2021 北京朝阳高三（上）期末

生　　物

2021.1

（考试时间 90 分钟　满分 100 分）

第一部分

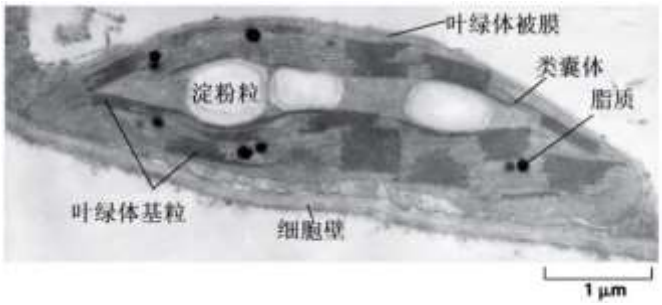
本部分共 15 题，每题 2 分，共 30 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. ρ 因子存在于大肠杆菌细胞中，是一种与转录终止有关的蛋白质。它与 RNA 的共性不包括

A. 组成元素都含有 C、H、O、N　　B. 基本单位都是小分子

C. 合成的过程都需要转录　　D. 合成场所都是核糖体

2. 叶绿体是绿色植物进行光合作用的细胞器，电镜下观察到叶绿体结构(如图)。相关叙述错误的是



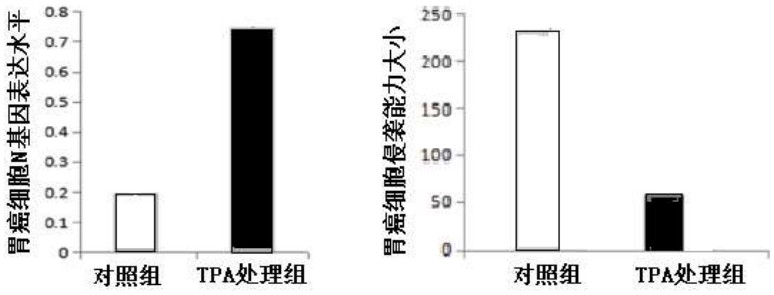
A. 被膜含四层磷脂分子，其上某些蛋白质有运输作用

B. 叶绿体基粒上含光合色素，可利用光能催化合成 ATP

C. 淀粉等有机物分布在叶绿体基质中，是暗反应的产物

D. 叶绿体紧靠细胞壁，与细胞内的空间被液泡占据有关

3. N 基因与细胞分化相关。科研工作者利用动物细胞培养技术研究分化诱导剂（TPA）对胃癌细胞的影响，结果如图。相关叙述错误的是



A. 胃癌细胞培养液中一般需加入动物血清

B. 将胃癌细胞悬液置于 CO_2 培养箱中培养

C. 可采用分子杂交技术检测基因表达情况

D. N 基因表达水平上升可促进癌细胞侵袭

4．肌细胞中 Ca^{2+}储存在肌细胞特殊内质网——肌浆网中。肌细胞膜特定电位变化引起肌浆网上钙离子通道打开，大量钙离子进入细胞质，引起肌肉收缩后，肌浆网膜上的 Ca^{2+}-ATP 酶将细胞质中的 Ca^{2+}运回肌浆网。下列相关叙述不正确的是

A. 钙离子通过钙离子通道进入细胞质的方式属于协助扩散

B. Ca^{2+}-ATP 酶以主动运输方式将细胞质中的 Ca^{2+}运回肌浆网

C. Ca^{2+}-ATP 酶在运输钙离子的过程中会发生空间结构的变化

D. 肌细胞中钙离子进出肌浆网的过程体现肌浆网膜的流动性

5．用 ^{32}P 标记玉米体细胞（含 20 条染色体）的 DNA 分子双链。再将这些细胞转入不含 ^{32}P 的培养基中培养，在第二次细胞分裂中期，每个细胞中被 ^{32}P 标记的染色体条数是

A．0 条　　B．10 条　　C．20 条　　D．40 条

6．图 1 表示某生物的 1 个初级精母细胞，图 2 表示该生物的 5 个精细胞。根据图中的染色体类型和数目判断，形成这 5 个精细胞所需的初级精母细胞数量至少为

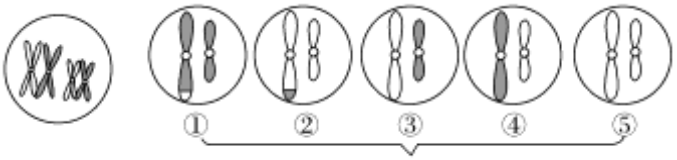


图 1　　图 2

A．1 个　　B．2 个　　C．3 个　　D．4 个

7. 用农杆菌侵染水稻（二倍体）细胞，获得 1 条染色体上 R 基因被插入 T-DNA 的个体 T0。T-DNA 插入基因的位置如图 1 所示。T0 自交得 T1，同时用 P1、P2、P3 为引物检测 T1 个体的基因组成情况，如图 2 所示。（图 1 箭头方向为引物所在子链的延伸方向；R 基因被 T-DNA 插入后，用 P1、P2 为引物无法完成 PCR）。下列叙述错误的是

