

第6章 遗传的分子基础

第1节 DNA 是主要的遗传物质

刷基础

1. A 考查点 ▶ 遗传物质探索历程

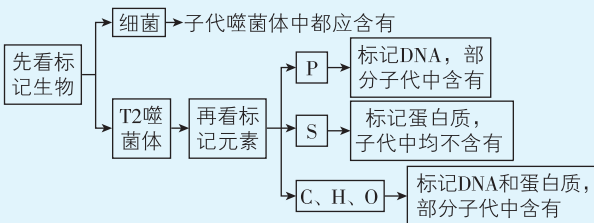
【解析】格里菲斯的肺炎链球菌体内转化实验证明 S 型细菌中存在某种转化因子,能将 R 型细菌转化为 S 型细菌,但没有证明转化因子的化学本质为 DNA,即没有证明 DNA 是遗传物质,A 错误;艾弗里实验中加入 S 型细菌蛋白质的一组未形成 S 型细菌菌落,说明 S 型细菌的蛋白质不是遗传物质,B 正确;从烟草花叶病毒(TMV)中提取 RNA 和蛋白质,前者能使烟草感染病毒,后者则不能,这一系列实验证明了 RNA 是烟草花叶病毒的遗传物质,C 正确;用 ^{32}P 标记的噬菌体侵染未被标记的细菌,保温时间过长(部分大肠杆菌裂解,子代噬菌体释放,离心后位于上清液中)或过短(部分亲代噬菌体还未侵染大肠杆菌,离心后位于上清液中),上清液放射性都会升高,D 正确。

2. A 考查点 ▶ 噬菌体侵染细菌的实验

【解析】T2 噬菌体的宿主为大肠杆菌,其细胞中只含有核糖体这一种细胞器,A 错误;T2 噬菌体不能直接利用培养基培养,只能寄生在大肠杆菌内生存,因此要获得含有 ^{32}P 标记的 T2 噬菌体,首先要获得含有 ^{32}P 标记的大肠杆菌,被标记的大肠杆菌可以直接在含有 ^{32}P 的培养基中培养获得,B 正确;适当延长侵染时间 t ,可使更多的含有标记的噬菌体的 DNA 进入大肠杆菌,若培养时间内子代噬菌体没有释放,则可使上清液中放射性 ^{32}P 占初始标记的比例降低,C 正确;若实验改用 ^{35}S 标记,则标记的是 T2 噬菌体的蛋白质外壳,蛋白质不进入宿主细胞,搅拌离心后,上清液的放射性很高,沉淀物的放射性很低,即上清液中放射性 ^{35}S 占初始标记的比例接近 100%,D 正确。

刷有所得

“二看法”判断子代噬菌体标记情况



3. C 考查点 ▶ 肺炎链球菌体外转化实验

【解析】若甲组培养皿中只有 S 型菌落,说明 S 型细菌的提取物高温加热后依然能使 R 型细菌转化为 S 型细菌,可推测加热不会破坏转化物质的活性,A 错误;若乙组培养皿中有 R 型及 S 型菌落,由于加入了蛋白酶,蛋白质被水解,可推测转化物质不是蛋白质,B 错误;若丙组培养皿中只有 R 型菌落,由于加入了 DNA 酶,DNA 被水解,即实验结果显示,DNA 被水解后就不能使 R 型细菌转化为 S 型细菌,可推测转化物质是 DNA,C 正确;根据图中操作过程,该实验的自变量为提取物中 DNA 和蛋白质的有无,并未验证多糖和脂质的作用效果,因此该实验不能证明多糖和脂质能否使肺炎链球菌发生转化,D 错误。

4. B 考查点 ▶ T2 噬菌体侵染大肠杆菌的实验

【解析】T2 噬菌体是病毒,其没有细胞结构,不能独立生存,因此需要先用被放射性同位素 ^{35}S 或 ^{32}P 标记的大肠杆菌来培养获得被放射性同位素 ^{35}S 或 ^{32}P 标记的 T2 噬菌体,A 错误; ^{35}S 标记的

是 T2 噬菌体的蛋白质外壳,搅拌的目的是使吸附在细菌上的 T2 噬菌体与细菌分离,因此用 ^{35}S 标记的 T2 噬菌体侵染细菌的实验中,沉淀物有较高的放射性,可能是搅拌不充分所致,B 正确; ^{35}S 组中的子代噬菌体均不含有放射性标记, ^{32}P 标记的是 T2 噬菌体的 DNA,T2 噬菌体侵染大肠杆菌时,DNA 进入大肠杆菌并参与子代噬菌体的合成,而合成子代噬菌体所需的原料均由大肠杆菌提供,根据 DNA 半保留复制的特点可知子代噬菌体只有少数具有放射性,C 错误;该实验和艾弗里的肺炎链球菌转化实验的基本设计思路相似,都是设法将 DNA 与蛋白质分开后,单独地研究它们各自的作用,D 错误。

易错警示

(1) T2 噬菌体侵染大肠杆菌的实验需要有对照组才能证明 DNA 是遗传物质。

(2) 肺炎链球菌的体外转化实验和噬菌体侵染大肠杆菌的实验可以证明 DNA 是遗传物质,不能证明 DNA 是主要的遗传物质。

刷提分

1. C 突破点 ▶ 图表分析—肺炎链球菌 DNA 的杂合片段

【解析】由于 S 型菌 DNA 片段双链拆开后,一条链降解,另一条单链进入 R 型菌并与其基因相应同源区段配对,使 R 型菌 DNA 的相应片段一条链被切除并将其替换,最终转变为 S 型菌,可见,由 R 型菌转化形成的 S 型菌和原 S 型菌的遗传信息不同,A 正确;由于 S 型菌 DNA 片段的单链进入 R 型菌并与其基因相应同源区段配对,使 R 型菌 DNA 的相应片段一条链被切除并将其替换,因此,转化过程中会发生氢键和磷酸二酯键的断裂和形成,B 正确;R 型细菌转化成 S 型细菌的过程中发生了基因重组,C 错误;根据题意可知,将 S 型菌的 DNA 与 R 型活菌混合培养后,受受体菌状态等的影响,只有少数表面具有感受态因子的 R 型菌能转化成 S 型菌,D 正确。

