2023 北京昌平高三（上）期末

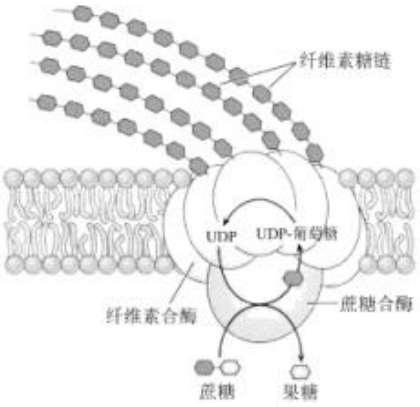
生　　物

1. 人和牛的胰岛素分子区别仅在 A 链第 8 位、第 10 位，B 链第 30 位的氨基酸不同。下列关于两种胰岛素的叙述错误的是（　　）

A. 都可与双缩脲试剂反应　　B. 加工都与高尔基体有关

C. 合成受相同的基因控制　　D. 都是通过体液进行运输

2. 酶复合物把葡萄糖转运过膜，并添加到纤维素糖链附着在细胞膜上的一端。随着酶复合物在细胞膜上移动，纤维素糖链在膜外不断延伸（如图）。下列叙述错误的是（　　）



A. 纤维素糖链在细胞膜上合成

B. 酶复合物移动体现细胞膜的流动性

C. 蔗糖合酶可催化生成 UDP-葡萄糖

D. 图示过程也可发生在动物细胞

3. Ras 蛋白结合 GTP 时为活化状态，结合 GDP 时为失活状态。突变型 Ras 蛋白 GTP 水解酶活性降低，使其以活化状态持续存在，进而导致细胞癌变。下列叙述错误的是（　　）

A. Ras 蛋白的两种状态与其空间结构有关

B. 失活状态的 Ras 蛋白可促进细胞增殖

C. 癌细胞的形态结构会发生显著变化

D. 靶向突变型 Ras 蛋白的抗体可作为抗癌药物

4. 二倍体哺乳动物从配子到受精卵的过程中，会发生全基因组的去甲基化。极少数等位基因中来自父源或母源的基因会逃避去甲基化，这些基因称为印记基因。下列叙述正确的是（　　）

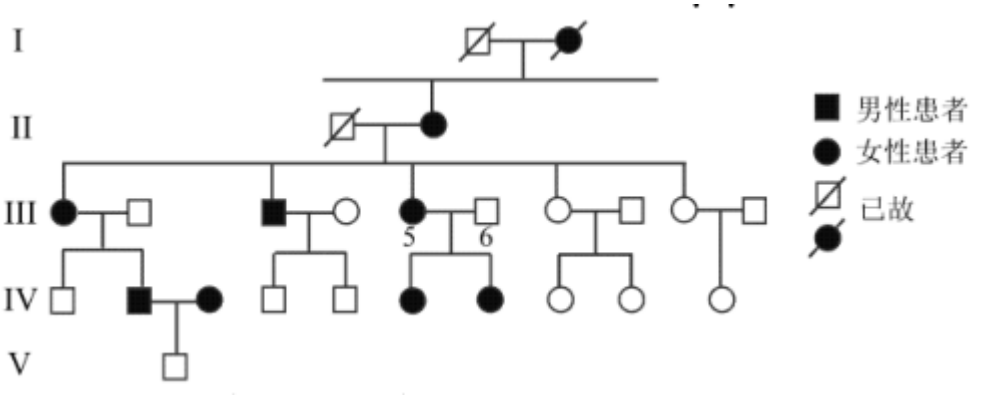
A. 基因　甲基化通常不会影响基因的表达

B. 甲基化导致基因的碱基序列发生改变

C. 全基因组去甲基化的受精卵易实现全能性

D. 印记基因逃避去甲基化一定会导致子代表型改变

5. 下图是某位遗传性耳聋疾病患者的家系图，下列叙述错误的是（　　）



A. 可在人群中调查遗传病的发病率

B. 该病最可能是伴 X 染色体隐性遗传病

C. 可通过基因检测确定是否携带致病基因

D. 推测III-5 和III-6 生育正常女孩的概率是 1/4

6. 粉蕉（ABB）果肉紧实，偶尔会产生可育种子。研究者利用粉蕉与野生蕉（BB）杂交得到粉杂 1 号（ABBB），其中 A、B 表示不同的染色体组。下列叙述错误的是（　　）

A. 粉蕉品种 A 染色体组中具有同源染色体

B. 低温处理可诱导粉蕉植株产生可育种子

C. 粉杂 1 号培育的原理是染色体数目变异

D. 粉杂 1 号糖类和蛋白质等物质含量可能增多

7. 下表中的几种因素会对血压产生影响（↑表示血压升高，↓表示血压降低）。下列叙述错误的是（　　）

调节因素	交感神经	副交感神经	肾上腺素	一氧化氮
对血压的影响作用	↑	↓	↑	↓

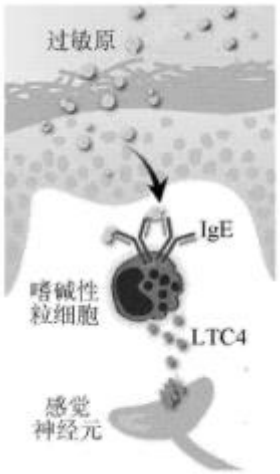
A. 人的血压受到了神经和体液调节

B. 肾上腺素作为信息分子调节血压

C. 交感神经和副交感神经属于传入神经

D. 高血压患者要尽量避免情绪激动

8. 过敏反应往往伴随着皮肤瘙痒，引发瘙痒反射，其机理如图所示。下列说法错误的是（　　）



A. 人体对花粉产生的过敏反应属于免疫失调病

B. 过敏原与 IgE 结合从而引发过敏反应

C. LTC4 作为神经递质与神经元表面受体结合

D. 图示为相同过敏原再次入侵机体时的反应

9. 氯吡脲是一种植物生长调节剂，具有促使黄瓜膨大的作用，但过量使用不但效果不好，反而会使果实畸形。下列叙述错误的是（　　）

A. 氯吡脲可在植物细胞内合成

B. 氯吡脲可能促进黄瓜细胞分裂

C. 氯吡脲与受体结合调节植物生命活动

D. 应依据推荐浓度施用氯吡脲

10. 蜡螟只在熊蜂蜂巢内产卵，其幼虫会耗尽熊蜂蛹的生命，并吐丝保护幼虫不受熊蜂的伤害。统计发现，花园环境的熊蜂蜂巢被蜡螟感染水平比农场环境高 20%左右。下列叙述错误的是（　　）

