

## 2020 年北京市西城区高三诊断性测试生物试卷逐题解析

2020. 5

## 第一部分

本部分共 15 题，每题 2 分，共 30 分。

1. 噬菌体被划归为生物的原因不包括

- A. 能够产生可遗传变异
- B. 由核酸和蛋白质装配进行增殖
- C. 可不断进化适应环境
- D. 有细胞结构且独立进行代谢活动

【答案】D

【解析】噬菌体的遗传物质可以发生基因突变，属于可遗传变异，A 项正确；噬菌体由核酸和蛋白质构成，可以进行增殖，B 项正确；噬菌体的变异经环境的不断筛选，可不断进化以适应环境，C 项正确；噬菌体是一类侵染细菌的病毒，没有细胞结构，不能独立进行代谢活动，必须在活细胞中寄生，D 项错误。

2. 枯草芽孢杆菌是一种细菌，能分泌淀粉酶、脂肪酶、蛋白酶和纤维素酶等多种水解酶类，且不会产生毒素，是一种无致病性的安全微生物，能在人胃内酸性环境中保持活性，可以耐唾液和胆汁的攻击。以下关于此菌说法错误的是

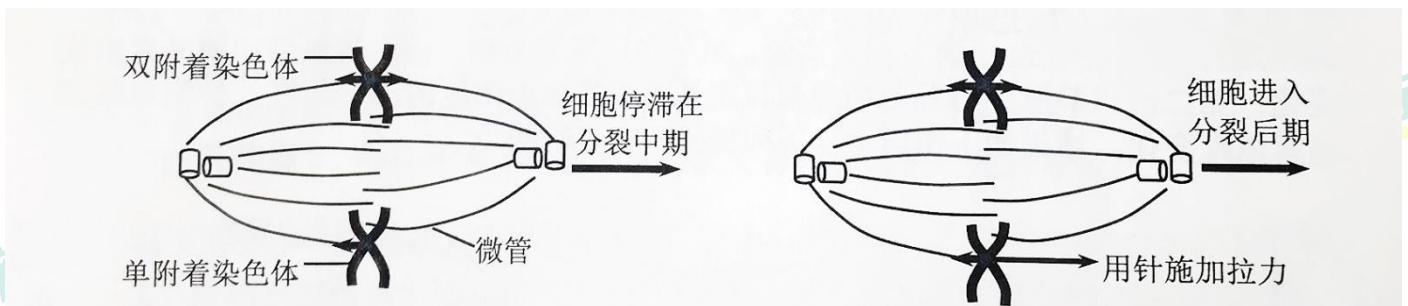
- A. 菌体内的酶合成后经内质网、高尔基体加工转运至菌体外
- B. 可经过人体的口腔、食道、胃等器官安全进入小肠
- C. 以人肠道内氨基酸、葡萄糖等为营养，属于异养型微生物
- D. 在人肠道内与人互利共生，可弥补人消化酶的分泌不足

【答案】A

【解析】枯草芽孢杆菌是一种细菌，不具有内质网、高尔基体等细胞器，A 项错误；由题干可知，枯草芽孢杆菌能耐胃酸、唾液和胆汁，说明其可以经过口腔、食道和胃后仍然保持活性，B 项正确；枯草芽孢杆菌能分泌淀粉酶、脂肪酶、蛋白酶、纤维素酶等水解酶，可将淀粉、脂肪、蛋白、纤维素等水解，说明其以人肠道内的葡萄糖、脂肪

酸、氨基酸等为营养物质，属于异养型生物，C项正确；枯草芽孢杆菌分泌相应水解酶，可帮助人肠道内的消化，人为枯草芽孢杆菌提供营养，属于互利共生关系，D项正确。

3. 在有丝分裂中期，若出现单附着染色体（染色体的着丝粒只与一侧的纺锤丝相连，如下图所示），细胞将延缓后期的起始，直至该染色体与另一极的纺锤丝相连，并正确排列在赤道板上。此过程受位于前期和错误排列的中期染色体上的 MAD2 蛋白的监控，正确排列的中期染色体上没有 MAD2 蛋白。用玻璃微针勾住单附着染色体，模拟施加来自对极的正常拉力时，细胞会进入分裂后期，下列说法错误的是



- A. 细胞分裂能否进入到后期与来自两级纺锤丝的均衡拉力有关
- B. 当所有染色体上的 MAD2 蛋白都消失后细胞才能进入分裂后期
- C. MAD2 蛋白功能异常，细胞将在染色体错误排列时停止在分裂中期
- D. 癌细胞的染色体排布异常时仍然能继续分裂可能与监控缺失有关

【答案】C

【解析】由题干可知，出现单附着染色体时，细胞将延缓后期的开始，而用微针勾住单附着染色体施加拉力，细胞分裂会正常进行，A项正确；MAD2 蛋白监控单附着染色体的出现，染色体正确排列时染色体上没有此蛋白，因此可推测 MAD2 蛋白消失后，细胞才能进入分裂后期，B项正确；MAD2 蛋白监控细胞中染色体的错误排列，若此蛋白功能异常，则染色体错误排列时分裂无法停止在中期，C项错误；癌细胞染色体排布异常仍能继续分裂，可能与 MAD2 蛋白监控功能缺失有关，D项正确。

4. DNA 是主要的遗传物质，下列与此相关的特征描述不正确的是

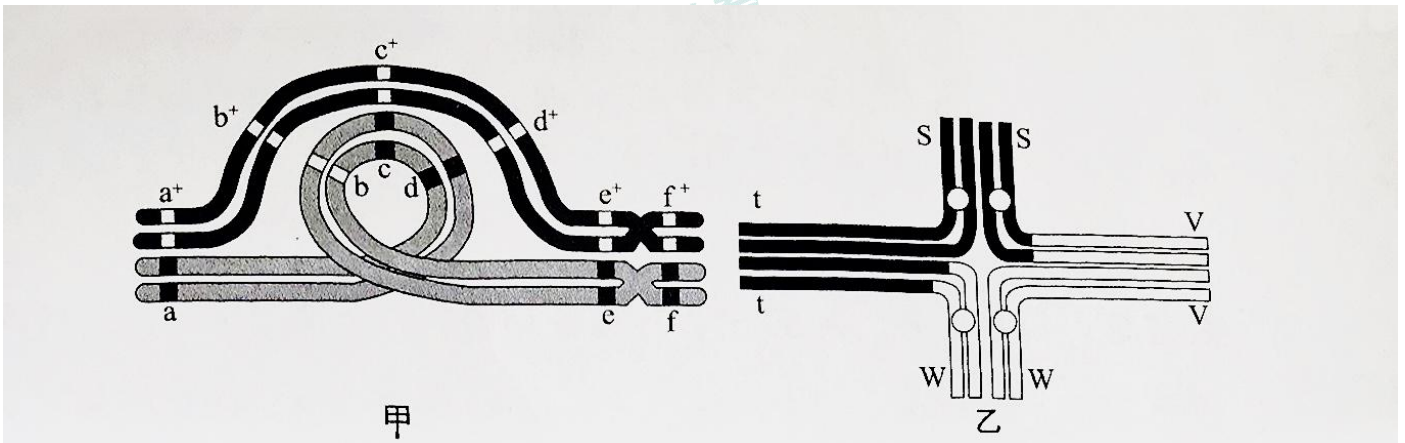
- A. 独特的“双螺旋”结构保证了遗传物质的稳定性

- B. “分子量”可体现遗传物质在分子水平的多样性
- C. “半保留”复制保持了遗传信息传递的连续性
- D. 能产生可遗传的变异使后代获得遗传多样性

【答案】B

【解析】DNA 分子的双螺旋结构可以保证其结构的稳定性，A 项正确；DNA 中碱基对的排列顺序千变万化，体现出了 DNA 分子的多样性，B 项错误；半保留复制遵循碱基互补配对原则，可以保证亲子代 DNA 遗传信息的完整连续传递，C 项正确；DNA 上可发生基因突变，属于可遗传变异，并具有不定向性，使子代具有遗传多样性，D 项正确。