2. AC 突破点 ▶ 图表分析—肺炎链球菌的转化实验

【解析】分析题图可知,S 型菌的 DNA 借助膜相关 DNA 结合蛋白进入受体菌时在核酶的作用下水解为单链,A 正确;基因的水平传递是依靠两种菌 DNA 同源区段的配对,两种菌的亲缘关系越近,DNA 的同源性越高,发生基因水平传递的概率越大,但不需要存在完全互补配对的同源区段,B 错误;根据题图,感受态诱导蛋白具有引导供体 DNA 进入细胞,并避免其自身环化的作用,C 正确;含杂合 DNA 区段的细菌增殖时,由于 DNA 进行半保留复制,因此培养一代后,DNA 组成为 a^-a^- 和 a^+a^+ 的细菌比例为 1 : 1,D 错误。

3. B 突破点 ▶ 图表分析—噬菌体侵染大肠杆菌实验

【解析】分析题表内容可知,10 min 的大肠杆菌表面环状荧光模糊,大肠杆菌内出现荧光,说明标记后的物质能进入大肠杆菌内,故标记的是 DNA;离心后大肠杆菌集中在沉淀物中,故不能从上清液中吸取菌液制作装片,A 错误,B 正确。15 min 时大多数大肠杆菌表面的环状荧光不完整,大肠杆菌附近出现弥散的荧光小点,可能有部分大肠杆菌裂解释放噬菌体,荧光小点包括未侵染的亲代噬菌体和子代噬菌体,C 错误。由于 DNA 分子复制具有半保留复制的特点,且有荧光标记的亲代 DNA 分子的数量是固定的,培养超过一代之后发荧光的子代噬菌体所占比值随培养代数的增多而减少,D 错误。

4. ABD 考查点 ▶ 病毒侵染细菌的实验

【解析】病毒营寄生生活，不能用培养液直接培养，需要在分别含有放射性同位素 ^{35}S 和 ^{32}P 的培养基中培养宿主细胞，再用宿主细胞培养脊髓灰质炎病毒，A 错误；搅拌的目的是让吸附在宿主细胞表面的脊髓灰质炎病毒与宿主细胞分离，B 错误；用 ^{32}P 标记的一组实验中，培养时间过长时，可能会使宿主细胞裂解，导致子代脊髓灰质炎病毒被释放出来，使上清液中放射性增强，C 正确；脊髓灰质炎病毒的蛋白质外壳和 RNA 中都含有 N，但 ^{15}N 没有放射性，若用 ^{15}N 标记脊髓灰质炎病毒，则上清液和沉淀物中都不能检测到放射性标记，D 错误。

刷有所得

病毒是一类没有细胞结构的特殊生物，由蛋白质外壳和内部的遗传物质构成，不能独立地生活和繁殖，只有寄生在其他生物的活细胞内才能生活和繁殖。

第 2 节 DNA 的结构和复制

刷 基础

1. C 考查点 ▶ DNA 分子复制

【解析】由题意可知，复制原点是一段富含 A、T 碱基的 DNA 序列，A—T 碱基对之间含有两个氢键，G—C 碱基对之间含有三个氢键，故复制原点中含氢键较少，DNA 结构不稳定，更容易发生解旋，A 正确；一个 DNA 分子中可存在多个复制原点，这样可进行多起点复制，从而缩短复制时间，B 正确；DNA 聚合酶只能沿模板链的 $3' \rightarrow 5'$ 方向移动，故Ⅲ链的延伸方向为由左→右，Ⅳ链的延伸方向为由右→左，复制叉的移动方向为由左→右，即Ⅲ链的延伸方向与复制叉的移动方向相同，Ⅳ链的延伸方向与复制叉的移动方向不同，C 错误；依据 DNA 半保留复制的特点可知，Ⅰ链与Ⅱ链碱基互补配对，Ⅱ链与Ⅳ链碱基互补配对，故Ⅰ链与Ⅳ链中碱基的排列顺序相同，D 正确。

2. A 考查点 ▶ DNA 的复制

【解析】分析题图 2 可知，*ilv* 的出现频率最高，推测其与启动子距离最近，且 *his* 两侧的基因出现的频率相近，则对应的复制起点位于 *ilv* 和 *thr* 之间，A 正确；由题图 2 可知，只有 *ilv* 出现的频率最高，即只有一个复制起点在其附近，B 错误；由题图 2 可知，以最低点为中轴线，两侧曲线对应的各基因出现的频率基本相等，可知大肠杆菌 DNA 的复制方向是双向的，C 错误；DNA 是边解旋边复制的，并不是双链解旋后再开始子链的延伸，D 错误。

3. B 考查点 ▶ DNA 半保留复制的实验证据

【解析】大肠杆菌为原核生物，遗传物质简单，繁殖快，故相对于酵母菌，更适合作为本实验的材料，A 错误；1 个 DNA 分子转入含 ^{14}N 的培养液中繁殖的第二代，得到 4 个 DNA 分子，其中 2 个 DNA 分子的两条链均含 ^{14}N ，另外 2 个 DNA 分子一条链含 ^{14}N ，一条链含 ^{15}N ，故图Ⅳ可表示转入含 ^{14}N 的培养液中繁殖的第二代，将图Ⅳ对应时期的 DNA 样本加热后立刻离心，试管中条带数量不会发生变化，仍有 2 条，分别是 ^{14}N 和 ^{15}N 带，B 正确，C 错误；根据图Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ中 DNA 条带的位置能证明 DNA 复制的方式是半保留复制，半保留复制不会出现图Ⅱ所示的结果，D 错误。

刷有所得

^{15}N 和 ^{14}N 这两种同位素的相对原子质量不同，含 ^{15}N 的 DNA 比含 ^{14}N 的 DNA 密度要大，因此，利用密度梯度离心法可以在试管中区分含有 ^{14}N 和 ^{15}N 的 DNA。

4. A 考查点 ▶ DNA 分子的复制过程

【解析】①和②两条链中碱基序列是互补的,丙为复制结束时的图像,新合成的单链①与②等长,图丙时①中 C、G 之和与②中 C、G 之和一定相等,两条新合成的链的碱基配对完全互补,因此,①链与②链中的 A 和 T 之和也应相等,A 正确。对甲图而言,复制尚在进行中,因此此时新合成的链的长度和碱基配对情况还没有完全一致。由于复制尚未完成,不一定能判断两条链的 G、C 之和是否相等,B 错误。据图分析,图甲时新合成的单链①比②短,图乙时①比②长,因此可以说明①和②延伸时均存在暂停现象,C 错误。①和②两条单链由一个双链 DNA 分子复制而来,其中一条母链合成子链时①的 5'端指向解旋方向,那么另一条母链合成子链时②延伸方向为 5'端至 3'端,其模板链 5'端指向解旋方向,D 错误。

