2026 北京石景山高三（上）期末

生　　物

本试卷共 10 页，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，每小题 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. 青枯菌是一种细菌，其分泌的效应蛋白 T 会引起花生、土豆等作物患青枯病。下列相关叙述不正确的是（　）

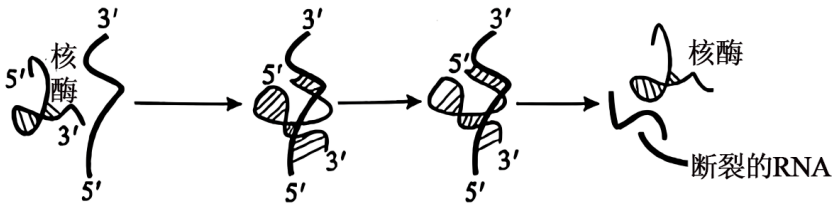
A. 青枯菌具有核糖体、不具有染色体

B. 效应蛋白 T 用双缩脲试剂鉴定时显紫色

C. 青枯菌的高尔基体可运输效应蛋白 T

D. 缺少效应蛋白 T 的青枯菌致病能力减弱

2. 研究发现核酶的催化效率较低。下图表示某核酶催化反应的过程，相关叙述正确的是（　）



A. 核酶的基本单位是脱氧核苷酸

B. 核酶为反应提供的能量较少

C. 核酶通过碱基配对形成酶-底物复合物

D. 在该核酶的催化下底物被彻底水解

3. 研究人员将某种野生型酵母菌的基因 B 敲除后，获得突变株，发现其线粒体的数量减少，且出现碎片化。下列分析不正确的是（　）

A. 野生型与突变株分解葡萄糖生成丙酮酸的场所相同

B. 野生型与突变株细胞呼吸的产物均包括 CO_2

C. 有氧条件下，野生型比突变株的生长速度快

D. 无氧条件下，野生型比突变株产生更多的 ATP

4. 家鼠毛色受两对等位基因 A/a、B/b 控制，其中基因 A 决定黄色，a 决定黑色，B 和 b 中有一个基因会使黑色转化为巧克力色。现有一对黄色鼠杂交，后代的表型及比例为黄色：黑色：巧克力色=8：3：1。下列叙述不正确的是（　）

A. 控制毛色的基因 A/a、B/b 位于非同源染色体上

B. 杂交后代中表型为黄色小鼠的基因型有 3 种

C. 使黑色转化为巧克力色的基因是 b

D. 基因 A、B 均存在显性纯合致死现象

5. 研究小组观察了月季花瓣某细胞染色体的形态，视野如图 1 所示。将染色体按照相同形态和大小进行归类，如图 2 所示。下列相关叙述正确的是（　　）



图1

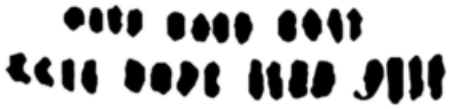


图2

A. 图 1 细胞处于有丝分裂中期或减数分裂 II 中期

B. 图 2 含有 4 个染色体组，每组含有 7 条染色体

C. 月季的单倍体含有 14 条染色体，均为纯合子

D. 该植物减数分裂后产生的配子中不具有同源染色体

6. 在探索 DNA 是遗传物质的过程中，赫尔希和蔡斯的 T_2 噬菌体侵染大肠杆菌实验发挥了重要作用。下列叙述正确的是（　）

A. 实验开始需先用含 ^{35}S 或 ^{32}P 标记的培养基培养 T_2 噬菌体

B. T_2 噬菌体增殖时所需的模板、原料和能量均由大肠杆菌提供

C. 该实验中，搅拌不充分会影响 ^{35}S 标记组的实验结果

D. 实验中若用 ^{15}N 代替 ^{32}P 进行标记可以得到相同的实验结果

7. 专食性绢蝶幼虫以半荷包紫堇叶片为食，成体绢蝶偏好在绿叶型半荷包紫堇植株附近产卵。生长于某冰川地域的半荷包紫堇因 bHLH35 基因突变使叶片呈现类似岩石的灰色，不易被成体绢蝶识别。冰川消融导致裸露岩石增多、分布范围扩大，则该地区（　）

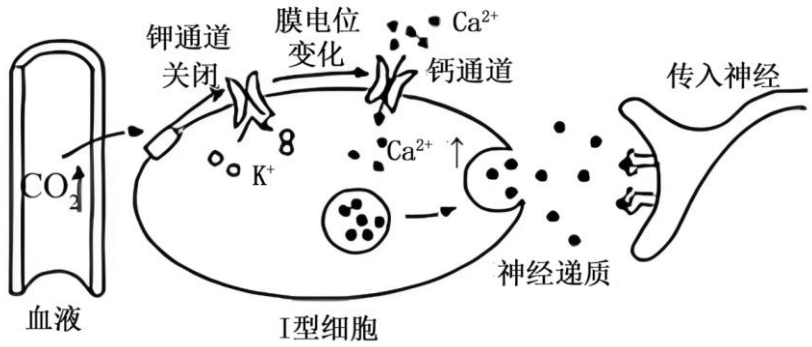
A. 半荷包紫堇突变的 bHLH35 基因频率会逐渐增加

B. 半荷包紫堇 bHLH35 基因突变会引起绢蝶的变异

C. 灰叶型半荷包紫堇的出现标志着新物种的形成

D. 冰川消融导致绢蝶受到的选择压力减小

8. 血液中 CO_2 浓度升高刺激颈动脉体的I型细胞，由此引发的 Ca^{2+} 内流促使神经递质释放，引起传入神经兴奋，最终使呼吸加深、加快。通过I型细胞对信息进行转换和传递的通路如图所示。下列叙述不正确的是（　）



A. CO_2浓度升高时，I型细胞内K^+浓度升高，引发膜电位变化

B. 若阻断I型细胞的Ca^{2+}内流，该通路对呼吸运动的调节效应增强

C. 该通路中神经递质作用于传入神经，可使传入神经元胞内Na^+浓度升高

D. 机体通过I型细胞维持CO_2浓度相对稳定的过程存在负反馈调节

9. 我国科学家发现一种新激素——肌泌降糖素（Feimin），其受体为细胞膜上的蛋白 M（由 M 基因编码）。与正常小鼠相比，敲除 Feimin 基因的小鼠进食后出现血糖浓度显著升高和糖原储存量减少，且骨骼肌和脂肪组织对葡萄糖的摄取能力下降。下列叙述不正确的是（　）

