

第十三章 RNA的生物合成

本章重点介绍转录的特征，过程 调控及RNA的加工过程。掌握转录的原料、模板、酶、及转录的基本过程，熟悉编码链、模板链的概念；掌握原核生物RNA聚合酶的结构、性质和功能；掌握原核生物启动子的结构及转录的起始、延长和终止的过程。了解真核生物RNA聚合酶的结构和转录机制。通过乳糖操纵子和色氨酸操纵子掌握原核转录调控的机制。了解RNA的加工过程，特别是真核生物mRNA前体的加工过程。

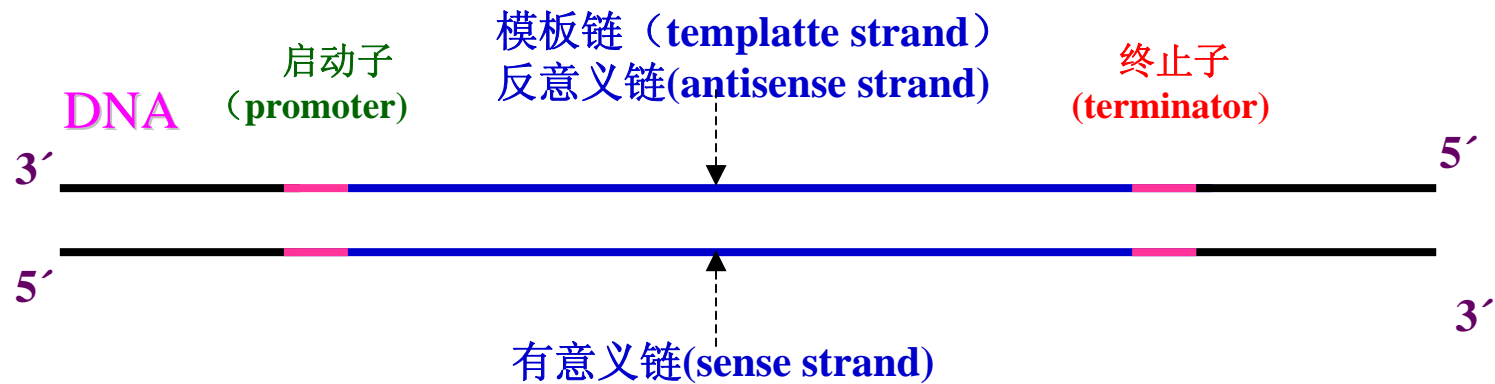
思考？

目录

- 第一节 不对称转录
- 第二节 原核生物RNA的合成
- 第三节 原核转录调控
- 第四节 真核生物RNA的合成及其调控
- 第五节 RNA的转录后加工

DNA的有义链和反义链

RNA的转录从DNA模板的特定位点开始，并在一定的位点终止，此转录区域为一个转录单位。

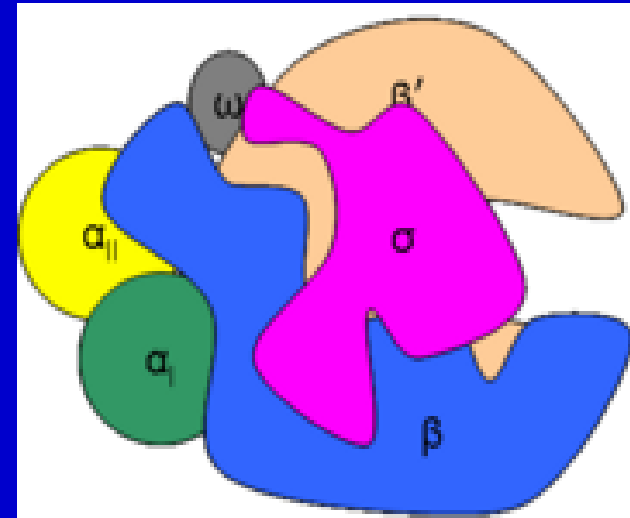
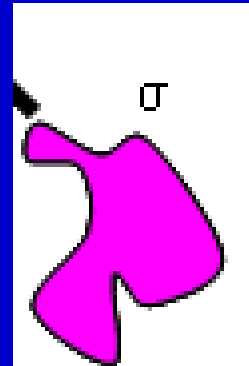
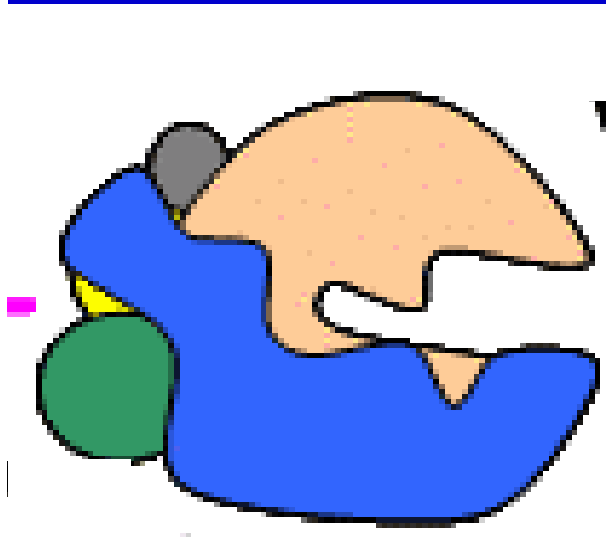


第二节 原核生物RNA的合成

- 原核生物中的RNA聚合酶
- 原核生物的启动子结构
- 原核生物的转录过程



大肠杆菌RNA聚合酶的结构示意图



核心酶 ($\alpha_2\beta\beta'\omega$)

起始因子 σ

全酶 ($\alpha\beta\beta'\omega\sigma$)

β' : 和模板DNA结合

β : 与NTP结合并催化聚合反应

α : 二聚体参与RNA聚合酶的组装

ω : ?

