

2021 年普通高等学校招生全国统一考试 鸿浩超级联考（河北卷）评分参考答案

生 物

1. C 【解析】本题以胰岛素为载体，考查蛋白质的基础知识，主要考查理解能力与生命观念。蛋白质与双缩脲试剂作用呈现紫色反应，A 选项错误。去组装化后的蛋白质失去了原有的结构，会丧失相应的功能，B 选项错误。胰岛素属于一类分泌蛋白，由核糖体合成，在内质网和高尔基体中进行加工，C 选项正确。胰岛素基因通过转录、翻译、蛋白质的加工过程来编码胰岛素，该过程不存在胰岛素基因的复制，不需要 DNA 聚合酶的催化，D 选项错误。

2. D 【解析】本题以幼苗实验为情境，考查无机盐的作用及植物对离子的吸收等知识，考查理解能力、实验与探究能力、获取信息的能力，考查生命观念、科学思维与科学探究。

叶绿体色素中的 Mg 和 N 是以化合态的形式存在的，并非以离子形式存在，A 错误；水稻主要以主动运输的方式吸收无机盐离子，B 错误；细胞呼吸为幼苗吸收无机盐的过程提供能量，C 错误；植物的正常生长需要 Mg^{2+} 和 NO_3^- 等离子，D 正确。

3. B 【解析】本题以叶绿体起源的“共生说”为情境，考查原核细胞与叶绿体的基础知识，考查理解能力、综合运用能力。

有丝分裂是真核细胞增殖的一种方式，原核细胞不能进行有丝分裂，A 选项不符合题意。叶绿体具有半自主性，其内有少量的 DNA（环状 DNA）和 RNA 分子，DNA 能进行复制，所含有的基因能进行表达。在原核细胞的核区部位存有环状 DNA 分子，能进行复制和基因的表达，B 选项符合题意。真核细胞中，葡萄糖等有机物的氧化分解和 ATP 的合成发生在细胞质基质和线粒体内，而不是在叶绿体中，C 选项不符合题意。在减数分裂产生配子时，真核生物核基因的遗传遵循遗传基本定律，故 D 选项不符合题意。

4. B 【解析】本题主要考查细胞呼吸的基本过程，考查理解能力，考查生命观念中的结构与功能观、物质与能量观。

细胞的有氧呼吸分为三个阶段，第一阶段发生在细胞质基质中，在酶的催化下，将葡萄糖分解产生丙酮酸与 $[H]$ ，并释放能量合成 ATP；第二阶段发生在线粒体基质中，在酶的催化下，丙酮酸与水反应产生 CO_2 、 $[H]$ ，并释放能量合成 ATP；第三阶段发生在线粒体内膜上， $[H]$ 与氧气结合产生水，并释放能量合成 ATP。小麦无氧呼吸的第一阶段与有氧呼吸的第一阶段完全相同，其第二阶段发生在细胞质基质中，在酶的催化下，丙酮酸与 $[H]$ 反应，产生 CO_2 和水，该阶段不能合成 ATP。因此，小麦细胞利用葡萄糖进行有氧呼吸和无氧呼吸过程，都需要多种酶的催化、都存在 $[H]$ 的合成与利用，B 选项符合题意。

5. A 【解析】本题以实验为情境，考查植物细胞的质壁分离与复原实验，考查理解能力、实验与探究能力、获取信息的能力。植物细胞的细胞壁具有全透性，细胞膜、液泡膜具有选择透过性，A 选项错误。在 $t_1 \sim t_2$ 时间段，装片甲与乙上的细胞都出现质壁分离，是外界溶液浓度高于细胞液浓度而使细胞失水导致的。细胞失水会使细胞内溶液的渗透压逐渐增大，B 选项正确。乙上的细胞出现质壁分离的自动复原，是因为细胞吸收 K^+ 、 NO_3^- 而改变了细胞内外的浓度差，细胞自动吸水而出现