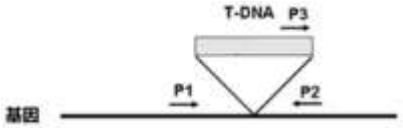




图 1　　图 2

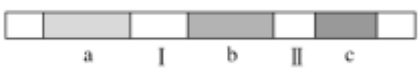
A. 该实验中所用的 P1、P2、P3 三种引物均为单链 DNA

B. R 基因被 T-DNA 插入后可能会导致基因无法表达相应蛋白

C. 用 P1、P2 引物进行 PCR 得到产物的个体均为 R 基因纯合子

D. W、H、M 个体的比例不为 1:2:1，是因为调查的样本数量较小

8. 下图表示某真核生物一条染色体上 a、b、c 三个基因的分布状况，其中I、II为非基因序列。下列叙述正确的是



A. a 中发生碱基对替换可形成 a 的等位基因

B. II中缺失一个碱基对将导致染色体变异

C. 基因重组可导致 a、b 位置发生互换

D. 染色体易位可导致 b、c 基因位置互换

9. 胃泌素释放肽受体（GRPR）与痒觉产生有关，敲除 GRPR 基因或者用神经毒素把脊髓内表达 GRPR 的神经元“杀死”，小鼠不再对致痒物表现出挠痒反应。下列相关叙述错误的是

A. 注射胃泌素释放肽后，会促进小鼠挠痒行为的产生

B. 胃泌素释放肽与 GRPR 结合，使突触后膜产生电信号

C. 致痒物产生的兴奋通过传入神经传至脊髓内形成痒觉

D. 抑制 GRPR 基因的表达，可缓解或消除小鼠瘙痒症状

10. 烟草表皮毛是由叶片表皮的多个细胞纵向排列组成的结构。用生长素极性运输抑制剂（TIBA）处理烟草幼苗，与对照组相比，分布在表皮毛细胞膜上的生长素运输蛋白（PIN）少，且表皮毛长度短。下列叙述错误的是

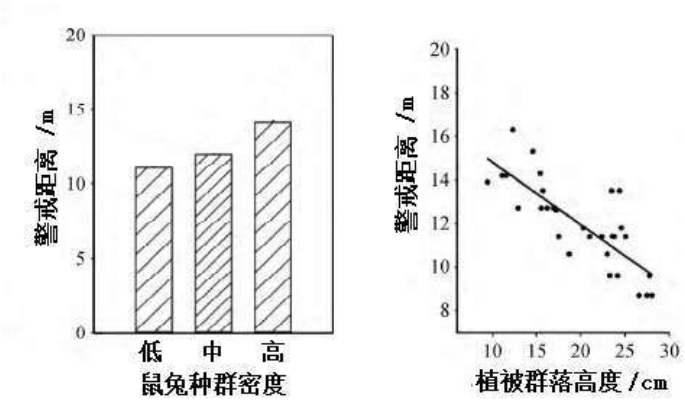
A. 生长素的产生部位和发挥作用的部位可能不同

B. 生长素的极性运输需要借助细胞膜上的载体蛋白

C. TIBA 可能通过影响 PIN 分布而影响生长素的运输

D. 实验组表皮毛长度短的原因是细胞中生长素浓度过高

11. 种群密度和植被群落结构决定着种群内个体被捕食风险的高低。研究者对高原鼠兔被捕食风险进行了研究，结果如图。以下叙述错误的是



注：警戒距离是指当高原鼠兔有警戒行为时与捕食者之间的距离，与个体被捕食风险呈负相关。

A. 出生率和死亡率是决定种群密度的直接因素

B. 植被为高原鼠兔的生存提供了食物和栖息空间

C. 高原鼠兔种群密度升高会降低个体被捕食的风险

D. 植被高度越低，高原鼠兔个体被捕食的风险就越高

12. 研究表明，与单施化肥相比，在等氮养分投入的情况下，用有机肥配施化肥处理土壤，可增加稻田的土壤肥力、提高水稻年产量，降低稻田温室气体的排放强度。相关叙述错误的是

A. 稻田土壤中的有机肥不是生态系统的成分

B. 有机肥为稻田生态系统提供了物质和能量

C. 温室气体的排放与土壤微生物的分解有关

D. 本研究为稻田的合理施肥提供了科学依据

13. 耐辐射球菌对射线具有超强耐受力，其 P 基因突变株受射线照射后生存率显著降低。研究者利用 P 基因成功转化不耐辐射的酵母菌，经射线照射后检测发现，与非转基因酵母菌相比，转基因酵母菌三种抗氧化酶含量显著增加。相关叙述不合理的是

