

26 基因的表达及细胞分化的本质

学校:_____姓名:_____班级:_____考号:_____

一、单选题

1. (2021·广东·高考真题)金霉素(一种抗生素)可抑制 tRNA 与 mRNA 的结合,该作用直接影响的过程是()

- A. DNA 复制 B. 转录 C. 翻译 D. 逆转录

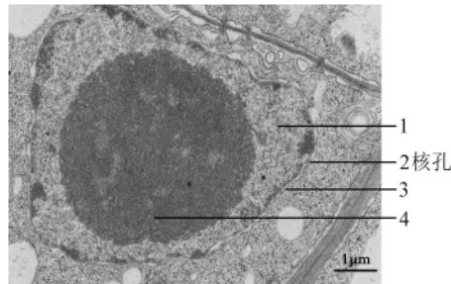
2. (2025·黑龙江·高考真题)下列关于基因表达及其调控的叙述错误的是()

- A. 转录和翻译过程中,碱基互补配对的方式不同
B. 转录时通过 RNA 聚合酶打开 DNA 双链
C. 某些 DNA 甲基化可通过抑制基因转录影响生物表型
D. 核糖体与 mRNA 的结合部位形成 1 个 tRNA 结合位点

3. (2024·湖北·高考真题)编码某蛋白质的基因有两条链,一条是模板链(指导 mRNA 合成),其互补链是编码链。若编码链的一段序列为 5' -ATG-3',则该序列所对应的反密码子是()

- A. 5' -CAU-3' B. 5' -UAC-3' C. 5' -TAC-3' D. 5' -AUG-3'

4. (2021·北京·高考真题)下图是马铃薯细胞局部的电镜照片,1~4 均为细胞核的结构,对其描述错误的是()

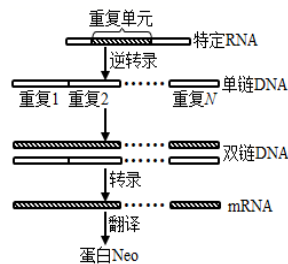


- A. 1 是转录和翻译的场所 B. 2 是核与质之间物质运输的通道
C. 3 是核与质的界膜 D. 4 是与核糖体形成有关的场所

5. (2023·全国乙卷·高考真题)已知某种氨基酸(简称甲)是一种特殊氨基酸,迄今只在某些古菌(古细菌)中发现含有该氨基酸的蛋白质。研究发现这种情况出现的原因是,这些古菌含有特异的能够转运甲的 tRNA(表示为 tRNA^甲)和酶 E,酶 E 催化甲与 tRNA^甲结合生成携带了甲的 tRNA^甲(表示为甲-tRNA^甲),进而将甲带入核糖体参与肽链合成。已知 tRNA^甲可以识别大肠杆菌 mRNA 中特定的密码子,从而在其核糖体上参与肽链的合成。若要在大肠杆菌中合成含有甲的肽链,则下列物质或细胞器中必须转入大肠杆菌细胞内的是()

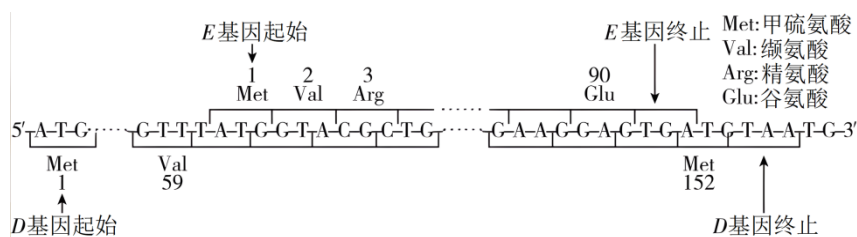
- ①ATP ②甲 ③RNA 聚合酶 ④古菌的核糖体 ⑤酶 E 的基因 ⑥ tRNA^甲的基因
A. ②⑤⑥ B. ①②⑤ C. ③④⑥ D. ②④⑤

6. (2025·湖南·高考真题)被噬菌体侵染时,某细菌以一特定 RNA 片段为重复单元,逆转录成串联重复 DNA,再指导合成含多个串联重复肽段的蛋白 Neo,如图所示。该蛋白能抑制细菌生长,从而阻止噬菌体利用细胞资源。下列叙述错误的是()



- A. 噬菌体侵染细菌时，会将核酸注入细菌内
- B. 蛋白 Neo 在细菌的核糖体中合成
- C. 串联重复的双链 DNA 的两条链均可作为模板指导蛋白 Neo 合成
- D. 串联重复 DNA 中单个重复单元转录产生的 mRNA 无终止密码子

