

## 第 32 章 蛋白质的生物合成 答案

### 一、填空题

1. 64, 3, UAA, UAG, UGA, AUG, 甲硫氨酸。
2. 70, 50, 30, 80, 60, 40
3. U, C, A
4.  $tRNA_{f}^{甲硫}$ ,  $fMet-tRNA_{f}^{甲硫}$ ,  $tRNA_{I}^{甲硫}$ ,  $Met-tRNA_{f}^{甲硫}$
5. 进位, 转肽, 移位, 一, EFTu, EFTs, EFG
6. 5'-, 嘌呤, 3'-
7. TψC, ATP 水解
8. RF<sub>1</sub>, RF<sub>2</sub>, RF<sub>3</sub>
9. 磷酸化, 糖基化, 脱甲基化, 信号肽切除
10. 活化, 氨酰-tRNA 合成, 氨酰-tRNA。
11. mRNA, 密码子, 反密码子, 反密码子。
12. mRNA, tRNA, 核糖体。
13. 遗传密码。
14. AA-tRNA, 转肽酶
15. 遗传密码
16. m<sup>7</sup>GpppG-, polyA
17. 大亚基, 小亚基
18. 链霉素, 嘌呤霉素, 氯霉素

### 二、选择题

- 1.C 2.D 3.B 4.A 5.C
- 6.B 7.B 8.D 9.D 10.C
- 11.D 12.C 13.D 14.C 15.C
- 16.D 17.A 18.C 19.D 20.A
- 21.C 22.D 23.D 24.B 25.C

### 三、名词解释

1. Translation (翻译): 根据遗传密码的中心法则, 将成熟的 mRNA 分子中“碱基的排列顺序”(核苷酸序列) 解码, 并生成对应的特定氨基酸序列的过程。
2. Genetic central dogma (遗传学中心法则): 描述从一个基因到相应蛋白质的信息流的途径。遗传信息贮存在 DNA 中, DNA 被复制传给子代细胞, 由 DNA 转录成 RNA, 然后 RNA 翻译成多肽。不过, 由于逆转录酶的反应, 也可以以 RNA 为模板合成 DNA。此外 RNA 还可以自我复制。
3. Genetic code (遗传密码): 指核苷酸三联体决定氨基酸的对应关系。
4. Codon (密码子): 三联体核苷酸残基序列, 该序列编码一个指定的氨基酸。
5. Anticodon (反密码子): tRNA 分子二级结构的反密码环中部的三个相邻核苷酸组成反密码子。它们与结合在核糖体上的 mRNA 中的核苷酸(密码子) 根据碱基配对原则互补成对, 因此在蛋白质合成过程中, 携带特定氨基酸的 tRNA 凭借自身的反密码子识别 mRNA 上的密码子, 把所携带的氨基酸掺入到多肽链的一定位置上。
6. Initiation codon (起始密码子): 指定蛋白质合成起始位点的密码子, 最常见的起始密码子是 AUG, 对应合成甲硫氨酸(蛋氨酸)。

7. Termination codon (终止密码子): 任何 tRNA 分子都不能正常识别的, 但可被特殊的蛋白结合并引起新合成的肽链从翻译机器上释放的密码子。存在三个终止密码子 UAG, UAA 和 UGA。

8. Open reading frame (ORF, 开放读码框架): mRNA 分子中含有密码子信息的区域, 它的 5'-端为起始密码子, 3'-端为终止密码子。

9. Degeneracy (密码的简并性): 同一种氨基酸具有两个或更多个密码子的现象称为密码子的简并性, 也就是多个密码子可以编码同一个氨基酸, 常常是密码子上第一、二位上碱基不变, 第三位碱基可改变。

10. Wobble (变偶性, 摆动性): 对氨基酸专一的密码子的头两个碱基与相应 tRNA 上反密码子的第 2 个和第 3 个碱基互补配对, 而密码子的第 3 个碱基 (3'端) 与反密码子 5'端碱基的配对专一性相对较差, 被称为摆动配对, 摆动配对自由度的大小由 tRNA 反密码子第一位碱基的种类决定。

11. Ribosome (核糖体): 是细胞内一种核糖核蛋白颗粒, 其惟一功能是按照 mRNA 的指令将氨基酸合成蛋白质多肽链, 所以核糖体是细胞内蛋白质合成的分子机器。

12. Polyribosome (多核糖体): 结合在一个 mRNA 分子上的多个核糖体, 可同时合成多条肽链。

13. Shine-Dalgarno sequence (SD 序列): 在原核生物中, mRNA 分子上有两个核糖体结合位点, 一个是起始密码 AUG, 一个是在细菌 mRNA 起始密码子 AUG 上游 3bp-11bp 处的 3bp-9bp 的序列, 它是一段富含嘌呤的碱基序列, 能与细菌富含嘧啶核苷酸的 16SrRNA 3'端识别, 帮助从起始 AUG 处开始翻译。后者是 1974 年由 J.Shine 和 L.Dalgarno 发现的, 故称为 SD 序列。

14. Signal peptide (信号肽): 在真核生物未成熟的分泌性蛋白质中, 可被细胞转运系统识别的特征性氨基酸序列, 可以引导多肽链转移到细胞的适当靶部位。其特点是通常在被转运多肽链的 N 端; 某些位于多肽链内部; 长度在 10~40 个氨基酸残基范围; 氨基端至少含有一个带正电荷的氨基酸; 中部有一段长度为 10~15 个高度疏水性氨基酸组成疏水肽段; 羧基端有一个可被信号肽酶识别的位点。