易错警示

DNA 分子结构的主要特点:DNA 是由两条反向平行的脱氧核苷酸长链盘旋而成的,呈双螺旋结构;DNA 的外侧是由脱氧核糖和磷酸交替连接构成的基本骨架,内侧是碱基通过氢键连接形成的碱基对,碱基之间的配对遵循碱基互补配对原则(A—T、C—G)。

刷提分

1. B 突破点 ▶ 图表分析—端粒

信息提取

分析题干信息可知,端粒是染色体两端特殊的 DNA 序列,其长度随细胞分裂次数增加而缩短,当缩短到一定程度时,端粒内侧的正常基因会受到损伤,导致细胞衰老。端粒酶以其携带的 RNA 为模板(含短重复序列 5'-UAACCC-3')使端粒 DNA 序列延伸,说明细胞能够保持分裂的原因是端粒酶保持活性。

【解析】由题图可知,为了修补端粒内侧的受到损伤的 DNA,端粒酶向右移动以自身所含 RNA 的短重复序列 5'-UAACCC-3'为模板,完成 G 链的延伸为逆转录过程,A 正确;在 DNA 复制过程中,新的 DNA 链是以已有的 DNA 链为模板,在 DNA 聚合酶的催化下合成的,根据图示,当 G 链延伸完成后,它就可以作为模板来合成 C 链,这个过程需要 DNA 聚合酶的催化,B 错误;DNA 分子中特有的碱基是 T, RNA 中特有的碱基是 U,由于模板所含的短重复序列为 5'-UAACCC-3',根据碱基互补配对原则,端粒酶延伸端粒 DNA 的短重复序列为 5'-GGGTTA-3',C 正确;肿瘤细胞有较高的细胞增殖活性,故推测肿瘤细胞中的端粒酶活性可能较高,能防止染色体末端端粒的缩短,D 正确。

2. C 突破点 ▶ 图表分析—DNA 复制缓慢

【解析】DNA 复制过程中需要将双链 DNA 解旋为单链,碱基 A—T 之间含有两个氢键,G—C 之间含有三个氢键,氢键少的地方更容易解旋成单链,由此推测图中 DNA 复制起点区域可能富含 A—T 碱基对,A 正确;DNA 复制过程中子链的合成方向都是 5'→3',故图中所示复制叉位置两条新链的合成方向都是 5'→3',B 正确;DNA 复制特点是多起点、双向复制、半保留复制,但各个复制点是先后开始复制的,不是同时,C 错误;复制速度过慢可能导致 S 期后期复制的区域还未完成 DNA 复制就进入了分裂期,可能出现染色体断裂,从而导致染色体分离异常,D 正确。

3. C 突破点 ▶ 信息提取—DNA 复制的过程

【解析】引物酶以 DNA 为模板合成 RNA 引物,属于 RNA 聚合酶,分析题图可知,引物酶与 DNA 聚合酶都不能够催化氢键断裂,A 错误;DNA 聚合酶不能直接起始 DNA 新链或冈崎片段的合成,DNA 的一条新子链按 $5' \rightarrow 3'$ 方向进行连续复制时需要 RNA 引物,B 错误;引物酶以 DNA 为模板合成 RNA 引物,DNA 聚合酶再在引物的 $3'-OH$ 上聚合脱氧核苷酸,之后 DNA 聚合酶再把 RNA 引物去掉,说明 DNA 聚合酶既能催化磷酸二酯键形成也能催化磷酸二酯键断裂,C 正确;RNA 引物合成时的碱基互补配对方式包括 $A-U$ 、 $T-A$ 、 $G-C$ 、 $C-G$ 配对,而冈崎片段合成时的碱基互补配对方式包括 $A-T$ 、 $T-A$ 、 $G-C$ 、 $C-G$ 配对,不完全相同,D 错误。

刷有所得

由于 DNA 聚合酶只能在引物的 $3'$ 端连接游离的脱氧核苷酸,所以 DNA 复制时,子链只能从 $5'$ 端向 $3'$ 端延伸。

4. B 突破点 ▶ 图表分析—DNA 分子的分子有关实验

【解析】由题图可知, ^{14}N 单链 : ^{15}N 单链 = 1 : 7,说明在培养的 1 h 内,DNA 复制了 3 次,因此可推知大肠杆菌的细胞周期大约为 $60 \div 3 = 20(\text{min})$,A 错误;子代 DNA 中,有两个 DNA 分子同时含有 ^{14}N 和 ^{15}N ,其余的 6 个 DNA 分子中只含有 ^{15}N ,同时含有 ^{14}N 和 ^{15}N 的 DNA 分子密度较低,在离心后分布在中带,只含有 ^{15}N 的 DNA 分子密度较高,在离心后分布在重带,因此,直接将子代 DNA 进行密度梯度离心也能得到两条条带,B 正确;解开 DNA 双螺旋的实质是破坏核苷酸碱基之间的氢键,C 错误;由于 DNA 已解开双螺旋,变为了单链,根据条带的数目和位置只能判断 DNA 单链的标记情况,无法判断 DNA 的复制方式,D 错误。

刷有所得

将 DNA 含 ^{14}N 的大肠杆菌移到氮源只含 ^{15}N 的培养基中培养,因合成 DNA 的原料中含 ^{15}N ,所以新合成的 DNA 链均含 ^{15}N 。根据半保留复制的特点,第一代的 2 个 DNA 分子都应一条链含 ^{15}N ,一条链含 ^{14}N 。

5. C 突破点 ▶ DNA 的复制

【解析】酶①为解旋酶,能将 DNA 双螺旋的两条链解开,从而暴露遗传信息,利于子链合成,A 正确;酶②为 DNA 聚合酶,在解旋酶、SSB 后起作用,它以亲代 DNA 的一条链为模板,以细胞中游离的四种脱氧核苷酸为原料,在引物基础上合成与母链互补的 DNA 子链,且催化方向为 $5' \rightarrow 3'$ 端,B 正确;SSB 是一种蛋白质,与 DNA 之间不能形成磷酸二酯键,C 错误;复制形成的两个子代 DNA 分子随着丝粒的分裂而分开,进而分配到子细胞中,D 正确。

6. AD 突破点 ▶ 信息提取—DNA 复制的相关计算

【解析】1 链被断开前是环状 DNA 分子,不含游离的磷酸基团,1 链被断开后含有 1 个游离的磷酸基团,A 错误;外链充当了 1 链延伸时的引物,需要 DNA 聚合酶(催化子链的形成)、解旋酶(将 DNA 双链解旋)的催化作用,B 正确;DNA 复制时,引物只能与模板链的 $3'$ 端结合,故该 DNA 复制时,子链都是沿 $5' \rightarrow 3'$ 方向延伸的,C 正确;由于 1 000 个碱基对的环状 DNA 分子中含腺嘌呤 300 个,由碱基互补配对原则可推知 $A = T = 300(\text{个})$,所以含鸟嘌呤 $G = C = \frac{2\,000 - 600}{2} = 700(\text{个})$,若该 DNA 连续复制 3 次,则第三次共需要鸟嘌呤脱氧核苷酸 $700 \times 2^{3-1} = 2\,800(\text{个})$,D 错误。