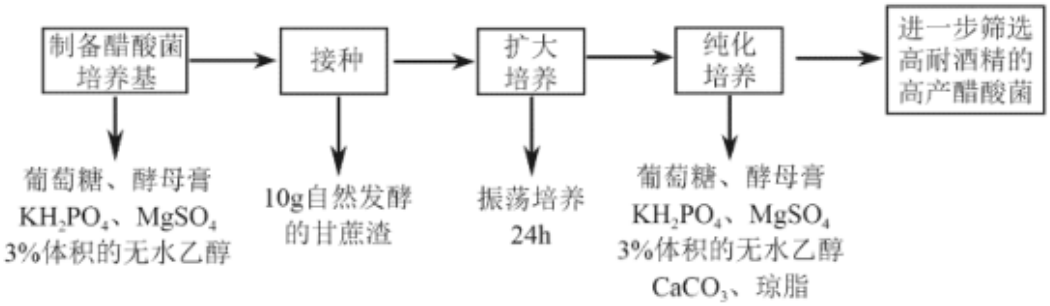
A. 蜡螟与熊蜂是寄生关系

B. 蜡螟通过影响熊蜂种群性别比例进而降低其数量

C. 农场中蜡螟、熊蜂等各种生物共同构成生物群落

D. 推测花园环境生活的蜡蜡螟种群密度更大

11. 研究人员采用下图所示方法获得高耐酒精的高产醋酸菌，相关叙述错误的是（　　）



A. 自然发酵的甘蔗渣需灭菌后再加入培养基中

B. 纯化培养过程可采用稀释涂布平板法接种醋酸菌

C. 高产醋酸菌可分解 $CaCO_3$ 形成更大的透明圈

D. 通过增加酒精浓度进一步筛选高耐酒精的高产醋酸菌

12. 花粉原生质体具备单倍体的优点，可直接与体细胞原生质体融合，实现配子与体细胞杂交。下列叙述错误的是（　　）

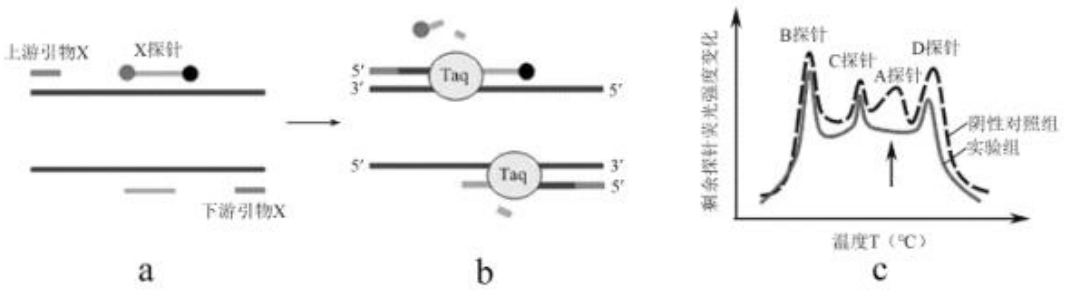
A. 用胰蛋白酶获得体细胞原生质体

B. 可利用聚乙二醇诱导原生质体融合

C. 利用植物组织培养技术将融合细胞培育成完整植株

D. 配子与体细胞杂交能缩短三倍体无子果实培育年限

13. 科研人员在常规 PCR 基础上发展出同时检测多种病原体的多重 PCR 技术，检测原理（a、b）及结果（c）如下图。下列叙述错误的是（　　）



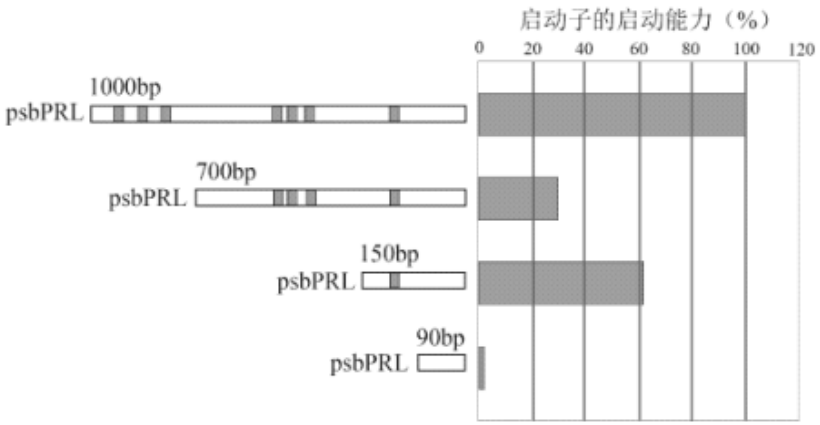
A. 需要针对不同病原体设计特异性引物和荧光探针

B. 图中 b 是 PCR 反应的复性过程

C. 多重 PCR 同时完成对 4 种病原体　检测

D. 由结果推测该检测样品中有 A 病原体的核酸

14. 为探究海鲷催乳素启动子（psbPRL）的关键功能位点，将启动子区域序列进行分段截短，分别构建含荧光素酶基因的重组质粒，检测启动子的启动能力，结果如下图。下列叙述错误的是（　　）



A. 将启动子序列插入荧光素酶基因的上游

B. 用限制酶和 DNA 连接酶构建重组质粒

C. 荧光值越高代表启动子的启动能力越强

D. 150-700bp 之间具有提高启动能力的序列

15. 在对照实验中，实验组中的自变量通常可以用“加法原理”或“减法原理”进行控制。下列实验中，采用“减法原理”的是（　　）

A. 模拟生物体维持 pH 的稳定　　B. 尝试利用乙烯利催熟水果

C. 比较过氧化氢在不同条件下的分解　　D. 艾弗里肺炎链球菌的体外转化实验

16. 大多数蓝细菌引发的水华发生在紫外线（UV）强烈的夏季。研究者通过实验探究了 UV 对蓝细菌生长与扩张的影响。

（1）在水生生态系统组成成分中，蓝细菌属于_____，其过度繁殖引起水华，造成该生态系统的生物多样性锐减。

（2）将取自太湖的蓝细菌样品，分别放置水深 0、10 和 20cm 处，进行原位实验，结果如图 1。0cm 处的蓝细菌群体中 DIP（溶解无机磷）和 PolyP（储存磷的多聚体）的含量均_____10cm 和 20cm 处，随水深增加_____，说明 UV 对 PolyP 影响更大。

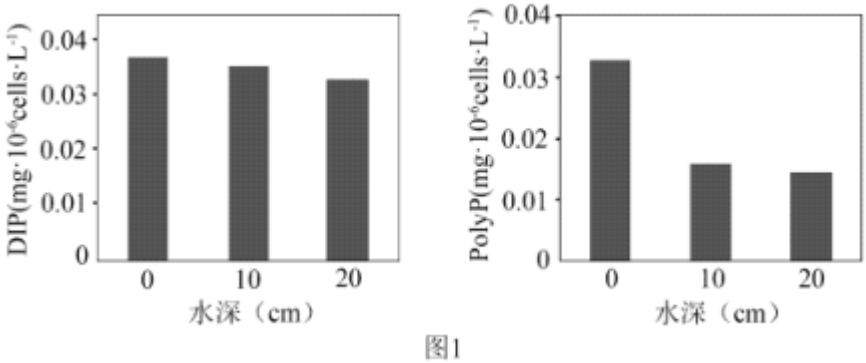
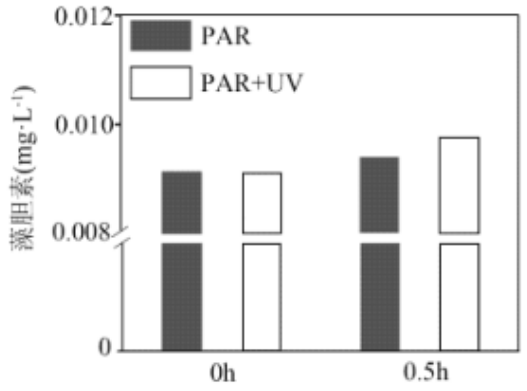


图1

（3）为探究 UV 对蓝细菌体内 PolyP 合成的影响机制，研究者将蓝细菌暴露在不同处理条件下，测定蓝细

菌体内藻胆素含量，结果如图 2。已知藻胆素是一种光合色素，ATP 是形成 PolyP 的原料。请推测 UV 促进蓝细菌合成 PolyP 的机制_____。



注：PAR（太阳辐射中对植物光合作用有效的光谱成分）
UV（紫外线）

图2

（4）在紫外线辐射下，蓝细菌不断从环境中吸收 DIP 合成 PolyP，导致总磷量增加，促进其繁殖，蓝细菌数量增加，会吸收更多 DIP。从蓝细菌数量的角度分析，此过程属于_____调节。研究者称此效应为“蓝细菌磷同化紫外光效应”。

（5）根据“蓝细菌磷同化紫外光效应”的产生机制，请运用生态工程的基本原理，对已发生蓝细菌水华的生态系统提出一条修复措施，并说明遵循的原理_____。

17. 草莓采摘后硬度降低，软化加剧。提高果实硬度对于延长草莓贮藏时间具有重要意义。

（1）脱落酸可提高相关酶活性，导致细胞壁解体，并促进_____（激素）的生成，加速果实成熟软化。据此分析延缓果实软化的思路_____。（至少写出一条）

（2）已知真菌 AMF 侵染草莓根系后，逐渐形成菌丝网络，利于植物吸收矿质营养；糖醇螯合钙是植物可高效运输的钙剂。为探究 AMF 和糖醇螯合钙对草莓硬度的影响，研究者进行了相关实验。

①对草莓植株进行不同处理后检测果实硬度，结果如下表。

组别	实验处理	硬度（kg/cm^2）
1	浇灌蒸馏水	1 28
2	0.2%糖醇螯合钙	1.34
3	接种 AMF	1.28
4	接种 AMF+0.2%糖醇螯合钙	1.38