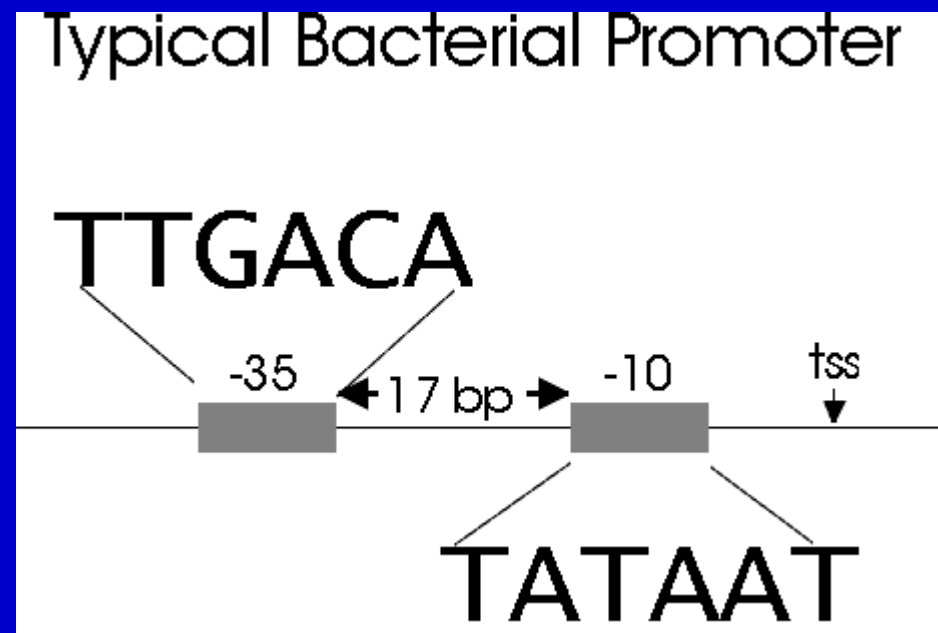
σ : 识别启动子, 起始因子

RNA聚合酶没有3'-5'外切酶活性, 缺少校对功能, 可被利福平和利福霉素抑制



原核生物的启动子结构

启动子是RNA聚合酶识别、结合并开始转录的一段DNA序列，是控制转录的关键部位。原核生物的启动子包括转录起点、-10区，-35区以及-10区和-35区之间的间隔区。



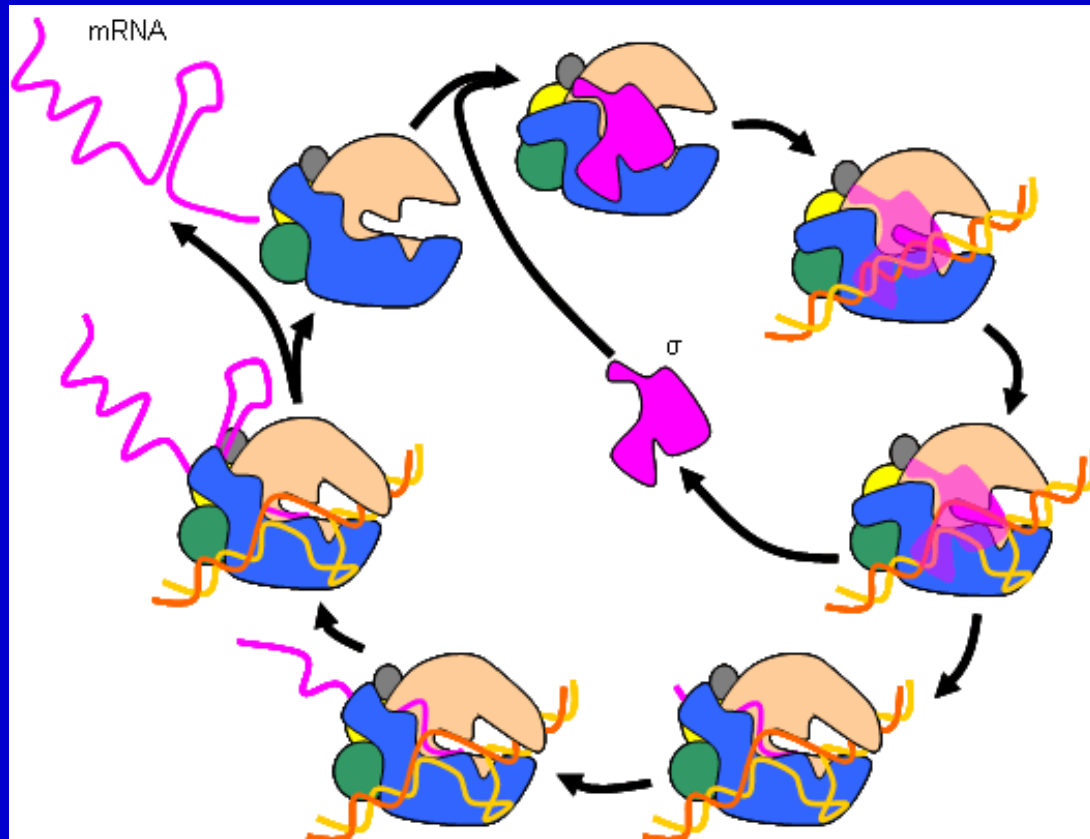
转录

(DNA指导下RNA的合成)