5. 生物的某些染色体结构变异可通过减数分裂染色体的行为来识别。甲、乙两模式图分别表示细胞减数分裂过程中出现的“环形圈”或“十字形结构”现象，图中字母表示染色体上的基因。下列有关叙述正确的是



- A. 两图中的现象均发生在减数第一次分裂后期同源染色体分离过程中
- B. 甲图所示的现象是由倒位导致的，乙图所示的现象是由易位导致的
- C. 甲乙两图所示细胞完成减数分裂后产生的配子中染色体结构均正常
- D. 两图所示细胞中基因种类、数量均正常，个体性状也不会发生改变

【答案】B

【解析】甲图表示染色体倒位，乙图表示染色体易位，都属于染色体结构变异，通常发生在细胞分裂间期，A 项错误，B 项正确；甲图中，配子若得到下方发生倒位的染

染色体，染色体结构异常，乙图中，配子若得到左下或右上方的易位染色体，则染色体结构异常，C项错误；两图细胞中染色体变异时，可能则会破坏基因结构，也可能影响基因表达调控序列，因此可能会影响个体性状，D项错误。

6. 下列目的可通过测交实验实现的是

- A. 判断性状是由细胞质基因控制
- B. 判断一对相对性状的显隐性
- C. 显性优良性状品种的纯化过程
- D. 判断某显性个体是否为纯合子

【答案】D

【解析】判断性状是否由细胞质基因控制需用正反交，A错误；判断一对性状的显隐性用杂交，自交后代发生性状分离也可以判断显隐性，B错误；显性优良品种纯化用连续自交，直到后代无性状分离为止，C错误；测交用于鉴定显性个体是纯合子还是杂合子，D正确。

7. 肾上腺皮质分泌的皮质醇能够抑制巨噬细胞的抗原呈递，从而抑制T细胞的增殖分化及其分泌淋巴因子。在病毒感染引发的免疫反应过于强烈时，会使用皮质醇进行治疗。下列相关叙述不正确的是

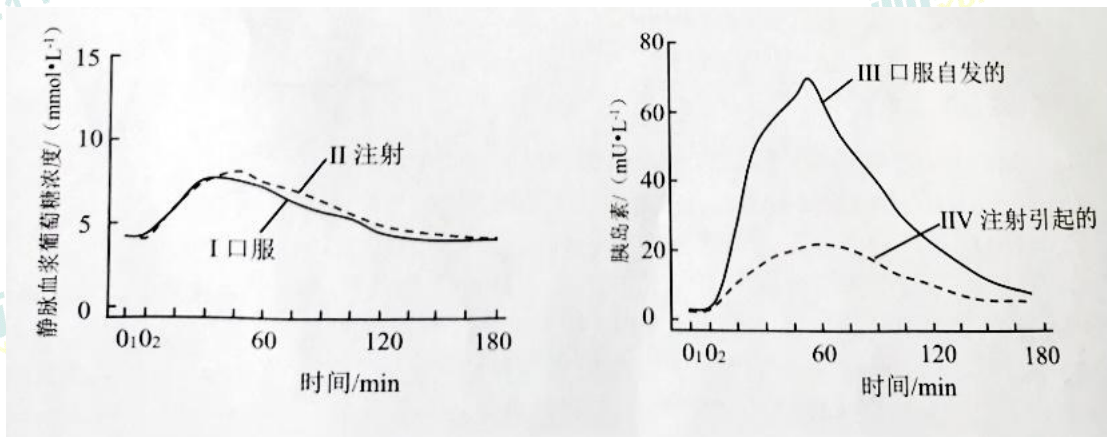
- A. 皮质醇通过体液运输到达靶细胞并与相应受体结合
- B. 外源皮质醇作用于患者下丘脑和垂体促进皮质醇分泌
- C. 皮质醇治疗使患者的细胞免疫和体液免疫都受到抑制
- D. 皮质醇治疗使患者并发其他病原体感染的可能性增加

【答案】B

【解析】皮质醇属于固醇类激素，激素通过体液运输到达靶细胞并与相应受体结合后，引起细胞内一系列的生理变化，A正确；皮质醇的调控类似于甲状腺激素的调节，外源皮质醇会通过负反馈调节抑制下丘脑和垂体分泌相应激素，从而抑制皮质醇的分泌，B

错误；巨噬细胞抗原的呈递、T细胞的增殖分化及淋巴因子的分泌，这些过程与体液免疫和细胞免疫都有关，皮质醇可抑制这些过程，C正确；皮质醇抑制了特异性免疫，因此患者对其他病原体的抵抗力减弱，容易引发其他病原体感染，D正确。

8. 健康志愿者参与两次血糖调节相关实验。第一次口服葡萄糖，检测其血糖和胰岛素浓度变化；第二次以静脉注射葡萄糖模拟口服葡萄糖后血糖浓度的改变程度，检测血浆胰岛素浓度变化，结果如下图所示。相关叙述正确的是



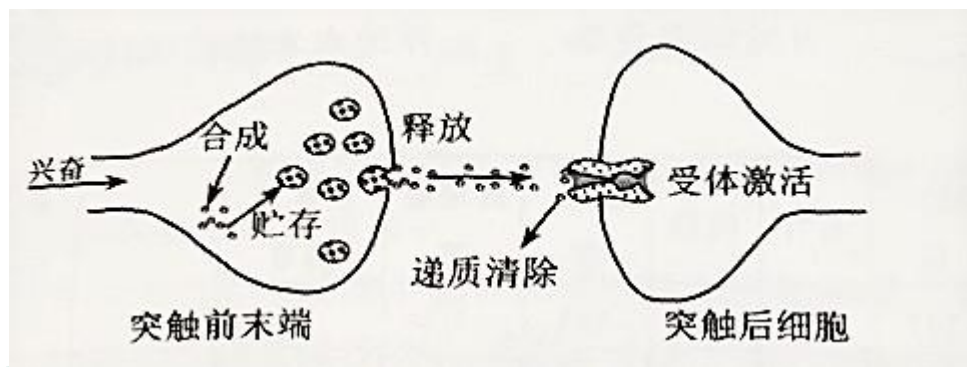
- A. 给志愿者注射的葡萄糖总量和志愿者口服的葡萄糖总量是相同的
- B. 曲线 I 在 30min 后下降的原因是血糖在肾脏中进入尿液排出体外
- C. 给志愿者注射葡萄糖比口服葡萄糖能更有效地促进胰岛素的分泌
- D. 志愿者血糖浓度既能影响胰岛素的分泌又受到胰岛素作用的调节

【答案】D

【解析】由于口服时只有一部分葡萄糖会被人体吸收，注射的葡萄糖会全部进入人体，而静脉注射葡萄糖是模拟口服后血糖浓度的改变程度，所以注射的量应小于口服的量，A 错误；健康志愿者的血糖不会进入尿液中，曲线 I 中静脉血浆葡萄糖浓度在 30min 后下降是胰岛素的调节引起的，B 错误；通过曲线 III 和 IV 而可知，口服比注射葡萄糖更能有效促进胰岛素分泌，C 错误；分析曲线 I 和 III，II 和 IV 可知胰岛素可以调节血糖，血糖浓度会影响胰岛素分泌，D 正确。