7. (2023·海南·高考真题) 噬菌体 $\Phi X174$ 的遗传物质为单链环状 DNA 分子，部分序列如图。



下列有关叙述正确的是 ()

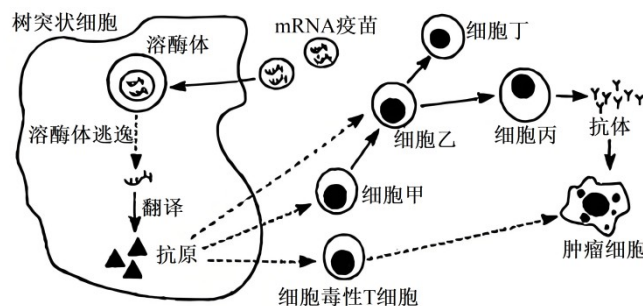
- A. D 基因包含 456 个碱基，编码 152 个氨基酸
- B. E 基因中编码第 2 个和第 3 个氨基酸的碱基序列，其互补 DNA 序列是 5'-GCGTAC-3'
- C. 噬菌体 $\Phi X174$ 的 DNA 复制需要 DNA 聚合酶和 4 种核糖核苷酸
- D. E 基因和 D 基因的编码区序列存在部分重叠，且重叠序列编码的氨基酸序列相同

8. (2025·湖北·高考真题) 我国科学家对三万余株水稻进行筛选，成功定位并克隆出耐碱-耐热基因 ATT，发现该基因编码 GA20 氧化酶，从而调控赤霉素的生物合成。适宜浓度的赤霉素通过调节 SLR1 蛋白的含量，能减少碱性和高温环境对植株的损伤。下列叙述错误的是 ()

- A. 该研究表明基因与性状是一一对应关系
- B. ATT 基因通过控制酶的合成影响水稻的性状
- C. 可以通过调节 ATT 基因的表达调控赤霉素的水平
- D. 该研究成果为培育耐碱-耐热水稻新品种提供了新思路

二、解答题

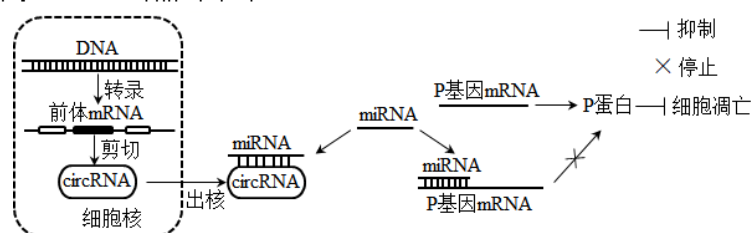
9. (2025·湖北·高考真题) mRNA-X 是一款新型肿瘤治疗性疫苗，可编码肿瘤抗原，刺激机体产生特异性免疫，从而杀死肿瘤细胞 (部分过程如图所示)。该疫苗是由脂质材料包裹特定序列的 mRNA 所构成。



回答下列问题：

- (1)在 mRNA-X 疫苗制备过程中，可依据_____序列来合成对应的 mRNA。
- (2)据图分析，“溶酶体逃逸”的作用是：_____。
- (3)细胞乙增殖分化为细胞丙和丁，主要得益于两种信号刺激，分别是：_____、_____。
- (4)图中细胞丁的名称是_____，其作用是：_____。
- (5)相对于放射治疗，利用 mRNA 疫苗治疗癌症的优点是：_____（回答一点即可）。

10. (2023·广东·高考真题)放射性心脏损伤是由电离辐射诱导的大量心肌细胞凋亡产生的心脏疾病。一项新的研究表明，circRNA 可以通过 miRNA 调控 P 基因表达进而影响细胞凋亡，调控机制见图。miRNA 是细胞内一种单链小分子 RNA，可与 mRNA 靶向结合并使其降解。circRNA 是细胞内一种闭合环状 RNA，可靶向结合 miRNA 使其不能与 mRNA 结合，从而提高 mRNA 的翻译水平。



回答下列问题：

- (1)放射刺激心肌细胞产生的_____会攻击生物膜的磷脂分子，导致放射性心肌损伤。
- (2)前体 mRNA 是通过_____酶以 DNA 的一条链为模板合成的，可被剪切成 circRNA 等多种 RNA。circRNA 和 mRNA 在细胞质中通过对_____的竞争性结合，调节基因表达。
- (3)据图分析，miRNA 表达量升高可影响细胞凋亡，其可能的原因是_____。
- (4)根据以上信息，除了减少 miRNA 的表达之外，试提出一个治疗放射性心脏损伤的新思路_____。