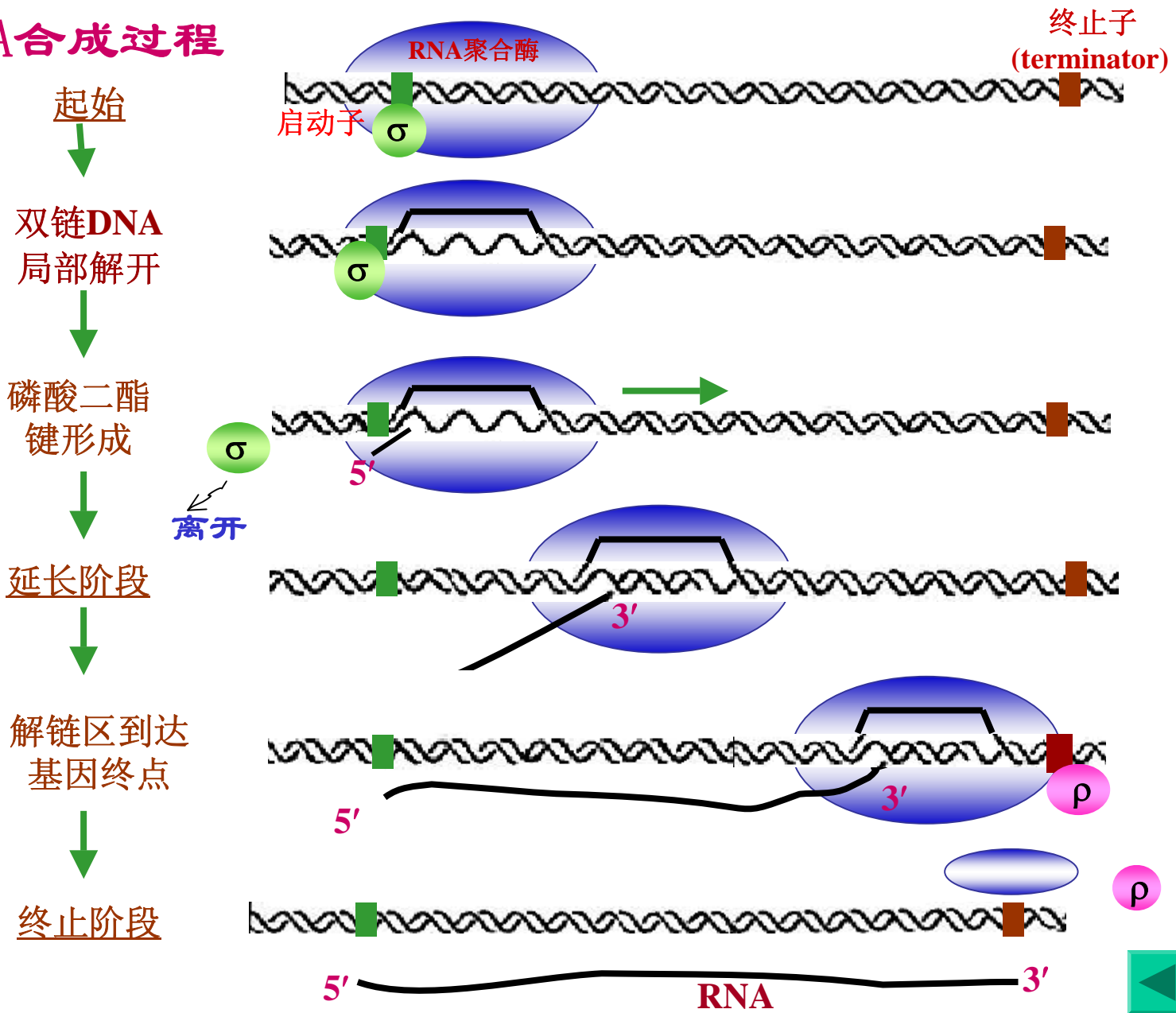
起始阶段

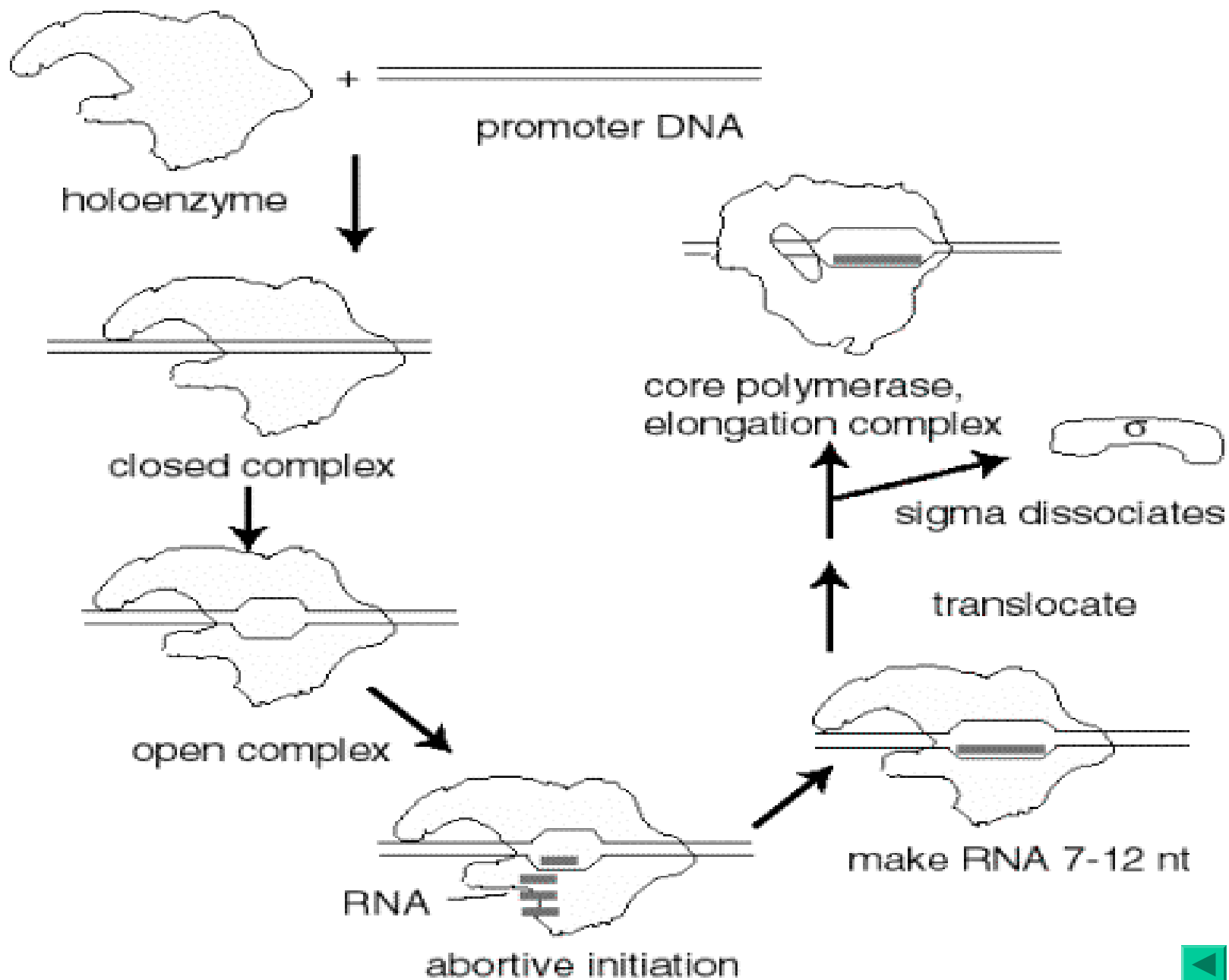
延长阶段

终止阶段

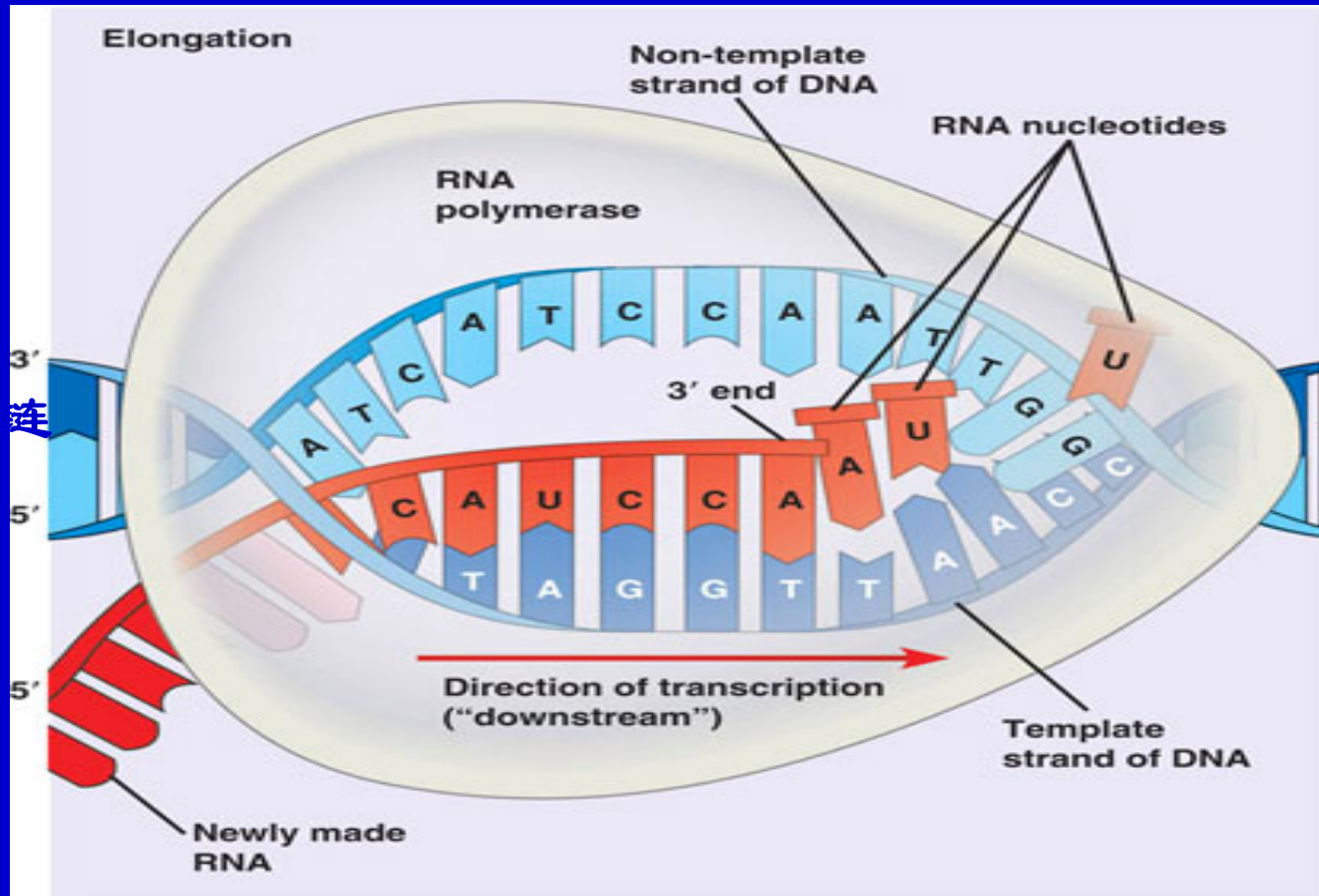


RNA合成过程