质壁分离的复原，C 选项正确。与 t_1 时刻相比， t_2 时刻装片上的表皮细胞的含水量减少，理论上细胞内自由水的含量会影响细胞的代谢，D 选项正确。

6. B 【解析】本题考查细胞有丝分裂与减数分裂，主要考查理解能力。在雄性果蝇体内，含有 4 条染色体、8 个核 DNA 分子的细胞为次级精母细胞，该细胞可进行减数第二次分裂。核基因进行复制发生在有丝分裂间期或减数第一次分裂前的间期。着丝点分裂、染色单体分离可导致细胞内染色体数目、染色体组数目的加倍，发生在有丝分裂后期或减数第二次分裂后期。在减数第一次分裂过程中，会出现同源染色体的联会、交叉互换发生，以及同源染色体分离与非同源染色体自由组合，即等位基因分离，非同源染色体的基因随机组合。因此 B 选项符合题意。

7. B 【解析】本题以人类遗传病为情境，考查遗传的基本定律与伴性遗传，考查理解能力和实验探究能力。

人的乙型血友病是由 X 染色体上的基因控制的一种遗传病，镰刀型贫血症是由常染色体上的基因控制的一种遗传病。假设人镰刀型贫血症的基因为 b、乙型血友病的基因为 h，则 I-1 与 I-2 的基因型分别是 $BbX^H Y$ 、 $BbX^H X^h$ 。针对上述遗传病而言，I-2 能产生 BX^H 、 BX^h 、 bX^H 和 bX^h 四种基因型的卵细胞，其中只含有一种致病基因的卵细胞的概率为 50%，A 选项正确；II-2 的基因型为 $bbX^H X^H$ 或 $bbX^H X^h$ ，II-2 患镰刀型贫血症的根本原因是其细胞内缺少控制合成正常血红蛋白的 B 基因，B 选项错误；若 I-1 与 I-2 欲生第三胎，则生一个表型正常孩子（基因型为 $B_ X^H _$ ）的概率为 9/16，C 选项正确；I-1 的基因型为 $BbX^H Y$ ，B 与 b 基因在红细胞的形成过程中均可进行转录并控制血红蛋白的合成，D 选项正确。

8. A 【解析】本题以植物引种及变异为情境，考查生物变异、生物进化等知识，考查理解能力、获取信息能力、实验与探究能力。判断两个种群的个体是否为同一物种，主要就是检测二者能否杂交，能否产生正常的可育的子代，即检测二者间是否存在生殖隔离，检测杂交子代细胞减数分裂时同源染色体能否正常联会，检测二者 DNA 的碱基序列的差异大小等。因此 A 选项符合题意。

9. C 【解析】本题主要考查内环境的稳态与血糖调节，考查理解能力、获取信息的能力，主要考查核心素养中的生命观念。

在进食后，血糖浓度升高，在血糖浓度升高及神经递质的作用下，胰岛素的分泌增多、胰岛 A 细胞对胰高血糖素的分泌减少，胰岛素促进组织细胞对血浆葡萄糖的摄取、利用与储存，A 与 B 选项正确。在进食后的 120 min 内，血糖浓度的升高不仅会改变胰岛素、胰高血糖素的分泌，也会影响抗利尿激素、甲状腺激素、肾上腺素的分泌，C 选项错误。血浆葡萄糖浓度的升高可促进胰岛素的分泌，血浆胰岛素浓度升高会使血糖浓度降低，血糖浓度的降低可使胰岛素的分泌减少，故二者之间存在反馈调节，D 选项正确。

10. D 【解析】本题考查体液调节与神经调节的基础知识，考查理解能力与生命观念。在神经调节过程中，神经递质释放到突触间隙，经组织液的传送后与突触后膜上的受体结合，随后引起突触后神经元或靶细胞膜电位的改变，使突触后神经元或靶细胞出现兴奋或抑制；神经递质发挥作用后即被灭活（或被回收至突触小泡中）。在体液调节过程中，激素经体液的传送，与靶细胞上的受体结合并发挥作用，发挥作用后的激素立即被灭活。激素与神经递质在起作用的过程中都具有微量高效的特点，都能引起靶细胞代谢的改变，激素不能引起靶细胞膜电位的变化，而神经递质的作用结果是引起突触后膜膜电位的变化，即引起兴奋或抑制。因此 D 选项符合题意。