《26 基因的表达及细胞分化的本质》参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	D	A	A	A	C	B	A		
题号	11	12								
答案										

9. (1)编码肿瘤抗原蛋白的 DNA (肿瘤抗原蛋白的氨基酸)
 (2)消除包裹 mRNA 的脂质材料,释放出 mRNA
 (3) 抗原与细胞乙 (B 细胞) 的接触 活化后的细胞甲 (辅助 T 细胞) 与细胞乙 (B 细胞) 的结合
 (4) 记忆 B 细胞 再次接触同种抗原时,迅速增殖分化,产生浆细胞和记忆 B 细胞
 (5)对机体的损伤小 (针对肿瘤细胞的特异性强)
- 10.(1)自由基
 (2) RNA 聚合 miRNA
 (3)P 蛋白能抑制细胞凋亡,miRNA 表达量升高,与 P 基因的 mRNA 结合并将其降解的概率上升,导致合成的 P 蛋白减少,无法抑制细胞凋亡
 (4)可通过增大细胞内 circRNA 的含量,靶向结合 miRNA 使其不能与 P 基因的 mRNA 结合,从而提高 P 基因的表达量,抑制细胞凋亡

解析

1. C

【分析】1、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。

2、翻译是指以 mRNA 为模板,合成具有一定氨基酸排列顺序的蛋白质的过程。

3、DNA 复制是指以亲代 DNA 为模板,按照碱基互补配对原则,合成子代 DNA 的过程。

4、逆转录是指以 RNA 为模板,按照碱基互补配对原则,合成 DNA 的过程。

【详解】分析题意可知,金霉素可抑制 tRNA 与 mRNA 的结合,使 tRNA 不能携带氨基酸进入核糖体,从而直接影响翻译的过程,C 正确。

故选 C。

2. D

【分析】转录过程以四种核糖核苷酸为原料,以 DNA 分子的一条链为模板,在 RNA 聚合酶的作用下消耗能量,合成 RNA。翻译过程以氨基酸为原料,以转录过程产生的 mRNA 为模板,在酶的作用下,消耗能量产生多肽链。多肽链经过折叠加工后形成具有特定功能的蛋白质。

【详解】A、转录过程的碱基配对是 A-U、T-A、C-G、G-C,翻译过程的碱基配对是 A-U、U-A、C-G、G-C,配对方式 不完全相同,A 正确;

B、转录时, RNA 聚合酶结合启动子并解开 DNA 双链,以其中一条链为模板合成 RNA,B 正确;

C、DNA 甲基化是表观遗传的一种,甲基化可阻碍 DNA 与转录因子结合,从而抑制基因转录,影响蛋白质合成及生物表型,C 正确;

D、一个核糖体与 mRNA 的结合部位形成 2 个 tRNA 的结合位点,D 错误。

故选 D。

3. A

【分析】DNA 中进行 mRNA 合成模板的链为模板链，与模板链配对的为编码链，因此 mRNA 上的密码子与 DNA 编码链的碱基序列相近，只是不含 T，用 U 代替，据此答题。

【详解】若编码链的一段序列为 5' -ATG-3'，则模板链的一段序列为 3' -TAC-5'，则 mRNA 碱基序列为 5' -AUG-3'，该序列所对应的反密码子是 5' -CAU-3'，A 正确，BCD 错误。

故选 A。

4. A

【分析】据图分析，1~4 均为细胞核的结构，则 1 是染色质，2 是核孔，3 是核膜，4 是核仁，据此分析作答。

【详解】A、1 是染色质，细胞核是 DNA 复制和转录的主要场所，翻译的场所是核糖体，A 错误；

B、2 是核孔，核孔是核与质之间物质运输的通道，具有选择透过性，B 正确；

C、3 是核膜，是核与质的界膜，为细胞核提供了一个相对稳定的环境，C 正确；

D、4 是核仁，真核细胞中核仁与核糖体的形成有关，D 正确。

故选 A。

5. A

【分析】分泌蛋白合成与分泌过程：核糖体合成蛋白质→内质网进行粗加工→内质网“出芽”形成囊泡→高尔基体进行再加工形成成熟的蛋白质→高尔基体“出芽”形成囊泡→细胞膜，整个过程还需要线粒体提供能量。