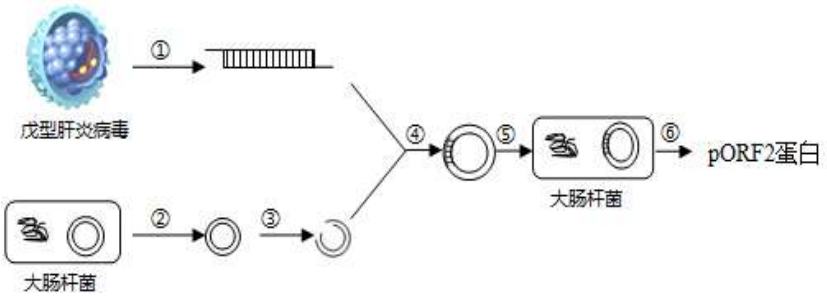
A. 采用划线法将酵母菌接种到液体培养基中培养

B. 酵母菌的接种、培养等操作需保证无杂菌污染

C. 耐辐射球菌对射线的耐受力与 P 基因密切相关

D. P 基因通过增强细胞抗氧化能力使细胞具有耐受力

14. 戊型肝炎病毒是一种 RNA 病毒，*ORF2* 基因编码的结构蛋白（pORF2）位于病毒表面，构成病毒的衣壳。我国科研人员利用基因工程技术，在大肠杆菌中表达 pORF2，制备戊型肝炎疫苗，过程如图。下列关于该疫苗的叙述正确的是



A. 过程①需要的酶是 RNA 聚合酶，原料是 A、U、G、C

B. 重组基因表达载体上的启动子需来源于戊型肝炎病毒

C. 过程⑤需要用聚乙二醇处理大肠杆菌使其处于感受态

D. 过程⑥大量制备 pORF2 蛋白前应做相应的检测与鉴定

15. 下列有关高中生物学实验的叙述，正确的是

A. 鉴定待测样液中蛋白质时，先加 $CuSO_4$ 溶液，振荡后再加 NaOH 溶液

B. 测定发酵过程中样品的亚硝酸盐含量时，需要与标准显色液进行比色

C. 制作细胞有丝分裂装片时，洋葱根尖解离后需立即用龙胆紫溶液染色

D. 叶绿体色素滤液细线浸入层析液，滤纸条上会出现四条清晰的色素带

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16.（10 分）为了对重金属镉（Cd）污染的水体进行生物修复，科研人员进行了相关研究。

（1）湿地植物作为生态系统营养结构中的_____，可吸收污水中的_____等营养物质以及重金属镉等有害物质。

（2）科研人员选择水芹菜、灯芯草和水葫芦三种湿地植物设置了 4 种配植方式，利用水培法模拟被镉污染的人工湿地，检测植物配植对模拟人工湿地的影响，结果如下图。

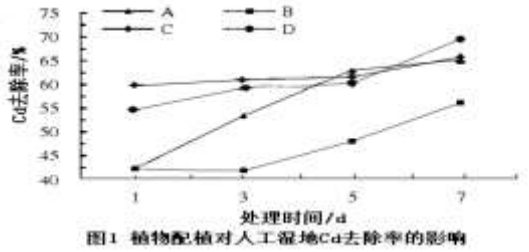


图1 植物配植对人工湿地Cd去除率的影响

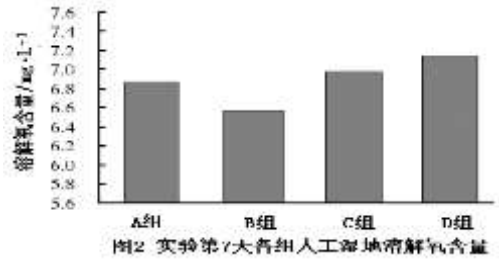


图2 实验第7天各组人工湿地溶解氧含量

①配植方式依次是：（A）水芹菜 3 株+水葫芦 3 株、（B）水芹菜 3 株+灯芯草 3 丛、（C）_____、(D)+灯芯草 2 丛。

②据图 1 可知，4 种配植方式的人工湿地中 Cd 的去除率大小顺序在第 3 天和第 7 天时分别为_____和_____。说明随着处理时间的延长，人工湿地中配植种类更多样的植物会促进系统对 Cd 的去除。

③图 2 结果表明_____；综合图 1、2 结果可知，实验结束时人工湿地中的溶解氧含量与 Cd 的去除率呈_____。

（3）根系泌氧是指水生植物通过通气组织将光合作用产生的氧气运输到根部，并释放到根际土壤或水体的过程。这种现象是长期水体缺氧环境对植物进行_____的结果。研究证实水生植物根系泌氧有助于植物对水体污染物的去除，请将下列选项排序_____，对此进行解释。

A. 植物可吸收的营养物质增多

B. 微生物产生酶分解根系周围大分子

C. 好氧微生物在植物根系表面聚集繁殖

D. 植物生长更加旺盛，提高污水净化效率

E. 提高水体溶解氧改善根系周围的微环境

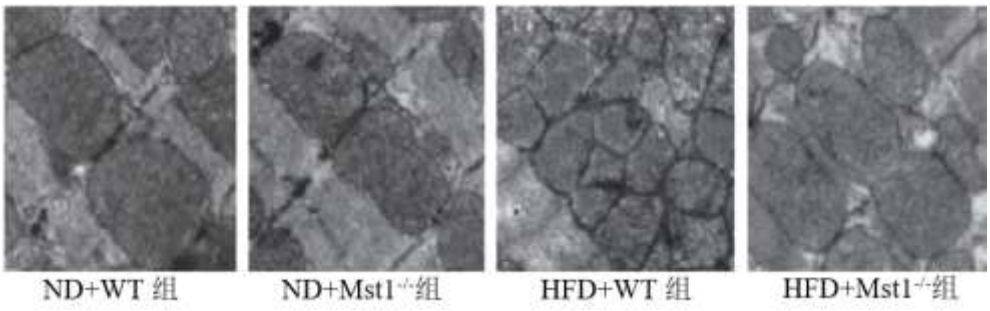
17.（11 分）高脂饮食（HFD）会诱导心肌损伤。Mst1 是一种蛋白激酶，许多心血管疾病的发生都与 Mst1 基因的持续激活有关。为探讨 Mst1 参与高脂饮食诱导心肌损伤的机制，科研人员开展了相关研究。