11. C 【解析】本题考查生长素的作用及作用特点，考查理解能力、实验与探究能力、获取信息的能

力，考查生命观念、科学思维和科学探究。植物生长素在低浓度范围内，能促进植物细胞的生长，在高浓度范围内则抑制生长，即生长素在作用上表现为两重性。植物生长素的两重性最典型的例子是植物的顶端优势现象——顶芽部位生长素浓度低，顶芽优先生长，侧芽部位生长素浓度高而抑制侧芽的生长。生长素的两重性是针对生长素作用于植物的同种器官而言的。因此，C 选项符合题意。

12. C 【解析】本题考查特异性免疫的基础知识，主要考查理解能力。在特异性免疫过程中，吞噬细胞具有吞噬、处理与呈递抗原等作用，其溶酶体中含有多种水解酶，能杀死、处理与清除抗原。吞噬细胞吞噬抗原的过程与溶酶体无关，A 选项错误。在体液免疫过程中，在抗原刺激及淋巴因子的作用下，B 细胞可进行分裂与分化产生浆细胞和记忆细胞。浆细胞分泌抗体，记忆细胞不具有分泌抗体的能力，B 选项错误、C 选项正确。胃液能杀菌抑菌，胃液起作用的过程属于人体的第一道防线，属于非特异性免疫，D 选项错误。

13. A 【解析】本题考查种群、群落与生态系统的基础知识，主要考查理解能力与生命观念。

裸岩上的演替属于初生演替，在演替过程中，群落的物种组成、物种丰富度、优势种在改变，群落在水平结构上的镶嵌现象与在垂直结构上的分层现象越来越明显，逐渐提高了群落生物对环境资源的利用量，同时，群落的抵抗力稳定性和自我调节能力逐渐增大。在群落演替过程中，前一个阶段为后一个阶段的产生创造了条件，后一个阶段的生物在生存竞争中更具优势。在苔藓阶段，苔藓属于优势生物，而进入草本阶段、灌木等阶段后，苔藓不再属于优势种，环境对苔藓等生物的容纳量发生改变。

群落的演替过程，是生物与生物之间、生物与环境之间相互影响、相互选择的共同进化过程。随着群落中生物种类及数量的改变，生物链越来越多，食物网越来越复杂，但食物链的延长并不能增大相邻两营养级生物间的能量传递效率。因此 A 选项符合题意。

14. ABC 【解析】本题考查细胞有丝分裂的基础知识，主要考查理解能力。在细胞有丝分裂间期，主要发生核 DNA 的复制、核基因的转录以及有关蛋白质的合成，因此间期细胞中应存在相关的调控因子，A 选项正确；在有丝分裂过程中，细胞内可出现染色体断裂，进而可出现染色体结构变异；也会在后期发生染色体的异常分离，从而发生染色体数目变异，B 选项正确；细胞有丝分裂能保持亲子代细胞遗传的稳定性。细胞分化是细胞内基因选择性表达的结果，通常情况下，细胞分化不会改变细胞的基因型，C 选项正确；在人和动物细胞的染色体上普遍存在着原癌基因和抑癌基因。原癌基因主要负责调节细胞周期，控制细胞的生长和分裂进程。抑癌基因主要阻止细胞不正常的增殖。因此，细胞的增殖过程受原癌基因与抑癌基因的控制，D 选项错误。

15. CD 【解析】本题以实验为情境，考查酶的基础知识，考查理解能力、实验与探究能力、获取信息能力。在特定物质作用下细菌才能合成的酶称作诱导酶，即诱导酶的合成是特定物质与诱导酶基因共同作用的结果，A 选项正确。 α -淀粉酶等诱导酶属于蛋白质物质，其合成过程称作翻译，需要 mRNA、tRNA、rRNA 等多种 RNA 的参与，B 选项正确。细菌属于原核生物，其没有具核膜包被的细胞核，C 选项错误。 α -淀粉酶等诱导酶具有高效性和专一性，其特性不受反应底物的影响，D 选项错误。