9. 神经元之间信息的传递依赖突触结构，如图是递质在突触处传递信息的过程。下列

叙述正确的是



- A. 递质贮存于突触小泡中，为及时迅速释放做好准备
- B. 兴奋传至突触前末端引发贮存的递质主动转运出膜
- C. 递质与相应受体结合后均会导致突触后细胞的兴奋
- D. 递质激活受体后可进入突触后细胞内发挥作用

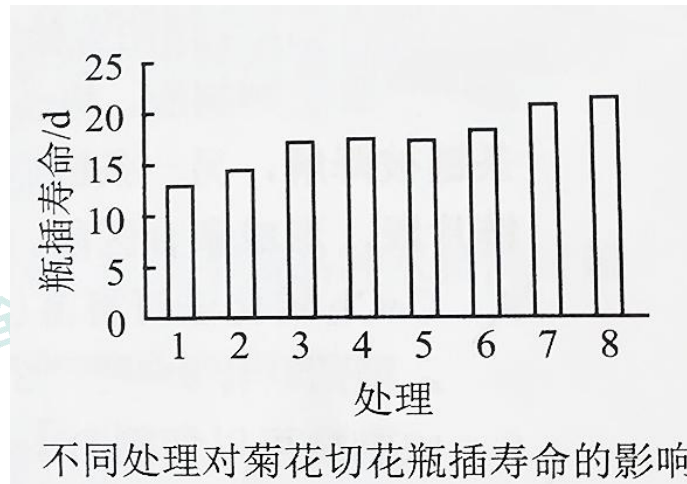
【答案】A

【解析】由图可知递质储存于突触小泡中，相对集中，利于迅速释放，A 正确；递质通过胞吐的方式释放，不是主动运输，B 错误；抑制性递质会抑制突触后膜细胞兴奋性，使细胞不易产生兴奋，C 错误；递质只起传递信息的作用，作用完失活，被降解或被突触前膜回收利用，不会进入突触后细胞，D 错误。

10. 研究人员以菊花切花为实验材料，研究了不同浓度的细胞分裂素（6-BA）和生长素类似物（2, 4-D）混合保鲜剂对菊花切花寿命的影响，实验分组及结果见表和图。根据实验做出的判断不正确的是

处理的保鲜剂配方	
处理	试剂成分
1	蒸馏水
2	蔗糖 20g/L+AgNO <sub>3</sub> 30mg/L
3	6-BA1.0mg/L+蔗糖 20g/L+AgNO <sub>3</sub> 30mg/L
4	6-BA10mg/L+蔗糖 20g/L+AgNO <sub>3</sub> 30mg/L

5	2,4-D 0.2mg/L + 蔗糖 20g/L + AgNO <sub>3</sub> 30mg/L
6	2,4-D 2.0mg/L + 蔗糖 20g/L + AgNO <sub>3</sub> 30mg/L
7	6-BA 10mg/L + 2,4-D 2.0mg/L + 蔗糖 20g/L + AgNO <sub>3</sub> 30mg/L
8	6-BA 1.0mg/L + 2,4-D 0.2mg/L + 蔗糖 20g/L + AgNO <sub>3</sub> 30mg/L



- A. 蔗糖浓度和 AgNO<sub>3</sub> 浓度是 2-8 组实验中的无关变量
- B. 含有 6-BA 或 2,4-D 的保鲜液均有延长鲜花寿命的作用
- C. 6-BA 和 2,4-D 混合保鲜液处理效果优于其各自单独的处理
- D. 高浓度 2,4-D 和 6-BA 混合保鲜液更有利于延长鲜花的寿命

**【答案】D**

**【解析】**由题干和表格可知，本实验自变量为是否加 6-BA、2,4-D 以及它们的浓度，因变量是菊花切花寿命，蔗糖和 AgNO<sub>3</sub> 浓度在 1-2 组为自变量，在 2-8 组应为无关变量，A 正确；对比 2、3，2、5 组（或 2、4，2、6 组）柱状图可知，6-BA 或 2,4-D 可延长鲜花寿命，B 正确；对比 3、5、8（或 4、6、7）组柱状图，6-BA 和 2,4-D 混合处理切花寿命高于单独处理，C 正确；对比 7、8 组，7 组混合液浓度更高，但是柱状图中切花寿命略低于 8 组，D 错误。

11. 以下实验中，酒精的用途不正确的是

- A. 植物组织培养实验可用酒精对外植体消毒

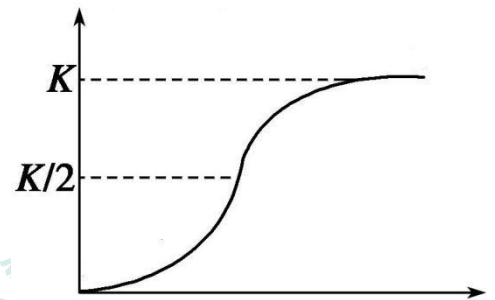
- B. 观察花生种子中的脂肪用酒精洗去染液浮色
- C. 提取和分离光合色素实验中用酒精做层析液
- D. DNA 粗提取实验中用酒精溶解蛋白质等杂质

【答案】C

【解析】植物组织培养需要保持严格无菌环境，需要用酒精对实验材料——外植体进行消毒，A 正确；实验“观察花生种子中的脂肪”中需用体积分数 50% 的酒精洗去染液浮色，B 正确；实验“提取和分离光合色素”中无水乙醇为光合色素提取液成分，分离时需用层析液，C 错误；实验“DNA 粗提取”中利用 DNA 与蛋白质在不同浓度 NaCl 溶液中溶解度的差异，最后用 95% 的冷酒精提纯，D 正确。

12. 在自然条件下，种群数量增长曲线呈“S”形，如右图所示。下列相关叙述不正确的是

- A. 种群数量“S”型增长是受各种资源综合限制的结果
- B. 种群数量“S”型增长的增长速率先上升后下降
- C. 种群数量“J”型和“S”型增长曲线均有 K 值
- D. 控制农林害虫爆发应在种群数量达  $1/2K$  之前进行



【答案】C

【解析】种群数量“S”型增长是种群受食物、空间等各种资源综合限制的结果，A 正确；增长速率为单位时间内的增长量，在曲线图中可看斜率来表示，即为先上升后下降，B 正确；K 值为环境容纳量，即一定的环境条件所能维持的种群最大数量，“S”曲线因为各种资源限制，所以具有 K 值，“J”曲线为理想条件下的种群数量变化，不存在 K 值，C 错误； $1/2K$  为种群数量增长最快的时候，要控制农林害虫爆发应该要在增长速度较慢时进行，严防到达  $K/2$ ，D 正确。

13. 某校学生在长白山地区种植过人参的撂荒地进行调查。在撂荒 6 年、8 年、9 年的样地得到草本植物的密度（株/ $m^2$ ）并发现撂荒第 9 年的样地木本植物已经占据上层空



间。以下说法错误的是

撈荒年限	飞蓬	青蒿	兴安毛连菜	野大豆	石竹	问荆	灯心草	翼果薹草	鼠长老鹳草	薹草	稗草	宽叶薹草	蕨类
6年	34	225	19	247	319	245	585	33	0	0	0	0	0
8年	14	67	190	45	11	1	0	0	52	1579	884	0	0
9年	92	44	14	195	0	27	185	0	89	527	0	204	20

- A. 选取样地时，应注意坡度、坡向等非生物因素基本相同
- B. 随撈荒年限延长，群落垂直结构逐渐趋于复杂
- C. 各样地内物种多样性随时间推移发生变化
- D. 表中数据应是同一样地同一样方多次调查数据的平均值

