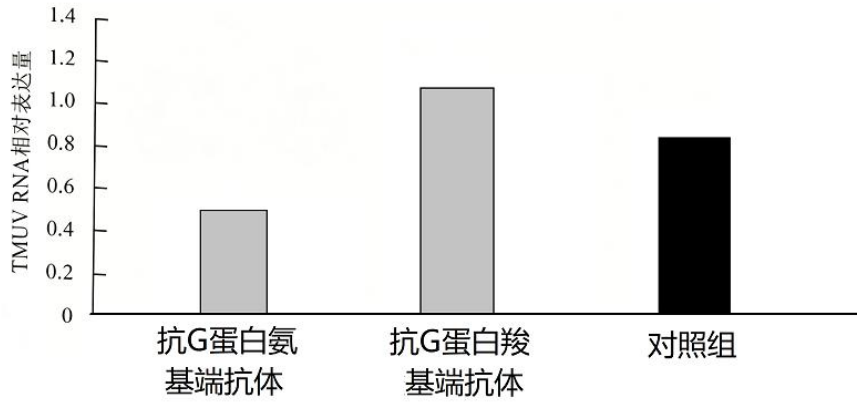
②综上所述，血压稳态是_____调节的结果。

18. TMUV 是一种可引起鸭严重疾病的 RNA 病毒。研究人员使用 BHK-21 细胞（仓鼠肾细胞）作为模型，开展对该病毒感染机制的研究。

（1）科研人员向培养液中加入一种天然成分_____，接种 BHK-21 细胞后转移至_____仪器中培养。

（2）将提取的 BHK-21 细胞所有膜蛋白分离纯化后，与 TMUV 一起孵育一段时间后洗脱，再利用_____进行杂交。结果发现，膜蛋白中的 G 蛋白可与之形成杂交带，推测 G 蛋白在 TMUV 与细胞结合中发挥作用。

（3）G 蛋白由两个结构域组成，分别位于氨基端和羧基端。科研人员将 BHK-21 细胞分别与不同类型抗体共孵育一段时间，去除未结合抗体后，进行 TMUV 感染，一段时间后提取病毒 RNA 并进行检测，结果如下图。



①对照组需加入_____与 BHK-21 细胞共孵育。

②该实验结果说明_____。

（4）基于上述研究，请提出两条预防鸭感染 TMUV 的方法：_____。

（5）研究人员利用与 G 基因 mRNA 互补的 siRNA 及无关 siRNA 开展实验，实验结果表明前者只能部分抑制病毒感染，请提出后续研究方向：_____。

19. 学习以下材料，回答（1）～（4）题。

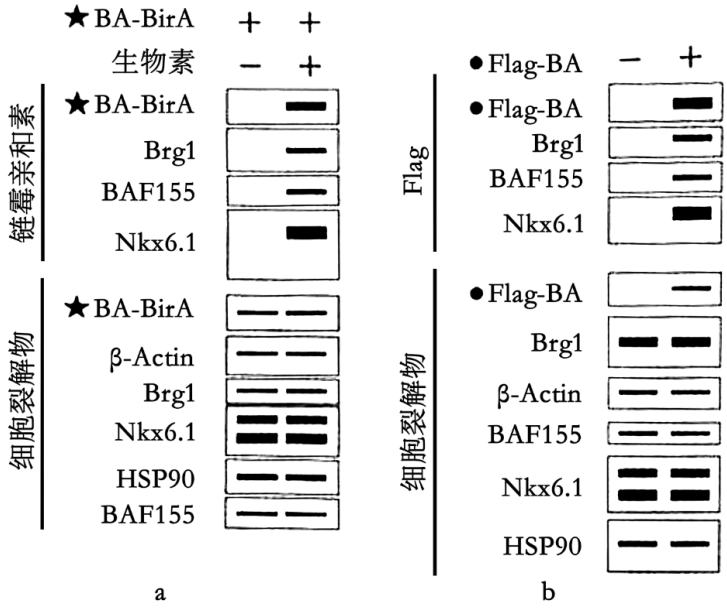
BA 蛋白：调控 B 细胞功能的“分子指挥官”