16. BC 【解析】本题主要考查基因的表达与蛋白质的合成等知识，考查理解能力、获取信息的能力，考查生命观念和科学思维。

餐后血糖浓度升高，可使小肠 L 细胞分泌胰高血糖素样肽的量增多、可促进胰岛 B 细胞的分泌

并抑制胰岛 A 细胞的分泌，进而使血糖浓度降低，A 选项不符合题意。“在离体培养时，敲除掉 PG 的小肠 L 细胞失去了合成 GLP-1 的能力，将胰高血糖素的 mRNA 转入到该细胞中后，细胞又能合成 GLP-1”，据此可知，PG 基因在胰岛 A 细胞与小肠 L 细胞中都能进行转录并合成 PG 表达产物，在两种细胞中所产生的 mRNA 的碱基序列相同，而 PG 表达产物的加工过程存在差异，该加工过程所需要的酶存在不同，B 与 C 选项符合题意。在真核细胞中，mRNA 上除终止密码子外，同种密码子所对应的氨基酸相同，D 选项不符合题意。

17. BC 【解析】本题考查人类遗传病与染色体变异等知识，考查理解能力、获取信息的能力、综合运用能力，考查生命观念与科学思维。

“人的常染色体上有一个 R 基因，其表达产物是一种能抑制视网膜瘤细胞的蛋白质”，这表明 R 基因是一种调控细胞分裂的基因，可能是一种抑癌基因，C 选项正确。R 基因突变为 r 基因，基因型为 rr 的个体或细胞中缺失了 R 基因的个体会出现视网膜瘤。“某男孩的左眼出现视网膜瘤，检测发现，该男孩的视网膜瘤细胞的 13 号染色体上少了一个片段（记作 13q14）”，这说明 R 基因最可能位于 13q14 区段上，也说明该男孩出现视网膜瘤是染色体缺失了 13q14 区段导致的，也就是染色体结构变异（缺失）的结果，A 选项错误、B 选项正确。图 1 中的 2 条 13 号染色体均正常，其 1 条染色体缺失 13q14 后变为图 2，2 条染色体同时缺失 13q14 后变为图 3，则图 1 变为图 3 的概率低于变为图 2 的概率，D 选项错误。

18. CD 【解析】本题考查种群的数量特征及数量变化的知识，考查理解能力与获取信息能力。生物种群的出生率、死亡率与种群数量的变化密切相关，一方面种群数量会随种群出生率与死亡率的变化而变化，一方面种群数量的增大或减小会改变种群个体间的生存竞争，从而影响种群的出生率与死亡率。当种群数量小于 a 后，该鸟类种群的出生率降低、死亡率升高，据此可推知其育雏成功率会降低，A 选项错误。当种群数量约为 b 时，该鸟类种群的出生率大于死亡率，其年龄组成为增长型，B 选项错误。在种群数量由 a 增至 c 的过程中，种群出生率与死亡率的差值呈现先增后减的变化，使种群数量呈现 S 型增长，C 选项正确。当种群数量大于 b 后，种群的出生率减小、死亡率增大，该变化使种群数量趋向于 c 并在 c 点保持相对稳定，D 选项正确。