7. (1) DNA 聚合酶 (2) DNA 连接 a 和 a'

(3) 双向 多起点 复制起点(复制原点) (4) ABC (5) 着丝粒 星射线 不遵循

突破点 ▶ 图表分析—DNA 复制的过程

题图解读

分析题图: ①表示正常 DNA 复制过程, ③表示受损伤的 DNA 复制过程, ②④表示复制产生子代 DNA 过程, 酶 1 表示解旋酶, 酶 2 表示 DNA 聚合酶。

【解析】(1) 途径 1 为正常 DNA 复制过程, 该过程中的酶 1 为解旋酶, 酶 2 为 DNA 聚合酶。

(2) 途径 2 为环状 DNA 形成和复制的过程, ④为损伤 DNA 形成环状 DNA 过程, 该过程需要 DNA 连接酶的作用; DNA 复制过程中子链的延伸方向是 $5' \rightarrow 3'$, 根据复制方向可知, a、a' 为 $5'$ 端。

(3) 观察图示过程①③可知, DNA 复制过程中表现出双向复制和多起点复制的特点, 这些特点极大地提高了复制速率; eccDNA 上有复制起点, 因而 eccDNA 能自我复制。

(4) 根据题意可知, DNA 的损伤可能会导致 eccDNA 的形成。而 DNA 发生双链断裂、染色体片段丢失、染色体断裂等都会造成 DNA 损伤, 而 DNA 碱基互补配对不会导致 DNA 损伤, 因此, A、B、C 符合题意。

(5) eccDNA 在肿瘤细胞中普遍存在, 肿瘤细胞分裂时, 因 eccDNA 无着丝粒, 因此无法与星射线(纺锤体)连接, 只能随机分配到子细胞中; 由于 eccDNA 不能均等分配到子细胞中, 因此, eccDNA 的遗传不遵循孟德尔遗传规律。

第 3 节 基因的表达

刷基础

1. B 考查点 ▶ 遗传信息的表达过程

【解析】大肠杆菌是原核生物, 没有以核膜为界限的细胞核, 在真核细胞内, DNA 转录形成 c (mRNA) 的过程主要发生在细胞核中, A 错误; 翻译的方向是 mRNA 的 $5' \rightarrow 3'$, tRNA 的 $3'$ 端是结合氨基酸的部位, tRNA 所含的反密码子能与 mRNA 碱基互补配对, 推测 c 的②是 $5'$ 端, 因此翻译时核糖体在 c 上的移动方向是②→①, B 正确; 在 RNA 聚合酶的作用下以 b 链为模板合成 c 链, 解旋酶的作用是在 DNA 复制时将 DNA 双螺旋的两条链解开, C 错误; 图中 tRNA 携带的天冬氨酸的反密码子为 $3'-CUA-5'$, 因此对应的密码子是 $5'-GAU-3'$, D 错误。

2. C 考查点 ▶ 遗传信息的转录和翻译

【解析】若酶 X 为 RNA 聚合酶, 且题图所示过程表示转录, 则酶 X 的移动方向应与图示移动方向相反, 因此酶 X 不是 RNA 聚合酶, A 错误; 若酶 X 为解旋酶, 则该过程表示 DNA 的复制, 其中一条子链的合成方向与解旋酶移动方向相同, 另一条子链的合成方向与解旋酶移动方向相反, 符合图示过程, 故①②③的合成需要 DNA 聚合酶的参与, 酶 X 催化氢键的打开, B 错误, C 正确; 一种氨基酸可由多种密码子决定, 因此片段 M 发生碱基的替换不一定导致合成的蛋白质结构改变, D 错误。

刷有所得

基因表达包括转录和翻译两个过程, 其中转录过程需要以 DNA 的一条链为模板合成 mRNA; 翻译过程需要以 mRNA 为模板, tRNA 运送氨基酸, 从而合成多肽链, 多肽链经盘曲折叠变成具有一定空间结构的蛋白质。

3. A 考查点 ▶ 基因表达

【解析】由题图可知,翻译的方向是从左到右,因此蛋白质翻译过程中,tRNA 会依次进入 A 位点、P 位点、E 位点,即携带氨基酸的 tRNA 先进入 A 位点,后从 E 位点脱离,A 错误;mRNA 的翻译方向是从左到右,据题图可知,丙氨酸(Ala)的密码子应该是 GCC,B 正确;若 I(次黄嘌呤)与 A、U、C 均可配对,即提高了碱基配对的效率,从而有利于提高翻译的效率,C 正确;30S 和 50S 表示核糖体上的两个亚基蛋白,当核糖体移动到终止密码子时,30S 和 50S 会从 mRNA 上分离,翻译终止,D 正确。

4. C 考查点 ▶ 中心法则

【解析】过程①合成双链 DNA,该过程以 4 种脱氧核苷酸为原料,A 正确;由题干信息可知,当噬菌体感染时,会触发第二链 cDNA 的合成,最终编码防御蛋白,这意味着 cDNA 双链中包含能启动转录的有效启动子以及能编码防御蛋白的蛋白编码序列,B 正确;过程②是转录过程,转录是以 DNA 的一条链为模板合成 RNA 的过程,该过程需要 RNA 聚合酶,但不需要解旋酶,RNA 聚合酶有解旋的功能,由于最终要编码防御蛋白,所以产生的 mRNA 中应该有终止密码子来控制翻译的结束,C 错误;过程③形成螺旋状蛋白,结合题干中细菌在噬菌体感染时的一系列生理过程推测这种蛋白可能通过抑制细菌生长,使得病毒缺乏适宜的生存环境,进而限制病毒的扩散,D 正确。