2 型糖尿病是一种高发的慢性病，患者胰岛微环境伴随慢性炎症，胰岛 B 细胞的葡萄糖刺激胰岛素分泌功能（GSIS）受损。临床上多用胰高血糖素样肽-1 受体（GLP-1R）激动剂等进行治疗，但患者对药物反应存在显著个体差异，疗效不理想。

染色质重塑可改变染色质可接近性，可接近性是指 DNA 与组蛋白结合的松紧程度，不改变基因碱基序列，结合紧密时可接近性低，不利于转录。BA 蛋白作为染色质重塑复合体的核心亚基，已被证实是维持 B 细胞功能的关键因子，其功能异常与 2 型糖尿病密切相关。特异性敲除 B 细胞的 BA 蛋白会直接导致 GSIS 障碍和高血糖，并且胰岛素分泌相关基因的染色质可接近性显著降低。

BirA 是可使其 10nm 左右范围内的蛋白标记上生物素的酶，链霉亲和素偶联琼脂糖微球可特异性结合带有

生物素标记的蛋白，Flag 标签为一段能被专门的 Flag 抗体精准识别并结合的蛋白序列，Flag 抗体偶联琼脂糖微球可特异性结合带 Flag 标签的蛋白。为筛选 BA 蛋白调控胰岛素分泌相关基因染色质可接近性的关键因子（X），科研人员将 BA-BirA 融合蛋白表达载体导入胰岛 B 细胞并分成两组，其中一组加入生物素，一组不加生物素。分别培养一段时间后裂解细胞获得总蛋白，每组平均分成两份，一份直接电泳，另一份用链霉亲和素偶联琼脂糖微球提取后电泳，结果如图 1-a。用 Flag-BA 融合蛋白表达载体重复上述实验，不加入生物素，改用 Flag 抗体偶联琼脂糖微球调取后电泳，结果如图 1-b。



注：BAF155、Brg1是染色质重塑复合物的核心亚基
“+”、“−”分别代表有、无该因素

图1

炎症等应激环境可使 BA 蛋白功能受损。此外，东亚人群中存在罕见的 BA 蛋白结构，其第 278 位缬氨酸被甲硫氨酸替换，该变化显著降低胰岛素分泌能力。BA 蛋白缺失不仅损害内源性胰岛素分泌，还显著削弱了 GLP-1R 激动剂的促胰岛素分泌效应。该发现为深入理解 2 型糖尿病的遗传调控机制提供了新视角，也为未来治疗 2 型糖尿病新策略奠定了理论基础。

（1）BA 蛋白对胰岛 B 细胞功能调控的过程中，染色质可接近性改变属于_____遗传。东亚人群中 BA 蛋白结构改变的根本原因是 BA 基因发生了_____。

（2）推测 BA 蛋白调控胰岛 B 细胞功能的作用机制为_____，维持胰岛 B 细胞正常功能。

（3）请在图 2 中补充实验处理及结果，验证炎症等应激环境可使 BA 蛋白功能受损_____。



图2

（4）结合材料，下列 2 型糖尿病治疗改进思路中可行的是_____。

A. 基因编辑技术对东亚人群中 BA 基因突变位点进行定点修复

B. 恢复 BA 蛋白功能与使用 GLP-1R 激动剂的联合治疗方案

C. 研发可增强内源性 BA 蛋白活性的小分子药物

D. 研发可促进 BA 蛋白调控的胰岛素分泌相关基因转录的药物

20. 个体衰老涵盖细胞内源性退变与细胞外微环境的系统性改变，衰老速率与机体存活时长呈显著负相关。为探究细胞外基质（ECM）的降解产物在系统性衰老过程中的作用机制，科研人员开展了系列研究。