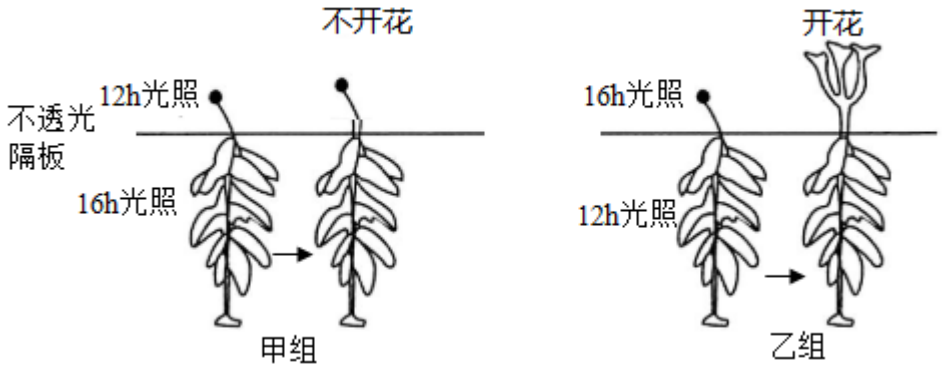
A. Feimin 与蛋白 M 结合体现细胞膜信息交流功能

B. Feimin 的作用效果与胰岛素类似

C. 敲除 Feimin 基因小鼠的血浆渗透压会升高

D. 抑制 M 基因表达，小鼠胰高血糖素分泌会增加

10. 苍耳是菊科一年生草本植物，自然条件下，只有在日照时间短于 15.5h 才开花。某同学利用苍耳做了“光周期调节开花”的实验，下图表示实验处理与结果。下列相关叙述不正确的是（　）



A. 光可以作为信号参与苍耳开花的调控

B. 感受光照时长刺激的部位是茎尖而非叶片

C. 促进开花的物质可从产生部位运输到作用部位

D. 将苍耳引种到不同地区可能会改变其开花时期

11. 某地对污染湖泊进行修复，实施了退耕还湿、禁止生活污水排入等措施，根据地形地貌，分段规划，引入当地物种分段建成经济林带、观赏林带、荷花带等湿地长廊，该湖泊生态系统得到了极大的改善。下列说法错误的是（　　）

A. 修复要遵循生态工程的协调原理，因地制宜配置物种

B. 该生态系统在修复过程中所发生的演替为次生演替

C. 分段建成经济林带、观赏林带、荷花带，体现了群落的水平结构

D. 水生植物对水体的净化作用体现了生物多样性的直接价值

12. 下列关于单克隆抗体制备过程中相关操作的叙述，不正确的是（　）

A. 用特定抗原对小鼠进行免疫，从小鼠脾中分离得到 B 淋巴细胞

B. 骨髓瘤细胞会因培养液中营养物质缺乏和有害物质积累而增殖减慢

C. 使用 PEG、灭活病毒等均可诱导骨髓瘤细胞和 B 淋巴细胞的专一性融合

D. 将抗体检测呈阳性的杂交瘤细胞注入小鼠腹腔可大量生产单克隆抗体

13. 研究者利用多种小分子化合物协同诱导成纤维细胞，获得诱导多能干细胞（iPS 细胞）。下列叙述不正确的是（　）

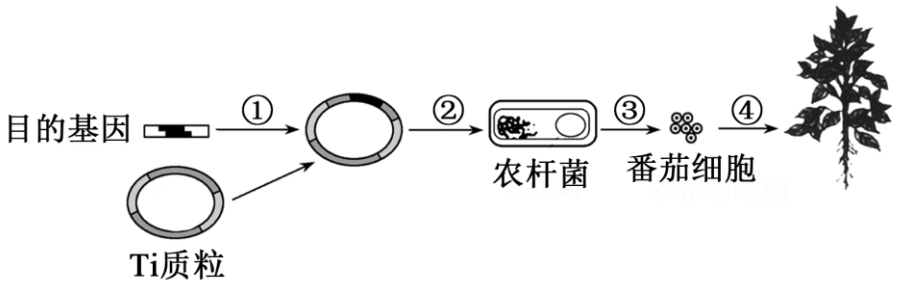
A. 成纤维细胞形成 iPS 细胞的过程属于细胞分化

B. 小分子化合物改变了成纤维细胞的基因表达

C. 利用胰蛋白酶处理某些组织可获得分散的成纤维细胞

D. 培养成纤维细胞和 iPS 细胞时需提供一定浓度的 CO_2

14. 下图为农杆菌转化法培育转基因抗病毒番茄的过程示意图。下列叙述不正确的是（　）



A. 过程①需要限制酶和 DNA 连接酶的参与

B. 过程②与③均需要用 Ca^{2+}处理受体细胞

C. 过程④体现了植物细胞的全能性

D. 转基因番茄是否培育成功可通过接种病毒进行鉴定

15. 下列有关高中生物学相关实验的叙述，不正确的是（　）

A. 洋葱表皮细胞在质壁分离复原过程中，吸水速率逐渐减小

B. 在模拟生物体维持 pH 稳定的实验中，实验组进行了前后对照

C. 用血细胞计数板计数时，应先放盖玻片再从边缘处滴加培养液

D. 利用果酒制作果醋时应适当降低温度，并打开瓶盖

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. 紫花苞舌兰是入侵某岛的一种自花传粉植物。本地的象鼻虫会啃食紫花苞舌兰等兰科植物的花，并在其发育中的果实内产卵，红火蚁会取食紫花苞舌兰的花外蜜腺所分泌的蜜汁。研究者对此开展了野外实验