易错警示 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。

刷提分

1. C 考查点 ▶ 遗传信息的转录和翻译

【解析】由题干信息可知,microRNA 能通过抑制免疫细胞中 *NLRC5* 基因的表达,从而降低机体的免疫监视功能,因而推测 *NLRC5* 蛋白可能会加强免疫细胞对肿瘤细胞的识别能力,A 正确;辅助性 T 细胞分泌细胞因子有助于加强肿瘤细胞裂解,因为细胞因子能促进细胞毒性 T 细胞的增殖、分化,进而增强细胞免疫,B 正确;题意显示,microRNA 能够与 mRNA 结合阻断基因的表达,而 *NLRC5* 基因的表达产物能提高免疫监视功能,因此,阻止 microRNA 与 *NLRC5* 的 mRNA 结合可使 *NLRC5* 基因正常表达,进而提高免疫监视功能,提高肿瘤患者存活率,C 错误;microRNA 能进入线粒体中,影响线粒体基因的功能,故有些 microRNA 可以影响细胞的能量供应从而影响癌细胞的增殖,D 正确。

2. D 考查点 ▶ 遗传信息的转录和翻译

【解析】RNA 的 3'端可自发形成一种茎环结构,分析题图中茎环结构的位置,可说明 mRNA 左端为 5'端,RNA 聚合酶的移动方向是从 mRNA 的 5'端向 3'端移动,即从左至右,A 错误;茎环结构的后面是一串连续的碱基 U,连续的碱基 U 与 DNA 模板链连续的碱基 A 之间形成碱基对,A—U 之间只有 2 个氢键,氢键较少,容易与模板链分离,且终止密码子为翻译终点,B 错误;细菌无核膜,mRNA 不会通过核孔进入细胞质指导蛋白质的合成,C 错误;相比于 G—C 之间有 3 个氢键,A—U 之间只有 2 个氢键,氢键较

少,导致转录产物容易与模板链分离,D 正确。

3. D 突破点 ▶ 图表分析—基因表达的调控及应用

【解析】由题图可知,反义基因转录出的 mRNA 即反义 mRNA,能够与乙烯生物合成酶基因转录出来的有意义 mRNA 形成互补双链,因此反义基因和乙烯生物合成酶基因用于转录的模板链碱基序列互补,A 错误;有意义 mRNA 的表达会促进乙烯的合成,进而促进番茄的成熟,不利于番茄的储存,B 错误;反义基因技术主要通过影响基因的翻译过程来抑制乙烯的合成,C 错误;由图可知,乙烯生物合成酶基因转录出的 mRNA 和反义 mRNA 能形成互补双链,因此该 mRNA 和反义 mRNA 的碱基序列互补,D 正确。

刷有所得

由图中信息可知,反义基因能使番茄延熟进而延长其储藏期的原理是反义基因转录出的 mRNA 即反义 mRNA,能够与乙烯生物合成酶基因转录出来的有意义 mRNA 形成互补双链,进而阻止乙烯生物合成酶基因的表达。

4. C 突破点 ▶ 图表分析—DNA 甲基化

【解析】基因型为 AA 的小鼠生长正常,若基因型为 Aa 的小鼠的 A 基因来自母方,则 A 基因被甲基化,不能正常表达,不能正常生长,A 正确;甲基化的基因可能由于无法与 RNA 聚合酶结合而不能正常转录,B 正确;题图中生长正常的雌鼠的 A 基因未被甲基化,应来自其父本,C 错误;若某生长缺陷的雄鼠与雌鼠杂交,子代中生长正常:生长缺陷=1:1,则该雄鼠为杂合子,其 A 基因来自母方,D 正确。

5. D 突破点 ▶ 实验探究—DNA 甲基化

【解析】DNMT 是 DNA 甲基转移酶,酶不能为反应过程提供能量,A 错误;分析题图 1 可知,成人 γ 珠蛋白合成减少是因为成人 γ 珠蛋白基因启动子发生甲基化,甲基化后基因序列不变,B 错误;由题图 2 可知,正常人体内 γ 珠蛋白基因的 mRNA 相对含量低于 β 地贫轻症患者,表明正常人体内 γ 珠蛋白基因甲基化水平高于轻症患者,C 错误;阻止 DNMT 基因表达, γ 珠蛋白基因甲基化水平降低,可以增加 γ 珠蛋白表达量,形成正常的血红蛋白,达到治疗地中海贫血的目的,因此阻止 DNMT 基因表达的药物可缓解普通 β 地贫的症状,D 正确。

刷有所得

表观遗传是指生物体基因的碱基序列保持不变,而表型却发生可遗传变化的现象,即基因型未发生变化,而表型却发生了改变。例如,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质,从而抑制了基因的表达。

6. (1)不能 翻译 核糖体 (2)核糖 表观遗传 (3)RNA 聚合酶 模板 (4)降低 卵巢癌细胞过度表达 circ-TAGLN 后,癌细胞的增殖和侵袭能力均被抑制 (5)circ-TAGLN 能够靶向结合 miR-425-5p,使 miR-425-5p 海绵失去功能,抑制卵巢癌细胞增殖和侵袭;抑制 PI3K/AKT 信号通路蛋白的活化,抑制肿瘤的发生和发展

考查点 ▶ 表观遗传

信息提取

环状 RNA (circRNA) 是一类环状单链 RNA, circRNA 与 miRNA 结合,可抑制 miRNA 与 mRNA 结合,从而影响翻译过程。

【解析】(1) miRNA 是一类由生物体自身基因控制合成的单链 RNA 分子,其不直接参与蛋白质的合成,而是通过与 mRNA 的结合来调控基因的表达,所以控制 miRNA 合成的基因不能表达出蛋白质。miRNA 与靶基因的 mRNA 结合后,导致 mRNA 不能与核糖体结合,进而抑制了翻译过程。分析题图可知,circRNA 可以与核糖体结合,mRNA 也可以和核糖体结合,故 circRNA 可与 mRNA 竞争性结合核糖体。

(2) circRNA 是一种环状闭合 RNA,是链状 RNA 的首尾通过磷酸和核糖连接形成磷酸二酯键。circRNA 和 miRNA 调控靶基因表达使性状改变的过程属于表观遗传,该过程不改变基因的碱基排列顺序,使基因的表达和个体表型发生可遗传的改变。

(3) RNA 聚合酶可催化转录过程。由题图可知,circRNA 可与 U1 小核糖核蛋白作用,再与 RNA 聚合酶结合,进而促进基因的转录;翻译的直接模板是单链 mRNA,circRNA 是一类环状单链 RNA,也可直接作为合成蛋白质的模板,执行翻译功能。

(4) 由题图 2 ①可知,卵巢癌细胞中 circ-TAGLN 的表达量低于正常卵巢上皮细胞,即卵巢癌细胞中 circ-TAGLN 的表达量降低。由题图 2 ②和③可知,卵巢癌细胞过度表达 circ-TAGLN 后,癌细胞增殖和侵袭能力均低于对照组,即癌细胞增殖和侵袭能力均被抑制。