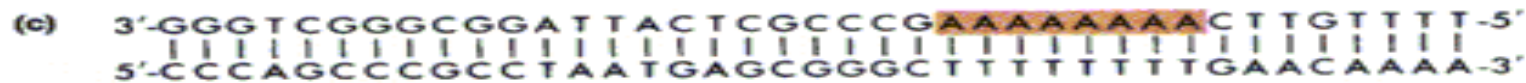
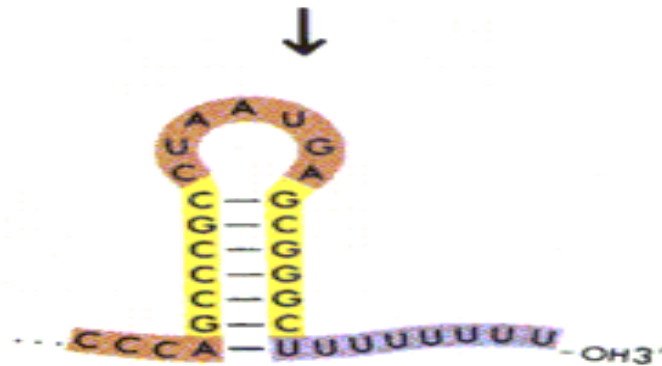
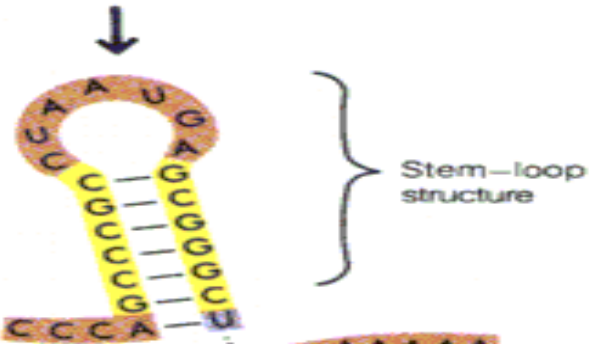
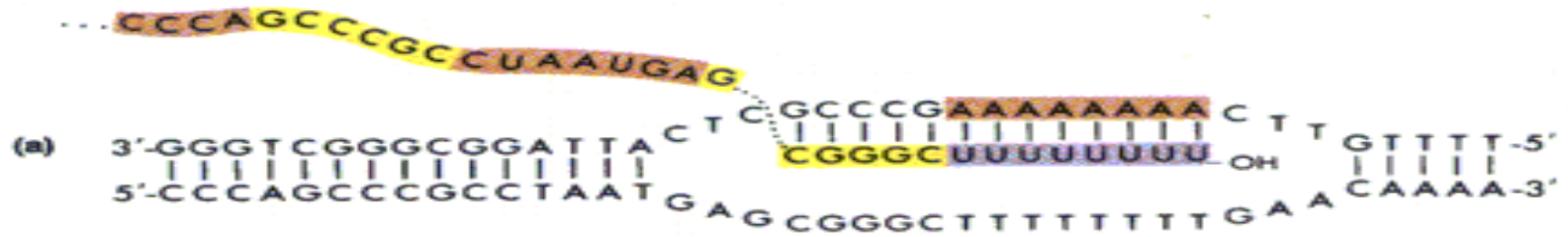