（1）心肌损伤可由线粒体功能障碍诱发。线粒体是细胞_____的主要场所，在线粒体中，丙酮酸分解为_____和_____，后者进一步与氧结合生成水，释放大量能量。

（2）研究人员按以下分组情况开展实验：正常饮食，正常小鼠（ND+WT 组）；正常饮食，Mst1 基因敲除小鼠（ND+Mst1$^{-/-}$组）；高脂饮食，正常小鼠（HFD+WT 组）；高脂饮食，Mst1 基因敲除小鼠（HFD+Mst1$^{-/-}$

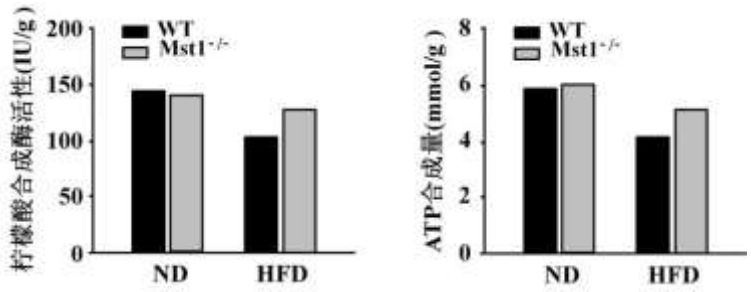
组）。连续喂养 16 周后，进行相关检测。

①取新鲜心脏组织块，制成切片后，在透射电镜下观察心肌线粒体，结果如下。（放大 6000 倍，图中深灰色长圆形、圆形结构为线粒体）



如图所示，与 ND+WT 组相比，HFD+WT 组小鼠心肌线粒体形态破坏，单位平方微米内线粒体数量_____；与 HFD+WT 组相比，HFD+Mst1$^{-/-}$组线粒体形状较规则，单个线粒体平均面积明显_____。

②分别检测心肌柠檬酸合成酶（与有机物氧化分解相关）活性和 ATP 含量，结果如下图。



检测结果说明：高脂饮食会导致线粒体功能损伤，而 Mst1 基因敲除可以_____这种损伤。

③Drp1 和 Mfn2 分别是促线粒体分裂蛋白和促线粒体融合蛋白。研究人员对其表达水平进行了检测，结果如下。



由图可知，与 ND+WT 组相比，HFD+WT 组 Drp1 的表达量_____，Mfn2 的表达量减少；HFD+Mst1$^{-/-}$组较 HFD+WT 组 Drp1 表达量减少，Mfn2 表达量_____。蛋白 β-actin 作为参照物质，是由于该蛋白_____

_____。

（3）综合上述研究结果可知，Mst1 基因敲除可通过_____，从而减轻高脂对心肌的损害。

（4）请在以上研究的基础上，提出一个进一步研究的课题：_____

_____。

18.（11 分）I 型糖尿病（T1D）是一种以胰岛 B 细胞进行性损伤、胰岛素分泌不足为主要表现的自身免疫病。T1D 患者体内仍存留部分具有再生能力的胰岛 B 细胞，研究促进其再生的机制，对减少并发症的发生具有重要意义。

（1）基因突变导致 T1D 患者胰岛 B 细胞表面产生了_____，引起机体发生特异性免疫攻击胰岛 B 细胞，参与免疫反应的细胞包括 B 淋巴细胞、_____等，参与免疫反应的物质包括淋巴因子、_____等，这些免疫细胞和免疫物质共同作用使胰岛 B 细胞损伤。

（2）CD20 是 B 淋巴细胞的特异性膜蛋白之一，研究者设计如下技术流程制备抗 CD20 的单克隆抗体。

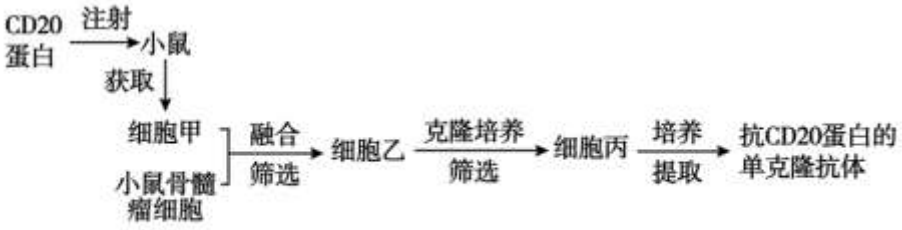


图 1 抗 CD20 单抗制备流程

用 CD20 蛋白免疫小鼠获取细胞甲，诱导其与骨髓瘤细胞融合，通过筛选逐步获得细胞乙即_____和丙即_____，采用_____的方式培养细胞丙，最终从小鼠腹水中提取抗 CD20 单克隆抗体。