研究。

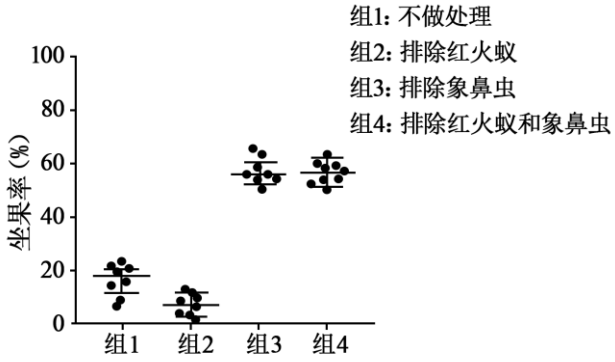


图1

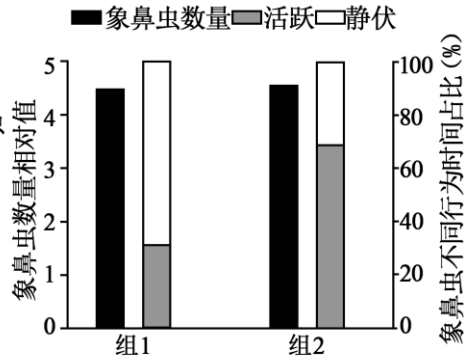


图2

（1）紫花苞舌兰在生态系统中属于_____营养级。象鼻虫与红火蚁等动物可促进该生态系统的_____。

（2）研究者设计了 4 组实验，测定各组紫花苞舌兰的坐果率，结果见图 1。图 1 结果显示：无象鼻虫时，红火蚁_____紫花苞舌兰的坐果率。本实验结果表明，红火蚁能够_____。

（3）研究者进一步比较了组 1 与组 2 的象鼻虫数量，以及象鼻虫取食、产卵等活跃行为时间占比，结果如图 2。请结合图 1、2 所示结果，阐述红火蚁在紫花苞舌兰入侵中所起的具体作用_____。

（4）综合所学知识与本研究结果，以下说法正确的是_____。

A. 若无红火蚁存在，该岛紫花苞舌兰种群呈“J”形增长

B. 对于紫花苞舌兰种群来说，象鼻虫属于密度制约因素

C. 紫花苞舌兰的入侵，改变了象鼻虫的生态位

D. 将紫花苞舌兰原产地的天敌引入该岛，可有效控制其入侵

17. 莴苣海蛞蝓是一种海洋软体动物，以滨海无隔藻等藻类为食。它能将藻类的叶绿体分离、储存并加以利用。

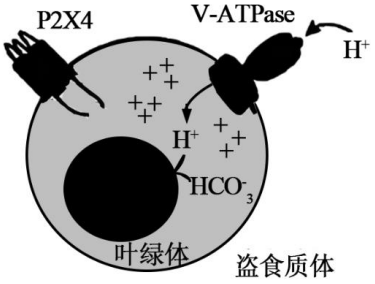


图1

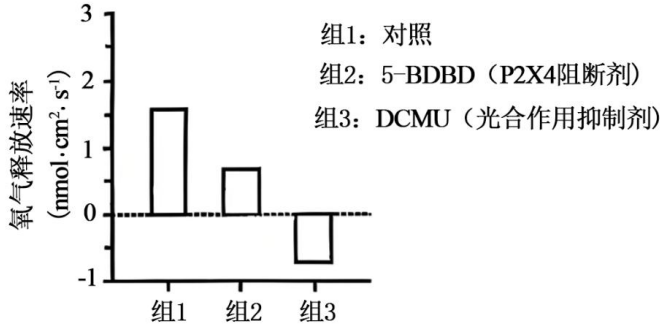


图2

（1）研究揭示，藻类叶绿体储存在莴苣海蛞蝓的消化腺细胞，形成特化细胞器——盗食质体，图 1 为盗食质体模式图。

①盗食质体膜上的V型 ATP 酶质子泵（V-ATPase）可将 H^+以_____方式转入盗食质体内，H^+与盗食质体内丰富的 HCO_3^- 反应生成 CO_2，CO_2 进入叶绿体，经 CO_2 的固定和_____过程生成有机物。

②研究者围绕盗食质体膜上的通道蛋白 P2X4 开展研究，部分实验结果见图 2。从图 2 可得出，正常情况

下莴苣海蛞蝓的光合速率约为_____$nmol \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$。图 2 结果表明 P2X4 有助于维持叶绿体的光合功能，依据是_____。

③研究者经过一系列研究，推测盗食质体膜上的 P2X4 可被叶绿体产生的 ATP 激活，引起 Na^+、K^+等阳离子流出，解决 V-ATPase 工作时产生的电荷不平衡，以维持 V-ATPase 的持续工作和盗食质体内酸性环境，利于光合作用的进行。下列实验现象可为上述推测提供支持的有_____。

a．从光照转为黑暗后，盗食质体膜上 P2X4 介导的阳离子外流显著减少

b．向分离的盗食质体内加入含 Na^+的溶液，V-ATPase 运输 H^+的速率提高

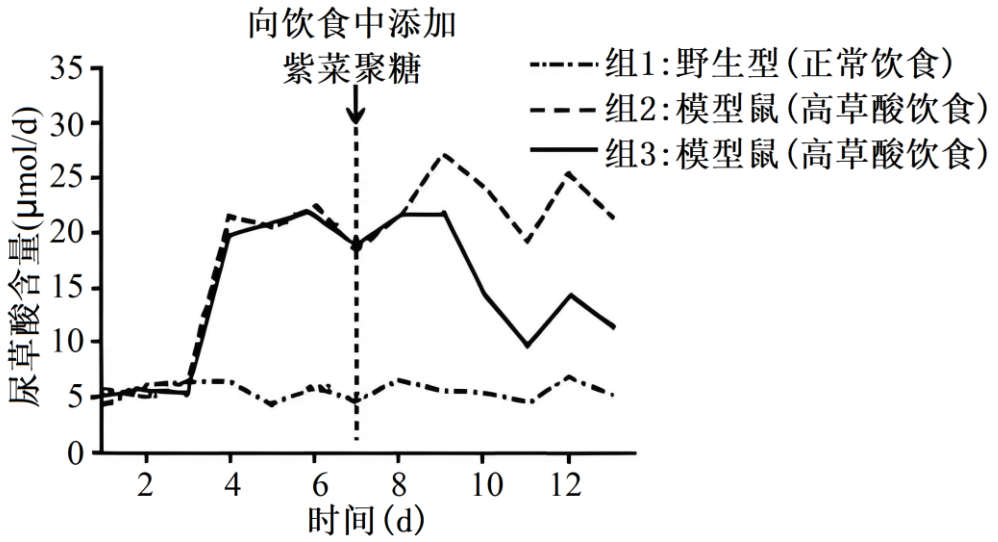
c．P2X4 阻断剂 5-BDBD 处理后，盗食质体内的 pH 比对照组高

（2）莴苣海蛞蝓无法持续补充藻类叶绿体中不断损耗的蛋白质，不摄食的情况下可存活约 10 周。研究发现，当不摄食超过 4 周后，莴苣海蛞蝓会由绿变橙，甚至变白，检测到消化腺细胞中溶酶体数量增加，盗食质体膜上的溶酶体标记物富集。请综合上述研究及所学知识，从物质与能量观、进化与适应观的角度阐述莴苣海蛞蝓对盗食质体利用的策略及意义_____。