以上数据表明：糖醇螯合钙可以_____草莓的软化；AMF 和糖醇螯合钙联合使用的效果_____单独使用，推测其原因是_____。

②进一步探究糖醇螯合钙对草莓硬度的影响机制，实验结果如图 1，酶 A 和酶 B 参与相关代谢过程如图 2。

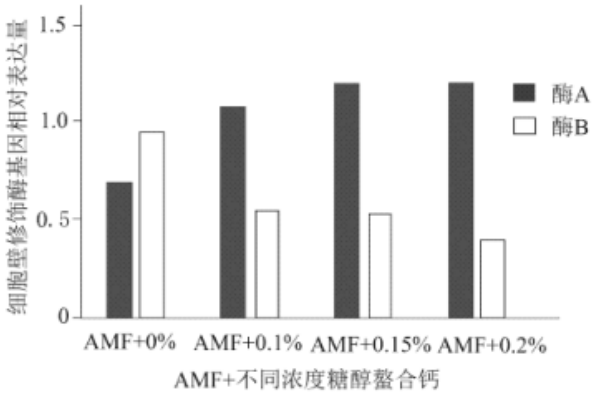


图1

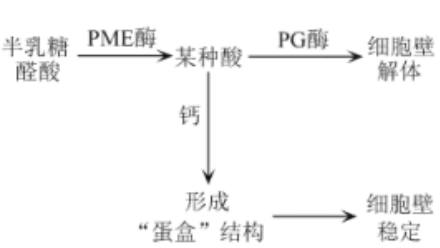


图2

结合图 1 和图 2，判断酶 A、酶 B 分别是_____。

（3）已知钙既是组成细胞壁的重要元素，也作为信息分子发挥调节作用。综上所述，完善 AMF 和糖醇螯合钙联合使用对草莓硬度的影响机制。请在图 3 方框中选填“AMF”“糖醇螯合钙”，在（　　）中选填“+”“-”（＋表示促进/提高，-表示抑制/降低）_____。

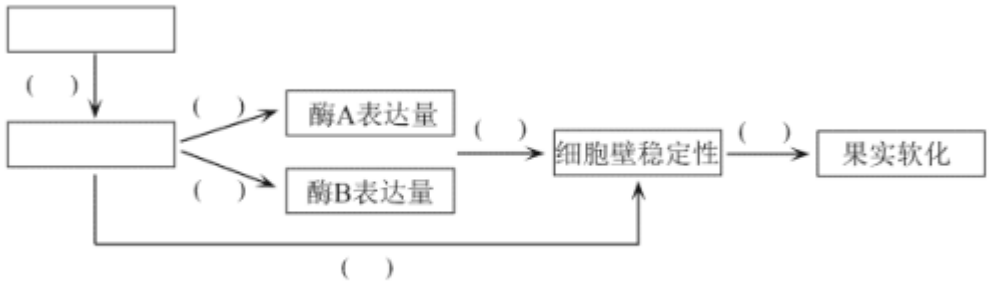
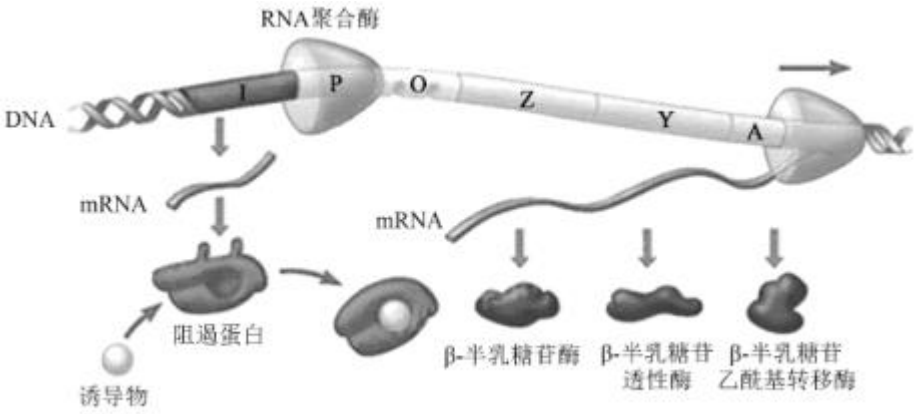


图3

18. 学习以下材料，回答（1）~（4）题。

乳糖操纵子在转基因动物中的应用前景

乳糖操纵子只存在原核生物中，由调节基因（I）、启动子（P）、操纵基因（O）、结构基因（Z、Y、A）组成（如下图）。若诱导物（乳糖/半乳糖）不存在时，I 在其自身启动子的作用下编码阻遏蛋白，其分子构象能识别 O 序列并与之结合，阻止 RNA 聚合酶与 P 的结合，使结构基因无法表达相应的酶；若诱导物存在时，诱导物能和阻遏蛋白结合，使其分子构象发生改变，无法识别 O 序列，RNA 聚合酶与 P 结合，Z、Y、A 可以分别表达 3 种酶。



玉米-豆粕饲料是畜牧养殖中重要的蛋白质饲料，但饲料中含有半乳糖苷（抗营养因子）等物质，由于畜禽动物胃肠道内缺乏半乳糖苷酶，导致半乳糖苷在肠道内积聚，进而影响营养物质的吸收。半乳糖苷经肠道微生物发酵产生的 NH，等气体还使动物产生胀气，甚至腹泻。因此生产能在动物肠道内表达半乳糖苷酶的转基因动物，可提高饲料中营养物质的利用率，但外源半乳糖苷酶基因在转基因动物中出现过量表达的现象，严重影响转基因动物的健康。

近期科学家结合乳糖操纵子的结构和功能，尝试将乳糖操纵子应用于转基因动物，并对其应用效果和前景进行了分析探讨。一旦乳糖操纵子成功应用于转基因动物，对降低转基因动物的健康风险，培育能有效利用半乳糖苷的动物新品种等方面都有重要的应用价值。

（1）将大肠杆菌接种到含乳糖的培养基中，乳糖与阻遏蛋白结合，导致该蛋白的_____发生改变，无法识别 O 序列，进而启动结构基因的_____过程。由此说明，大肠杆菌可在_____水平上调控相关基因的表达。

（2）乳糖操纵子介导的半乳糖苷酶能降低转基因动物的健康风险，其原因是_____。

（3）若将乳糖操纵子应用于转基因动物，可为其提供技术和理论依据的研究结果包括_____。

A. 调节基因整合到动物染色体上易被甲基化而无法表达

B. 操纵基因与哺乳动物的启动子整合不影响靶基因的表达

C. 突变的调节基因导入小鼠细胞，无法检测到阻遏蛋白

D. 半乳糖苷酶基因导入小鼠细胞，半乳糖苷酶活性显著增加

E. 将操纵基因和酪氨酸酶基因整合的转基因小鼠，与表达阻遏蛋白的转基因小鼠杂交，饲喂子代小鼠含诱导物的水可调控其皮肤颜色

（4）为了将乳糖操纵子成功应用于转基因动物，科学家还准备做下列科研工作。

①修饰乳糖操纵子的 I，使其甲基化程度降低。

②修饰乳糖操纵子的 P，使其具有组织特异性。

请选择上述一项科研工作，分析其研究意义_____。

19. 棉花是我国重要的经济作物。棉花苗期的叶片通常为绿色，科研人员发现棉花芽黄突变体（M），其叶片在苗期表现出叶绿素缺乏的黄色性状，而当植株成熟时，叶片恢复绿色。

（1）已知叶片颜色由一对等位基因控制。将 M 与野生型植株杂交，F_1 自交所得 F_2 中有 602 株绿苗和 196 株黄苗，说明芽黄性状为_____性状。

（2）棉花具有杂种优势，即杂种一代在产量和纤维品质等方面优于双亲，但棉花为两性花，人工去雄繁琐，科研人员以芽黄作为指示性状，对杂种一代进行筛选。①研究表明，M 品系与常规品系杂交，F_1 具有明显的杂种优势。鉴别杂交种的过程如下：