（3）IL-10 是一种免疫抑制因子。研究者利用腺病毒将 IL-10 基因导入糖尿病鼠胰腺组织，检测四组小鼠的胰岛炎症等级（0-3 级代表自身免疫反应依次增强），及抗 CD20 单抗和 IL-10 联合治疗对糖尿病鼠胰岛 B 细胞再生作用的影响，结果如图 2、3。

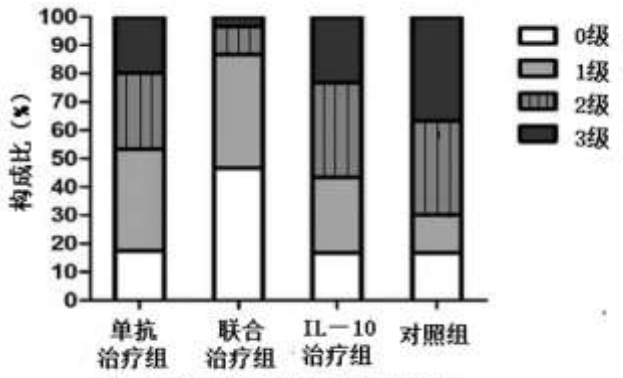


图2 各组小鼠胰岛炎症等级构成比

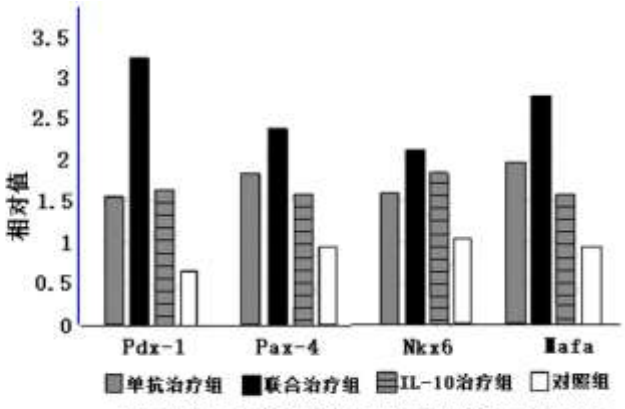


图3 各组小鼠胰岛B细胞再生相关蛋白表达情况

①依据图 2 中数据：_____，判断抗 CD20 单抗+IL-10 联合治疗可减弱糖尿病鼠的自身免疫反应，且作用强于单独治疗。

②检测四组小鼠促进胰岛 B 细胞再生的相关蛋白表达情况，结果如图 3 所示。结果表明_____。

（4）为进一步研究“抗 CD20 单抗+IL-10 联合治疗对糖尿病鼠胰岛 B 细胞功能的影响”，研究者还需检测四组糖尿病鼠_____（至少写出 2 项）等指标。

19.（13 分）阅读下列材料，并回答问题：

纤维素酶的分子改造

纤维素酶的分子改造先后经历了以下 3 个阶段：以定点突变为基础的“定点理性设计”；以易错 PCR 等技术主导的“定向进化”；以数据驱动设计或结构生物信息学指导的“结构理性设计”。

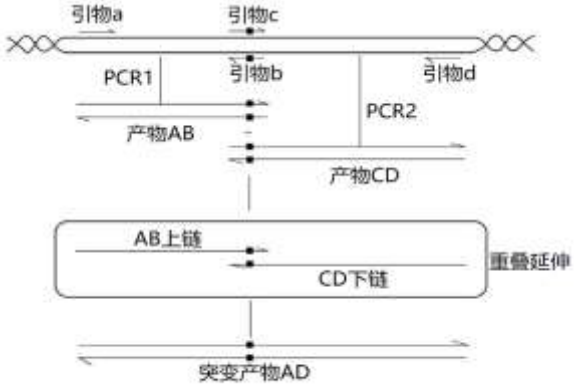


图1

20 世纪 80 年代，随着定点突变技术的快速发展，纤维素酶理性改造策略应运而生。该技术的基本思路是：先研究分析纤维素酶的三维结构信息，再基于对其结构与功能关系的理解，选定特定的氨基酸进行改造，找到并改变相对应的脱氧核苷酸序列（基因）。常用的定点突变技术是重叠延伸 PCR（过程如图 1），可对目的基因特定碱基进行定点替换、缺失或者插入，实现对目的蛋白的改造。

然而，目前仅获得了纤维素酶家族的少数成员三维结构，通过定点突变为代表的理性设计进行纤维素酶分子的改造在短期内仍难以获得广泛的成效。因此，采用“非理性”设计就成为一种重要的研究手段。所谓“非理性”设计，即定向进化，就是在对蛋白质的三维结构及催化机制不是很清楚的条件下，模拟自然进化过程，利用易错 PCR 等技术对基因进行随机突变，提高基因突变频率和基因突变的多样性，并与定向筛选策略相结合，最终获得具有某些优良特性的酶分子（过程如图 2）。