18. 高草酸尿症（EH）患者因肠道内缺乏天然草酸降解菌，导致对饮食中草酸过度吸收而影响健康。植入的草酸降解菌难以在肠道中定植，研究者尝试利用肠道中普遍存在的普通拟杆菌（Bv）构建工程菌治疗 EH。

（1）研究者利用一种含 20%胆汁的培养基分离 Bv，这种培养基允许 Bv 生长，同时抑制其他肠道微生物生长，属于_____培养基。将新鲜粪便样本的稀释液涂布到上述培养基上，一段时间后，挑取_____进行纯培养以用于后续研究。

（2）紫菜聚糖是肠道微生物难以利用的特殊多糖。研究者将紫菜聚糖利用基因、草酸转运蛋白基因、草酸降解酶基因导入 Bv 中获得 Bv-1。利用通过喂食高草酸饮食获得的 EH 模型鼠开展实验，第 7 天时向下图中组 3 模型鼠的肠道内植入 Bv-1，检测各组小鼠尿液中草酸含量变化，结果见下图。该结果说明_____。



（3）将工程菌 Bv-1 从实验室研究推向临床应用需进一步改造。

①已知 argS 基因是 Bv-1 存活的必需基因，编码精氨酰-tRNA 合成酶，该酶催化精氨酸与对应 tRNA 的结合，可影响基因表达的_____过程。研究者将 Bv-1 的 argS 基因启动子改造为紫菜聚糖诱导型启动子，

从而获得工程菌 Nb。

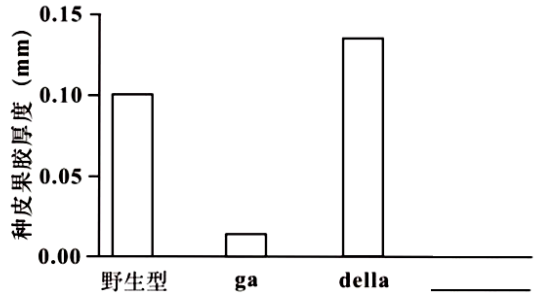
②向模型鼠分别植入 Bv-1 和 Nb，同时用含紫菜聚糖的饮食饲喂一周后，替换为正常饮食一段时间。在整个过程中，Bv-1 的数量先增加后保持相对稳定。请推测 Nb 数量的变化情况，并说明理由_____。

③研究者认为工程菌 Nb 治疗 EH 时安全性高，原因是可避免_____。

19. 果胶在植物生长发育中发挥着关键作用，赤霉素（GA）可促进果胶合成。研究者对 GA 调控果胶合成展开了研究。

（1）果胶是植物_____（填细胞结构）的主要成分。GA 的主要作用是促进细胞_____，从而引起植株增高。

（2）DELLA 蛋白是 GA 信号传导通路中的关键分子。已有研究表明 GA 与其受体形成复合物，通过影响 DELLA，进而调控果胶合成。研究人员利用拟南芥 GA 缺失突变体（ga），DELLA 缺失突变体（della）等进行实验，请在下图“横线”处补充实验材料，并在图中相应位置绘出能证明上述结论的结果_____。



（3）转录因子 MBW 与 TTG2 在促进果胶合成基因的表达上存在协同效应。研究者利用荧光素酶互补实验证实 MBW 可与 TTG2 结合。该实验的原理为：荧光素酶（LUC）可被分成两个无活性片段——N 端（nLUC）和 C 端（cLUC），二者在空间上靠近时酶活性恢复，催化底物反应产生荧光。将构建的表达载体导入烟草叶片，48 小时后加入底物检测荧光信号。请选择下列合适的基因构建表达载体，完成下表中的实验处理。

①MBW②TTG2③nLUC④cLUC⑤MBW-nLUC⑥cLUC-TTG2

组别	1	2	3	4
导入载体类型	③④	_____	_____	_____
实验现象	无荧光	无荧光	无荧光	有荧光

（4）进一步推测：DELLA 通过竞争性结合 TTG2,抑制了 TTG2 与 MBW 的结合。研究者将（3）实验中的组 4 所用表达载体及 DELLA 基因表达载体同时导入烟草叶片，检测发现荧光强度显著低于组 4。请判断该实验结果能否完全证实上述推测，并说明理由_____。

20. 学习以下材料，回答（1）~（4）题。

NPM1 促进肿瘤细胞免疫逃逸

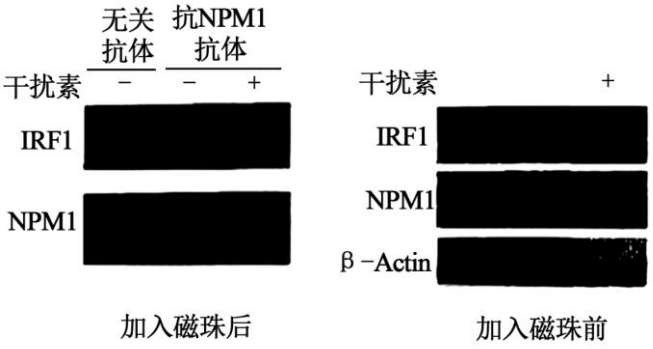
免疫系统具有区分自己与非己成分的能力，这与细胞表面的 MHC 分子有关。MHC 的核心功能是将抗原片段呈递给 T 细胞，从而启动机体的免疫反应。正常细胞表面的 MHC 会持续呈递自身蛋白肽段，向免疫系统传