I．将 M 品系作为_____本，常规品系作为另一亲本，隔行种植，授粉后采收母本植株的种子。

II．播种所采种子，在苗期应人工拔除黄苗，保留绿苗，用于区分“真假杂种”，其原因是_____。

②科研人员引进芽黄突变体的雄性不育品系（A），以提高棉花杂交种的生产效率。将 A 品系与标准品系（T）进行杂交，实验结果如图 1。



图1

由杂交结果推测，控制叶色和育性的基因在染色体上的位置关系是_____。F_2 中未观察到重组类型的最可能原因是_____。

③从生产实践角度分析，A 品系能提高棉花杂交种生产效率的理由是_____。

（3）实践发现，目前大部分芽黄突变体由于自身的产量低，品质差等原因，难以产生强优势的杂种子代。请从①~③中选择实验材料，完善图 2 芽黄品系改良的最佳方案。

①M 品系②A 品系③N 品系（优质棉）

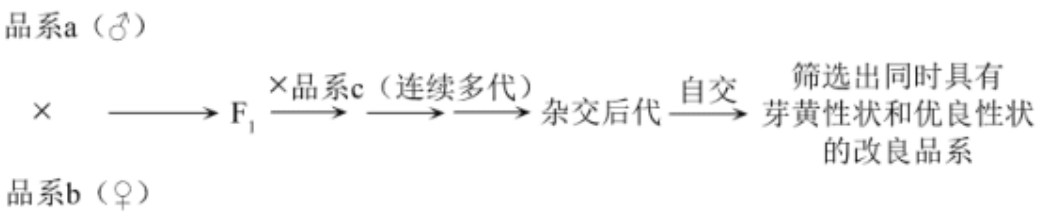


图2

图中品系 abc 分别是_____（填写相应序号）

20. 免疫系统侵袭人的滑膜细胞（FLS），造成滑膜增生，进而导致类风湿性关节炎（RA）。为探究芍药苷对 RA 患者的治疗机理，科研人员进行了相关研究。

（1）正常 FLS 会发生由_____决定的细胞凋亡，而 RA 患者的 FLS 会抵抗细胞凋亡。

（2）为探究芍药苷对 FIS 凋亡的影响，进行细胞培养实验。培养基中除含有芍药苷外，还添加_____等天然成分，同时添加一定量的抗生素防止_____。

表 1

细胞种类	芍药苷浓度（μmol/L）	凋亡率（%）		
		24h	48h	72h
RA-FLS	80	7.8	11.9	18.4
NC-FLS		3.7	4.4	4.3

注：NC 表示健康人

综合（1）和表 1 结果，推测芍药苷可作为治疗 RA 的药物，你的理由是_____。

（3）科研人员为探究芍药苷的作用机理开展了进一步研究。

①研究发现，非编码 RNA 可能与 RA 有关。检测 NC-FLS 和 RA-FIS 中非编码 RNA 含量，发现前者是后者的 3 倍，由此推测：非编码 RNA 含量的_____导致 RA-FLS 凋亡率的降低。

②进一步利用 RA-FLS 进行实验的结果如图 1 和图 2。

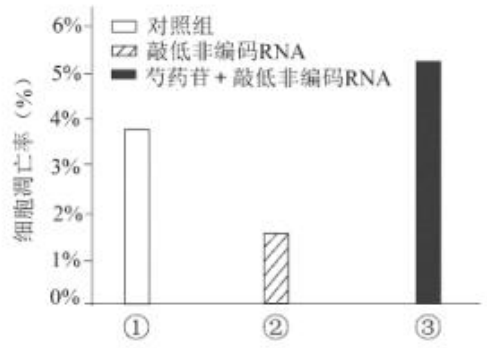


图1

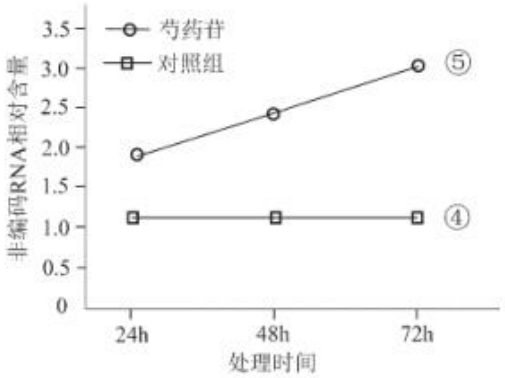


图2

请从图 1 和图 2 中选出相应组别序号，并从下列选项中选出对应的实验结论填入表 2，梳理出芍药苷对 FLS 的作用机理。

a．芍药苷促进 RA-FLS 凋亡

b．非编码 RNA 促进 RA-FLS 凋亡

c．降低非编码 RNA 含量和添加芍药苷都可以促进细胞凋亡

d．芍药苷增加 RA-FLS 非编码 RNA 相对含量

e．芍药苷增加 NC-FLS 非编码 RNA 相对含量

表 2

组别	_____ _____
实验结论	芍药苷→_____→_____→细胞凋亡

21. IDH 基因突变的肿瘤细胞产生代谢产物 D-2HG，并分泌至肿瘤细胞间，研究者为探究 D-2HG 对肿瘤发生的影响开展了系列研究。

（1）将活化的细胞毒性 T 细胞与肿瘤细胞共培养，细胞毒性 T 细胞表面受体与肿瘤细胞表面_____识别并结合后，前者溶酶体膜与细胞膜融合，通过_____方式释放溶酶体内的颗粒酶 B，使肿瘤细胞裂解。

（2）研究发现，经 D-2HG 处理后细胞毒性 T 细胞的肿瘤杀伤力下降。为探究 D-2HG 的作用机制，将适宜浓度的 D-2HG 加入含细胞毒性 T 细胞的培养基中，检测结果如图 1 和图 2。

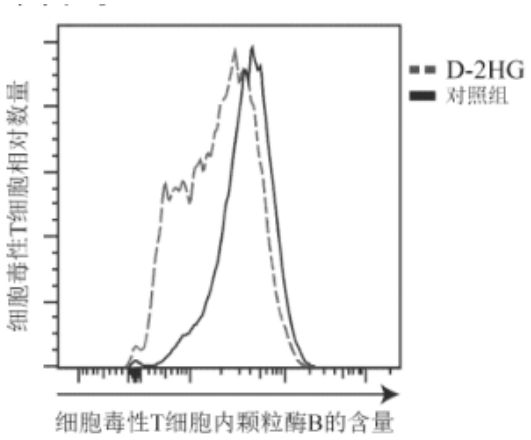


图1

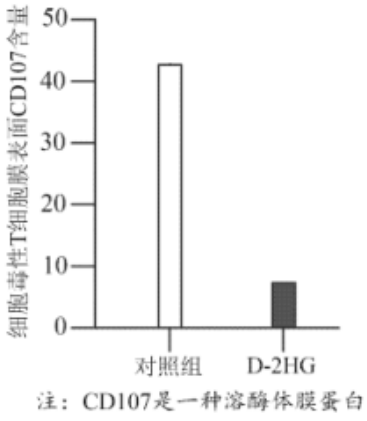


图2

①推测产生图 1 结果可能的原因，推测一：D-2HG_____细胞毒性 T 细胞合成颗粒酶 B；推测二：D-2HG_____细胞毒性 T 细胞释放颗粒酶 B。

②结合图 2 结果，阐述你支持上述哪种推测及理由_____。

（3）研究发现，D-2HG 处理　细胞毒性 T 细胞内 LDH（催化丙酮酸合成乳酸）活性下降，且耗氧速率增加，从而产生具有毒害作用的 ROS。下列关于 D-2HG 对细胞毒性 T 细胞的作用推测合理的是_____。

A. 抑制 LDH 基因的表达

B. 抑制无氧呼吸

C. 促进丙酮酸进入线粒体

D. 提高 ROS 水平，减弱肿瘤杀伤力

E. 促进有氧呼吸，进而促进细胞增殖

（4）研究者对 IDH 基因突变的肿瘤患者体内细胞毒性 T 细胞的代谢情况进行分析，得到了相同的结论。

综上所述，请你提出治疗 IDH 基因突变肿瘤的方案_____。

参考答案

1. 【答案】C

【解析】

【分析】1.胰岛素　本质是蛋白质，能与双缩脲试剂发生紫色反应。

2.胰岛素属于分泌蛋白，需要内质网和高尔基体的加工。

【详解】A、人、牛胰岛素的本质是蛋白质，都能与双缩脲试剂发生紫色反应，A 正确；

B、人、牛胰岛素都是分泌蛋白，所以加工都与高尔基体有关，B 正确；

C、人、牛控制合成胰岛素的基因不相同，C 错误；

D、人、牛胰岛素都是分泌蛋白，都需要通过体液进行运输，D 正确。

故选 C。

2. 【答案】D

【解析】

【分析】糖类一般由 C、H、O 三种元素组成，分为单糖、二糖和多糖，是主要的能源物质。常见的单糖有葡萄糖、果糖、半乳糖、核糖和脱氧核糖等。植物细胞中常见的二糖是蔗糖和麦芽糖，动物细胞中常见的二糖是乳糖。植物细胞中常见的多糖是纤维素和淀粉，动物细胞中常见的多糖是糖原。