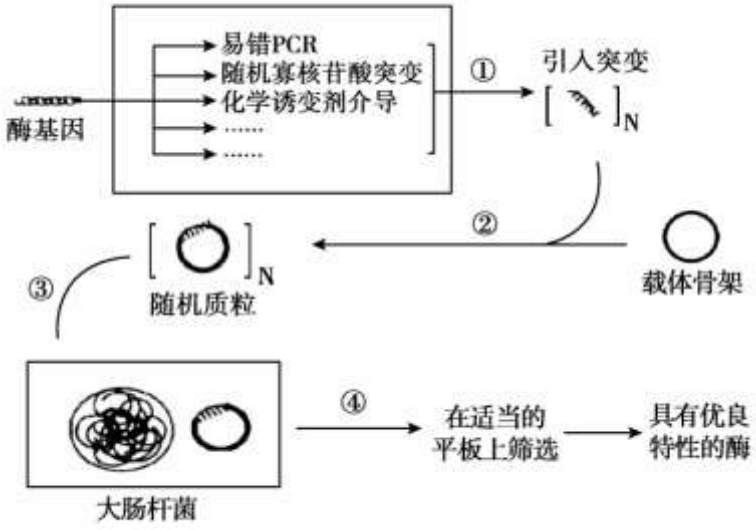


图 2

尽管定向进化技术在对纤维素酶进行改造时可能会得到意想不到的“有益收获”，但由于对要改造的蛋白质分子结构信息并不清楚，因此操作起来具有明显的“盲目性”。

近十年随着计算机运算能力大幅提升以及先进算法不断涌现，计算机辅助蛋白质设计改造得到了极大的重视和发展，形成了“结构理性设计”的新策略。这一策略借助蛋白质保守位点及蛋白质的三维结构分析，通过非随机的方式选取若干个氨基酸位点作为改造靶点，并结合有效密码子的理性选用，构建“小而精”的突变体文库。与定向进化相比，“结构理性设计”可提供明确的改造方案，大幅降低建立、筛选突变体文库所需的工作量，增大理性设计成功的概率。

（1）纤维素酶的分子改造过程属于_____工程。

（2）根据图 1 所示的重叠延伸 PCR 过程，回答下列问题。

①该过程应该分别选择图中所示的哪种引物？请填写以下表格（若选用该引物划“√”，若不选用该引物划“×”）。

	引物 a	引物 b	引物 c	引物 d
PCR1				
PCR2				
重叠延伸				

②重叠延伸 PCR 通过_____实现定点突变，引物 b 和 c 上的突变位点的碱基应_____。PCR1 和 PCR2 需要分别进行的原因是_____

_____。

（3）请据图 2 写出用定向进化策略改造纤维素酶的操作过程：

_____。

（4）用定向进化策略改造纤维素酶，下列哪些说法正确？_____。

A．定向进化策略可以使纤维素酶朝着人们需要的方向进化

B．定向进化策略获得的纤维素酶的基因序列在筛选前是已知的

C．定向进化策略的实质是达尔文进化论在分子水平上的延伸和应用

D．与定点诱变相比，定向进化策略不需解析酶的结构和功能，更接近自然进化过程

E.基因工程技术是定向进化策略改造纤维素酶的基础

（5）有人认为，以数据驱动设计或结构生物信息学指导的“结构理性设计”必将成为纤维素酶的分子改造的主流方向。该说法是否正确，请结合本文作出判断，并撰写一段文字，向公众进行科学解释。

_____。

20.（13 分）植物产生的信号物质参与植物体的生长发育及植物体对外界环境变化的反应过程。

（1）植物激素是植物体产生的，对生命活动起_____作用的微量有机物。植物根的伸长包括根部细胞的_____和_____。

（2）用不同浓度 NaCl 处理拟南芥萌发的种子，检测根的长度，结果如下图 1；同时施加乙烯合成抑制剂（AVG），检测根的长度及乙烯合成基因表达量，如下图 2、3 所示。