递“自身正常细胞”的信号，避免被免疫系统误攻击。肿瘤细胞会发展出多种机制来促进自身免疫逃逸，其中之一就是减少或不表达 MHC 分子，导致抗原无法被有效呈递。

核仁磷酸蛋白（NPM1）是一种广泛存在于真核细胞中的多功能蛋白，可调控核糖体合成、DNA 损伤修复、细胞增殖等关键过程。然而有研究表明，在多种实体瘤中，NPM1 常发生过表达，促进肿瘤细胞增殖、迁移和侵袭。研究者探究了 NPM1 在肿瘤免疫逃逸中的功能及机制。

将野生型或 NPM1 缺陷型肿瘤细胞注射到正常小鼠体内，发现 NPM1 的缺失显著抑制了肿瘤生长，并延长了荷瘤小鼠的存活时间。进一步分析表明，NPM1 的缺失可恢复肿瘤细胞的 MHC 介导的抗原呈递，有效诱导细胞毒性 T 细胞浸润肿瘤微环境。

已知 N5 是调控 MHC 基因转录的主要因子。在干扰素等细胞因子的刺激下，干扰素调节因子 IRF1 表达量提高，并与 N5 基因的启动子结合，促进转录。NPM1 缺陷型肿瘤中 N5 表达显著增强。研究者将肿瘤细胞裂解并提取其中的总蛋白，分别用无关抗体及抗 NPM1 抗体偶联的磁珠与各组总蛋白一起孵育，获得吸附在磁珠上的蛋白，分离磁珠上的蛋白后进行电泳，得到结果见下图，从而探明了 NPM1 与 IRF1 的关系。



注：β－Actin为参照蛋白；“+”、“-”分别表示“添加”“未添加”

上述研究揭示了肿瘤细胞内在的 NPM1 在免疫逃逸中的作用，确定 NPM1 作为癌症免疫治疗的潜在靶点。

（1）正常情况下，机体能够通过细胞毒性 T 细胞_____肿瘤细胞，这体现了免疫系统的_____功能。

（2）研究者还检测了 NPM1 缺陷型肿瘤细胞中与抑制免疫细胞功能相关的基因表达量。据文中信息推测，与野生型肿瘤细胞相比，其表达量_____。

（3）综合文中研究，推测 NPM1 促进肿瘤细胞免疫逃逸的机制_____。

（4）用 NPM1 抑制剂治疗恶性肿瘤，可能会导致正常体细胞异常死亡。若要开发此类药物并用于临床，需要进一步研究_____。

21. 重型血友病患者不能正常凝血，易因轻微损伤导致大量出血。凝血因子 8 是参与凝血反应中不可或缺的蛋白酶类物质，由 F_8 基因（全长约 186kb）控制合成。

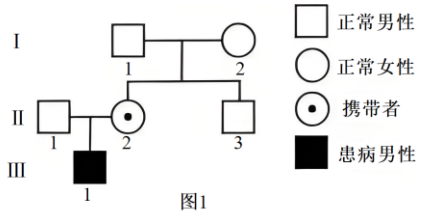
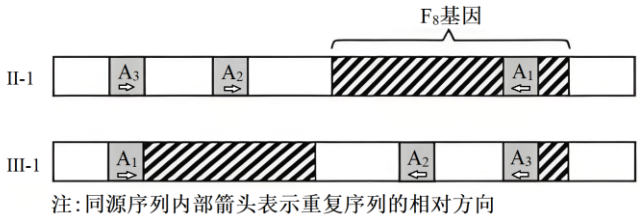


图1



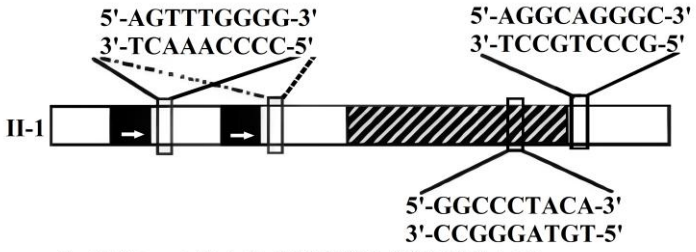
注:同源序列内部箭头表示重复序列的相对方向

图2

（1）某重型血友病患者的家族系谱图如图 1 所示，其中II-1 不携带致病基因。据图推测该病的遗传方式为_____，II-1 与II-2 再生一个正常孩子，该孩子是携带者的概率为_____。

（2）II-1 的 F_8 基因及其邻近序列所在染色体片段如图 2 所示，其中 A1~A3 是长度为 9.5kb 的同源序列，A1 与 A2、A3 为反向重复序列。图 2 所示III-1 相应片段形成的原因是：在上述同源序列_____处发生磷酸二酯键的断裂、重连。

（3）为鉴定该家系个体的基因型，根据同源序列两侧序列设计引物 P、Q、B（见图 3），加入混有模板、原料和_____酶等的体系中，进行长距离 PCR（一般可扩增 5~20kb 的 DNA 片段），部分电泳结果如图 4 所示。请在图 4 画出所示个体 PCR 产物电泳条带的分布情况_____。



注:引物P、Q结合位点距相应同源序列约1.2kb;
引物B结合位点距相应同源序列约0.2kb

图3

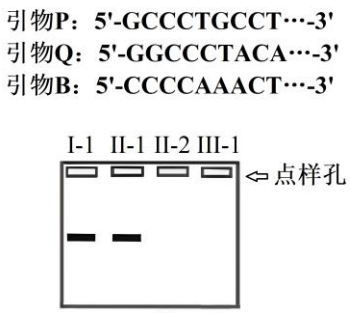


图4

（4）已知染色体上存在多个短串联重复序列，不同个体存在不同的拷贝数，表现出明显的个体特异性。研究者选取该家系部分成员相应染色体上多个位点，鉴定短串联重复序列的拷贝数，具体见下表。结合该表及上述研究，从遗传与变异的角度分析III-1 患病最可能的原因_____。

位点 拷贝数 个体	1	2	3	4	5
I-1	122	286	285	349	421
I-2	122	286	285	347	425
	122	284	294	352	427
II-2	122	286	285	349	421
	122	284	294	352	427
III-1	122	286	285	349	421

参考答案

第一部分

本部分共 15 题，每小题 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	C	C	D	D	B	C	A	B	D	B	D	C	A	B	D