(5) miRNA 海绵指 circRNA 与 miRNA 结合,抑制 miRNA 与 mRNA 结合,从而使 mRNA 更多的翻译形成蛋白质,因此 miR-425-5p(一种 miRNA)能够促进卵巢恶性肿瘤细胞的增殖和侵袭,并通过活化 PI3K/AKT 信号通路蛋白促进肿瘤的发生和发展的机制可能为 circ-TAGLN 能够靶向结合 miR-425-5p,使 miR-425-5p 海绵失去功能,抑制卵巢癌细胞增殖和侵袭;抑制 PI3K/AKT 信号通路蛋白的活化,抑制肿瘤的发生和发展。

全章综合提升

刷素养

1. A 考查点 ▶ DNA 分子复制

【解析】亲代 DNA 均无³H-脱氧核苷,①区域只含亲代 DNA,所以为无色;第一次复制时,②③区域新合成的 DNA 单链中有³H-脱氧核苷而模板链中没有,所以为浅色,A 正确。DNA 的复制方式为半保留复制,第一次复制后产生的两个子代 DNA 中含有一条不含³H-脱氧核苷的链和一条含³H-脱氧核苷的链,第一次产生的 DNA 分子可以作为第二次复制的模板,所以第二次复制时,①一定是浅色,②③中一个是深色,一个是浅色,B 错误。第二次复制后,每一对姐妹染色单体中一条为浅色,一条为深色,姐妹染色单体分离后被纺锤丝牵引着移向细胞两极,但哪一种颜色的染色体被移向细胞的哪一极都是随机的,这导致一个子细胞中 46 条核 DNA 可以出现多种染色情况,被染成浅色的核 DNA 数目也可能为 0~46(被染成深色的核 DNA 数目也可能为 0~46),这样的细胞再进行第三次复制,产生的子细胞中 DNA 的显色情况更是多种多样,无法确定每个细胞内有多少的 DNA 与第二次复制时显色情况相同,C 错误。若观察到一个细胞中含有 23 个核 DNA 分子,则该细胞应为精细胞,精细胞不再进行细胞分裂,所以不会出现一个正在复制的细胞内仅有 23 个核 DNA 分子的情况,D 错误。

2. AD 突破点 ▶ 信息提取—遗传信息的转录和翻译

【解析】真核生物细胞核基因先在细胞核中转录，mRNA 再到细胞质中翻译，因此不“偶联”，A 正确；“偶联”能提高转录速度，因此相比于偶联组，无偶联组转录速度慢，转录会延后终止，B 错误；“偶联”能提高转录速度，有利于基因的表达，也能使转录发生 U—G 错配的概率上升，从而导致 mRNA 碱基序列改变，该过程不会导致基因突变，故不会改变基因突变的发生概率，C 错误；一种氨基酸具有多种密码子的现象称为密码子的简并性，因此“偶联”引起的错配可能会因密码子的简并性而不引起蛋白质的改变，D 正确。

3. AC 突破点 ▶ 图表分析—表观遗传

【解析】DNA 甲基化引起表观遗传现象主要是通过影响遗传信息的转录过程实现的，A 错误；若该侏儒鼠基因型是 aa，即使抑制发育中侏儒鼠甲基化酶的活性，侏儒症状也不会缓解，B 正确；由题干信息“P 序列在形成精子时发生去甲基化，形成受精卵后 A 基因能正常表达”得知，基因型为 Aa 的雄鼠，产生配子的基因型及概率为 $\frac{1}{2}$ A (P 序列去甲基化)、 $\frac{1}{2}$ a，基因型为 Aa 的雌鼠，产生配子的基因型及概率为 $\frac{1}{2}$ A (P 序列甲基化)、 $\frac{1}{2}$ a，所以二者杂交子代为正常鼠的概率为 $\frac{1}{2}$ ，即子代小鼠中正常鼠与侏儒鼠的比例为 1 : 1，C 错误；基因型为 AAa 的三体侏儒鼠，其 A 基因一定来自母本，因为来自父本的 A 基因都会发生去甲基化，可以正常表达，若其存在来自父本的 A 基因，则该小鼠应表现为三体正常鼠，D 正确。

4. A 突破点 ▶ 图表分析—基因表达的调控

【解析】根据题干及图示信息，不能看出博来霉素是否可以抑制 Thbs2 的合成，且若 Thbs2 的合成被抑制，导致肺纤维化的三种蛋白的含量应减少，A 错误；根据题图可知，在人源胚胎干细胞中经相关基因的转录产生 miR-17-5p，经过“包装”进入外泌体中，B 正确；根据题图可知，外泌体中的 miR-17-5p 可以与 Thbs2 的 mRNA 碱基互补配对，导致不能正常翻译出 Thbs2，C 正确；根据题图可知，外泌体中的 miR-17-5p 可调控 Thbs2 基因的表达，但不会改变基因的碱基序列，D 正确。

刷真题

1. C 命题点 ▶ T2 噬菌体侵染大肠杆菌的实验

【解析】T2 噬菌体侵染大肠杆菌时，其 DNA 进入大肠杆菌中，而蛋白质外壳留在大肠杆菌外，并以进入大肠杆菌中的 DNA 作为模板，合成新的 DNA 及新的蛋白质外壳，A、B 正确；噬菌体自身无 RNA 聚合酶，C 错误；合成的噬菌体 RNA 以大肠杆菌的核糖体为场所，合成蛋白质外壳，D 正确。

刷有所得

T2 噬菌体侵染大肠杆菌时，只有 T2 噬菌体的 DNA 进入大肠杆菌中，并以大肠杆菌中的脱氧核苷酸和氨基酸等为原料。

2. B 命题点 ▶ 生物进化、噬菌体侵染细菌的过程

【解析】噬菌体是一种特异性侵染细菌的病毒，营寄生生活，其繁殖所消耗的原料(如核苷酸、氨基酸)和能量等都来源于宿主菌，A、D 正确；基因突变是不定向的，B 错误；协同进化是指不同生物之间及生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，

故噬菌体和细菌在自然界长期的生存斗争中协同进化,C 正确。

3. D 命题点 ▶ DNA 的复制和转录

【解析】DNA 复制时,脱氧核苷酸通过磷酸二酯键连接成子链,A 错误;复制时,在细胞提供的能量驱动下,解旋酶将 DNA 双链解开,其中一条为由 5'端向 3'端解旋,另一条为由 3'端向 5'端解旋,B 错误;转录时,RNA 聚合酶将 DNA 双链解开,而不是解旋酶,C 错误;DNA 聚合酶和 RNA 聚合酶分别作用于模板链的 3'端,使子链和 RNA 由 5'端向 3'端延伸,D 正确。