【答案】D

【解析】实验调查不同撈荒年限样地中植物生长的情况，需要保持样地坡度、坡向等可影响植物生长的非生物因素基本相同，避免无关变量的干扰，A 正确；由题目“发现第 9 年的样地木本植物已经占据上层空间”可知，随撈荒年限延长，群落的垂直结构有变化，逐渐趋于复杂，B 正确；物种多样性与此地物种丰富度有关，由表格数据可知，撈荒年限从 6 年到 9 年，样地内的物种丰富度在增加，C 正确；实验选用了不同撈荒年限的样地，用样方法需选取多个样方，因此数据应是多个样地多个样方多次调查数据的平均值，D 错误。

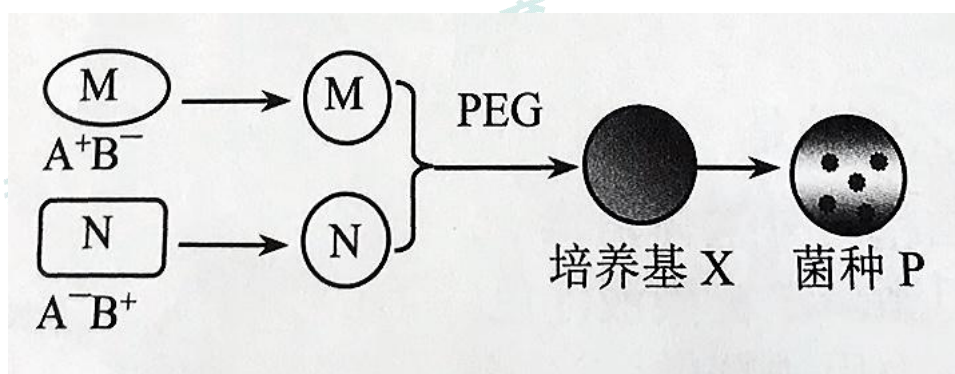
14. 肺炎双球菌体外转化实验中，S 型菌的 DNA 与处于感受态的 R 型菌表面的膜蛋白结合，R 型菌释放限制酶，将 S 型菌的 DNA 降解为较短的 DNA 片段，再将其双链打开，一条链被降解，另一条链进入细胞与 R 型菌 DNA 同源区段配对，切除并替换相应的单链片段，形成杂合区段。以下说法错误的是

- A.  $\text{CaCl}_2$  转化法可将 R 型菌转化为感受态细胞
- B. R 型菌转化为 S 型菌的变异类型属于基因突变
- C. 限制酶可以切割 DNA 分子的磷酸二酯键
- D. 此实验可为基因工程技术的操作提供思路

【答案】B

【解析】 $\text{CaCl}_2$  转化法可将原核生物转化为感受态细胞，R 型菌为原核生物，A 正确；由于 S 型菌的 DNA 中的一条链可与 R 型菌 DNA 同源区段配对，形成杂合区段，属于基因层次上的变化，又不是碱基对的替换、增添或缺失，所以这种变异类型是基因重组，B 错误；限制酶可识别特定的碱基序列并在特定位点上切割磷酸二酯键，C 正确；此实验的变异过程以及 S 型菌 DNA 进入 R 型菌内的方式等都可为基因工程技术的操作提供思路，D 正确。

15. 菌种 M 和菌种 N 在发酵工程应用上具有不同的优越性，为了获得具有它们共同优良性状的融合菌，进行了下图所示的实验。已知菌种 M 为组氨酸依赖（组氨酸合成相关基因突变为  $B^-$ ），菌种 N 为色氨酸依赖（色氨酸合成相关基因突变为  $A^-$ ），下列分析错误的是



- A. 菌种 M 和 N 可通过人工诱变和选择性培养筛选获得
- B. 用 PEG 诱导融合之前需要去除菌种 M 和 N 的细胞壁
- C. 在培养基 X 中添加组氨酸和色氨酸以筛选出杂种融合菌
- D. 从培养基 X 中分离出的杂种融合菌 P 对两种氨基酸均不依赖

【答案】C

【解析】人工诱变可获得不同类型的突变体，之后再用选择培养基筛选满足组氨酸依赖、色氨酸依赖条件的菌，即为 M、N 菌种，A 正确；M、N 菌均为有细胞结构的微生物，从图示流程图也可看出，M、N 经处理后得到与之前形态不同的原生质体再用 PEG

处理，所以 M、N 都是有细胞壁结构的，B 正确；培养基 X 筛选的是菌种 M 和 N 融合后的细胞，同时含有 M、N 两种菌的基因，即为  $A^+B^+$  基因型的杂种细胞，对两种氨基酸均不依赖，所以应该不添加组氨酸、色氨酸，使未融合的菌不能存活，才可达到筛选目的，C 错误，D 正确。

## 第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

16. (10 分)

我国有 2 亿亩供水和温度条件适宜种植水稻的盐碱地，培育耐盐水稻新品种对扩大水稻种植面积和提高产量非常重要。

(1) 脯氨酸是植物细胞内凝固点低、水溶性最大的氨基酸，是研究植物逆境胁迫的重要指示物。下列关于脯氨酸性质和功能的说法正确的是\_\_\_\_\_（选择选项前字母填写）。

- A. 脯氨酸可能是合成植物蛋白的原料之一
- B. 细胞内脯氨酸含量升高，可以提高渗透压应对盐碱胁迫
- C. 细胞内脯氨酸含量升高，有利于应对低温胁迫

(2) 脯氨酸与茚三酮反应，生成稳定的红色化合物，再用甲苯处理，使色素全部转移至甲苯中。用分光光度计测定溶液在 520nm 波长光下的吸光值，获得待测样液数据。

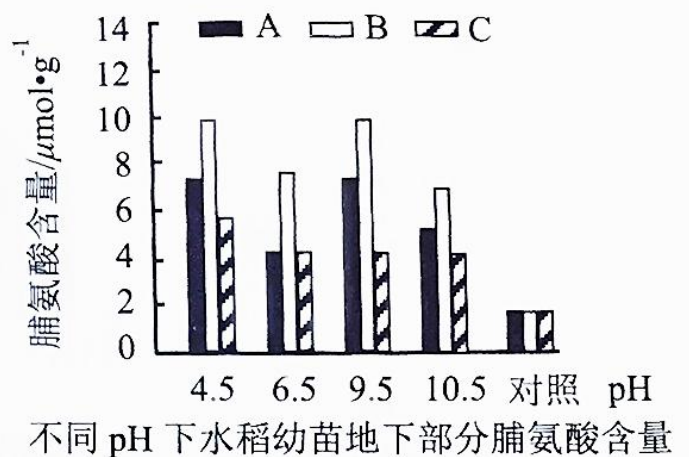
以\_\_\_\_\_为空白对照，在 520nm 波长光

下测定吸光值。以在同样波长光下测定的

\_\_\_\_\_吸光值绘制标准曲线构建数学模型，对照标准曲线查出待测植物组织细胞中脯氨酸的含量。

(3) 水稻是一种对盐碱中度敏感的作物。

研究人员选择 A、B、C 三个新品种水稻同时



栽培于含  $0.15\text{mol/L}$  的  $\text{NaCl}$  且  $\text{pH}$  不同的溶液中，以分别培养在蒸馏水 ( $\text{pH}6.5$ ) 中的三个品种水稻作为对照，检测水稻体内脯氨酸量的变化。

①该实验的自变量是\_\_\_\_\_。

②由此可以初步筛选出适合在盐碱地生长的水稻品种是\_\_\_\_\_，做出判断的依据是\_\_\_\_\_。

(4) 对于脯氨酸提高植物细胞渗透压从而应对盐碱胁迫的机理，有的学者提出新的推测：脯氨酸通过提高液泡内  $\text{Na}^+$  浓度增强植物吸水能力。研究者对这一推测进行了实验探究，其中实验组的材料选择、处理及检测指标应包括\_\_\_\_\_ (选择选项前字母填写)。