（1）衰老细胞的形态、结构和功能发生改变，其中细胞核的主要变化为_____。

（2）人及小鼠血清中的弹性蛋白 ELN、透明质酸 HA、纤连蛋白 FN 和胶原蛋白 COL 四种主要 ECM 片段均与年龄呈正相关。为探究这些片段对衰老的影响，研究者将上述片段注射入小鼠体内，记录并统计_____（X），结果如图 1。由图可知，ELN 片段对小鼠衰老的促进作用最显著。

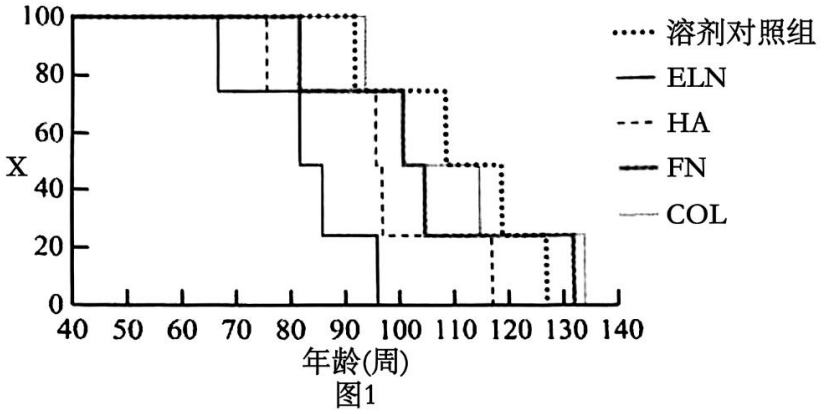


图1

（3）ELN 中存在富含甘氨酸-缬氨酸的 E-motif 和富含丙氨酸-赖氨酸的 poly（A/K）两种保守的结构域，科研人员将两种结构域分别注射到小鼠体内，结果如图 2。

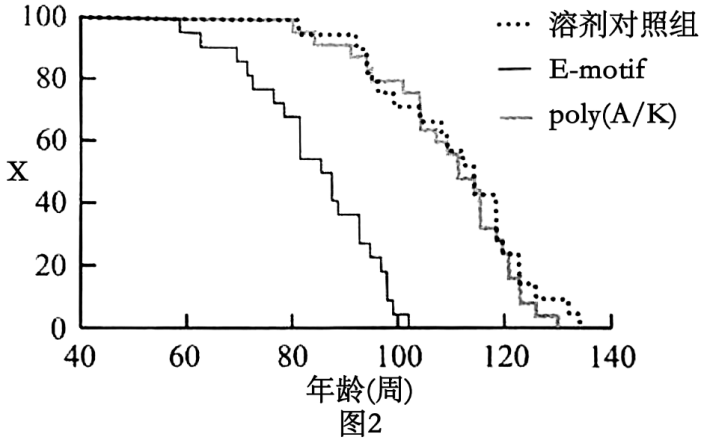


图2

①该实验目的是_____。

②结果发现两种结构域对衰老的影响不同，原因是 E-motif 与 poly（A/K）的_____不同。

（4）为探究 E-motif 通过免疫系统促进衰老的机制，科研人员设计了如下实验，实验证实 E-motif 促进衰

老依赖于 T 细胞和 B 细胞，支持该结论的依据是_____。

组别	实验材料	实验处理	检测指标
一	缺乏成熟 T 细胞和 B 细胞的小鼠（Rag）	注射溶剂	血清中肝损伤标志物和炎症因子水平
二	免疫重建模型小鼠（Rag+T/B）		
三	缺乏成熟 T 细胞和 B 细胞的小鼠（Rag）	注射 E-motif	
四	免疫重建模型小鼠（Rag+T/B）		