【详解】A、根据题意“葡萄糖添加到纤维素糖链附着在细胞膜上的一端。随着酶复合物在细胞膜上移动，纤维素糖链在膜外不断延伸”可知，纤维素糖链在细胞膜上合成，A 正确；

B、酶复合物能在细胞膜上移动，体现了细胞膜的流动性，B 正确；

C、由图可知，蔗糖在蔗糖合酶的作用下分解为果糖和葡萄糖，葡萄糖进一步合成 UDP-葡萄糖，C 正确；

D、纤维素只存在于植物细胞中，动物细胞中不含纤维素，D 错误。

故选 D。

3. 【答案】B

【解析】

【分析】蛋白质的功能由空间结构决定，结合 GTP 或结合 GDP 取决于不同的空间结构，活化状态可能使细胞异常增殖导致癌变。

【详解】A、蛋白质结合 GTP 或结合 GDP 取决于不同的空间结构，A 正确；

B、由题目分析活化状态可能使细胞异常增殖导致癌变，失活状态则抑制细胞增殖，B 错误；

C、细胞癌变后增殖速度加快，形态结构会发生显著变化，C 正确；

D、靶向突变型 Ras 蛋白的抗体可以特异性结合变型 Ras 蛋白，降低其含量，则抑制细胞癌变，可作为抗癌药物，D 正确。

故选 B。

4. 【答案】C

【解析】

【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现型却发生了改变，如 DNA 的甲基化，甲基化的基因不能与 RNA 聚合酶结合，故无法进行转录产生 mRNA，也就无法进行翻译，最终无法合成相应蛋白，从而抑制了基因的表达。

【详解】A、启动子是一段有特殊结构 DNA 片段，位于基因　首端，是 RNA 聚合酶识别和结合的部位，启动子的甲基化通过影响 DNA 的转录来影响基因的表达，A 错误；

B、甲基化是表观遗传的一种，表观遗传不会导致基因的碱基序列发生改变，B 错误；

C、分析题意，二倍体哺乳动物从配子到受精卵的过程中，会发生全基因组的去甲基化，全基因组去甲基化的受精卵抑制作用可能被解除，易实现全能性，C 正确；

D、印记基因是指极少数等位基因中来自父源或母源的基因会逃避去甲基化，该过程可能发生在隐形基因，故 不一定导致子代表型改变，D 错误。

故选 C。

5. 【答案】B

【解析】

【分析】由家族第IV代和第V代分析，属于有中生无，显性遗传，常染色体显性与伴 X 染色体显性遗传均合理。

【详解】A、遗传病的发病率应在人群中调查，A 正确；

B、由家族第IV代和第V代分析，属于有中生无，显性遗传，B 错误；

C、基因检测可以得出基因型确定是否携带致病基因，C 正确；

D、若为常染色体显性病III-5 基因型为 Aa，III-6 基因型为 aa，生育正常女孩的概率为 1/2×1/2=1/4；若为伴 X 染色体显性病III-5 基因型为 X^AX^a，III-6 基因型为 X^aY，生育正常女孩的概率为 1/2×1/2=1/4，D 正确。

故选 B。

6.

【答案】A

【解析】

【分析】同源染色体是指配对的两条染色体，形态和大小一般都相同，一条来自父方，一条来自母方。同源染色体两两配对的现象叫做联会，所以联会的两条染色体一定是同源染色体。

【详解】A、同源染色体是指配对的两条染色体，形态和大小一般都相同，一条来自父方，一条来自母方

粉蕉品种 A 染色体组中没有同源染色体，A 错误；

B、低温处理可诱导粉蕉植株发生染色体数目加倍，形成基因型为 AABBBB 的植株，可产生可育种子 ABB，B 正确；

CD、利用粉蕉（ABB）与野生蕉（BB）杂交得到粉杂 1 号（ABBB），染色体数目发生了改变，故粉杂 1 号培育的原理是染色体数目变异，粉杂 1 号为多倍体，其茎秆粗壮，叶片、果实和种子都比较大，糖类和蛋白质等营养物质的含量都有所增加，CD 正确。

故选 A。

7. 【答案】C

【解析】

【分析】交感神经占优势时，心率加快，血压升高；肾上腺素促进心率上升，血压升高。

【详解】A、人的血压受到了交感副交感和激素的控制，则受到了神经和体液调节，A 正确；

B、肾上腺素属于激素，激素作为信息分子调节血压，B 正确；

C、交感神经和副交感神经属于传出神经，C 错误；

D、情绪激动会导致心率升高导致血压进一步升高，高血压患者要尽量避免情绪激动，D 正确。

故选 D。

8. 【答案】C

【解析】

【分析】过敏反应：

1、过敏反应是指已产生免疫的机体在再次接受相同抗原刺激时所发生的组织损伤或功能紊乱的反应。

2、反应的特点是发作迅速、反应强烈、消退较快；一般不会破坏组织细胞，也不会引起组织损伤，有明显的遗传倾向和个体差异。

3、过敏反应的原理：机体第一次接触过敏原时，机体会产生抗体，吸附在某些细胞的表面；当机体再次接触过敏原时，被抗体吸附的细胞会释放组织胺等物质，导致毛细血管扩张、血管通透增强、平滑肌收缩、腺体分泌增加等，进而引起过敏反应。

【详解】A、人体对花粉产生的过敏反应属于免疫失调病，属于免疫功能过强导致的，A 正确；

BC、过敏原与 IgE 结合，引起嗜碱性粒细胞细胞释放 LTC4，LTC4 与神经元表面受体结合，从而引发过敏反应，LTC4 并不是神经递质，B 正确，C 错误；

D、过敏反应是指已产生免疫的机体在再次接受相同抗原刺激时所发生的组织损伤或功能紊乱的反应，故图示为相同过敏原再次入侵机体时的反应 ，D 正确；

故选 C。

9. 【答案】A

【解析】

【分析】植物生长调节剂是人工合成的，对植物生长发育有调节作用的化学物质。

【详解】A、植物生长调节剂是人工合成的，所以氯吡脲不可在植物细胞内合成，A 错误；

B、氯吡脲是一种植物生长调节剂，具有促使黄瓜膨大的作用，所以推测氯吡脲可能促进黄瓜细胞分裂，B 正确；

C、氯吡脲是一种植物生长调节剂，能与特定细胞表面的受体结合，调节生命活动，C 正确；

D、由题干可知，氯吡脲过量使用不但效果不好，反而会使果实畸形，所以应依据推荐浓度施用氯吡脲，D 正确；

故选 A。

10. 【答案】B

【解析】

【分析】种间关系是指不同物种种群之间的相互作用所形成的关系，主要包括互利共生、寄生、竞争和捕食等。

【详解】A、根据题意，蜡螟只在熊蜂蜂巢生活，在蜂巢内成批产卵，蜡螟幼虫会不加选择地蛀食巢房、耗尽熊蜂幼虫和蛹　生命，因此蜡螟是熊蜂的一种寄生生物。A 正确；

B、蜡螟寄生在熊峰体内并且耗尽熊蜂蛹的生命，通过影响熊蜂出生率进而降低其数量，B 错误；

C、群落是指栖息在一定地域内各种生物种群的集合，农场中蜡瞑、熊蜂等各种生物共同构成生物群落，C 正确；

D、根据花园环境的熊蜂蜂巢被蜡螟感染水平比农场环境高 20%左右，可以推测花园环境生活的蜡蟆种群密度应该更大，D 正确。

故选 B。

11. 【答案】A

【解析】

【分析】选择培养基是指允许特定种类的微生物生长，同时抑制或阻止其他种类微生物生长的培养基。培养基一般含有水、碳源、氮源、无机盐。获得纯净的培养物关键是防止外来杂菌的入侵。微生物接种常用的方法有平板划线法和稀释涂布平板法。