- a. 脯氨酸基因敲除突变体
- b. 液泡  $\text{Na}^+$  通道基因敲除突变体
- c. 野生型植株
- d. 正常供水环境
- e. 模拟盐碱胁迫环境
- f. 测定液泡内  $\text{Na}^+$  浓度
- g. 植株吸水能力

### 【答案】

(1) ABC (2分)

(2) 用甲苯处理的茚三酮溶液 (1分)；已知系列浓度的脯氨酸与茚三酮反应生成物再用甲苯处理后的溶液 (1分)

(3) ①不同  $\text{pH}$ 、 $0.15\text{mol/L}$  的  $\text{NaCl}$ 、水稻品种 (2分)

②B (1分)；有  $\text{NaCl}$  处理，在较高  $\text{pH}$  条件下，B 品种地下部分的脯氨酸含量最高 (2分)

(4) aefg (1分)

## 【解析】

(1) 氨基酸是蛋白质的基本单位，A 正确；水由渗透压低的位置流向渗透压高的位置，细胞内脯氨酸含量升高会提高渗透压，有利于水的吸收，B 正确；由题干可知，脯氨酸的凝固点低，含量升高后会使细胞内溶液在低温下不易凝固，利于细胞代谢，C 正确。

(2) 由题干可知，实验目的为检测脯氨酸的浓度，故对照组应除不含脯氨酸外，其他处理均与实验组（待测样液）相同；结合课本中亚硝酸盐检测实验的基础知识，可知以已知系列浓度的脯氨酸溶液进行与实验组相同处理之后，绘制标准曲线，构建数学模型。

(3) ①由题干及图像可知，实验选用了 0.15mol/L 的 NaCl、不同的 pH 溶液以及 ABC 三个水稻品种。

②结合题干信息，为选择适应盐碱地生长的水稻，应观察含盐且碱性最强的实验组结果，由图可知在 NaCl 处理下，B 品种水稻幼苗地下部分的脯氨酸含量在 pH 为 10.5 时最大，其脯氨酸含量提高利于水稻适应盐碱地环境。

(4) 由题干可知，实验目的为探究“脯氨酸通过提高液泡内  $\text{Na}^+$  浓度增强植物吸水能力”，故自变量为“脯氨酸”，因变量为“液泡内  $\text{Na}^+$  浓度”和“植物吸水能力”，因此实验组应选择脯氨酸基因敲除突变体，并检测液泡内  $\text{Na}^+$  浓度和植物吸水能力，同时实验应在盐碱胁迫的条件下进行。

## 17. (14 分)

恶性肿瘤严重危害人类健康，在机体对抗肿瘤细胞的过程中，DC 细胞（具有抗原呈递功能的树突状细胞）和 NK 细胞（自然杀伤细胞）发挥了重要的作用。研究人员针对这两类细胞在杀伤肿瘤细胞中的作用机制开展了相关研究。

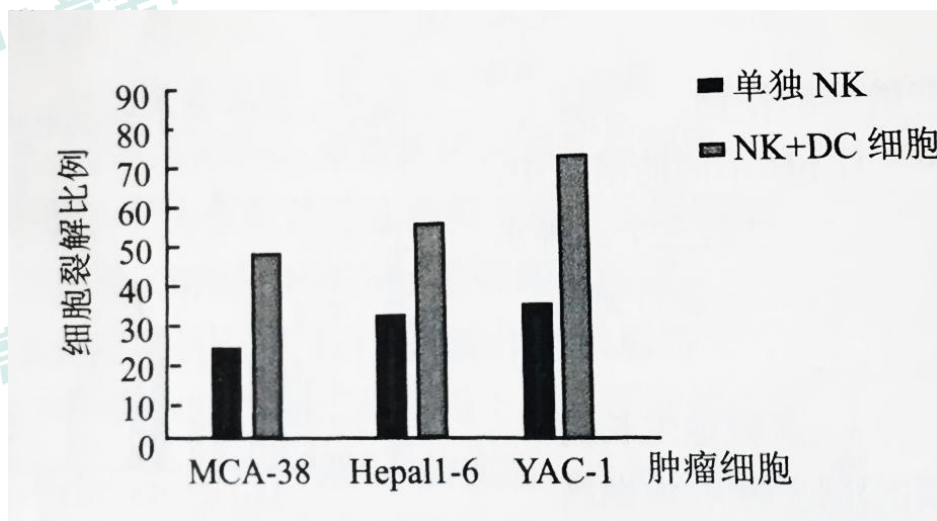
(1) 正常情况下人体内绝大多数的巨噬细胞仅具有较强的吞噬、处理抗原的能力。在受到抗原或特定信号刺激时，部分巨噬细胞可\_\_\_\_\_为 DC 细胞，将抗原呈递给 T 细胞，从而激活机体的\_\_\_\_\_免疫功能。

(2) 正常机体中的 NK 细胞能够杀伤肿瘤细胞，使其破裂，释放其内部抗原物质。这种杀伤作用是天然的，无需特定抗原预先加以致敏。因此，NK 细胞的功能属于免疫系统的第\_\_\_\_\_道防线。

(3) 为研究 DC 细胞与 NK 细胞在杀伤肿瘤细胞过程中的关系，研究人员利用体外培养的 DC 细胞、NK 细胞、多种肿瘤细胞等进行相关实验。

①研究者先用  $^{51}\text{Cr}$  标记肿瘤细胞，然后与不同处理下的 NK 细胞共培养，通过检测\_\_\_\_\_（选择填写“上清液”或“沉淀”）中的放射性强弱来确定 NK 细胞对肿瘤细胞的裂解能力。

②下图所示实验结果说明\_\_\_\_\_。



(4) 肿瘤组织中会有大量 NK 细胞、DC 细胞和效应 T 细胞聚集，若清除实验动物体内的 NK 细胞可导致肿瘤组织中 DC 细胞数量和效应 T 细胞数量大幅下降。请综合 (1) ~

(3) 信息对此实验现象进行解释。

**【答案】**

(1) 分化 (2 分)；特异性 (2 分)

(2) 二 (2 分)

(3) ①上清液 (2 分)

②DC 细胞可以增强 (促进) NK 细胞对肿瘤的杀伤作用 (2 分)

(4) NK 细胞裂解肿瘤细胞，释放出的抗原能促进巨噬细胞活化为 DC 细胞；缺乏 NK 细胞时，DC 细胞数量减少，无法将抗原呈递给 T 细胞，导致效应 T 细胞数量减少 (4 分)

【解析】

(1) 由题意可知，巨噬细胞收到抗原或特定信号刺激时，可以分化为 DC 细胞，将抗原呈递给 T 细胞，从而激活体内的特异性免疫功能。

(2) 由题意可知，NK 细胞对肿瘤细胞的杀伤作用是天然的，无需特定抗原预先加以致敏，因此属于非特异性免疫，归于免疫系统的第二道防线。

(3) ①由题意可知，用  $^{51}\text{Cr}$  标记肿瘤细胞，在与 NK 细胞共同培养时，NK 细胞会裂解肿瘤细胞，从而使  $^{51}\text{Cr}$  进入到培养液，在离心后分布在上清液中。

②由题干与图像分析，实验目的为探究 DC 细胞与 NK 细胞在杀伤肿瘤细胞过程中的关系，自变量为肿瘤细胞的种类与不同处理的 NK 细胞，因变量为细胞裂解的比例，因此可以得出结论：DC 细胞可以增强 NK 细胞对肿瘤细胞的杀伤作用。