RNA链的延伸图解



RNA-DNA 杂交螺旋



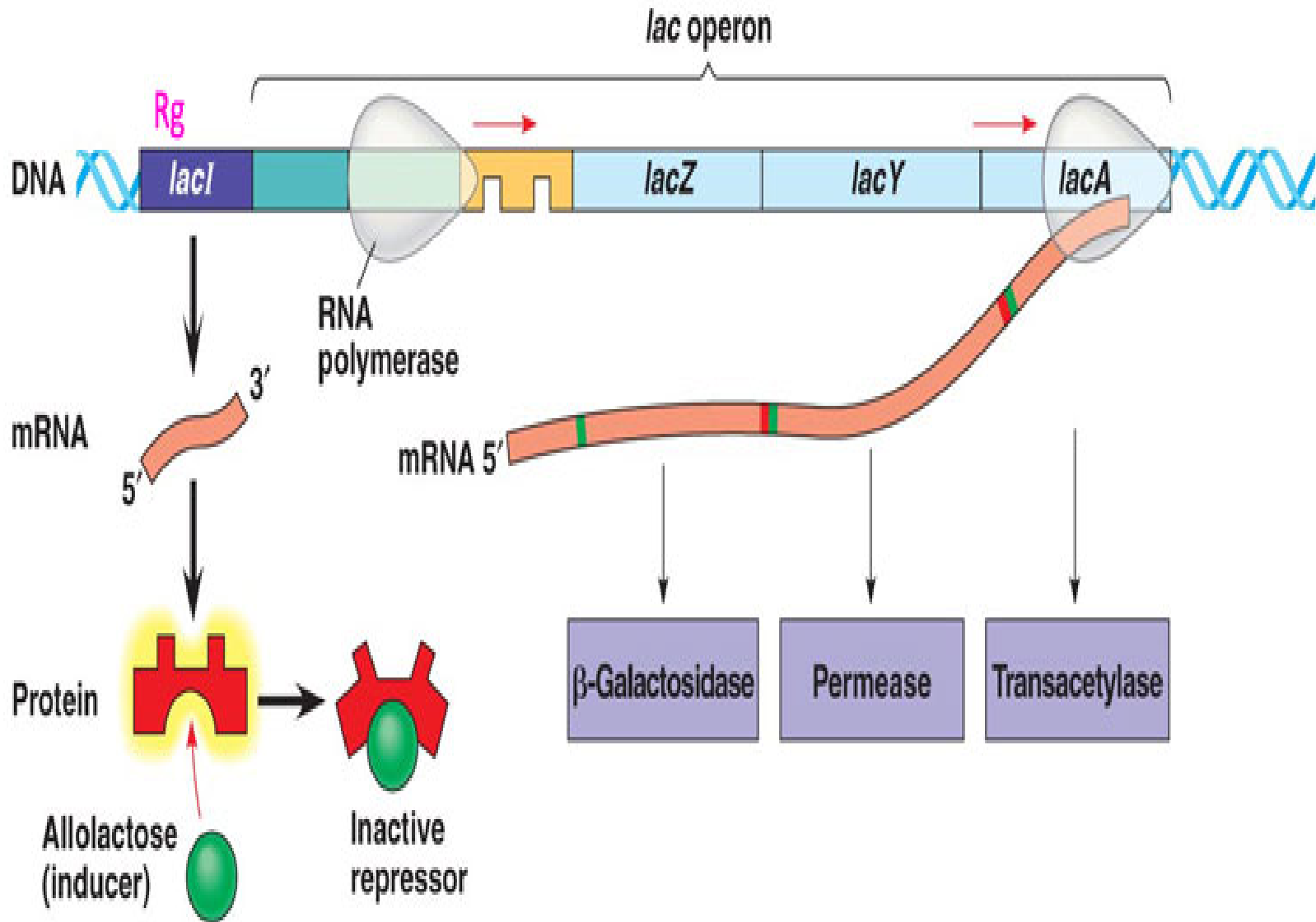


第三节 原核转录调控

操纵子是原核生物染色体上控制蛋白质合成的功能单位，包括结构基因区和调控区，有些操纵子还包括其它位点。

1. 乳糖操纵子 (*lac operon*)
2. 色氨酸操纵子

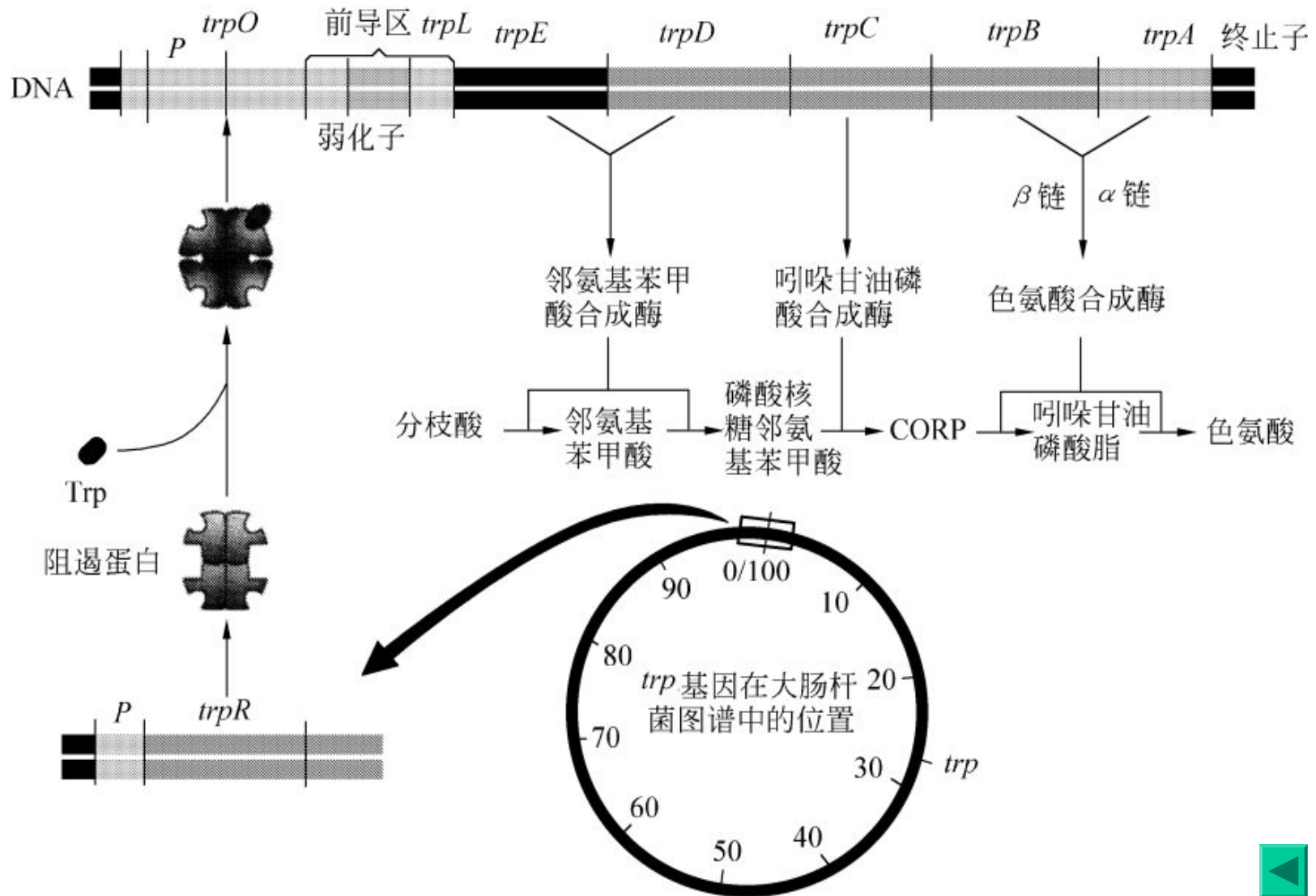




(b) Lactose present, repressor inactive, operon on



色氨酸操纵子



第四节 真核生物RNA的合成及其调控

- **RNA聚合酶**

RNA聚合酶I: 定位核仁, 转录产物45sRNA前体

RNA聚合酶II: 定位核质, 转录核不均一RNA