19. 共 10 分，除注明外，每空 2 分。

(1) CO_2 加富使 C_3 的合成速率加快（答案合理即给分） 叶绿体基质（1 分） ATP（和 [H]）

(2) [H] 和 ATP 的供应不足；酶的数量与活性有限；光合色素含量有限；光合作用产物的积累（答案合理即给分）

(3) CO_2 加富增大了叶内外 CO_2 的浓度差，在气孔开度较小时进入叶内的 CO_2 也多于大气 CO_2 浓度时的量（3 分）

【解析】本题考查光合作用的基本过程以及影响光合作用的因素，考查理解能力、获取信息的能力、实验与探究能力、综合运用能力，考查生命观念、科学思维与科学探究。

(1) 光合作用包括光反应和暗反应两个阶段。光反应发生在叶绿体类囊体上，能产生氧气、ATP 和 NADPH，其中 ATP 和 NADPH 用于暗反应。暗反应发生于叶绿体基质中，相应的酶分布于叶绿体基质中。在叶绿体基质中， CO_2 与 C_5 反应产生 C_3 ，在酶、ATP 和 NADPH 的作用下， C_3 还原产生葡萄糖。与大气 CO_2 浓度相比，在相同温度、光照强度下， CO_2 加富使 C_3 的合成速率加快，进而使光合作用加快。

(2) 在相同温度、光照条件下，培养在 CO_2 加富环境中草莓的光合作用速率并未达到培养在大气 CO_2 浓度环境中草莓光合速率的 1.5 倍。环境中 CO_2 浓度升高时，植株的光合作用速率不能同倍升高，这可能与 $[\text{H}]$ 和 ATP 的供应不足；酶的数量与活性有限；光合色素含量有限；光合作用产物的积累有关。

(3) 与培养在大气 CO_2 浓度环境中的草莓相比，培养在 CO_2 加富环境中草莓的气孔开度小，而其光合作用速率高。 CO_2 加富增大了叶内外 CO_2 的浓度差，在气孔开度较小时 CO_2 就能快速进入叶内，并多于大气 CO_2 浓度时的量。

20. 共 13 分，除注明外，每空 2 分。

(1) Aabb、aaBb 和 aabb 遵循 红花与白花植株的分离比为 1 : 3

(2) 染色体结构变异或数目变异（或染色体变异） 2 个 b 基因抑制（或减弱）了 B（或 A）基因的表达（答案合理即给分）

(3) 紫花与白花的分离比为 4 : 5（3 分）

【解析】 本题以植物的花色遗传为情境，考查基因遗传的基本定律与变异的基础知识，考查理解能力、实验与探究能力、获取信息能力、综合运用能力。

(1) “A 基因编码的酶能催化白色前体物转化为白色素，B 基因编码的酶能催化白色素转变成红色素”，据此可推知，正常红花植株的花色基因型为 $A_ B_$ ，白花植株的基因型为 $A_ bb$ 、 $aaB_$ 、 $aabb$ 。“红花植株自交，其子代中红花与白花植株的分离比总为 4 : 5”，和“已知该植物存在某些基因型致死的情况”，据此可推知：①正常红花植株的花色基因型为 AaBb，基因型为 AA 和 BB 的受精卵不能发育；②4 : 5 的分离比是由 9 : 7 演变而来，故控制该植物花色的两对等位基因遵循自由组合定律。

(2) “基因型为 AaBb 的植株开红花、基因型为 AaBbb 和 Aab 的芽变开白花。”正常红花植株的基因型为 AaBb，在红花植株产生基因型为 Aab 的芽变过程中，细胞内缺少了一个 B 基因，这可能是携带 B 基因的染色体缺失或携带 B 基因的染色体片段缺失导致的。基因型为 AaBb 的植株开红花、基因型为 AaBbb 的芽变开白花。基因型为 AaBbb 的芽变比 AaBb 的植株多了一个 b 基因，据此可推知基因型为 AaBbb 的细胞中，2 个 b 基因抑制（或减弱）了 B（或 A）基因的表达。

(3) 外源基因 e 编码的酶能催化上述红色素转变成紫色素。将 1 个 e 基因成功整合到某红花植株的染色体上并能表达，若 e 基因与 A（或 a）基因位于同条染色体上，或与 B（或 b）基因位于同条染色体上，则 AaBbe 植株自交子代出现紫花与白花 2 种类型，分离比为 4 : 5。若 e 基因不与 A（或 a）基因位于同条染色体上，也不与 B（或 b）基因位于同条染色体上，则 AaBbe 自交子代出现紫花、红花与白花 3 种类型，分离比为 3 : 1 : 5。