（5）为证明单核细胞和巨噬细胞的存在对于 E-motif 诱导的适应性免疫激活是必需的，科研人员将经 E-motif 预处理的供体小鼠的单核细胞和巨噬细胞移植到正常受体小鼠体内，结果显示移植细胞可直接导致受体小鼠 T 细胞和 B 细胞占免疫细胞比例与未经 E-motif 预处理组相比显著增加。请完善实验方案：

_____。

21. 棉花是我国重要的经济作物，其种皮表面的棉花纤维分为长绒和短绒，长绒具经济价值，短绒无纺织价值且增加种子处理成本。依据种皮表面是否具有短绒可将棉花种子分为毛籽和光籽。科研人员以亚洲棉为材料，探究光籽性状的遗传规律和分子机制。

（1）下表为不同品种亚洲棉的杂交实验及结果

组别	P 父本 × 母本	F_2 光籽:毛籽
1	GA0149（光籽） × GA0146（毛籽）	918:318
2	常紫 1 号（光籽） × 石系亚 1 号（毛籽）	64:176
3	江苏红茎鸡脚（光籽） × 石系亚 1 号（毛籽）	136:100

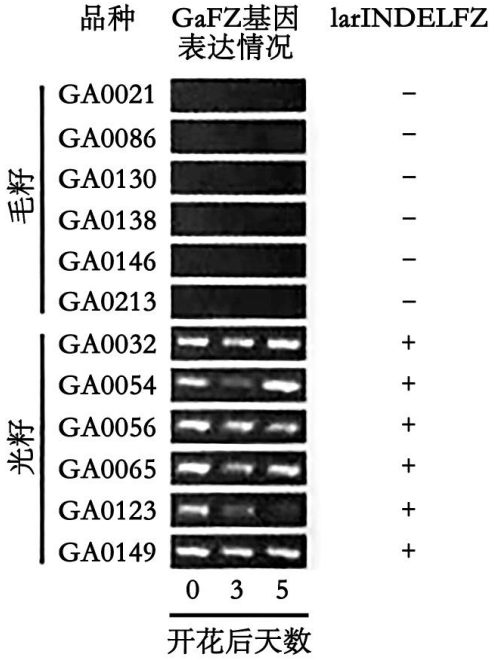
①推测第 1 组与第 2 组 F_2 分离比不同的原因是_____。

②第 3 组 F_2 分离比符合 9:7，表型为光籽的基因型需满足_____。

（2）为揭示 GA0149 品种光籽的分子成因，科研人员以 GA0149 和 GA0146 为材料开展研究。统计两种材料的叶茸毛数目，发现 GA0149 的叶茸毛数量明显少于野生型 GA0146，由此可推测_____，为后续基因筛选提供了表型关联依据。

（3）科研人员筛选出与光籽性状相关的 8 个候选基因，与 GA0146 相比仅 GaFZ 基因在 GA0149 中出现特异高表达。检测 GA0149 和 GA0146 的短绒发育关键期及花、叶和根等组织中的 GaFZ 基因表达量。结果显示，_____，表明 GaFZ 基因是控制光籽性状的关键基因，同时验证了（2）的推测。

（4）科研人员扩大研究样本，进一步验证了 GaFZ 基因的表达调控元件（larINDEL$_{FZ}$）和 GaFZ 基因表达与光籽表型的关系，结果如下图。请构建 GA0149 光籽表型产生的分子机制：_____。



注：“+”、“-”代表有无该元件

（5）已知棉花长绒的发育依赖于经典的 MBW-GL2 通路，研究发现 GaFZ 基因独立于该通路，这一研究成果在育种中的价值是 _____。

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	B	D	C	C	C	B	A	B	C	C	C	D	D	A	A

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 【答案】（1）优势　　（2）　　①. 草地已退化　　②. 围封　　③. 羊草数量增加导致种间竞争加剧

（3）施用农家肥可增加土壤中有机氮含量，机械打孔促进有机氮向土壤深层渗入，且改善土壤通气性，有利于微生物将有机氮分解为无机氮

（4）方向和速度

【小问 1 详解】

群落中优势种的核心特征是生活力强、个体数量多、生物量大，对群落的结构和群落环境的形成有明显控制作用，对群落中其他物种影响也很大，题干中羊草完全符合这一特征，因此羊草是该群落中的优势种；