RNA聚合酶III: 定位核质, 转录小分子量RNA

- **真核生物的启动子**

RNA聚合酶II的启动子中元件分为3类

基础元件+上游元件+应答元件

- **真核生物的转录过程**

- **真核生物的转录调控**



第五节 RNA的转录后加工

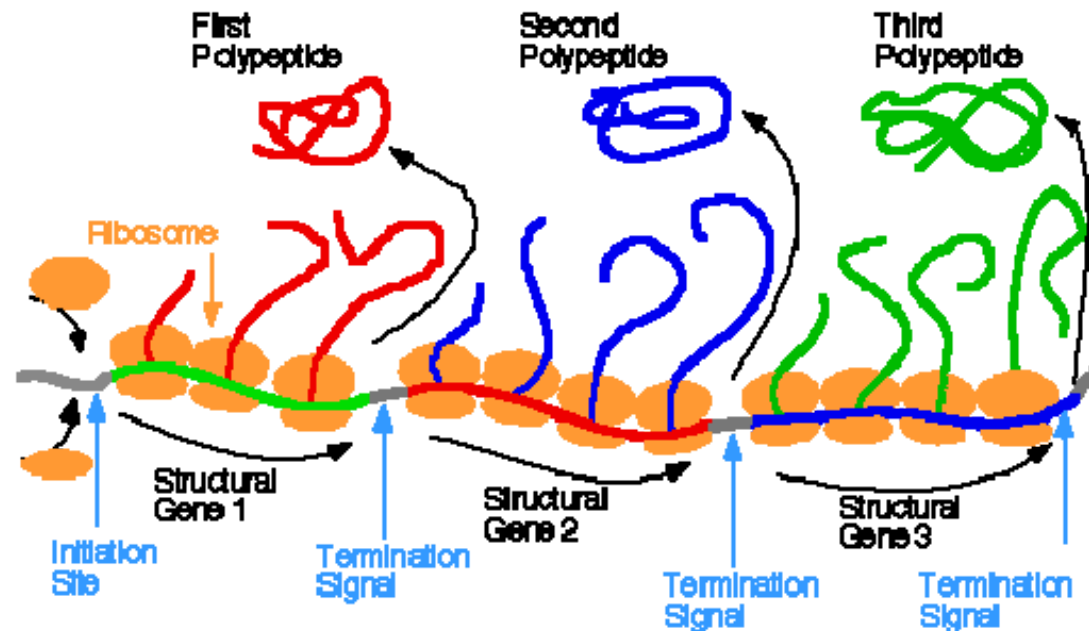
由RNA聚合酶最初合成的RNA都是不成熟的RNA前体，需要经过加工才能形成有功能的RNA。对不成熟的RNA前体进行加工的过程就称为RNA的转录后加工（post transcriptional processing）。加工过程包括剪掉内含子并将外显子拼接起来，这个过程叫做剪接。加工的过程还包括两个末端的切除及形成特殊的结构，修饰特定的碱基或核糖分子。