(4) 由 (1) ~ (3) 的信息可以得知：NK 细胞裂解肿瘤细胞，释放出的抗原能促进巨噬细胞活化为 DC 细胞，如果清除 NK 细胞，则无法杀伤肿瘤细胞，从而使肿瘤细胞裂解释放的内部抗原物质减少，吞噬细胞分化为 DC 细胞的数目减少，进而影响将抗原呈递给 T 细胞，T 细胞的增殖分化减弱，最终导致效应 T 细胞减少。

18. (14 分)

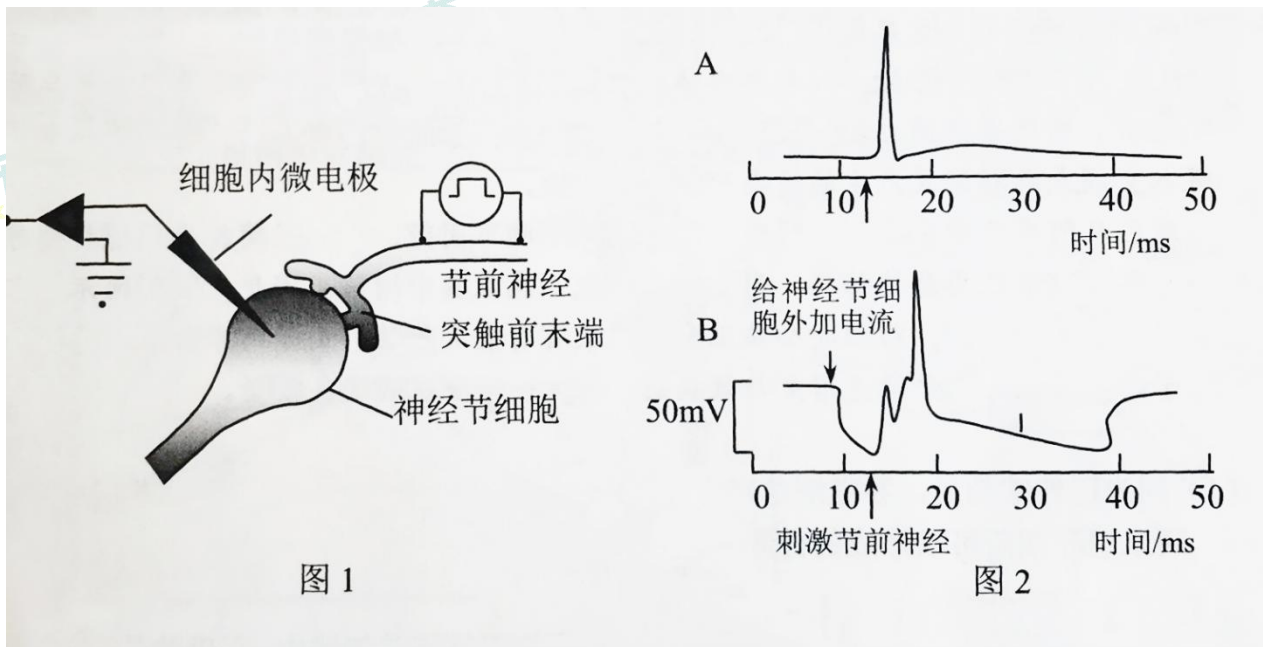
神经元之间的信息传递不仅可以通过化学突触进行，也可以通过电突触进行。科研工作者在螯虾躲避反射的反射弧中发现了电突触的存在。电突触是两个神经元细胞膜上由跨膜连接蛋白形成的通道，允许细胞内溶液从一个细胞流到另一个细胞。兴奋通过化学突触从突触前膜传递到突触后膜时，有接近 1ms 的延迟（突出延迟），而电突触没有延迟。

(1) 反射弧由\_\_\_\_\_、传入神经、神经中枢、传出神经和\_\_\_\_\_ 5 部

分组成。

(2) 神经元在未受刺激时，膜电位状态是\_\_\_\_\_，受到刺激后\_\_\_\_\_内流，导致膜电位发生逆转，电突触允许\_\_\_\_\_从已兴奋神经元传导到未兴奋神经元，导致后者产生兴奋。

(3) 研究人员用细胞内微电极研究鸡睫状神经节中兴奋在神经元间的传递方式。方法如图 1 所示。电刺激节前神经，神经节细胞电位变化如图 2 中 A 所示。先用细胞内微电极给神经节细胞通一定强度的电流使其膜内外电位差增大，再电刺激节前神经，神经节细胞电位变化如图 2 中 B 所示。



① 研究人员推断节前神经元与神经节细胞之间既存在电突触，又存在化学突触。请根据这一推断，续写以下对曲线 (B) 的解释。

节前神经受到刺激产生兴奋，通过电突触迅速传递给神经节细胞，因为膜内外电位差较大，神经节细胞未能产生兴奋；一段时间延迟后，\_\_\_\_\_。

② 利用荧光黄染料和图 1 中实验装置设计实验可以进一步证实节前神经元与神经节细胞之间存在电突触，实验方法和预期结果是\_\_\_\_\_。

(4) 神经调节中电突触的存在，对于生物适应环境有何积极意义？（写出一项）

**【答案】**



(1) 感受器 (1分); 效应器 (1分)

(2) 内负外正 (2分); 钠离子 (2分); 局部电流 (2分)

(3) ①化学突触的递质作用于神经节细胞, 钠离子进一步进入神经节细胞, 出现膜外负内正的电位差, 产生兴奋 (2分)

②利用微电极将荧光黄染料注入神经节细胞, 一段时间后观察到节前神经元中出现荧光黄 (2分)

(4) 电突触传递速度更快, 使躲避反射等反射活动更快完成; 电突触比化学突触更稳定 (或其他合理答案) (2分)

### 【解析】

(1) 此问考察“神经调节”专题基础知识部分: 反射弧的结构, 反射弧通常由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器 (传出神经末梢和它所支配的肌肉或腺体等) 组成。

(2) 神经元在未受到刺激时, 处于静息状态, 此时细胞膜主要对  $K^+$  有通透性, 造成  $K^+$  外流, 使膜外阳离子浓度高于膜内, 从而出现外正内负的静息电位。

神经元在受到刺激后, 细胞膜对  $Na^+$  的通透性增强,  $Na^+$  内流, 使兴奋部位膜内侧阳离子浓度高于膜外侧, 表现为内正外负, 与相邻部位产生电位差, 形成局部电流, 从已兴奋神经元传导到未兴奋神经元, 导致后者产生兴奋。

(3) ①此问实验目的是研究“鸡睫状神经节中兴奋在神经元间的传递方式”, 结合第

(3) 问实验方法可知图 A 是对照组实验结果, 图 B 是实验组实验结果, 实验组数据与对照组对比可知: 节前神经受到刺激产生兴奋, 通过电突触迅速传递给神经节细胞, 因为膜内外电位差较大, 神经节细胞未能产生兴奋; 一段时间延迟后, 化学突触的神经递质作用于神经节细胞, 钠离子进一步进入神经节细胞, 出现膜外负内正的电位差, 产生兴奋, 即推断节前神经元与神经节细胞之间既存在电突触, 又存在化学突触。

②结合题干信息: “电突触是两个神经元细胞膜上由跨膜连接蛋白形成的通道, 允许细

胞内溶液从一个细胞流到另一个细胞”，再结合“荧光标记技术”及验证目的“证实节前神经元与神经节细胞之间存在电突触”，所以验证性实验设计及预期结果如下：利用微电极将荧光黄染料注入神经节细胞，一段时间后观察到节前神经元中出现荧光黄