21. 共 11 分，除注明外，每空 2 分。

(1) 皮肤血管收缩，减少皮下血流量 神经调节（1 分）

(2) 促进代谢并加速物质氧化分解 神经递质、甲状腺激素（答案合理即给分）

(3) 注射药物后，大鼠血浆甲状腺激素的含量减少、TRH 与 TSH 的含量增多 下丘脑、垂体（两者答出其一即可给分）

【解析】 本题考查甲状腺激素的分泌、生理作用以及体温调节等知识，考查理解能力、获取信息能力、实验与探究能力、综合运用能力。

(1) 将环境温度由 20 $^{\circ}\text{C}$ 逐步降低到 15 $^{\circ}\text{C}$ 时，大鼠的耗氧速率、血浆中甲状腺激素的含量几乎没有变化。这表明细胞呼吸强度、机体的产热量几乎没有发生改变，在此过程中，机体通过神经调节使

皮肤毛细血管收缩、皮肤血流量减少而减少散热。

(2) 甲状腺激素具有促进代谢、加速物质氧化分解、提高神经系统的兴奋性等作用。给生活在 15℃ 环境中的大鼠注射甲状腺激素，大鼠在一段时间内的食欲增强、耗氧量明显增多，这表明甲状腺激素具有的作用是促进代谢并加速物质氧化分解。生活在寒冷环境中的大鼠体内，甲状腺激素、促甲状腺激素 (TSH)、促甲状腺激素释放激素 (TRH) 的含量不断发生改变。在寒冷环境中，能感受低温刺激的反射弧中的感受器，通过反射弧最终引起下丘脑分泌功能的改变，血浆中 TRH、TSH 浓度的变化会改变甲状腺激素的分泌活动，而血浆中甲状腺激素浓度的变化会通过反馈调节来影响下丘脑、垂体的分泌。

(3) 研究人员给健康大鼠注射适量药物 A，大鼠出现食欲减退、耗氧量减少、精神萎靡等症状，这可能是药物抑制或损伤甲状腺的功能导致的，也可能是药物抑制或损伤下丘脑、垂体的功能导致的。若药物 A 能抑制或损伤甲状腺的分泌功能，对注射药物前后的大鼠血浆中的激素含量进行检测，会发现注射药物后甲状腺激素的含量减少、TRH 与 TSH 的含量增多。

22. 共 10 分，除注明外，每空 2 分。

(1) 捕食 (1 分) 负反馈调节

(2) 土壤中微生物能将农家肥中的有机物分解为无机盐 (和 CO_2)，被植物利用

(3) 分解者 (1 分) 产品输出和为蚯蚓提供食物 (两者缺一不可)

(4) 能量的多级利用，从而大大提高能量利用率

【解析】 本题考查生态系统的结构与功能等基础知识，考查理解能力、获取信息的能力、综合运用能力，考查生命观念、科学思维与社会责任。

(1) 天敌与作物害虫间存在捕食关系。自然条件下，天敌与害虫间相互依存、相互制约，天敌的数量会随着害虫数量的变化而波动，该现象说明生态系统具有负反馈调节能力。

(2) 土壤中微生物能将农家肥中的有机物分解为无机盐 (和 CO_2)，被植物利用。

(3) 食用菌属于生态系统中的分解者，其能将秸秆等中的有机物分解，还可以为人类提供食用菌，并为蚯蚓提供食物。

(4) 该生态农业体系中，将秸秆作饲料喂牲畜，让牲畜粪便进入沼气池，将发酵产生的沼气作燃料，将沼气池中的沼渣作肥料，就能实现能量的多级利用，从而大大提高能量利用率。

23. 共 15 分，除注明外，每空 2 分。

(1) 葡萄糖、淀粉、蛋白胨 为酵母菌提供碳源、氮源和维生素

(2) 稀释涂布平板法 酵母菌利用氧气进行有氧呼吸获得的能量大大高于无氧呼吸，利于其快速增殖 (3 分)