- 原核生物RNA转录后加工
- 真核生物RNA转录后加工
- 真核和原核生物转录的差别

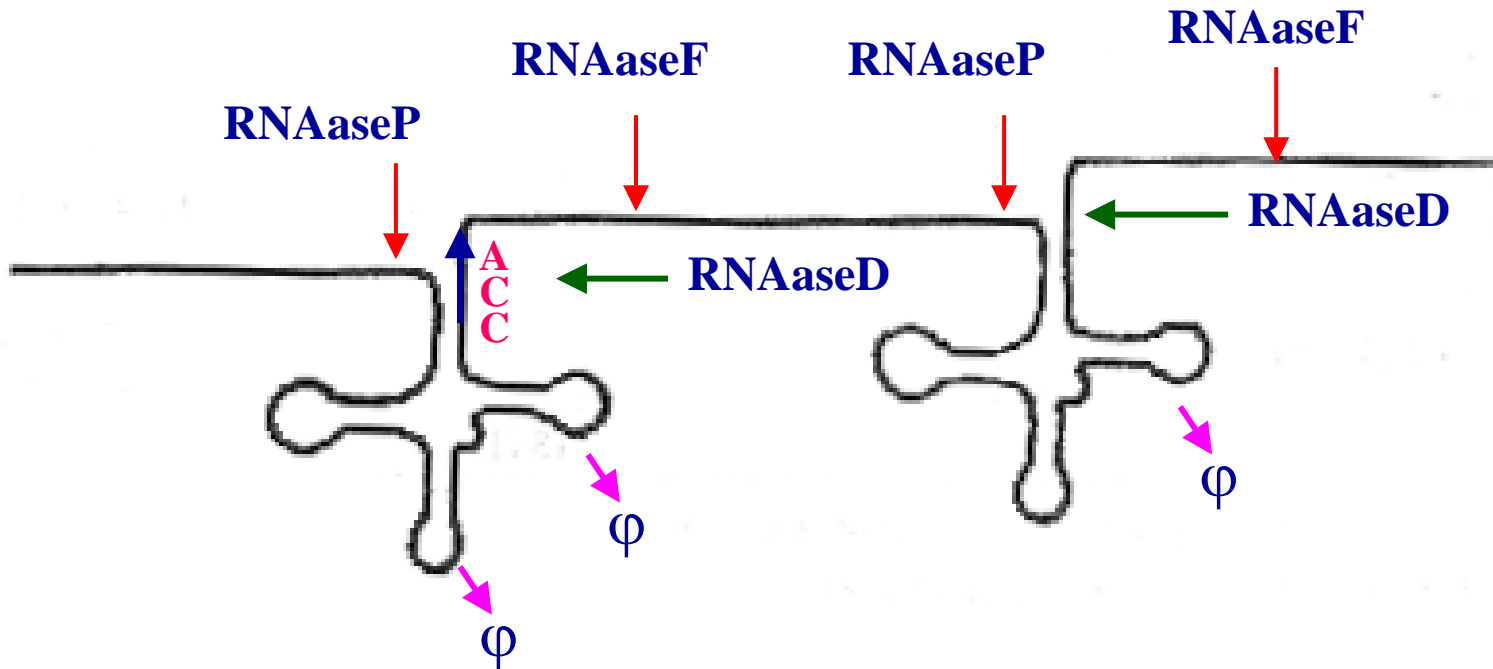


原核生物中mRNA前体的加工

原核生物往往是多个结构基因利用共同的启动子和共同的终止信号转录形成一条mRNA分子，但是蛋白质是单独形成的，称为多顺反子

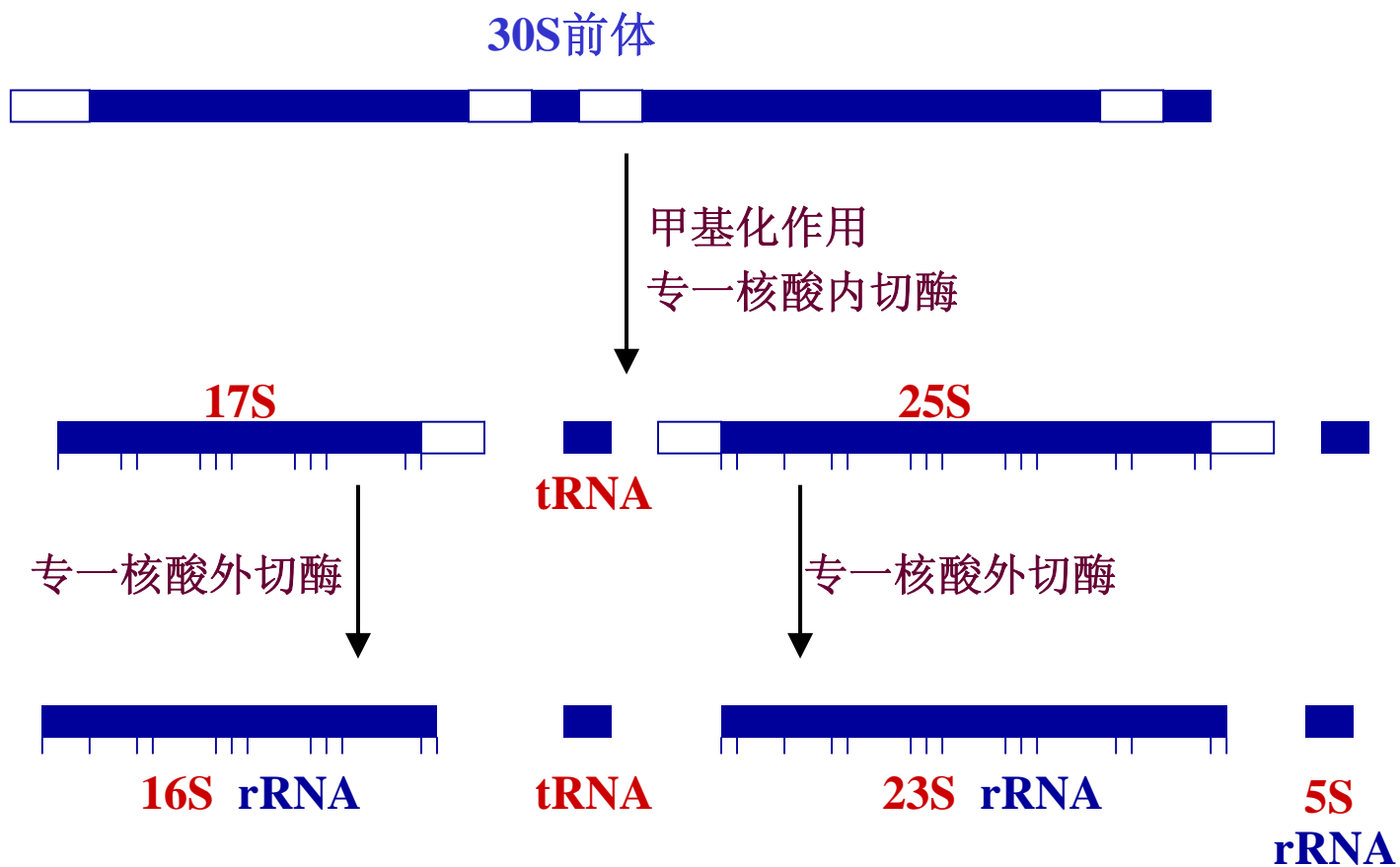


原核生物中tRNA前体分子的加工



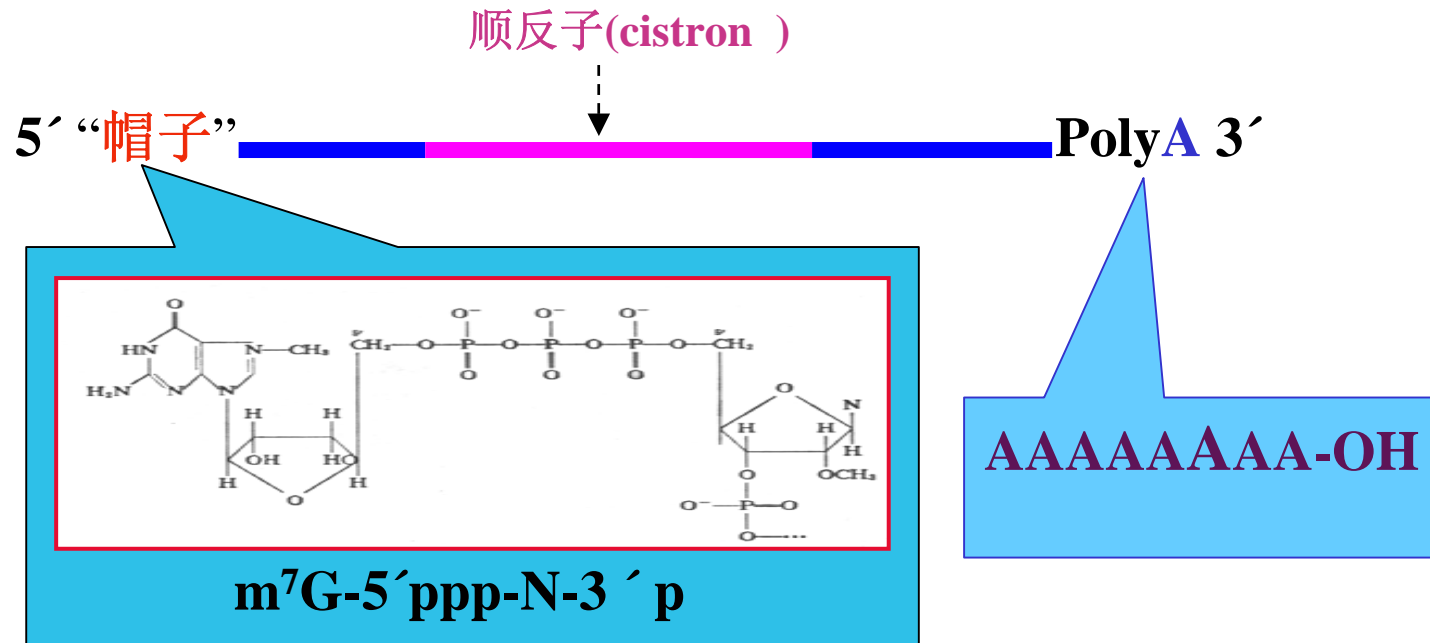
- ↓ 表示核酸内切酶的作用 ← 表示核酸外切酶的作用
↑ 表示核苷酸转移酶的作用 ↘ 表示异构化酶的作用