(4) 结合题干背景：“科研工作者在螯虾躲避反射的反射弧中发现了电突触的存在”及“电突触在神经元之间的信息传递过程中没有延迟现象”，所以当神经调节中存在电突触时，因电突触传递速度更快，便可使躲避反射等反射活动更快完成，即可增强生物感知周围环境变化的灵敏度，从而更好地躲避天敌，适应环境。

## 19. (10分)

### 阿米巴—细菌互作

阿米巴又被称作变形虫，是一类可通过伸缩伪足来改变自身形状的单细胞真核原生生物。

在陆地和水生生态系统中，细菌是阿米巴的主要食物。阿米巴能够在一定距离内发现并吞噬细菌，吞噬体与溶酶体融合，细菌被消化，营养物质输送到细胞质中被阿米巴利用。土壤中的阿米巴能通过捕食作用提高微生物群落的稳定性，还能提高营养物的矿化程度，促进植物的生长。水体中的阿米巴通过体表渗透吸收水中的可溶性有机质，捕食水中的颗粒物和细菌，不仅能降低水体有机物的负荷，增加水体透明度，还能减弱水中病原菌的毒害作用。

阿米巴致病菌是能感染甚至杀死阿米巴的一类细菌。因为阿米巴细胞和动物免疫细胞在进化上高度同源，这些阿米巴致病菌往往也是动物甚至人类的致病菌。嗜肺军团菌是目前研究最多的阿米巴致病菌，它是一种胞内寄生菌，广泛存在于水体和土壤中。在阿米巴体内，它能破坏小泡传输，阻止吞噬体与溶酶体融合，在细胞内增殖后逸出，并导致宿主细胞死亡。嗜肺军团菌也能入侵人类肺泡巨噬细胞，导致人类军团病，这种病通常是由人体吸入空调或淋浴装置产生的污染气溶胶引起的。

现已从阿米巴中分离出了大量病原体，如嗜肺军团菌、霍乱弧菌、幽门螺杆菌等。

这些病原体以阿米巴为载体传播，耐受恶劣环境并能在其中增殖。因此，阐明阿米巴与阿米巴致病菌之间的互作，对维护公共卫生与健康有着重大价值。由于阿米巴具有易培养，方便用于药物测试，对于研究宿主与致病菌互作是一个潜在的优良模型。

(1) 阿米巴伸缩伪足，吞噬细菌，都体现了细胞膜具有\_\_\_\_\_的特点，根据文中信息，阿米巴和细菌可以形成的种间关系有\_\_\_\_\_。

(2) 根据文本信息，下列关于阿米巴对生态环境作用的相关叙述中，正确的是\_\_\_\_\_

(选择选项前字母填写)。

- A. 提高生态系统稳定性      B. 利于生产者同化能量  
C. 净化水体减轻水污染      D. 减弱微生物分解作用

(3) 根据文本信息推测，嗜肺军团菌被阿米巴吞噬后，能够\_\_\_\_\_，从而得以继续生存和繁殖。

(4) 在维护公共卫生与健康方面，请举例说明阿米巴与细菌互作模型可用于研究的问题。

### 【答案】

(1) 流动性 (2分)；捕食、寄生 (2分)

(2) ABC (2分)

(3) 阻止吞噬体与溶酶体融合 (2分)

(4) 研究细菌侵染细胞的机制，检测新研发的治疗军团病药物的药效等 (2分)

### 【解析】

(1) 阿米巴伸缩伪足和吞噬细胞的吞噬行为，都需要依靠细胞膜的流动性来实现。根据文中第二段信息：阿米巴能够在一定距离内吞噬并将细菌消化，说明阿米巴和细菌之间形成了捕食关系；再根据文中第三段信息：嗜肺军团菌是阿米巴致病菌，它是一种胞内寄生菌，说明阿米巴与嗜肺军团菌之间是寄生关系。所以，阿米巴和细菌之间可以形成捕食与寄生关系。

(2) 根据本文第二段信息：土壤中的阿米巴可以提高微生物群落的稳定性，还能提高营养物的矿化程度，促进植物的生长，水中的阿米巴可以降低水体有机物的负荷，增加水体透明度。故 ABC 正确。

(3) 根据文中第三段信息：嗜肺军团菌在阿米巴体内能够破坏小泡运输阻止吞噬体与溶酶体融合，在细胞内增殖后逸出，并导致宿主细胞死亡，可知嗜肺军团菌被阿米巴吞噬后，能够阻止吞噬体与溶酶体融合，从而得以继续生存和繁衍。

(4) 根据文中第四段信息：病原体以阿米巴为载体传播，耐受恶劣环境并能在其中增殖。故从维护公共卫生与健康方面，阿米巴与细菌互作模型可以用于研究细菌侵染细胞的机制，检测新研发的治疗军团病药物的药效等（涉及到细菌与真核细胞之间关系的问题即可）。

20. (12 分)

辣椒具有明显的杂种优势（两个品种的杂交后代产量等性状优于双亲）。在辣椒育种过程中，研究人员发现了辣椒雄性不育系植株。利用雄性不育系与可育植株杂交，生产杂种种子是降低制种成本和提高纯度的有效途径。

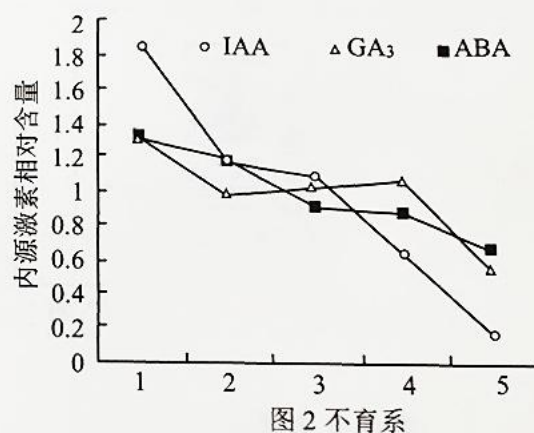
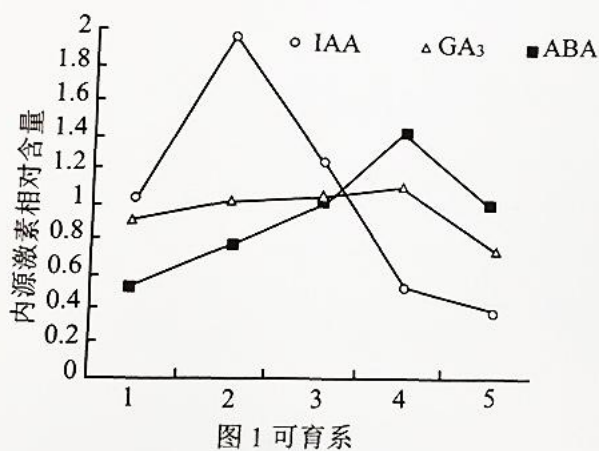
(1) 辣椒具有两性花，人工杂交获得的杂交一代（F<sub>1</sub>）会出现杂种优势，但 F<sub>1</sub> 不能留种推广种植的原因是\_\_\_\_\_，因此在生产上需年年制种。辣椒雄性不育系植株的培育成功解决了制种的难题。

(2) 雄性不育系植株的花药瘦小、干瘪，无花粉粒或仅极少花粉粒，用碘液染色后显示不着色或着色极浅。而可育株系的花粉粒饱满，碘液染色后着色深。由此可推测不育花粉败育的重要原因是储存营养的能力\_\_\_\_\_。

(3) 研究人员为了进一步揭示花粉败育机制，进行了如下研究。在盛花期分别取雄性不育系和可育系发育不同阶段（依次为阶段 1-5）的花蕾，测定内源吲哚乙酸（IAA）、赤霉素（GA<sub>3</sub>）、脱落酸（ABA）含量并绘制相对含量变化趋势如图 1、图 2 所示。