(3) 大 该菌落中酵母菌合成淀粉酶的能力强 酒精抑制酵母菌的代谢与增殖

【解析】 本题以实验为情境，考查培养基及微生物的筛选、利用等知识，考查理解能力、实验与探究能力、获取信息的能力。

(1) 培养基乙中含有葡萄糖、蛋白胨、无机盐、淀粉、酒精和琼脂，其中能为酵母菌代谢提供碳源的物质有葡萄糖、蛋白胨和淀粉。蛋白胨为酵母菌提供碳源、氮源和维生素，为酵母菌的增殖与代谢提供所需要的物质与能量。

(2) 在目标菌的培养与筛选中，常采用稀释涂布平板法进行接种。将优质葡萄酒接种到培养基甲、乙上后，需在低氧环境中进行培养。酵母菌能进行有氧呼吸和无氧呼吸。通过有氧呼吸分解等量

的葡萄糖时，酵母菌获得的能量远远高于无氧呼吸，因此，酵母菌通过有氧呼吸获得大量的能量而利于其快速增殖和代谢。

(3) 在低氧环境中培养后，可在甲培养基上选择透明圈直径与菌落直径比值大的菌落作为目标菌进行纯化，酵母菌合成与分泌淀粉酶的能力越强，淀粉酶的活性越高，则透明圈与菌落的直径比值越大。与培养基甲相比，乙中含有高浓度的酒精，酒精对酵母菌的增殖与代谢具有抑制作用。因此，在相同条件下进行培养后，培养基乙上出现的菌落数量少、体积小。

24. 共 15 分，除注明外，每空 2 分。

(1) 与 RNA 聚合酶结合并驱动基因的转录 染色体 DNA (或“核 DNA”或“染色体”)

(2) 不属于 限制酶能识别双链 DNA 并断开 DNA 的双链，甲只能切割 T-DNA 的一条链
将分别剔除了 Vir 和 Con 区段的 Ti 质粒转入到农杆菌中，在含有酚类物质的培养基上培养农杆菌并检测细胞中有无甲的产生 (3 分)

(3) 脱分化 酶 1 和酶 2

【解析】 本题以转基因植物的培育为情境，考查基因工程和植物细胞工程的知识，考查理解能力、实验与探究能力、获取信息的能力。

(1) Ti 质粒上的启动子是 RNA 聚合酶识别与结合的位点，其能驱动基因转录产生 mRNA。Ti 质粒上的 T-DNA 片段能通过农杆菌转化法整合到植物细胞的染色体 DNA 上。

(2) 在酚类物质的作用下，农杆菌细胞能产生一类酶 (甲)，甲识别 T-DNA 区段并将其中的一条链切割下来，T-DNA 单链进入植物细胞并在受体细胞酶的作用下形成双链。限制酶能识别并断开双链 DNA 的每一条链，酶甲只能切割 T-DNA 的一条链。在酚类物质的作用下，若酶甲的合成只与 Vir 区段中的基因有关而与 Con 区段无关，则可通过相应的实验来进行检测，相应的实验思路为：将分别剔除了 Vir 和 Con 区段的 Ti 质粒转入到农杆菌中，在含有酚类物质的培养基上培养农杆菌并检测细胞中有无甲的产生。

(3) 在植物组织培养过程中，外植体细胞恢复分裂能力并形成愈伤组织的过程称作脱分化。据图可知，T-DNA 中含有生长素基因 (tms) 和细胞分裂素基因 (tmr)，这些基因能在植物细胞中大量表达并影响细胞的增殖和分化。若要消除 tms、tmr 对转基因矮牵牛的影响，应该利用限制酶将 T-DNA 中的 tms、tmr 切除掉。据图分析，应该选用酶 1 和酶 2 对表达载体和目的基因进行处理。若选用酶 3，则会破坏目的基因 D。