【小问 2 详解】

①本实验的自变量是不同的修复方式（围封、施用农家肥等），为了遵循单一变量原则，排除无关变量的干扰，需要选择初始状态一致、均已退化的草地样地进行实验，保证除修复方式外，其他环境条件（如土壤、地形、初始植被状态等）完全相同，确保实验结果是由不同修复方式引起的；

②从图 1 左图（物种丰富度指数）可以直接看出，围封（WF）组的物种丰富度远高于对照组、NJF 组、DNJF 组，因此围封（WF）处理对草地植被群落物种多样性恢复影响最显著；农家肥（NJF）处理会为植物提供充足的营养，促进羊草等优势牧草的生长，使羊草生物量大幅提升（图 1 右图），羊草作为优势种，竞争能力大幅增强，与其他物种的种间竞争加剧，抑制了其他物种的生存和繁殖，因此对群落物种多样性恢复无明显影响；

【小问 3 详解】

DNJF 修复处理方式对土壤氮含量提升效果最明显的原因是施用农家肥直接为土壤补充了大量有机氮，从源头上提升了土壤的氮素总量，机械打孔一方面促进有机氮向土壤深层（15~30cm）渗入，提升了深层土壤的氮含量，另一方面改善了土壤的通气性，为好氧微生物提供了充足的氧气，促进微生物的繁殖与代

谢，加速微生物将有机氮分解为植物可利用的无机氮，最终显著提升了土壤全氮含量；

【小问 4 详解】

自然状态下，群落演替有其自身的方向和速度，而人类活动（如本题中不同的修复措施）会改变群落演替的环境条件，使群落演替按照不同于自然演替的方向和速度进行。

17. 【答案】（1）基因的选择性表达

（2）PIEZO2 对肾素分泌起负调控作用，PIEZO2 缺失可不依赖 RAAS 升高全身血压

（3）



（4） ①. 独立 ②. 神经-体液

【小问 1 详解】

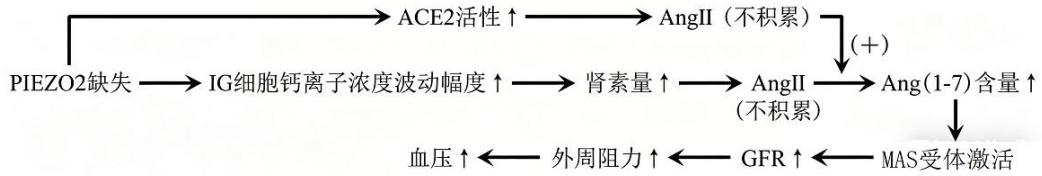
不同细胞产生特异性蛋白的根本原因是细胞分化过程中基因的选择性表达，PIEZO2 蛋白只在特定细胞中合成，说明其编码基因只在这些细胞中表达。

【小问 2 详解】

分析题意可知，在调控血压稳态的肾素-血管紧张素-醛固酮系统（RAAS）中可促进血管紧张素II（AngII）的生成，AngII可引起血管收缩导致血压上升，也可促进醛固酮分泌导致血压上升，对比表格数据，实验组（PIEZO2 缺失）仅肾素、血压高于对照组，AngII和醛固酮含量与对照组无差异，由此得出结论：PIEZO2 对肾素分泌起负调控作用（缺失后血压升高），而 PIEZO2 缺失可不依赖 RAAS（与醛固酮相关）升高全身血压。

【小问 3 详解】

结合题图和题干信息推导，PIEZO2 是阳离子通道，缺失后细胞内钙离子浓度降低，低钙同时促进肾素分泌、提升 ACE2 活性，肾素促进 AngII生成，ACE2 将多余 AngII转化为 Ang(1-7)，因此总 AngII含量不变，Ang(1-7)激活 MAS 受体使 GFR 升高，最终触发外周血管收缩、外周阻力升高，血压上升。故绘制图形如下：