【详解】①③④、根据题干信息“已知 tRNA 甲可以识别大肠杆菌 mRNA 中特定的密码子，从而在其核糖体上参与肽链的合成肽链”，说明该肽链合成所需能量、核糖体、RNA 聚合酶均由大肠杆菌提供，①③④不符合题意；

②、据题意可知，氨基酸甲是一种特殊氨基酸，迄今只在某些古菌（古细菌）中发现含有该氨基酸的蛋白质，所以要在大肠杆菌中合成含有甲的肽链，必须往大肠杆菌中转入氨基酸甲，②符合题意；

⑤⑥、古菌含有特异的能够转运甲的 tRNA（表示为 tRNA^甲）和酶 E，酶 E 催化甲与 tRNA^甲结合生成携带了甲的 tRNA^甲（表示为甲-tRNA^甲），进而将甲带入核糖体参与肽链合成，所以大肠杆菌细胞内要含有 tRNA^甲的基因以便合成 tRNA^甲，大肠杆菌细胞内也要含有酶 E 的基因以便合成酶 E，催化甲与 tRNA^甲结合，⑤⑥符合题意。

②⑤⑥组合符合题意，A 正确。

故选 A。

6. D

【分析】基因表达包括转录和翻译两个过程，其中转录的条件：模板（DNA 的一条链）、原料（核糖核苷酸）、酶（RNA 聚合酶）和能量；翻译过程的条件：模板（mRNA）、原料（氨基酸）、酶、tRNA 和能量。

【详解】A、一个核糖体蛋白的 mRNA 分子上可相继结合多个核糖体，同时合成多条肽链，以提高翻译效率，A 正确；

B、细胞中有足够的 rRNA 分子时，核糖体蛋白通常不会结合自身 mRNA 分子，与 rRNA 分子结合，二者组装成核糖体，B 正确；

C、当细胞中缺乏足够的 rRNA 分子时，核糖体蛋白只能结合到自身 mRNA 分子上，导致蛋白质合成停止，核糖体蛋白对自身 mRNA 翻译的抑制维持了 rRNA 和核糖体蛋白数量上的平衡，C 正确；

D、大肠杆菌为原核生物，没有核膜，转录形成的 mRNA 在转录未结束时即和核糖体结合，开始翻译过程，D 错误。

故选 D。

7. C

【分析】中心法则：

(1) 遗传信息可以从 DNA 流向 DNA，即 DNA 的复制；

(2) 遗传信息可以从 DNA 流向 RNA，进而流向蛋白质，即遗传信息的转录和翻译。后来中心法则又补充了遗传信息从 RNA 流向 RNA 以及从 RNA 流向 DNA 两条途径。

【详解】A、噬菌体侵染细菌时，会将自身的核酸注入细菌内，而蛋白质外壳留在外面，这是噬菌体侵染细菌的特点，A 正确；

B、细菌有核糖体，蛋白 Neo 是在细菌细胞内合成的蛋白质，所以在细菌的核糖体中合成，B 正确；

C、在转录过程中，以 DNA 的一条链为模板合成 mRNA，进而指导蛋白质的合成，而不是双链 DNA 的两条链都作为模板指导蛋白 Neo 合成，C 错误；

D、因为最终合成的是含多个串联重复肽段的蛋白 Neo，说明串联重复 DNA 中单个重复单元转录产生的 mRNA 无终止密码子，若有终止密码子就会提前终止翻译，不能形成含多个串联重复肽段的蛋白，D 正确。

故选 C。

8. C

【分析】转录主要发生在细胞核中，需要的条件：(1) 模板：DNA 的一条链；(2) 原料：四种核糖核苷酸；(3) 酶：RNA 聚合酶；(4) 能量(ATP)。

【详解】A、基因转录时，RNA 聚合酶识别并结合到基因的启动子区域从而启动转录，A 正确；

B、基因表达中的翻译是核糖体沿着 mRNA 的 5'端向 3'端移动，B 正确；

C、由题图可知，抑制 CsrB 基因转录会使 CsrB 的 RNA 减少，使 CsrA 更多地与 glg mRNA 结合形成不稳定构象，最终核糖核酸酶会降解 glg mRNA，而 glg 基因编码的 UDPG 焦磷酸化酶在糖原合成中起关键作用，故抑制 CsrB 基因的转录能抑制细菌糖原合成，C 错误；

D、由题图及 C 选项分析可知，若 CsrA 都结合到 CsrB 上，则 CsrA 没有与 glg mRNA 结合，从而使 glg mRNA 不被降解而正常进行，有利于细菌糖原的合成，D 正确。

故选 C。

9. (1)编码肿瘤抗原蛋白的 DNA (肿瘤抗原蛋白的氨基酸)