①综合图 1 和图 2 结果分析：可育系花蕾发育过程中激素的变化规律是，发育前期

\_\_\_\_\_。发育后期\_\_\_\_\_是育性得以维持的保证。而不育系花蕾发育前期\_\_\_\_\_过高和后期\_\_\_\_\_下降过快对败育起了重要的作用。



②以上结果说明，花粉的可育或败育是受到\_\_\_\_\_的结果。

(4) 研究人员在花蕾发育后期还检测到花蕾的乙烯释放量和 IAA 氧化酶活性，不育系均显著高于可育系。结合(2)、(3)的研究推测，在花蕾发育后期，乙烯通过\_\_\_\_\_使花粉败育。

### 【答案】

(1)  $F_1$  自交后代丧失杂种优势 (2分)

(2) 不足 (2分)

(3) ①生长素 (IAA) 含量较高 (1分)；脱落酸 (ABA) 含量升高 (多写 IAA 含量下降不扣分) (1分)；脱落酸 (ABA) (多写 IAA 不扣分) (1分)；IAA (1分)

②多种内源激素共同调节 (2分)

(4) 增强 IAA 氧化酶活性，使 IAA 含量持续迅速减少，导致花粉获取营养物质的能力不足 (2分)

### 【解析】

(1) 杂交一代  $F_1$  是杂合子，留种种植后代会出现性状分离，丧失杂种优势。

(2) 碘液可给淀粉染色，不育花药染极难染上颜色则淀粉含量不足，储存营养能力低。

(3) ① 综合图 1 图 2 可以看到, 可育系花蕾 IAA 前期升高, ABA 含量后期高于不育系; 不育系花蕾前期 ABA 和 IAA 较高, 后期 IAA 下降下降过快。

② 由以上结果可知, 花粉的育性主要由植物的多种内源激素共同调节。

(4) 乙烯可以增强 IAA 氧化酶活性, IAA 氧化酶能够使 IAA 失活。所以推测乙烯通过增强 IAA 氧化酶活性, 使 IAA 含量持续迅速减少, 导致花粉获取营养物质的能量不足, 使花粉败育。

## 21. (10 分)

蔗糖是植物光合作用中最先形成的游离糖, 蔗糖转运蛋白在蔗糖的跨膜转运等过程中起重要作用。目前, 在拟南芥中已经鉴定出 9 个蔗糖转运蛋白基因。以 AtSUC3、AtSUC5 纯合单突变体为亲本, 采用传统杂交法并结合 PCR 技术获得 AtSUC3 和 AtSUC5 纯合双突体。

(1) 科研人员构建含已知序列 T-DNA 片段的\_\_\_\_\_, 转化野生型拟南芥, 导致被插入基因发生\_\_\_\_\_, 筛选和自交得到了 2 种纯合突体 AtSUC3 和 AtSUC5。

(2) 为研究 AtSUC3 和 AtSUC5 基因的传递规律, 上述 2 种纯合突变体得 F<sub>1</sub>, F<sub>1</sub> 自交获得 F<sub>2</sub>。依据 AtSUC3、AtSUC5、T-DNA 片段 (完整的 T-DNA 过大, 不能完成 PCR) 序列设计引物分别为 I-VII (如下图所示)。



① PCR1 利用引物\_\_\_\_\_ (填写引物代号) 可克隆 AtSUC5, 标记为 A; PCR2 利用引物\_\_\_\_\_ (填写引物代号) 可克隆被 T-DNA 插入的 AtSUC5, 标记为 a; PCR3 克隆 AtSUC3, 标记为 B; PCR4 克隆被 T-DNA 插入的 AtSUC3, 标记为 b。

② 部分 F<sub>2</sub> 植株的 PCR 情况见下表

基因型	i	ii	iii	iv	v
PCR1	+	-	+	?	...
PCR2	+	+	-	?	...
PCR3	+	+	-	?	
PCR4	+	-	+	?	
“+”有 PCR 产物      “-”无 PCR 产物					

表中 i 植株的基因型为\_\_\_\_\_（用 A、a、B、b 表示）。若表中 iv 植株为 AtSUC3/AtSUC5 双突变纯合子,其对应的 PCR1-PCR4 结果依次为（“+”或“-”表示）。若 AtSUC3/AtSUC5 双突变纯合子在 F<sub>2</sub> 所占比例为 n<sup>2</sup>（n<sup>2</sup> 远远小于 1/16），则亲本型配子的比例为\_\_\_\_\_，说明 AtSUC3 与 AtSUC5 的位置关系为\_\_\_\_\_。

（3）拟南芥的果实为角果，成熟后可自然开裂传播种子。进一步研究发现，AtSUC3 纯合突变体的角果开裂率较野生型明显降低，AtSUC3/AtSUC5 双突变纯合子角果开裂率介于两者之间，说明 AtSUC3、AtSUC5 基因功能关系为\_\_\_\_\_（选择填写“协同”或“拮抗”），共同控制拟南芥种子的传播。

### 【答案】

（1）重组 DNA 分子（重组质粒、重组载体）（1 分）；（基因）突变（2 分）

（2）①I、IV（1 分）；I、V（1 分）

②AaBb（1 分）；-+-+（1 分）；1-2n（1 分）；位于（一对）同源染色体上（1 分）

（3）拮抗（1 分）

### 【解析】

（1）由题可知，使用 T-DNA 为转基因技术中的农杆菌转化法，需要构建含已知序列 T-DNA 的重组 DNA 分子（重组质粒、重组载体）进而导入受体细胞；拟南芥被插入基因的结构或者染色体会改变，即会发生（基因）突变。

(2) ①根据引物的 5'与 3'末端与延伸方向分析, PCR1 需要利用引物 I、IV 扩增 AtSUC5; PCR2 中, T-DNA 的引物只有 V, 扩增时方向 5'至 3'方向向左, 另一条链为 AtSUC5 的一条链, 引物方向只能向右, 只有引物 I, 因此被 T-DNA 插入的 AtSUC5 扩增时需使用 I、V。

②由题分析可知, PCR1 可得 AtSUC5 即 A 基因, PCR2 可得被插入的 AtSUC5 即 a 基因, PCR3 可得 AtSUC3 即 B 基因, PCR4 可得被插入的 AtSUC3 即 b 基因, i 个体四种 PCR 技术都有用到, 因此基因型为 AaBb;

iv 为 AtSUC3/AtSUC5 双突变纯合子, 基因型为 aabb, 需使用 PCR2 与 PCR4, 对应 PCR1~4 结果为-++;

若 AtSUC3/AtSUC5 双突变纯合子 (即 aabb 个体) 在  $F_2$  所占比例为  $n^2$ , 则 ab 配子的比例为 n, 即  $F_1$ AaBb 个体产生 ab 的配子比例为 n, 则次级卵 (精) 母细胞产生 AB 的比例也为 n, 另一种次级卵 (精) 母细胞产生 aB、Ab 的比例为  $1-2n$ , 亲本基因型为 AA bb、aa BB, 则亲本型配子 Ab、aB 的比例为  $1-2n$ ;

由于  $n^2$  远小于  $1/16$ , 即 n 远小于  $1/4$ , 不符合自由组合定律杂合子自交比例, 说明 AtSUC3 与 AtSUC5 的位置关系为位于 (一对) 同源染色体上。

(3) AtSUC3 纯合突变体 aaBB 可使角果开裂率比野生型 AABB 明显降低, 而 AtSUC3/AtSUC5 双突变纯合子 aabb 角果开裂率处于二者之间, 证明 B 存在可降低角果开裂率, A 存在可提升开裂率, 故 AtSUC3、AtSUC5 基因功能关系为拮抗。