【小问 4 详解】

①阻断已知的两条调控肾素分泌的通路，仍不能逆转 PIEZO2 缺失导致的异常，说明 PIEZO2 对肾素的调

控不依赖这两条通路，具有独立性。

② 该调节过程既有交感神经参与的神经调节，又有肾素、醛固酮等激素参与的体液调节，因此血压稳态是神经-体液调节的结果。

18. 【答案】（1） ①. 动物血清 ②. CO_2 培养箱

（2）特异性识别病毒的抗体

（3） ①. 无关抗体 ②. TMUV 通过 G 蛋白的氨基端与 BHK-21 细胞结合

（4）敲除或修饰鸭的 G 蛋白基因，开发针对 G 蛋白氨基端的单克隆抗体药物

（5）可进一步筛选 TMUV 的其他候选受体

【小问 1 详解】

动物细胞培养液中通常需添加天然成分-血清，提供生长因子、激素、蛋白质等必需营养物质。BHK-21 细胞为哺乳动物细胞，需在恒温、恒湿、含 5%CO_2的环境中培养，以维持培养液 pH 稳定，因此接种 BHK-21 细胞后转移至 CO_2 培养箱仪器中培养。

【小问 2 详解】

该步骤为免疫印迹或免疫共沉淀实验，目的是检测 G 蛋白是否与 TMUV 结合。通过加入特异性识别病毒的抗体，可识别并结合目标蛋白，形成杂交带，从而验证其参与病毒结合过程。

【小问 3 详解】

①对照组需加入等量无关抗体与 BHK-21 细胞共孵育。这是为了排除非特异性结合或操作本身对实验结果的影响，确保实验组与对照组唯一变量为“抗体类型”。

②抗 G 蛋白氨基端抗体组 TMUV，RNA 相对表达量最低，说明该抗体能最有效阻断病毒侵入；抗 G 蛋白羧基端抗体组表达量较高，阻断效果较弱；对照组最高，无抗体干预时病毒复制最强。结论：TMUV 通过 G 蛋白的氨基端与 BHK-21 细胞结合，是病毒侵入的主要功能域。

【小问 4 详解】

研发靶向 G 蛋白氨基端的中和抗体药物或疫苗，阻断病毒与宿主细胞受体结合；筛选小分子抑制剂或肽类化合物，特异性干扰 G 蛋白氨基端结构域功能，抑制病毒吸附与入侵。则预防鸭感染 TMUV 的方法可以是敲除或修饰鸭的 G 蛋白基因，开发针对 G 蛋白氨基端的单克隆抗体药物。

【小问 5 详解】

研究人员利用与 G 基因 mRNA 互补的 siRNA 及无关 siRNA 开展实验，实验结果表明前者只能部分抑制病毒感染，筛选并验证其他参与 TMUV 侵染的关键宿主因子；即可进一步筛选 TMUV 的其他候选受体。

19. 【答案】（1） ①. 表观 ②. 碱基对的替换

（2）BA 蛋白与 Nkx6.1 结合，胰岛素分泌相关基因的染色质可接近性升高，利于转录

（3）

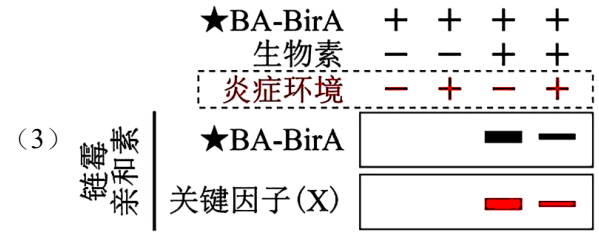


图2

（4）ABCD

【小问 1 详解】

染色质重塑可改变染色质可接近性，不改变基因碱基序列，这种不改变 DNA 序列、仅影响基因表达的遗传属于表观遗传。东亚人群中 BA 蛋白的第 278 位缬氨酸被甲硫氨酸替换，属于蛋白质中氨基酸的改变，其根本原因是 BA 基因发生了基因突变（碱基对的替换），即基因中碱基对的替换导致密码子改变，最终氨基酸改变。