4. D 命题点 ▶ 生物的遗传物质

【解析】S 型肺炎链球菌是细菌,其遗传物质是 DNA,主要存在于拟核区(大型环状的双链 DNA),质粒是存在于拟核以外的小型环状 DNA,故 S 型肺炎链球菌的遗传物质主要通过拟核区的 DNA 传递给子代,A 错误;水稻、小麦和玉米均为真核生物,其遗传物质均是 DNA(易错点:对于整个生物界而言,DNA 是主要的遗传物质;只含有 RNA 的生物,其遗传物质是 RNA),B 错误;伞藻是单细胞生物,控制伞藻伞帽的遗传物质通过半保留复制传递遗传信息,而不是表达遗传信息,C 错误;烟草是真核生物,其叶肉细胞的遗传物质是 DNA,初步水解后可产生 4 种脱氧核苷酸(常考点:DNA 即脱氧核糖核酸,其彻底水解产物有 6 种,分别是脱氧核糖、磷酸、4 种含氮碱基),D 正确。

5. B 命题点 ▶ DNA 的复制过程

【解析】大肠杆菌 DNA 是规则的双螺旋结构,其复制方式为半保留复制。大肠杆菌在含有 ^3H -脱氧核苷培养液中培养,拟核 DNA 第 1 次复制时, ^3H -脱氧核苷掺入到新合成的 DNA 单链(子链)中,两条母链未掺入 ^3H -脱氧核苷,故拟核 DNA 双链显浅色。由题图可知,大肠杆菌拟核 DNA 第 2 次复制时,区域①未解旋暂未复制,显浅色,区域②③处于复制过程中,区域②中两条链均含有 ^3H ,显深色,区域③中一条链含有 ^3H ,另一条链不含 ^3H ,显浅色,B 正确,A、C、D 错误。

6. C 命题点 ▶ DNA 复制、表观遗传

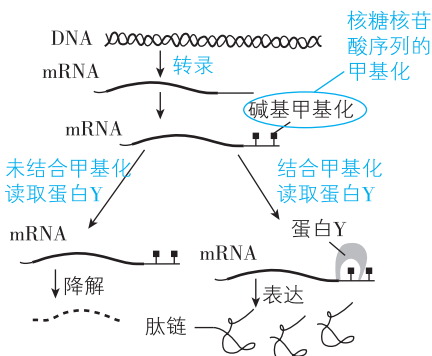
【解析】据题图可知,酶 E 的作用是催化 DNA 分子中胞嘧啶脱氧核苷酸甲基化,A 错误;DNA 半保留复制后形成的子链并没有携带甲基基团,说明甲基不是 DNA 半保留复制的原料之一,B 错误;由题意可知,50 岁同卵双胞胎间基因组 DNA 甲基化的差异普遍比 3 岁同卵双胞胎间的差异大,说明环境可能是引起 DNA 甲基化差异的重要因素,C 正确;DNA 甲基化使相关脱氧核苷酸带上甲基基团,并没有改变 DNA 的碱基序列,但 DNA 甲基化可能影响基因的表达,进而影响生物个体表型,D 错误。

7. C 命题点 ▶ DNA 的复制、基因突变

【解析】由题图可知,核苷酸切除修复(NER)是将紫外线损伤的 DNA 片段损伤部位切除后,在切除区域重新合成新的 DNA 片段进行修复,需要限制酶和 DNA 聚合酶,A 正确;DNA 分子链的延伸方向是从 5'端到 3'端,所以填补缺口时,新链合成从 5'到 3'的方向进行,B 正确;DNA 有害损伤发生后,应在 DNA 复制前进行修复,细胞增殖后再修复,上一次 DNA 已复制完成,损伤部位会被保留,对细胞不利,C 错误;癌症的发生并不是单一基因突变的结果,而是一种累积效应,结合题干信息可知,XP 患者 NER 酶系统存在缺陷,不能修复紫外线引发的 DNA 损伤,所以随年龄增长,XP 患者几乎都会发生皮肤癌的原因可用突变累积解释,D 正确。

8. D 命题点 基因表达、表观遗传

题图解读



【解析】从图中可知，甲基化发生在转录后的 mRNA 上，抑制翻译过程，并没有抑制转录过程，A 错误；mRNA 的基本组成单位是核糖核苷酸，故甲基化的碱基位于核糖核苷酸链上，B 错误；由题图解读可知，甲基化读取蛋白 Y 结合甲基化修饰的 mRNA 后，促进其翻译出肽链，C 错误；DNA 的碱基甲基化也可引起表观遗传效应（常考点：表观遗传是指 DNA 序列保持不变，但基因表达和表型却发生了可遗传变化的现象），D 正确。

9. D 命题点 基因的表达

【解析】tRNA 分子内部存在局部双链区，其中可发生碱基互补配对，A 错误；每种反密码子只能携带一种氨基酸，B 错误；mRNA 中的终止密码子不能决定氨基酸，没有相应的 tRNA 与之结合，C 错误；反密码子第 1 位碱基常为次黄嘌呤（I），与密码子第 3 位碱基 A、U、C 皆可配对，提高了容错率，有利于保持物种遗传的稳定性，D 正确。

10. D 命题点 基因的表达、表观遗传

【解析】PcG 使组蛋白甲基化和染色质凝集，影响基因的转录，抑制了基因表达，A 正确；细胞增殖失控可由原癌基因或抑癌基因发生基因突变引起，根据题意可知，细胞增殖失控也可由染色质结构变化引起，B 正确；DNA 和组蛋白的甲基化修饰属于表观遗传，都能影响细胞中基因的转录，C 正确；原核细胞没有染色质，D 错误。

刷有所得

表观遗传

表观遗传是指生物体基因的碱基序列保持不变，但基因表达和表型发生可遗传变化的现象，如 DNA 的甲基化——甲基化的基因不能与 RNA 聚合酶结合，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。

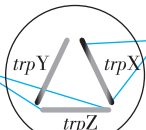
11. A 命题点 基因的表达、酶的作用

思路分析

根据题意，trpX 突变体 X 酶异常而 Y、Z 酶正常；trpY 突变体 Y 酶异常而 X、Z 酶正常；trpZ 突变体 Z 酶异常而 X、Y 酶正常；三种酶存在单线作用顺序，设色氨酸合成过程为原料 $\xrightarrow{\text{酶 1}}$ 中间产物 1 $\xrightarrow{\text{酶 2}}$ 中间产物 2 $\xrightarrow{\text{酶 3}}$ 色氨酸，且中间产物累积到一定程度可分泌到胞外，即其中一种突变体可以利用另外两种突变体产生的中间产物进行色氨酸的合成。