【详解】A、自然发酵的甘蔗渣不能灭菌，灭菌时甘蔗渣中的酒精就挥发了，不能将高耐酒精的高产醋酸菌筛选出来，A 错误；

B、纯化培养过程可采用稀释涂布平板法或平板划线法接种醋酸菌，都能使微生物纯化，B 正确；

C、高产醋酸菌可产醋酸，醋酸越多分解 $CaCO_3$ 量越大，形成更大的透明圈，C 正确；

D、在高浓度酒精环境中，只有高耐酒精的高产醋酸菌才能生存，通过增加酒精浓度进一步筛选高耐酒精

的高产醋酸菌，D 正确。

故选 A。

12. 【答案】A

【解析】

【分析】植物体细胞杂交技术：

1、植物体细胞杂交技术：就是将不同种的植物体细胞原生质体在一定条件下融合成杂种细胞，并把杂种细胞培育成完整植物体的技术。

2、过程：

（1）诱导融合的方法：物理法包括离心、振动、电刺激等。化学法一般是用聚乙二醇（PEG）作为诱导剂。

（2）细胞融合完成的标志是新的细胞壁的生成。

（3）植物体细胞杂交的终点是培育成杂种植株，而不是形成杂种细胞就结束。

（4）杂种植株的特征：具备两种植物的遗传特征，原因是杂种植株中含有两种植物的遗传物质。

3、意义：克服了远缘杂交不亲和的障碍。

【详解】A、植物细胞壁的主要成分是纤维素和果胶，根据酶的专一性原理，需要用纤维素酶和果胶酶去除植物细胞的细胞壁，A 错误；

B、诱导原生质体融合的方法：物理法包括离心、振动、电刺激等；化学法一般是用聚乙二醇（PEG）作为诱导剂，B 正确；

C、植物体细胞杂交技术就是将不同种的植物体细胞原生质体在一定条件下融合成杂种细胞，并把杂种细胞培育成完整植物体的技术，C 正确；

D、体细胞是二倍体，配子是单倍体，配子与体细胞进行杂交能获得三倍体植株（即体细胞杂交技术），能缩短三倍体无子果实培育年限，D 正确。

故选 A。

13. 【答案】B

【解析】

【分析】PCR 技术：

（1）概念：PCR 全称为聚合酶链式反应，是一项在生物体外复制特定 DNA 的核酸合成技术。

（2）原理：DNA 复制。

（3）前提条件：要有一段已知目的基因的核苷酸序列以便合成一对引物。

（4）条件：模板 DNA、四种脱氧核苷酸、一对引物、热稳定 DNA 聚合酶（Taq 酶）。（5）过程：①高温变性：DNA 解旋过程；②低温复性：引物结合到互补链 DNA 上；③中温延伸：合成子链。PCR 扩增中双

链 DNA 解开不需要解旋酶，高温条件下氢键可自动解开。

【详解】A、不同的病原体的碱基序列是不同的，因此需要根据病原体的碱基序列设计不同的特异性引物和荧光探针，A 正确；

B、图中 b 是 PCR 反应的延伸过程，该过程中发生合成子链的过程，B 错误；

CD、科研人员在常规 PCR 基础上发展出同时检测多种病原体的多重 PCR 技术，由图 c 可知，多重 PCR 同时完成对（A、B、C、D）4 种病原体的检测，实验组中 B、C、D 的剩余探针荧光强度与阴性对照组相似，说明该检测样品中没有 B、C、D 病原体的核酸，实验组中 A 的剩余探针荧光强度与阴性对照组不同，说明该检测样品中有 A 病原体的核酸，CD 正确。

故选 B。

14. 【答案】D

【解析】

【分析】1.基因工程的工具：限制酶、DNA 连接酶；

2.基因工程的步骤：目的基因的提取、目的基因与运载体结合、目的基因导入受体细胞、目的基因的检测与鉴定。

【详解】A、启动子是 RNA 聚合酶识别和结合的位点，将启动子序列插入荧光素酶基因的上游，才能启动基因的转录，A 正确；

B、构建重组质粒 ，用限制酶切割后需要用 DNA 连接酶的作用下才能连接，B 正确；

C、据图分析，荧光值越高代表启动子的启动能力越强，C 正确；

D、据图分析，90-150bp 时具有提高启动能力的序列，D 错误。

故选 D。

15. 【答案】D

【解析】

【分析】1、加法原理是给研究对象施加自变量进行干预。也就是说，实验的目的是为了探求某一变量会产生什么结果，即知道自变量，不知道因变量。

2、减法原理是排除自变量对研究对象的干扰，同时尽量保持被研究对象的稳定。具体而言，结果已知，但不知道此结果是由什么原因导致的，实验的目的是为了探求确切的原因变量。

【详解】A、模拟生物体维持 pH 的稳定的实验用盐酸、氢氧化钠溶液处理缓冲溶液、生物材料和蒸馏水，体现了加法原则，A 错误；

B、尝试利用乙烯利催熟水果需要用蒸馏水和乙烯利处理未成熟的水果，体现了加法原则，B 错误；

C、“比较过氧化氢在不同条件下的分解”实验中，人为增加了滴加肝脏研磨液，故实验组滴加肝脏研磨液体现了“加法原理”，C 错误；

D、艾弗里的肺炎链球菌体外转化实验中，用蛋白酶、RNA 酶、DNA 酶等处理细胞提取物，是人为的去除某种因素的影响，体现了“减法原理”，D 正确。

故选 D。

16. 【答案】（1）生产者　　（2）　　①. 高于　　②. PolyP 含量降低比例（程度）大于 DIP

（3）紫外线促进蓝细菌合成更多的藻胆素，进而吸收更多光能，利于蓝细菌进行光反应（光合作用）合成更多的 ATP，为形成 PolyP 提供更多原料。

（4）正反馈　　（5）引入适量的吸收磷能力较强的本地水生植物——自生与协调

投放适量的以蓝细菌为食的本地水生动物——自生与协调

减少含磷工业废水或生活垃圾的排放——协调

打捞生态系统中的淤泥，作为农业生产中的肥料——协调与循环

定期打捞蓝藻——协调（合理即可）

【解析】

【分析】自生原理：由生物组分而产生的自组织、自我优化、自我调节、自我更新和维持就是系统的自生，其基础是生态系统的结构与功能。

循环原理：循环是指在生态工程中促进系统的物质迁移与转化，既保证各个环节的物质迁移顺畅，也保证主要物质或元素的转化率较高。通过系统设计实现不断循环，使前一环节产生的废物尽可能地被后一环节利用，减少整个生产环节“废物”的产生。

整体性原理：进行生态工程建设时，不但要考虑到自然生态系统的规律，更重要的是要考虑到经济和社会等系统的影响力。

【小问 1 详解】

在水生生态系统组成成分中，蓝细菌细胞中有叶绿素和藻蓝素，因而能进行光合作用，属于生产者，是生态系统中主要成分，其过度繁殖引起水华，会导致水体中溶解氧下降，进而引起更多的浮游动物死亡，最终造成该生态系统的生物多样性锐减。

【小问 2 详解】

结合图 1 的结果可知，0cm 处的蓝细菌群体中 DIP（溶解无机磷）和 PolyP（储存磷的多聚体）的含量均高于 10cm 和 20cm 处，根据图 1 和 2 的结果可知，随水深增加 PolyP 含量降低比例（程度）大于 DIP，说明 UV 对 PolyP 影响更大。

【小问 3 详解】

为探究 UV 对蓝细菌体内 PolyP 合成的影响机制，实验的自变量位是否用紫外线处理蓝藻，因变量是藻胆素的含量，结合图 2 结果可知，增加 UV 照射，促进蓝细菌合成更多的藻胆素，藻胆素是一种光合色素，进而使蓝藻吸收更多光能，利于蓝细菌进行光反应（光合作用）合成更多的 ATP，ATP 是形成 PolyP 的原

料，因而可为形成 PolyP 提供更多原料，即 UV 促进蓝细菌合成 PolyP 的机制可表述为：紫外线促进蓝细菌合成更多的藻胆素，进而吸收更多光能，利于蓝细菌进行光反应（光合作用）合成更多的 ATP，为形成 PolyP 提供更多原料。