【小问 2 详解】

BA 蛋白是染色质重塑复合体的核心亚基，维持 B 细胞功能；特异性敲除 B 细胞的 BA 蛋白，会导致胰岛素分泌相关基因的染色质可接近性显著降低；BA 蛋白与 Nkx6.1 结合，胰岛素分泌相关基因的染色质可接近性升高，利于转录，进而维持胰岛 B 细胞正常功能。

【小问 3 详解】

生物素为 “-” 的 1、2 组：无论是否有炎症环境，关键因子 X 均无条带（验证实验体系的特异性）。生物素为 “+”、无炎症的第 3 组：关键因子 X 条带清晰且较粗（BA 蛋白功能正常，可结合关键因子 X）。生物素为 “+”、有炎症的第 4 组：关键因子 X 条带显著变细（炎症环境使 BA 蛋白功能受损，与关键因子 X 的结合能力下降）。

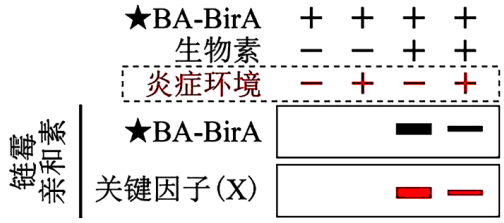


图2

【小问 4 详解】

A、东亚人群中 BA 蛋白第 278 位氨基酸突变，用基因编辑技术定点修复突变位点，可恢复 BA 蛋白正常功能，改善胰岛素分泌，A 符合题意；

B、BA 蛋白缺失不仅损害内源性胰岛素分泌，还显著削弱了 GLP-1R 激动剂的促胰岛素分泌效应，因此恢复 BA 蛋白功能+GLP-1R 激动剂联合治疗，可恢复药物效应、提升疗效，B 符合题意；

C、BA 蛋白功能异常与 2 型糖尿病密切相关，研发增强内源性 BA 蛋白活性的小分子药物，可改善 BA 蛋白功能，维持胰岛 B 细胞正常功能，C 符合题意；

D、BA 蛋白通过提高胰岛素分泌相关基因的染色质可接近性、促进其转录来维持 B 细胞功能，研发促进该类基因转录的药物，可直接提升胰岛素分泌能力，D 符合题意。

20. 【答案】（1）细胞核的体积增大，核膜内折，染色质收缩、染色加深

（2）小鼠的存活率　　（3）　　①. 探究 ELN 片段中促衰老作用的核心结构域　　②. 空间结构（氨基酸的种类、排列顺序和结构域空间结构）

（4）第四组血清中肝损伤标志物和炎症因子水平显著升高，其余三组无明显变化

（5）需增加实验：用 E-motif 处理未清除单核细胞和巨噬细胞的小鼠 ；用 E-motif 处理清除单核细胞和巨噬细胞的小鼠；用溶剂处理清除单核细胞和巨噬细胞的小鼠；检测各组 T 细胞和 B 细胞占免疫细胞比例

【小问 1 详解】

这是课本上衰老细胞的经典特征，衰老时，细胞核会变大，核膜皱缩向内凹陷，染色质固缩，染色变深，DNA 转录活性下降。

【小问 2 详解】

图 1 的纵坐标 X，是随年龄变化的存活比例，也就是存活率。 题目开头说 “衰老速率与机体存活时长呈显著负相关”，所以用存活率来反映衰老速率，存活率越低，衰老越快。 从图 1 能看到，注射 ELN 片段的小鼠存活率下降最快，说明它促衰老的作用最显著。