题图解读

trpZ 可获得 *trpY* 和 *trpX* 分泌的中间产物，都未能繁殖形成菌落，说明 *trpZ* 的酶3异常，可推出 Z 是酶3



trpX 可获得 *trpY* 和 *trpZ* 分泌的中间产物，且都能繁殖形成菌落，说明 *trpX* 的酶2、酶3正常，可推出 X 是酶1

综上可得三种酶在合成色氨酸中的作用顺序为 $X \rightarrow Y \rightarrow Z$ ，A 正确。

12. (1) DNA 的一条链 RNA 聚合酶 核孔

(2) 基因突变 双链 RNA

(3) PCSK9 蛋白

(4) 保护 mRNA 不被分解，同时帮助 mRNA 进入人体细胞进行表达

(5) 高尔基体 抗原

(6) 接种重组疫苗，一方面，可以激发产生新的细胞免疫和体液免疫，从而产生新的抗体和记忆细胞；另一方面，可通过再次应答，激发产生更多的抗体和记忆细胞

命题点 基因的表达、细胞器的结构和功能、免疫调节

【解析】(1) 转录是以双链 DNA 中的一条链为模板，在 RNA 聚合酶的催化下合成 RNA 的过程。合成的前体 mRNA 为大分子，要加工后通过核膜上的核孔进入细胞质进行后续的剪切和拼接以及翻译。

(2) 终止密码子的提前出现，说明碱基对发生了改变，故发生了基因突变。反义 RNA 是指与 mRNA 互补后，能抑制与疾病发生直接相关基因的表达的 RNA。由于反义 RNA 与 mRNA 的碱基可以互补配对，因此可以形成双链 RNA。

(3) 由“PCSK9 蛋白可促进低密度脂蛋白的内吞受体降解，血液中胆固醇含量偏高”可知，低密度脂蛋白与膜上的内吞受体结合，然后内吞进细胞，可以把血液中的胆固醇运输到细胞内，从而降低血液中的胆固醇的含量。内吞受体为蛋白质，可被相应的蛋白酶降解，PCSK9 蛋白可促进该过程，PCSK9 mRNA 被剪断后，会抑制细胞内的 PCSK9 蛋白合成，治疗高胆固醇血症。

(4) mRNA 是一种非常脆弱的分子，在我们的日常环境和身体中有很多酶能够迅速将它们降解，这是将 mRNA 递送到细胞内部需要解决的第一个障碍，并且 mRNA 链是一个带有负电荷的长链大分子，而在人体的细胞表面有一层也带有负电荷的细胞膜，mRNA 分子无法轻易穿过细胞膜进入细胞内部，这是将 mRNA 递送到细胞内部需要解决的第二个障碍。所以通过包装成脂质体纳米颗粒可以解决以上两个难题。

(5) 编码新冠病毒 S 蛋白的 mRNA 进入人体细胞后，翻译出 S 蛋白并输送出细胞，此时 S 蛋白为分泌蛋白，而分泌蛋白的合成、加工、运输与多种细胞器有关，在内质网上的核糖体中合成的 S 蛋白经高尔基体修饰加工。S 蛋白在修饰加工后被分泌到细胞外，作为抗原刺激人体产生特异性免疫反应。

(6) 重组疫苗与灭活疫苗相比，有相同的抗原决定簇，也有新的抗原决定簇。接种过灭活疫苗的个体，再次加强接种重组疫苗，一方面，可以激发产生新的细胞免疫和体液免疫，从而产生新的抗体和记忆细胞；另一方面，可通过再次应答，激发产生更多的抗体和记忆细胞。

13. (1) 染色体(或染色质) 翻译

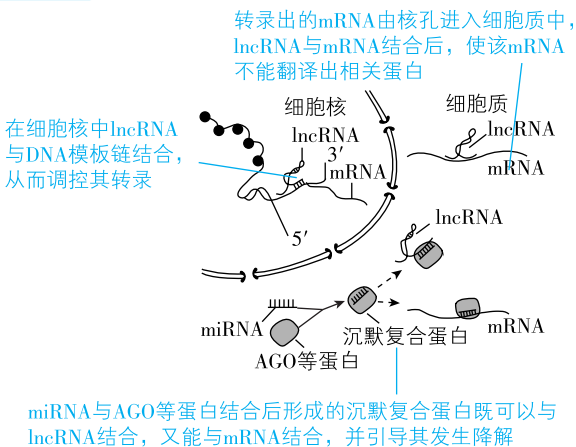
(2) RNA 聚合 tRNA 粗面内质网

(3) 在细胞核中, lncRNA 与 DNA 模板链结合调控转录; 在细胞质中, lncRNA 与 mRNA 结合, 影响翻译。miRNA 与 AGO 等蛋白结合后形成的沉默复合蛋白既可以与 lncRNA 结合, 又能与 mRNA 结合, 并引导其发生降解。

(4) 可精准沉默害虫的关键基因, 抑制害虫关键基因的表达, 且 RNA 易被分解, 避免造成环境污染。

命题点 ▶ 基因表达的调控

题图解读



【解析】(1) 细胞核中, DNA 缠绕在组蛋白上形成染色体(或染色质)(**关键点: 染色体的主要成分为 DNA 和蛋白质**)。原核细胞可边转录边翻译, 但真核细胞由于存在核膜, 基因表达的两个步骤(转录和翻译)存在时间和空间上的分隔。

(2) 基因转录时, RNA 聚合酶结合到 DNA 链上催化形成 RNA。在翻译的过程中, 需要三种 RNA 的参与, 分别为 rRNA(核糖体 RNA)、mRNA(信使 RNA)、tRNA(转运 RNA)。分泌蛋白的肽链在粗面内质网完成合成, 然后运输到高尔基体进行加工。

(3) 在细胞核中, lncRNA 与 DNA 模板链结合调控转录; 在细胞质中, lncRNA 与 mRNA 结合, 影响翻译。miRNA 与 AGO 等蛋白结合后形成的沉默复合蛋白既可以与 lncRNA 结合, 又能与 mRNA 结合, 并引导其发生降解。

(4) 根据 RNA 的特性及作用机理分析, 碱基互补配对具有特异性, siRNA 可精准沉默害虫的关键基因, 抑制害虫关键基因的表达, 且 RNA 易被分解, 发挥作用后不会长期留存, 避免造成环境污染。