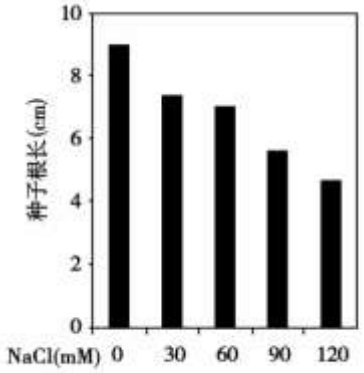


图 1

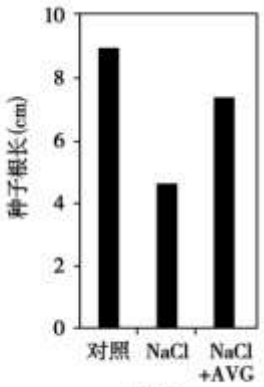


图 2

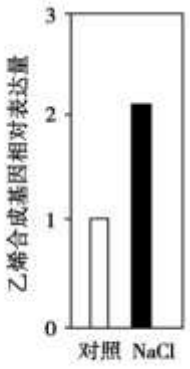


图 3

①图 2 实验所用的 NaCl 溶液浓度为_____。

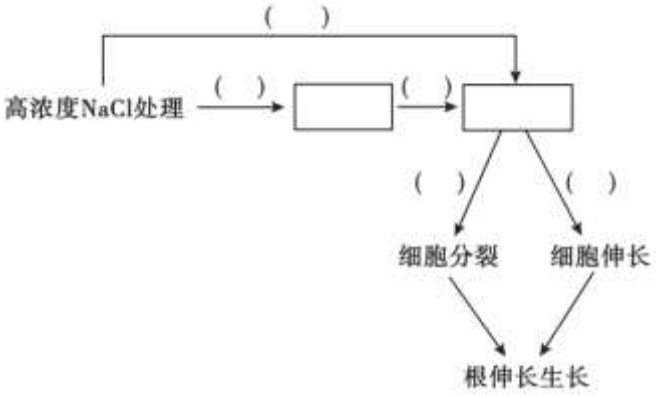
②根据上述结果推测，NaCl 处理、根的生长和乙烯三者之间的关系是_____

_____。

（3）前期研究表明，高浓度 NaCl 处理后，植物会产生茉莉酸抑制根的生长。为研究乙烯、茉莉酸在拟南芥根生长过程中的关系，研究人员进行了实验，其中 IBU 为茉莉酸合成抑制剂，结果如下表。

处理	对照	NaCl	NaCl+AVG	NaCl+IBU	NaCl+AVG+IBU
根长（cm）	9	4.8	7.2	8.7	8.7

根据这一结果，推测高浓度 NaCl 处理、乙烯、茉莉酸及根的伸长之间的关系，请在方框中选填“乙烯”、“茉莉酸”，在（ ）中选填“+”“–”（+表示促进，–表示抑制）。



（4）为进一步证明上述推测中涉及的乙烯、茉莉酸的关系，请完善表格中的处理方法和预期结果（根长，用“+”表示）。使用材料和试剂：萌发的种子、乙烯、茉莉酸、AVG、IBU，其他条件适宜。

组别	I	II	III	IV	V	VI	VII
处理方法	清水	施加外源乙烯	施加 AVG	施加外源茉莉酸	施加 IBU		
根长	++++	++	++++	+	++++		

21.（12 分）为充分利用野生稻的优良性状，科研人员将野生稻（Y）与栽培水稻（T）进行远缘杂交获得 F_1，F_1 与亲本相比结实率降低。

（1）水稻既可自交也可杂交。自交或杂交，均通过_____生殖产生后代，亲本需经_____分裂产生两性配子。

（2）将 F_1 作为母本与 T 杂交，得到子代筛选结实率为 1/2 的个体作为母本再与 T 杂交，连续多次后获得的结实率为 1/2 的个体，此类个体自交，后代中结实率为 1/2 的个体记为 NIL-q。用 T、NIL-q 进行如下实验。

组别	甲	乙	丙	丁
	♀T×♂NIL-q	♀NIL-q×♂T	NIL-q⊗	T⊗
结实率	1	1/2	1/2	1

注：水稻染色体无性染色体、常染色体的区分。

①甲组和丁组相比，雌配子的来源相同，而雄配子来源不同，可见两组雄配子的育性_____ (填“正常”或“减半”)。

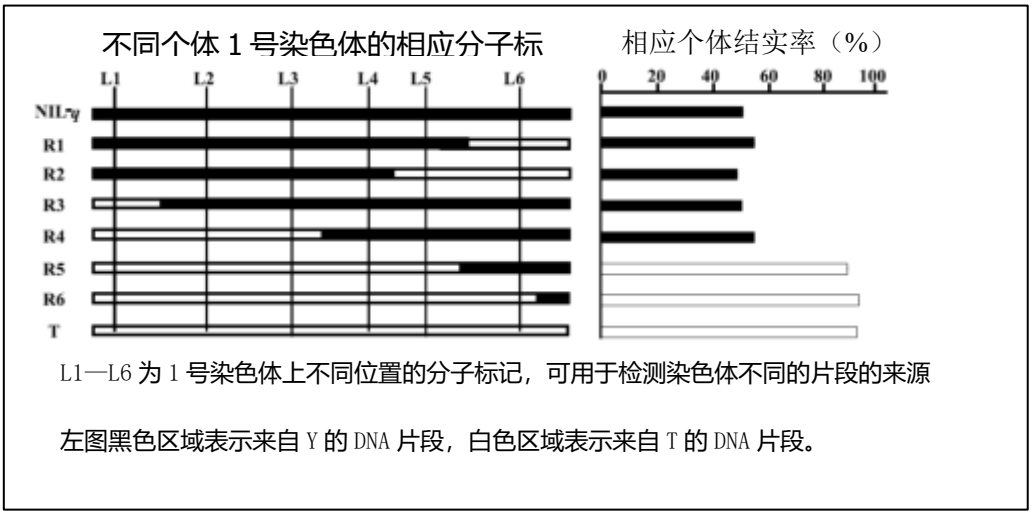
②乙组和丁组相比，雌配子的来源不同，而雄配子来源相同，可见两组育性不同的原因是，雌配子的育性_____ (填“正常”或“减半”)。

③NIL-q 既有纯合子又有杂合子，但自交结实率均为 1/2。由此可以推测 NIL-q 育性减半的性状是由_____（填“亲本体细胞基因型决定的”或“亲本产生的配子基因型决定的”）。