【小问 3 详解】

①本实验聚焦 ELN 分子本身，它包含两个不同的保守结构域： 富含甘氨酸 - 缬氨酸的 E-motif 和富含丙氨酸 - 赖氨酸的 poly(A/K)，科研人员将两种结构域分别注射到小鼠体内，目的是探究 ELN 片段中促衰老作用的核心结构域是二者中的哪一个。

②蛋白质的功能由结构决定，E-motif 和 poly (A/K) 的氨基酸组成、排列顺序不同，导致空间结构不同，因此对衰老的影响不同。

【小问 4 详解】

一、三组是无 T/B 细胞的 Rag 小鼠，不管注射溶剂还是 E-motif，指标都没变化。 二组是有 T/B 细胞的小鼠注射溶剂，指标也正常。 只有四组 “有 T/B 细胞 + 注射 E-motif” 时，肝损伤和炎症指标才显著升高。 这说明 E-motif 促衰老（引发炎症、肝损伤）必须依赖 T 细胞和 B 细胞，没有这两种免疫细胞，它就无法起作用。

【小问 5 详解】

原实验只做了 “移植 E-motif 处理过的单核 / 巨噬细胞”，缺少关键对照组。 补充后，才能证明：需增加实验：用 E-motif 处理未清除单核细胞和巨噬细胞的小鼠 ；用 E-motif 处理清除单核细胞和巨噬细胞的小鼠；用溶剂处理清除单核细胞和巨噬细胞的小鼠；检测各组 T 细胞和 B 细胞占免疫细胞比例。

21.【答案】（1）　　①. 不同品种中控制光籽的基因可能不完全相同　　②. 两对等位基因的显性基因同时

存在

（2）控制短绒发育的基因可能同时调控叶茸毛发育

（3）在短绒发育关键期和叶组织中，GA0149 的 GaFZ 基因表达量显著高于 GA0146，在其他器官中的表达量无明显差异

（4）larINDELFZ $\xrightarrow{激活}$ GaFZ 基因表达→抑制短绒发育→光籽表型

（5）可通过调控 GaFZ 基因的表达培育“光籽但长绒高产”的棉花品种，降低种子脱绒成本

【小问 1 详解】

①第 1 组 F_2光籽:毛籽≈3:1，说明光籽/毛籽由 1 对等位基因控制，光籽为显性性状； 第 2 组 F_2光籽:毛籽≈1:3，说明光籽/毛籽由 2 对等位基因控制，且只有双隐性个体表现为光籽（或显性纯合/双显性为毛籽），即符合 9:3:3:1 的变式（1:3=3:9）。 因此原因是：不同品种中控制光籽的基因可能不完全相同。

②9:7 是 9:3:3:1 的变式，说明由 2 对等位基因（设为 A/a、B/b）控制，只有同时含有 2 个显性基因（即双显性 A_B_）时表现为光籽。

【小问 2 详解】

GA0149 为光籽、GA0146 为毛籽，且 GA0149 叶茸毛数量明显少于 GA0146，说明控制短绒发育的基因可能同时调控叶茸毛发育。

【小问 3 详解】

要证明 GaFZ 是控制光籽的关键基因，需满足：在短绒发育关键期和叶组织中，GA0149 的 GaFZ 基因表达量显著高于 GA0146，在其他器官中的表达量无明显差异。

【小问 4 详解】

结合表达调控元件（$larINDEL_{FZ}$）和 GaFZ 基因表达与光籽表型的关系，机制为：GA0149 中存在 $larINDEL_{FZ}$ 调控元件，该元件增强了 GaFZ 基因的表达，GaFZ 高表达抑制了短绒的发育，最终表现为光籽性状。

【小问 5 详解】

已知棉花长绒的发育依赖于经典的 MBW-GL2 通路，研究发现 GaFZ 基因独立于该通路，这一研究成果在育种中的价值是可通过调控 GaFZ 基因的表达培育“光籽但长绒高产”的棉花品种，降低种子脱绒成本。