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16.【答案】（1） ①. 第一 ②. 物质循环

（2） ①. 不影响 ②. 缓解象鼻虫对紫花苞舌兰繁殖的抑制作用

（3）红火蚁并非减少象鼻虫的数量，而是减少象鼻虫取食、产卵等行为的时长，减轻象鼻虫对紫花苞舌兰的损害，利于紫花苞舌兰入侵 （4）BC

【分析】生态位是指一个物种在群落中的地位或作用，包括所处的空间位置、占用资源情况以及与其他物种的关系等。生态位包括该物种觅食的地点，食物的种类和大小，还有其每日的和季节性的生物节律。

【小问 1 详解】

紫花苞舌兰是生产者，在生态系统中属于第一营养级。象鼻虫与红火蚁等动物属于消费者，消费者可促进该生态系统的物质循环。

【小问 2 详解】

由图 1 可知，组 3（排除象鼻虫）坐果率与组 4（排除红火蚁和象鼻虫）的坐果率无明显差异，所以无象鼻虫时，红火蚁不影响紫花苞舌兰的坐果率。 组 1（不做处理）坐果率高于组 2（排除红火蚁）， 组 1（不做处理）坐果率低于组 3（排除象鼻虫），综合可知红火蚁能够缓解象鼻虫对紫花苞舌兰繁殖的抑制作用。

【小问 3 详解】

结合图 1、2，组 2（排除红火蚁）象鼻虫数量与组 1 无明显差异，但象鼻虫活跃行为时间占比变长，由此可知，红火蚁并非减少象鼻虫的数量，而是减少象鼻虫取食、产卵等行为的时长，减轻象鼻虫对紫花苞舌兰的损害，利于紫花苞舌兰入侵。

【小问 4 详解】

A、若无红火蚁存在，还有象鼻虫等生物因素影响，该岛紫花苞舌兰种群不会呈“J”形增长，A 错误；

B、象鼻虫的作用程度与紫花苞舌兰种群密度相关，对于紫花苞舌兰种群来说，象鼻虫属于密度制约因素，B 正确；

C、紫花苞舌兰入侵，为象鼻虫提供了新的食物和栖息场所等，改变了象鼻虫的生态位，C 正确；

D、将紫花苞舌兰原产地的天敌引入该岛，可能会造成新的生物入侵等问题，不能有效控制其入侵，D 错误。

故选 BC。

17.【答案】（1） ①. 主动运输 ②. C_3 的还原 ③. 2. 3（在 2. 1~2. 5 区间即可） ④. 组 2 氧气释放速

率低于组 1、高于组 3　⑤. ac

（2）策略：未超过 4 周时，莴苣海蛞蝓利用盗食质体的光合作用合成有机物，为生命活动提供能量；超过 4 周后，盗食质体光合功能减弱，无法提供足够能量，会通过降解盗食质体作为物质与能量的来源。意义：有助于其度过食物短缺的时期，利于种群的繁衍

【分析】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，色素吸收光能、传递光能，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，三碳化合物在光反应产生的 NADPH 和 ATP 的作用下被还原，进而合成有机物。

【小问 1 详解】

①分析题图 1 可知，H^+进入盗食质体需要 V-ATPase 的协助，该过程还需要 ATP 水解供能，故 H^+以主动运输方式转入盗食质体内；光合作用暗反应过程通过 CO_2 的固定和 C_3 的还原生成有机物。

②分析题图 2 可知，组 1 氧气的释放速率为 1.6nmol·cm^{-2}·s^{-1}，可表示净光合速率；组 3 使用光合抑制剂，即测得的呼吸速率为 0.7nmol·cm^{-2}·s^{-1}，总光合速率=净光合速率+呼吸速率，因此正常情况下莴苣海蛞蝓的光合速率约为 1.6+0.7=2.3nmol·cm^{-2}·s^{-1}（在 2. 1~2. 5 区间即可）。

③a.从光照转为黑暗后，叶绿体产生的 ATP 减少，盗食质体膜上 P2X4 介导的阳离子外流显著减少，说明 P2X4 的激活与叶绿体产生的 ATP 有关，a 正确；

b.向分离的盗食质体内加入含 Na^+的溶液，V-ATPase 运输 H^+的速率提高，只能说明 Na^+对 V-ATPase 运输 H^+有影响，但不能说明 P2X4 被叶绿体产生的 ATP 激活以及与阳离子外流的关系，b 错误

c.P2X4 阻断剂 5 - BDBD 处理后，盗食质体内的 pH 比对照组高，说明 P2X4 被阻断后，V-ATPase 工作受影响，不能维持盗食质体内酸性环境，也就间接说明了 P2X4 可被叶绿体产生的 ATP 激活，维持 V-ATPase 的持续工作，c 正确。

故选 ac。

【小问 2 详解】

莴苣海蛞蝓无法持续补充藻类叶绿体中不断损耗的蛋白质，不摄食的情况下可存活约 10 周。研究发现，当不摄食超过 4 周后，莴苣海蛞蝓会由绿变橙，甚至变白，检测到消化腺细胞中溶酶体数量增加，盗食质体膜上的溶酶体标记物富集。莴苣海蛞蝓对盗食质体利用的策略是：未超过 4 周时，莴苣海蛞蝓利用盗食质体的光合作用合成有机物，为生命活动提供能量；超过 4 周后，盗食质体光合功能减弱，无法提供足够能量，会通过降解盗食质体作为物质与能量的来源。意义是：有助于其度过食物短缺的时期，利于种群的繁衍。

18.【答案】（1）　①. 选择　②. 单菌落

（2）Bv-1 具有一定的降解草酸的能力

（3）　①. 翻译　②. 先增加后下降为 0，食用含紫菜聚糖的饮食，可激活 Nb 的紫菜聚糖诱导型启动子，argS 基因表达，Nb 存活且利用紫菜聚糖供其快速生长繁殖，Nb 数量增加；正常饮食后，Nb 的 argS 基因不表达，Nb 无法存活，数量下降为 0　③. Nb 长时间留存在体内可能导致的基因污染

【分析】微生物培养：选择培养基、 鉴别培养基、基础培养基。微生物分离与纯化：单菌落分离（平板

划线法、稀释涂布平板法）。无菌技术：接种环灼烧灭菌、培养基高压蒸汽灭菌、操作在无菌环境（超净工作台）进行。基因表达调控：启动子：RNA 聚合酶结合位点，决定基因何时、何地表达；表达阶段：转录：DNA→mRNA；翻译：mRNA→蛋白质。