【小问 4 详解】

在紫外线辐射下，蓝细菌不断从环境中吸收 DIP 合成 PolyP，导致总磷量增加，促进其繁殖，蓝细菌数量增加，又会吸收更多 DIP，从而导致蓝细菌数量更多，从蓝细菌数量的角度分析，此过程属于正反馈调节。

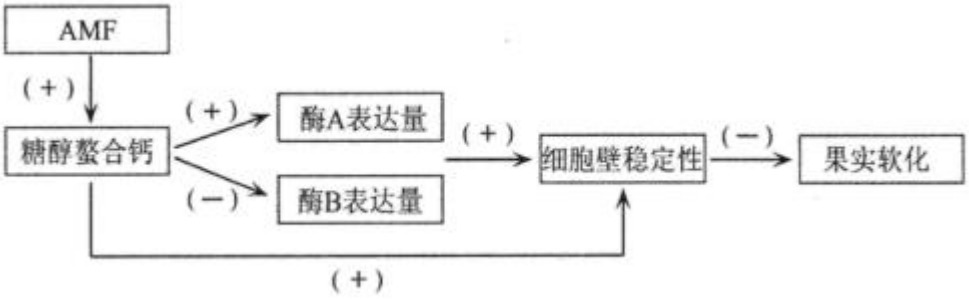
【小问 5 详解】

根据题 4 可知，蓝细菌磷同化紫外光效应”的产生机制为正反馈调节，因而应该设法增加吸收磷元素更强的当地植物与之竞争，从而可以降低蓝细菌的磷同化紫外光效应，生态工程的基本原理包括自生、协调、循环和整体等，引入适量的吸收磷能力较强的本地水生植物，这里考虑的是生态工程的自生与协调原理；投放适量的以蓝细菌为食的本地水生动物，可降低蓝细菌的数量，这里遵循的是自生与协调原理；从根本上治理水体富营养化，设法减少含磷工业废水或生活垃圾的排放，这里遵循的是协调原理；打捞生态系统中的淤泥，降低水体中磷元素的含量，淤泥可作为农业生产中的肥料，这里遵循的是协调与循环原理，也可定期打捞蓝细菌，降低蓝细菌的数量。

17. 【答案】（1） ①. 乙烯 ②. 思路一：增加细胞壁结构的稳定性/思路二：降低水解细胞壁成分相关酶（纤维素酶和果胶酶）的活性/思路三：降低脱落酸或乙烯含量/抑制脱落酸或乙烯活性

（2） ①. 抑制 ②. 优于/好于 ③. AMF 促进植株吸收糖醇螯合钙 ④. PME 酶、PG 酶

（3）



【解析】

【分析】生长素：①细胞水平：促进细胞伸长，诱导细胞分化。②器官水平：影响器官的生长，发育，如促进侧根和不定根的发生，影响花，叶和果实的发育。赤霉素：①促进细胞伸长，从而引起植株增高；②促进细胞分裂和分化；③促进种子萌发，开花和果实发育。 细胞分裂素：①促进细胞分裂；②促进芽的分化，侧枝发育和叶绿素的合成。乙烯：①促进果实成熟；②促进开花；③促进叶，花，果实脱落。脱落酸：①抑制细胞分裂；②促进气孔关闭；③促进叶和果实的衰老和脱落；④维持种子休眠。

【小问 1 详解】

促进果实成熟的植物激素是乙烯。据题意，草莓硬度降低后，软化加剧，同时脱落酸促进乙烯生成，加速成熟。延缓果实软化的思路有：1.增加细胞壁结构的稳定性。2.降低水解细胞壁成分相关酶（纤维素酶和果胶酶）的活性。3.降低脱落酸或乙烯含量。

【小问 2 详解】

实验自变量是处理方式，根据表格，第 2 组和第 1 组对比，糖醇螯合钙抑制草莓的软化。第 4 组和第 2、3 组对比说明，AMF 和糖醇螯合钙联合使用的效果比单独使用时，提高硬度效果好。据题意，可能是 AMF 促进植株吸收糖醇螯合钙，钙有利于提高果实硬度。根据图 1，随着糖醇螯合钙浓度增加，酶 B 表达量逐渐降低、酶 A 表达量逐渐升高，果实硬度提高。根据图 2，PG 酶使果实软化，PME 酶加上钙的处理，细胞壁稳定，果实硬度提高。可推知，酶 A 是 PME 酶，酶 B 是 PG 酶。

【小问 3 详解】

根据第（2）题实验结果，AMF 促进植株吸收糖醇螯合钙，随着钙浓度提高，促进 PME 酶表达量增高、抑制 PG 酶表达，使 PG 酶量降低，从而提高细胞壁稳定性，抑制果实软化。同时钙是组成细胞壁的重要元素，促进细胞壁稳定性。

【点睛】通过草莓硬度研究，考查植物激素的功能、植物激素功能的实验设计能力、通过实验结论分析生物现象的内在机制的能力。

18. 【答案】（1）　①. 空间结构　②. 转录　③. 分子

（2）乳糖操纵子可使转基因动物中半乳糖苷酶基因根据机体需求选择是否表达，避免出现过量表达。　（3）BDE

（4）①提高 I 的表达量，避免乳糖操纵子失效。②可使半乳糖苷酶基因在特定组织中表达，避免细胞中物质和能量的浪费。

【解析】

【分析】转录：转录是指以 DNA 的一条链为模板，按照碱基互补配对原则，合成 RNA 的过程。

翻译的本质：把 DNA 上的遗传信息通过 mRNA 转化成为蛋白质分子上氨基酸的特定排列顺序。

【小问 1 详解】

根据题干信息“I在其自身启动子的作用下编码阻遏蛋白，其分子构象能识别 O 序列并与之结合，阻止 RNA 聚合酶与 P 的结合，使结构基因无法表达相应的酶”，所以当乳糖与阻遏蛋白结合，导致该蛋白的构象发生改变，进而启动结构基因的转录过程；这是在分子水平上调控基因表达。

【小问 2 详解】

根据题干信息可以得出，当乳糖/半乳糖不存在时，结构基因无法表达，而当诱导物存在时，基因可以表达，所以乳糖操纵子可使转基因动物中半乳糖苷酶基因根据机体需求选择是否表达，避免出现过量表达。

【小问 3 详解】

A、如果调节基因整合到动物染色体上易被甲基化而无法表达 ，则不能用于转基因动物的培育，所以不能为其提供技术和理论研究，A 错误；

B、操纵基因与哺乳动物的启动子整合不影响靶基因的表达，所以如果该染色体上的基因能够表达，可以培育转基因动物，能为其提供技术和理论研究，B 正确；

C、突变的调节基因导入小鼠细胞，无法检测到阻遏蛋白，说明基因没有表达，不能为其提供技术和理论研究，C 错误；

D、半乳糖苷酶基因导入小鼠细胞，半乳糖苷酶活性显著增加，可以为将动物用于转基因动物提供技术和理论的研究，D 正确；

E、将操纵基因和酪氨酸酶基因整合的转基因小鼠，与表达阻遏蛋白的转基因小鼠杂交，饲喂子代小鼠含诱导物的水可调控其皮肤颜色，说明相应的基因顺利表达，可以为将动物用于转基因动物提供技术和理论的研究，E 正确。

故选 BDE

【小问 4 详解】

I在其自身启动子的作用下编码阻遏蛋白，如果修饰乳糖操纵子的 I，使其甲基化程度降低，则可以提高 I 的表达量，可以避免乳糖操纵子失效。

RNA 聚合酶与 P 结合，Z、Y、A 可以分别表达 3 种酶，如果修饰乳糖操纵子的 P，使其具有组织特异性，则可以使半乳糖苷酶基因在特定组织中表达，避免细胞中物质和能量的浪费。。

19. 【答案】（1）隐性　　（2）　　①. 母　　②. M 品系自交获得的种子长出来的是黄苗，与常规品系杂交获得的种子长出来的是绿苗　　③. 位于一对同源染色体上　　④. F_1 减数分裂过程中控制叶色和育性的基因所在染色体未发生互换（控制叶色和育性的基因在染色体上紧密连锁），不形成重组型配子