(2)消除包裹 mRNA 的脂质材料，释放出 mRNA

(3) 抗原与细胞乙 (B 细胞) 的接触 活化后的细胞甲 (辅助 T 细胞) 与细胞乙 (B 细胞) 的结合

(4) 记忆 B 细胞 再次接触同种抗原时，迅速增殖分化，产生浆细胞和记忆 B 细胞

(5)对机体的损伤小 (针对肿瘤细胞的特异性强)

【分析】特异性免疫包括体液免疫和细胞免疫。体液免疫过程为：(1) 抗原可以直接刺激 B 细胞外，抗原被抗原呈递细胞摄取和处理，并暴露出其抗原信息并将抗原呈递给辅助性 T 细胞，辅助性 T 细胞细胞表面发生变化并与 B 细胞结合，辅助性 T 细胞分泌细胞因子作用于 B 细胞；(2) B 细胞开始进行一系列的增殖、分化，形成记忆 B 细胞和浆细胞；(3) 浆细胞分泌抗体与相应的抗原特异性结合，发挥免疫效应。

【详解】(1) 在 mRNA - X 疫苗制备过程中，可依据肿瘤抗原的氨基酸序列，通过密码子与氨基酸的对应关系，来合成对应的 mRNA。因为 mRNA 上的密码子决定了蛋白质 (这里是肿瘤抗原) 中氨基酸的排列顺序，所以可以根据已知的氨基酸序列反推得到相应的 mRNA 序列。

(2) 据图分析，溶酶体中含有多种水解酶，如果 mRNA 被溶酶体中的水解酶降解，就无

法发挥编码肿瘤抗原的作用。“溶酶体逃逸”可以使 mRNA 避免被溶酶体中的水解酶降解，从而能够正常翻译出肿瘤抗原。

（3）细胞乙为 B 细胞，B 细胞增殖分化为浆细胞（细胞丙）和记忆 B 细胞（细胞丁），主要得益于两种信号刺激，一是抗原与 B 细胞表面受体的结合，二是辅助性 T 细胞表面的特定分子发生变化并与 B 细胞结合。

（4）图中细胞丁的名称是记忆 B 细胞，其作用是当相同肿瘤抗原再次入侵机体时，记忆 B 细胞能迅速增殖分化为浆细胞，浆细胞产生大量抗体，快速发挥免疫效应。

（5）相对于放射治疗，利用 mRNA 疫苗治疗癌症的优点是能特异性攻击肿瘤细胞，对正常细胞的损伤较小。因为 mRNA 疫苗可刺激机体产生特异性免疫，针对肿瘤细胞进行作用，而放射治疗可能对正常细胞也会产生较大的杀伤作用。

10.（1）自由基

（2）RNA 聚合 miRNA

（3）P 蛋白能抑制细胞凋亡，miRNA 表达量升高，与 P 基因的 mRNA 结合并将其降解的概率上升，导致合成的 P 蛋白减少，无法抑制细胞凋亡

（4）可通过增大细胞内 circRNA 的含量，靶向结合 miRNA 使其不能与 P 基因的 mRNA 结合，从而提高 P 基因的表达量，抑制细胞凋亡

【分析】结合题意分析题图可知，miRNA 能与 mRNA 结合，使其降解，降低 mRNA 的翻译水平。当 miRNA 与 circRNA 结合时，就不能与 mRNA 结合，从而提高 mRNA 的翻译水平。

【详解】（1）放射刺激心肌细胞，可产生大量自由基，攻击生物膜的磷脂分子，导致放射性心肌损伤。

（2）RNA 聚合酶能催化转录过程，以 DNA 的一条链为模板，通过碱基互补配对原则合成前体 mRNA。由图可知，miRNA 既能与 mRNA 结合，降低 mRNA 的翻译水平，又能与 circRNA 结合，提高 mRNA 的翻译水平，故 circRNA 和 mRNA 在细胞质中通过对 miRNA 的竞争性结合，调节基因表达。

（3）P 蛋白能抑制细胞凋亡，当 miRNA 表达量升高时，大量的 miRNA 与 P 基因的 mRNA 结合，并将 P 基因的 mRNA 降解，导致合成的 P 蛋白减少，无法抑制细胞凋亡。

（4）根据以上信息，除了减少 miRNA 的表达之外，还能通过增大细胞内 circRNA 的含量，靶向结合 miRNA，使其不能与 P 基因的 mRNA 结合，从而提高 P 基因的表达量，抑制细胞凋亡。