【小问 1 详解】

这种能允许 Bv 生长，同时抑制其他肠道微生物生长的培养基属于选择培养基。将新鲜粪便样本的稀释液涂布到上述培养基上，一段时间后，要挑取单菌落进行培养用于后续研究，因为单菌落是由一个微生物细胞繁殖而来的纯培养物。

【小问 2 详解】

从图中可以看出，在第 7 天向图中组 3 模型鼠的肠道内植入 Bv-1 后，组 3 小鼠尿液中草酸含量明显低于组 2，这说明 Bv-1 能够降低模型鼠尿液中草酸含量，也就是 Bv-1 具有一定的降解草酸的能力。

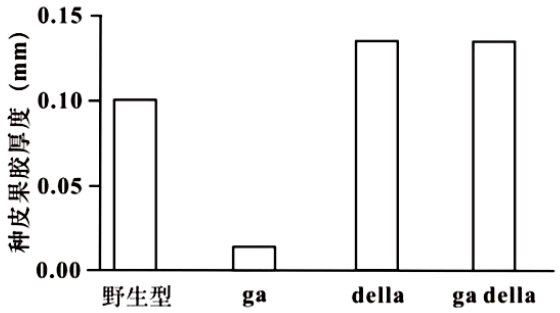
【小问 3 详解】

①精氨酰-tRNA 合成酶催化精氨酸与对应 tRNA 的结合，可影响基因表达的翻译过程，因为 tRNA 在翻译过程中携带氨基酸参与蛋白质合成。

②由于工程菌 Nb 的 argS 基因启动子改造为紫菜聚糖诱导型启动子，只有在紫菜聚糖存在时 argS 基因才表达，工程菌才能存活，当用紫菜聚糖的饮食饲喂时，Nb 可以存活并繁殖数量增加，换成正常饮食后，argS 基因不能表达，工程菌不能存活， 数量逐渐减少，所以 Nb 数量先增加后下降为 0。

③工程菌 Nb 治疗 EH 时安全性高，是因为可避免工程菌在肠道中定植对肠道正常菌群等造成长期影响，因为研究者将 Bv-1 的 argS 基因启动子改造为紫菜聚糖诱导型启动子，从而获得工程菌 Nb，所以只有在紫菜聚糖存在时它才存活，可减少其在肠道中不必要的长期存在。还可以避免 Nb 长时间留存在体内可能导致的基因污染。

19.【答案】（1） ①. 细胞壁 ②. 伸长

（2） 

（3） ①. ③⑥ ②. ④⑤ ③. ⑤⑥（注：前 2 组的顺序可调换）

（4）不能，该结果只能证明 DELLA 抑制 TTG2 与 MBW 的结合，无法证明其抑制方式（合理即可）

【分析】植物激素是一类由植物体内产生，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。植物激素主要有生长素、赤霉素、细胞分裂素、乙烯和脱落酸等五类。激素作为信息分子，通过与受体结合起作用。

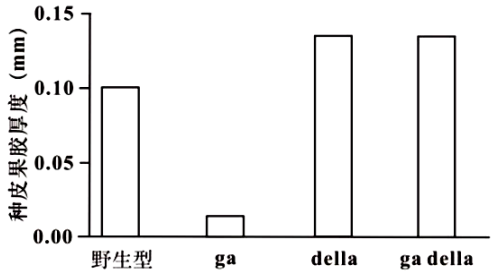
【小问 1 详解】

果胶是植物细胞壁的主要成分，它参与维持细胞壁的结构与韧性。 GA（赤霉素）的主要作用是促进细胞伸长，从而引起植株增高。

【小问 2 详解】

实验目的：验证 GA 与其受体形成复合物后，通过降解 DELLA 蛋白来调控果胶合成。 实验材料：野生型、GA 缺失突变体（ga）、DELLA 缺失突变体（della）。 预期结果： 野生型：有一定果胶合成量。 ga 突变体：GA 不足，DELLA 蛋白积累，抑制果胶合成，果胶含量最低。 della 突变体：无 DELLA 抑制，果胶合成量最高。 ga della 双突变体：无 DELLA 抑制，果胶合成量与 della 突变体相近。 对应图中曲线高度：

della ≈ ga della > 野生型 > ga。



【小问 3 详解】

实验原理：荧光素酶（LUC）被分成无活性的 N 端（nLUC）和 C 端（cLUC），只有当融合的两个蛋白（MBW 和 TTG2）在空间上靠近时，LUC 才会恢复活性并发出荧光。该实验就是为了证明只有当融合的两个蛋白（MBW 和 TTG2）在空间上靠近时，LUC 才会恢复活性并发出荧光，因此 2 组可以③⑥nLUC 和 cLUC-TTG2，实验现象无荧光，3 组④⑤cLUC 和 MBW-nLUC，实验现象无荧光，只有第 4 组⑤MBW-nLUC⑥cLUC-TTG2 的 MBW 与 TTG2 发生结合，才能使 nLUC 和 cLUC 靠近，恢复 LUC 活性并产生荧光。

【小问 4 详解】

将第 4 组载体与 DELLA 基因载体共同导入后，荧光强度低于第 4 组，这一结果只能证明 DELLA 抑制了 TTG2 与 MBW 的结合，但无法直接证明抑制的具体方式是 “竞争性结合 TTG2”。 要验证竞争性结合，还需要额外实验，例如通过体外结合实验直接证明 DELLA 与 TTG2 的结合，或通过突变 TTG2 的结合位点来验证。

20.【答案】（1） ①. 识别并裂解 ②. 免疫监视

（2）低 （3）在免疫激活状态下，NPM1 与 IRF1 结合，使后者与 N5 启动子结合减少，N5 基因转录下调，导致 MHC 表达量降低，抗原无法被有效呈递，降低被免疫细胞识别的机会，从而实现免疫逃逸