⑤. 减少（省去）人工去除雄蕊的操作/减少（省去）人工拔除自交种长出的黄苗

（3）③②③

【解析】

【分析】1、基因的分离定律的实质是：在杂合体的细胞中，位于一对同源染色体上的等位基因，具有一定的独立性，在减数分裂形成配子的过程中，等位基因会随同源染色体的分开而分离，分别进入两个配子中，独立地随配子遗传给后代。

2、基因的自由组合定律的实质是：位于非同源染色体上的非等位基因的分离或组合是互不干扰的;在减数分裂过程中，同源染色体上的等位基因彼此分离的同时非同源染色体上的非等位基因自由组合。

【小问 1 详解】

已知叶片颜色由一对等位基因控制，且 F_2 中绿苗：黄苗≈3：1，说明绿苗为显性性状，黄苗为隐性性状。

【小问 2 详解】

①I．如果想要收获 F_1 全为杂合，且免去去雄的繁琐操作，可以以 M 品系（隐性纯合）作为母本，常规品系作为另一亲本，隔行种植，授粉后采收母本植株的种子，收获的种子中有杂合子，也有隐性纯合子。

II．播种所采种子，杂合子为绿色，隐性纯合子为黄色，在苗期应人工拔除黄苗，保留绿苗，这样就能保证 F_1 全为杂合。

②雄性不育品系（A）与标准品系（T）进行杂交，F_2 中绿苗、雄性可育：黄苗、雄性不育=3：1，并不符合 9：3：3：1 及其变式，说明控制叶色和育性的基因位于一对同源染色体上，F_2 中未观察到重组类型的最可能原因是位于一对同源染色体上；F_1 减数分裂过程中控制叶色和育性的基因所在染色体未发生互换（控制叶色和育性的基因在染色体上紧密连锁），不形成重组型配子。

③减少（省去）人工去除雄蕊的操作，故 A 品系能提高棉花杂交种生产效率。

【小问 3 详解】

（A）品系为雄性不育，可以作为母本免去去雄的操作，与 N 品系（优质棉）作为父本进行杂交，收获子一代 F_1，用 F_1 与 N 品系连续多代杂交，提高优良性质的基因频率，收获具有优良性质的杂交后代，将杂交后代进行自交，筛选出同时具有芽黄性状和优良性质的良品品系，故图中品系 abc 分别是③②③。

20. 【答案】（1）基因　　（2）　　①. 血清　　②. 杂菌污染　　③. 芍药苷处理相同时间，RA-FLS 的凋亡率大于 NC-FLS；（随时间增加，RA-FLS 的凋亡率显著增加，而 NC-FLS 的凋亡率无明显变化）

（3）　　①. 降低　　②. ④⑤　　③. ①②　　④. d　　⑤. b

【解析】

【分析】动物细胞培养条件：（1）无菌、无毒的环境：①消毒、灭菌②添加一定量的抗生素③定期更换培养液，以清除代谢废物。（2）营养物质：糖、氨基酸、促生长因子、无机盐、微量元素等，还需加入血清、血浆等天然物质。（3）温度和 pH：哺乳动物多以 36.5℃为宜，最适 pH 为 7.2-7.4。（4）气体环境：95%空气（细胞代谢必需的）和 5%的 CO_2（维持培养液的 pH。）

【小问 1 详解】

细胞凋亡是由基因决定的细胞编程序死亡的过程。

【小问 2 详解】

动物细胞培养时，合成培养基中需要加入血清等天然成分，以保证细胞的正常生长；添加一定量的抗生素目的是防止杂菌污染；分析表格数据可知，芍药苷处理相同时间，RA-FLS 的凋亡率大于 NC-FLS，且随时间增加，RA-FLS 的凋亡率显著增加，而 NC-FLS 的凋亡率无明显变化，故芍药苷可作为治疗 RA 的药物。

【小问 3 详解】

①分析题意可知，NC-FLS 是正常人的滑膜细胞，而 RA-FLS 是类风湿性关节炎的滑膜细胞，检测 NC-FLS

和 RA-FIS 中非编码 RNA 的含量，发现前者是后者的 3 倍，说明非编码 RNA 含量的降低导致 RA-FLS 凋亡率的降低。

②试验目的是进一步探究芍药苷对 FLS 的作用机理，据图 2 可知，与对照组相比，芍药苷组别的非编码 RNA 相对含量升高，图 1 显示，与对照组相比，敲低非编码 RNA 组的细胞凋亡率降低，而芍药苷＋敲低非编码 RNA 组的细胞凋亡率升高，据此推测，实验设计组别是④⑤，结合图示实验结果可知，芍药苷的作用机理是：芍药苷→芍药苷增加 RA-FLS 非编码 RNA 相对含量→非编码 RNA 促进 RA-FLS 凋亡→细胞凋亡。

21. 【答案】（1） ①. 抗原 ②. 胞吐

（2） ①. 抑制 ②. 促进 ③. 支持推测一，理由是与对照组相比，D-2HG 组细胞毒性 T 细胞膜表面 CD107 含量降低，说明 D-2HG 可抑制溶酶体膜与细胞膜的融合，从而抑制颗粒酶 B 的释放。 （3）BCD

（4）研发针对 D-2HG 的抗体/研发抑制 D-2HG 作用的药物/研发分解 D-2HG 的药物

【解析】

【分析】细胞免疫的过程：被病毒感染的靶细胞膜表面的某些分子发生变化，细胞毒性 T 细胞识别变化的信号，开始分裂并分化，形成新的细胞毒性 T 细胞和记忆 T 细胞。同时辅助性 T 细胞分泌细胞因子加速细胞毒性 T 细胞的分裂、分化。新形成的细胞毒性 T 细胞在体液中循环，识别并接触、裂解被同样病原体感染的靶细胞，靶细胞裂解、死亡后，病原体暴露出来，抗体可以与之结合，或被其他细胞吞噬掉。

【小问 1 详解】

细胞毒性 T 细胞表面受体与肿瘤细胞表面抗原结合，颗粒酶 B 为生物大分子，细胞毒性 T 细胞中的溶酶体膜与细胞膜融合，通过胞吐的方式释放溶酶体内的颗粒酶 B，使肿瘤细胞裂解。

【小问 2 详解】

①本实验的目的是探究 D-2HG 对细胞毒性 T 细胞的作用机制，自变量为 D-2HG 的有无，对照组为不添加 D-2HG，实验组为 D-2HG 组。由图 1 可知，当细胞毒性 T 细胞的相对数量一致时，实验组的细胞毒性 T 细胞内颗粒酶 B 的含量比对照组低，说明 D-2HG 抑制细胞毒性 T 细胞合成颗粒酶 B；或能说明 D-2HG 促进细胞毒性 T 细胞释放颗粒酶 B，使留在细胞内的颗粒酶 B 的含量减少。

②已知 CD107 是一种溶酶体膜蛋白，与对照组相比，D-2HG 组细胞毒性 T 细胞膜表面 CD107 含量降低，说明 D-2HG 可抑制溶酶体膜与细胞膜的融合，从而抑制颗粒酶 B 的释放，故支持推测一。

【小问 3 详解】

A、D-2HG 并未抑制 LDH 基因的表达，而是降低了 LDH 的活性，A 错误；

BE、D-2HG 处理的细胞毒性 T 细胞内 LDH 活性下降，LDH 能催化无氧呼吸中的丙酮酸合成乳酸，说明 D-2HG 抑制了无氧呼吸，细胞内耗氧速率增加，说明有氧呼吸速率加强，从而产生具有毒害作用的

ROS，D-2HG 并不能促进细胞毒性 T 细胞增殖，B 正确，E 错误；

C、无氧呼吸中丙酮酸在细胞质基质中分解，有氧呼吸中丙酮酸进入线粒体中被分解，D-2HG 促进了有氧呼吸，促进了丙酮酸进入线粒体，C 正确；

D、D-2HG 处理的细胞毒性 T 细胞内产生具有毒害作用的 ROS，减弱细胞毒性 T 细胞对肿瘤杀伤力，D 正确。

故选 BCD。

【小问 4 详解】

经 D-2HG 处理后细胞毒性 T 细胞的肿瘤杀伤力下降，故可以研发针对 D-2HG 的抗体/研发抑制 D-2HG 作用的药物/研发分解 D-2HG 的药物，来治疗 IDH 基因突变肿瘤的患者。