

第9单元 核酸的生物合成

(一) 名词解释

1. 半保留复制； 2. 冈崎片段； 3. 复制体； 4. 编码链； 5. 内含子； 6. 外显子(exon)。

(二) 填空题

1. DNA 复制时，连续合成的链称为_____链；不连续合成的链称为_____链。
2. DNA 合成的原料是_____；复制中所需要的引物是_____。
3. DNA 合成时，先由引物酶合成_____，再由_____在其 3' 端合成 DNA 链，然后由_____切除引物并填补空隙，最后由_____连接成完整的链。
4. 细菌的 DNA 连接酶以_____为能量来源，动物细胞和 T4 噬菌体的 DNA 连接酶以为能源。
5. 大肠杆菌 RNA 聚合酶的全酶由_____组成，其核心酶的组成为_____。
6. RNA 转录过程中识别转录启动子的是_____因子，协助识别转录终止部位的是_____因子。
7. 真核细胞 mRNA 合成后的成熟过程包括_____、_____、_____、_____。
8. 遗传信息由 RNA 传递到_____的过程称为逆转录，由_____催化。

(三) 选择题 (在备选答案中选出 1 个或多个正确答案)

1. DNA 复制时，下列哪一种酶是不需要的
A. DNA 指导的 DNA 聚合酶 B. DNA 连接酶 C. 拓扑异构酶 D. 解链酶
E. 限制性内切酶
2. DNA 复制中的引物是
A. 由 DNA 为模板合成的 DNA 片段 B. 由 RNA 为模板合成的 RNA 片段
C. 由 DNA 为模板合成的 RNA 片段 D. 由 RNA 为模板合成的 DNA 片段
E. 引物仍存在于复制完成的 DNA 链中
3. DNA 复制时，子链的合成是
A. 一条链 5' → 3'，另一条链 3' → 5' B. 两条链均为 3' → 5'
C. 两条链均为 5' → 3' D. 两条链均为连续合成 E. 两条链均为不连续合成
4. 在 *E. coli* 细胞中 DNA 聚合酶 I 的作用主要是
A. DNA 复制 B. *E. coli* DNA 合成的起始 C. 切除 RNA 引物 D. 冈崎片段的连接
5. 需要 DNA 连接酶参与的过程有
A. DNA 复制 B. DNA 体外重组 C. DNA 损伤的切除修复 D. RNA 逆转录
6. DNA 损伤的光修复作用是一种高度专一的修复方式，它只作用于紫外线引起的
A. 嘧啶二聚体 B. 嘌呤二聚体 C. 嘧啶-嘌呤二聚体 D. 为两个单独的嘧啶碱基
7. 真核细胞 RNA 聚合酶 II 催化合成的是
A. 18SRNA B. mRNA C. tRNA D. 5SRNA E. rRNA
8. 转录指下列哪一过程
A. 以 RNA 为模板合成 DNA B. 以 DNA 为模板合成 RNA
C. 以 RNA 为模板合成蛋白质 D. 以 DNA 为模板合成 DNA
9. hnRNA 是
A. 存在于细胞核内的 tRNA 前体 B. 存在于细胞核内的 mRNA 前体

C. 存在于细胞核内的 rRNA 前体 D. 存在于细胞核内的 snRNA 前体

10. 基因有两条链, 与 mRNA 序列相同(T 代替 U)的链叫做

A. 有义链 B. 反义链 C. 重链 D. cDNA 链

11. 下列关于逆转录酶的叙述哪一个是错误的

A. 它以 RNA 为模板指导 DNA 的合成 B. 它也可以 DNA 为模板指导 DNA 的合成

C. 它具有 RNase H 活性 D. 逆转录酶的作用不需要引物

(四) 判断题

1. 在 *E.coli* 细胞和真核细胞中都是由 DNA 聚合酶 I 切除 RNA 引物。

2. 逆转录酶催化 RNA 指导的 DNA 合成不需要 RNA 引物。

3. RNA 病毒不含 DNA 基因组, 根据中心法则它必须先进行反转录, 才能复制和增殖。

4. 原核细胞和真核细胞的 RNA 聚合酶都能够直接识别启动子。

5. 大肠杆菌染色体 DNA 由两条链组成, 其中一条链充当模板链, 另外一条链充当编码链。

(五) 分析和计算题

1. 若使 ^{15}N 标记的大肠杆菌在 ^{14}N 培养基中生长三代, 提取 DNA, 并用平衡沉降法测定 DNA 密度, 其 ^{14}N -DNA 分子与 ^{14}N - ^{15}N 杂合 DNA 分子之比应为多少?

2. 真核生物 DNA 聚合酶有哪几种? 它们的主要功能是什么?

3. 真核细胞中有几种 RNA 聚合酶? 它们的主要功能是什么?

4. 真核生物三类启动子各有何结构特点?