（4）NPM1 抑制剂精准递送至肿瘤细胞的方法（或 NPM1 抑制剂的最佳剂量等，合理即可）

【分析】体液免疫的过程为：当可以进入人体后，大多数的抗原被巨噬细胞吞噬，吞噬细胞可以摄取、处理并呈递抗原给辅助性 T 细胞，引起辅助性 T 细胞分泌细胞因子刺激 B 细胞，少数抗原可以直接刺激 B 细胞，B 细胞受到抗原和细胞因子的刺激后迅速增殖分化为记忆 B 细胞和浆细胞，浆细胞大量产生抗体。细胞免疫：细胞毒性 T 细胞识别到被感染的宿主细胞后，增殖分化形成新的细胞毒性 T 细胞和记忆细胞，细胞毒性 T 细胞和靶细胞接触，将靶细胞裂解。

【小问 1 详解】

细胞毒性 T 细胞识别肿瘤细胞的特定抗原（抗原-MHC 复合体），在辅助性 T 细胞分泌的细胞因子作用下增殖分化形成新的细胞毒性 T 细胞和记忆（T）细胞，并由前者裂解肿瘤细胞。免疫系统的功能包括：免疫防御、免疫监视、免疫自稳，识别并裂解肿瘤细胞体现了免疫系统的监视功能。

【小问 2 详解】

根据题干信息可知，将野生型或 NPM1 缺陷型肿瘤细胞注射到正常小鼠体内，发现 NPM1 的缺失显著抑制了肿瘤生长，这说明 NPM1 缺失后，抑制免疫细胞功能相关的基因表达量降低，导致肿瘤细胞更容易被免疫系统识别和攻击。

【小问 3 详解】

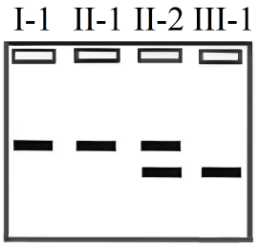
根据题意可知：①N5 是调控 MHC 基因转录的主要因子，NPM1 缺失可恢复 MHC 抗原呈递。②分析图可知，加入抗 NPM1 抗体后，分离磁珠上的蛋白后进行电泳，IRF1、NPM1 均出现条带，说明 NPM1 能与 IRF1 结合。③NPM1 缺失后，IRF1 表达显著增强，IRF1 可与 N5 启动子结合，促进 N5 启动子结合，促进 N5 转录。据以上推测：在免疫激活状态下，NPM1 与 IRF1 结合，使后者与 N5 启动子结合减少，N5 基因转录下调，导致 MHC 表达量降低，抗原无法被有效呈递，降低被免疫细胞识别的机会，从而实现免疫逃逸。

【小问 4 详解】

用 NPM1 抑制剂治疗恶性肿瘤，可能会导致正常体细胞异常死亡，故需要进一步研究 NPM1 抑制剂精准递送至肿瘤细胞的方法（或 NPM1 抑制剂的最佳剂量等)。

21.【答案】（1） ①. 伴 X 隐性遗传 ②. 1/3

（2）A_1 与 A_3 （3） ①. 耐高温的 DNA 聚合（或 TaqDNA 聚合） ②.



（4）I-1 产生了 F_8 基因发生突变的精子，并将该变异传递给II-2，继而传递给III-1，III-1 无法合成凝血因子 8

【分析】PCR 需要条件有：模板、引物、耐高温的 DNA 聚合酶、dNTP、含有 Mg^{2+}的缓冲液等。

【小问 1 详解】

根据图 1 可知，其中Ⅱ-1 和Ⅱ-2 都正常且Ⅱ-1 不携带致病基因，该病的遗传方式为伴 X 隐性遗传。Ⅱ-1 基因型为 X^AY，II-2 基因型为 X^AX^a，再生一个正常孩子（X^AX^A，X^AX^a，X^AY），该孩子是携带者（X^AX^a）的概率为 1/3。

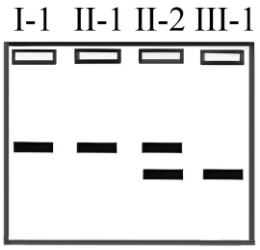
【小问 2 详解】

图 2 所示Ⅱ-1（正常）的结构为：A_3-A_2-F_8（包含A_1），Ⅲ-1（患病）的结构为 A_1-F_8（部分片段）-A_2-A_3-F_8（部分片段），且由题目可知 A_1 与 A_2、A_3 为反向重复序列，既序列相同但是方向相反，则可以发生染色体倒位，内部序列旋转 180°，因此在上述同源序列 A_1 与 A_3 处发生磷酸二酯键的断裂、重连。

【小问 3 详解】

PCR 温度范围（变性 94℃，复性 54℃，延伸 72℃）需要的酶为耐高温的 DNA 聚合（或 TaqDNA 聚合）（能在高温条件下保持活性）。PCR 引物 P、Q、B 的结合位置是固定的，引物 P 结合在 A_3 外侧约 1.2kb 处，引物 Q 结合在 A_1 外侧约 1.2kb 处，引物 B 结合在 A_2 内侧约 0.2kb 处 ，在正常序列中，引物 P 和 Q 分别结合在 A_3 和 A_1 的外侧，扩增的是从 P 到 Q 的完整片段，包含了 A_3→A_2→F_8→A_1 以及两侧的 1.2kb 序

列，所以总长度较长，倒位后，序列变成 $A_1 \rightarrow F_8 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3 \rightarrow F_8$，原本在 A_3 外侧的引物 P 和在 A_1 外侧的引物 Q，现在的相对距离被大大缩短了，I-1（正常男性）仅含正常 F_8 基因，仅能扩增出 1 条长片段条带，位置最靠上，Ⅱ-1（正常男性）仅含正常 F_8 基因，仅能扩增出 1 条长片段条带，位置与I-1 一致，Ⅱ-2（携带者女性）同时含正常 F_8 基因和倒位的 F_8 基因，能扩增出 2 条条带，一条长片段条带（对应正常基因），一条短片段条带（对应倒位基因），Ⅲ-1（患病男性）仅含倒位的 F_8 基因，仅能扩增出 1 条短片段条带，位置最靠下，个体 PCR 产物电泳条带的分布情况如图：



【小问 4 详解】

结合该表及上述研究可以看出，III-1 的短串联重复序列拷贝数与I-1、II-1 完全一致，说明其 X 染色体的遗传标记来自母亲II-2 携带的与I-1 同源的那条 X 染色体。从遗传与变异的角度分析III-1 患病最可能的原因 I-1 产生了 F_8 基因发生突变的精子，并将该变异传递给II-2，继而传递给III-1，III-1 无法合成凝血因子 8。