原核生物中rRNA前体的加工



真核细胞mRNA的加工

- 5' 端接上一个“帽子”(CAP)结构
- 3' 端添加PolyA“尾巴”, 由RNA末端核苷酸转移酶催化
- 剪接: 剪去内含子(intron), 拼接外显子(extron)



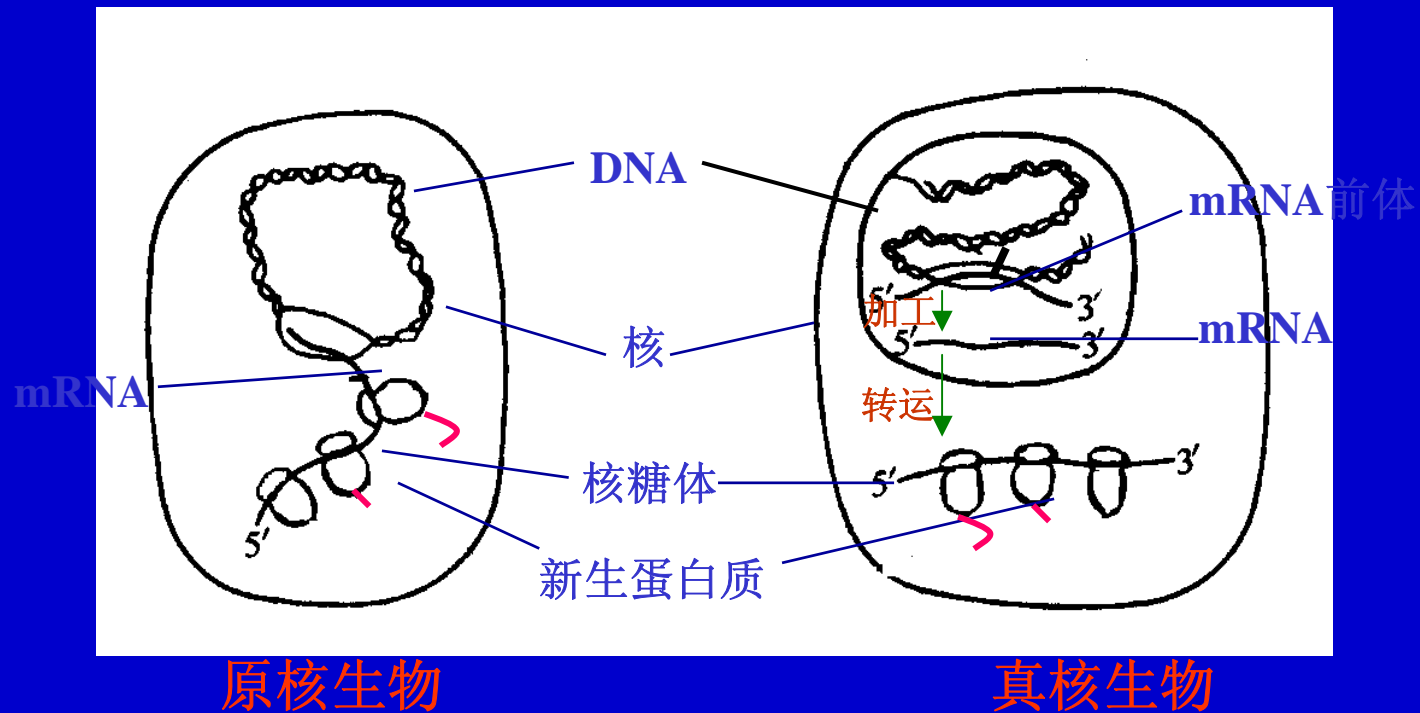
真核生物rRNA前体的加工

真核生物tRNA前体的加工



真核生物和原核生物转录的差别

- 真核生物中转录与翻译在不同的区域
- RNA聚合酶不相同
- 启动子不同
- 转录后RNA加工修饰不同



DNA和RNA合成的比较

	DNA的合成(复制)	RNA的合成(转录)
合成部位	主要在细胞核中,也在叶绿体、线粒体中	核仁:rRNA 核质:mRNA、tRNA 线粒体、叶绿体也进行
底物	dNTP(4种): dATP、dGTP、dCTP、dTTP	NTP(4种) ATP、GTP、CTP、UTP
模板	DNA的两条链	DNA中的任一条链
酶	RNA聚合酶 DNA聚合酶I、II、III(原核) DNA聚合酶 α 、 β 、 γ 、 δ (真核) 连接酶、拓扑异构酶 解链酶、单链结合蛋白 dnaB	DNA指导下的RNA聚合酶($\alpha_2\beta\beta'\sigma$)
引物	要RNA作引物	不要引物
作用机理	引物或正延长的DNA的3'-OH向新加入的dNTP的5'-磷酸进行亲核进攻	正延长的RNA的3'-OH向新加入的NTP的5'-磷酸进行亲核进攻
链的延长方向	5'→3'合成,3'-OH端延长	5'→3'合成,3'-OH端延长
合成方向	半保留复制	全保留转录
产物	双链DNA	单链RNA

问答题

- 1、比较DNA复制与RNA转录的异同。
- 2、比较DNA聚合酶与RNA聚合酶催化作用的异同。
- 3、DNA复制的高度准确性是通过什么来实现的？
- 4、肽链合成后的加工处理主要有哪些方式？
- 5、何谓基因工程？简述其基本理论、基本过程及应用价值

名词解释

中心法则	半保留复制	转录	反转录	翻译
有意义链	反意义链	内含子	外显子	
冈崎片段	突变			



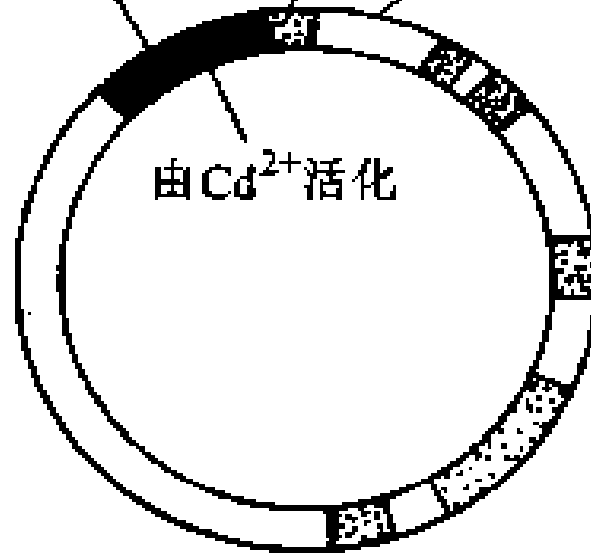
小鼠的金属巯基
组氨酸三甲内盐

N-端外显子

内含子

由 Cd^{2+} 活化

大鼠生长
激素的基因



大白鼠的生长激素基因插入到一个质粒中去，在金属巯基蛋白启动子旁边，这个启动子被金属镉所活化