参考答案

(一) 名词解释

1. DNA 复制的一种方式。每条链都可用作合成互补链的模板, 合成出两分子的双链 DNA, 每个分子都是由一条亲代链和一条新合成的链组成。

2. 相对比较短的 DNA 链(大约 1000 核苷酸残基), 是在 DNA 的滞后链的不连续合成期间生成的片段, 这是 Reiji Okazaki 在 DNA 合成实验中添加放射性的脱氧核苷酸前体观察到的。

3. 一种多蛋白复合体, 包含 DNA 聚合酶, 引发酶, 解旋酶, 单链结合蛋白和其它辅助因子。复制体位于每个复制叉处, 进行染色体 DNA 复制的聚合反应。

4. 双链 DNA 中, 不能进行转录的那一条 DNA 链, 其核苷酸序列与转录生成的 RNA 的序列一致(在 RNA 中是以 U 取代了 DNA 中的 T)。

5. 在转录后的加工中, 从最初的转录产物除去的内部的核苷酸序列。术语内含子也指 DNA 中编码相应 RNA 的区域。

6. 既存在于最初的转录产物中, 也存在于成熟的 RNA 分子中的核苷酸序列。术语外显子也指 DNA 中编码相应 RNA 的区域。

(二) 填空题

1. 前导链, 随从链; 2. 四种脱氧核糖核苷三磷酸, RNA; 3. RNA 引物, DNA 聚合酶 III, DNA 聚合酶 I, DNA 连接酶; 4. NAD, ATP; 5. α 2β β' σ , α 2β β' ; 6. σ , ρ ; 7. 戴帽, 加尾, 剪接, 甲基化修饰; 8. DNA, 逆转录酶。

(三) 选择题

1. (E) DNA 复制时需要 DNA 聚合酶、DNA 连接酶、拓朴异构酶、解链酶等, 不需要限制性内切酶。

2. (C) DNA 复制中的引物是由 DNA 为模板合成的 RNA 片段, 给后续底物的掺入提供 3' 羟基。

3. (C) DNA 复制时, 子链的合成方向都是 $5' \rightarrow 3'$, 且先导链的合成是连续的, 滞后

链的合成是不连续的。

4. (C) *E. coli* 细胞中 DNA 聚合酶 I 的作用主要是切除 RNA 引物，DNA 聚合酶 III 的作用是参与 DNA 的复制。

5. (A, B, C) DNA 复制、DNA 体外重组以及 DNA 损伤的切除修复都需要 DNA 连接酶参与。

6. (A) 可见光激活了细胞内的光裂合酶，使之与嘧啶二聚体结合，并将其分开，恢复为两个单独的嘧啶碱基。

7. (B) 真核细胞 RNA 聚合酶 II 催化合成的是 mRNA。

8. (B) 转录是指以 DNA 为模板合成 RNA 的过程。

9. (B) hnRNA 是存在于细胞核内的 mRNA 前体，是 mRNA 转录的初始产物。

10. (A) 基因有两条链，与 mRNA 序列相同的链叫做有义链。

11. (D) 逆转录酶兼有三种酶的活力，作用时需要引物。

(四) 判断题

1. 错。真核细胞 DNA 复制中的 RNA 引物由 Rnase H1 和 MF-1 核酸酶水解。

2. 错。需要 tRNA 作为引物。

3. 错。RNA 也可作为遗传信息的基本携带分子，并将自身信息通过复制传递给子代分子。

4. 错。原核细胞的 RNA 聚合酶能够直接识别启动子，并与启动子结合，但真核细胞的三种 RNA 聚合酶并不能识别启动子，它们与启动子的结合需要特殊的转录因子帮助。

5. 错。不同的基因使用不同的链作为其编码链和模板链。

(五) 分析和计算题

1. ^{15}N 标记的大肠杆菌利用培养基中的 ^{14}N 合成 DNA，第一代 DNA 双链都是 $^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$ 杂合 DNA 分子。第二代分别是以第一代中的 ^{14}N 和 ^{15}N 链作为母链合成新的 DNA，所以 ^{14}N -DNA 分子与 $^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$ 杂合 DNA 分子之比为 1:1。第三代中的 ^{14}N 和 ^{15}N 母链的分子之比是 3:1，所以 ^{14}N -DNA 分子与 $^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$ 杂合 DNA 分子之比应为 3:1。

2. 真核生物的 DNA 聚合酶有 α 、 β 、 γ 、 δ 、 ϵ 五种，均具有 $5' \rightarrow 3'$ 聚合酶活性，DNA 聚合酶 γ 、 δ 和 ϵ 有 $3' \rightarrow 5'$ 外切酶活性，DNA 聚合酶 α 和 β 无外切酶活性。DNA 聚合酶 α 用于合成引物，DNA 聚合酶 δ 用于合成细胞核 DNA，DNA 聚合酶 β 和 ϵ 主要起修复作用，DNA 聚合酶 γ 用于线粒体 DNA 的合成。

3. 真核生物的 RNA 聚合酶，按照对 α -鹅膏蕈碱的敏感性不同进行分类：RNA 聚合酶 I 基本不受 α -鹅膏蕈碱的抑制，在大于 10^{-3}mol/L 时才有轻微的抑制。RNA 聚合酶 II 对 α -鹅膏蕈碱最为敏感，在 10^{-8}mol/L 以下就会被抑制。RNA 聚合酶 III 对 α -鹅膏蕈碱的敏感性介于聚合酶 I 和聚合酶 II 之间，在 10^{-5}mol/L 到 10^{-4}mol/L 才会有抑制现象。RNA 聚合酶 I 存在于核仁中，其功能是合成 5.8S rRNA、18S rRNA 和 28S rRNA。RNA 聚合酶 II 存在于核质中，其功能是合成 mRNA、snRNA。RNA 聚合酶 III 也存在于核质中，其功能是合成 tRNA 和 5S rRNA 及转录 Alu 序列。

4. 真核生物三类启动子分别由 RNA 聚合酶 I、II、III 进行转录。类别 I 启动子包括核心启动子和上游控制元件两部分，需要 UBF1 和 SL1 因子参与作用。类别 II 启动子包括四类控制元件：基本启动子、起始子、上游元件和应答元件。识别这些元件的反式作用因子由通用转录因子、上游转录因子和可诱导的因子。类别 III 启动子有两类：上游启动子和基因内启动子，分别由装配因子和起始因子促进转录起始复合物的形成和转录。