（3）经实验，初步将控制育性降低的基因定位于来自 Y 的 1 号染色体某一片段上。为进一步定位使育性降低的基因位置，选取此片段杂合的 NIL-q 自交，获得多种类型的纯合植株。

①因 NIL-q 产生配子过程中发生_____，故子代中 1 号染色体上的 DNA 不同片段会分别来自 Y 与 T。

②分析这些纯合植株的 DNA 片段来源与结实率，如下图所示。



L1—L6 为 1 号染色体上不同位置的分子标记，可用于检测染色体不同的片段的来源

左图黑色区域表示来自 Y 的 DNA 片段，白色区域表示来自 T 的 DNA 片段。

可以判断，控制育性降低的基因位于_____（分子标记）之间。通过分析此 DNA 区段的核苷酸序列，确定这一区段中的 A 基因为控制育性降低的基因，并初步揭示了 A 基因决定性状的机制。

（4）通过检测两性配子的育性，科研人员又发现育性正常的配子中含 a 基因的配子在特定情况下出现半数不育的情况。预测特定情况下基因型为 Aa 的 NIL-q 个体自交后代的基因型及比例为_____。

（5）欲利用野生稻改良栽培稻，本研究在获得改良栽培稻方面的价值是：_____。

2021 北京朝阳高三（上）期末生物

参考答案

第一部分

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

第二部分

16.（10 分）

（1）第一营养级（生产者） 水、无机盐

（2）① 水葫芦 3 株+灯芯草 3 丛 水芹菜 2 株+水葫芦 2 株

② C>D>A>B D>C>A>B

③ 人工湿地中配植更多样的植物可提高水体溶解氧 正相关

（3）（自然）选择 ECBAD

17.（11 分）

（1）有氧呼吸 CO_2 [H]（NADH）

（2）①增加 增加

②在一定程度（提高心肌柠檬酸合成酶活性，促进 ATP 合成）上减轻

③升高 升高 在细胞中的表达量相对稳定（表达量较高）

（3）减少 Drp1 的表达，增加 Mfn2 的表达，抑制线粒体分裂，促进线粒体融合，维持线粒体结构（数量和形态）的稳定，进而使线粒体功能损伤减轻

（4）探究 Mst1 基因敲除抑制线粒体分裂、促进线粒体融合的分子机制

18.（11 分）

（1）抗原 吞噬细胞、T 淋巴细胞 抗体

（2）杂交瘤细胞 产生抗 CD20 单克隆抗体的杂交瘤细胞 体内培养

（3）①联合治疗组小鼠胰岛炎症等级主要是 0、1 级；单抗治疗组主要是 1、2 级，IL-10 治疗组胰岛炎症等级主要是 1、2 级；对照组小鼠胰岛炎症等级主要是 2、3 级

②抗 CD20 单抗+IL-10 联合治疗可促进胰岛 B 细胞的再生，且作用强于单独治疗。

（4）胰岛素的分泌量；血糖水平；小鼠体重

19.（13 分）

（1）蛋白质

(2) ①

	引物 a	引物 b	引物 c	引物 d
PCR1	√	√	×	×
PCR2	×	×	√	√
重叠延伸	×	×	×	×

②在引物 b 和 c 上引入突变　互补配对　引物 b 和引物 c 可以互补配对，导致引物失效

(3)利用易错 PCR 等技术对纤维素基因进行随机突变→将突变纤维素酶基因与载体相连，构建基因表达载体→将突变纤维素酶基因（重组表达载体）导入大肠杆菌（受体细胞）→具有某些优良特性的酶的筛选与鉴定。

(4)ACDE

(5)正确　基于蛋白质保守位点及蛋白质的三维结构分析，“结构理性设计”可提供明确的改造方案，大幅降低建立、筛选突变体文库所需的工作量

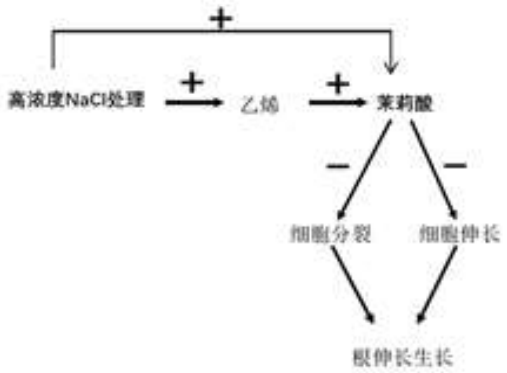
20.（13 分）

（1）调节　增殖　生长

（2）①120mM

②经 NaCl 处理促进植物体内乙烯的合成，进而抑制植物根的生长

（3）



（4）

组别	VI	VII
处理方法	施加外源乙烯+IBU	施加外源茉莉酸+AVG
根长	++++	+

21.（12 分）

（1）有性　减数

（2）①正常

②减半

③亲本体细胞基因型决定的

（3）①四分体的非姐妹染色单体间的交叉互换

②L3—L5

（4） AA：Aa：aa=2:3:1

（5）揭示野生稻和栽培稻杂交后代不育的分子机制，为克服栽培稻与野生稻远缘杂交的障碍提供研究思路，利于用杂交的方法将野生稻的优良性状引入到栽培稻中。