15. Chaperone (分子伴侣): 一组从细菌到人广泛存在的蛋白质, 非共价地与新生肽链和解折叠的蛋白质肽链结合, 并帮助它们折叠和转运, 通常不参与靶蛋白的生理功能。主要有三大类: 伴侣蛋白、热激蛋白 70 家族和热激蛋白 90 家族。

16. Monocistron (单顺反子): 真核基因转录产物为单顺反子, 即一个基因编码一条多肽链或 RNA 链, 每个基因转录有各自的调节元件。

17. Polycistron (多顺反子): 原核基因转录产物为多顺反子, 即几种不同的 mRNA 连在一起, 相互之间由一段短的不编码蛋白质的间隔序列所隔开, 这样的一条 mRNA 链含有指导合成几种蛋白质的信息。

#### 四、简答题

1. 氨酰-tRNA 合成酶在多肽合成中的作用特点和意义:

氨酰-tRNA 合成酶具有高度的专一性: 一是对氨基酸有极高的专一性, 每种氨基酸都有一种专一的酶, 它仅作用于 L-氨基酸, 不作用于 D-氨基酸, 有的氨基酸-tRNA 合成酶对氨基酸的专一性虽然不很高, 但对 tRNA 仍具有极高专一性。这种高度专一性会大大减少多肽合成中的差错。

2. 原核生物与真核生物蛋白质合成起始氨基酸起始氨酰-tRNA 及起始复合物的异同点:

	原核生物	真核生物
起始氨基酸	甲酰甲硫氨酸	甲硫氨酸
起始复合物核糖体大小	70S	80S
起始氨基酰-tRNA	f <sup>Met</sup> -tRNA <sub>f</sub> <sup>甲硫</sup>	Met-tRNA <sub>I</sub> <sup>甲硫</sup>

### 3. 原核生物与真核生物 mRNA 的信息量及起始信号区结构上的主要差异:

	原核生物	真核生物
每个 mRNA 信息量	一般是多个顺反子	一般含单个顺反子
5'-端 AUG 上游	富含嘌呤碱	无此结构
5'-帽子	无	有
5'-尾巴 (polyA)	无	有

### 4. 遗传密码的基本特性:

(1) 方向性, 非重叠性, 连续, 无标点。

即在 mRNA 上, 密码子的阅读方向是 5'到 3'端, 从起始密码子到终止密码子, 密码子的排列是连续的, 既没有重叠也没有间隔。

(2) 简并性: 一个氨基酸有多个密码 (Trp、Met 除外), 称为同义密码子, 密码上第一、二位上碱基不变, 第三位碱基可改变。

(3) 变偶性: mRNA 上的密码子与 tRNA 上的反密码子配对时, 要求前两个碱基对是标准型的碱基互补, 以保证结合有最大限度的稳定性, 第三位碱基可以有一定的变动, 自由度的大小由反密码子的第一位碱基的种类决定。

(4) 通用性和变异性: 从最简单的生物 (病毒) 到人类, 使用同一套遗传密码; 也存在一些变异, 如: 线粒体和叶绿体中终止密码 UGA 改变为编码 Trp。

(5) 密码的防错系统: 在密码表中, 氨基酸的极性通常由密码子的第 2 个碱基决定, 简并性由第 3 个碱基决定。使密码子中的一个碱基被置换, 仍可编码相同的氨基酸, 或编码物理化学性质最接近的氨基酸, 从而使基因突变可能造成的危害降至最低程度。

### 5. tRNA、rRNA 和 mRNA 的结构和功能:

转运 RNA(tRNA)一级结构: 小分子, 一般由 74—93 个核苷酸构成, 分子量 25KD 上下, 沉降系数 4S。各种 tRNA 的 3'端为 CCA; 5'端大多数为 pG, 少数为 pC。含有较多的修饰成分。二级结构: 三叶草。三级结构: 倒 L 信使 RNA(mRNA) 起着传递遗传信息的作用核糖体 RNA(rRNA)

### 6. 原核生物中蛋白质的合成过程:

(1) 起始阶段: tRNA 与 mRNA 结合到核蛋白体上, 生成翻译起始复合物 (70S•mRNA•fMet-tRNA<sub>f</sub>) 肽链的延长

(2) 延伸阶段: 包括进位、成肽和转位 3 个步骤。

① 进位: 氨基酰-tRNA 根据遗传密码的指引, 在 GTP 和 EF-T 的协助下, 进入核蛋白体的 A 位。

② 成肽: 转肽酶催化肽键的形成

③ 转位: tRNA 脱落的同时, 核蛋白体向 mRNA 的 3'-端移动一个密码子的距离。由 EF-G 中的转位酶催化, 此步骤需 1 个 GTP。

进位、成肽、转位重复进行，肽链不断延长肽链。

(3) 终止阶段：合成的终止 RF 与终止密码辨认，结合肽链与 tRNA 分离，tRNA、mRNA 及 RF 从核蛋白体脱落下来。

#### 7. 真核生物和原核生物翻译起始的异同点：

(1) 相同点：① 都需生成翻译起始复合物；② 都需多种起始因子参加；③ 翻译起始的第一步都需核糖体的大、小亚基先分开；④ 都需要 mRNA 和氨酰-tRNA 结合到核糖体的小亚基上；⑤ mRNA 在小亚基上就位都需一定的结构成分协助；⑥ 小亚基结合 mRNA 和起始 tRNA 后才能与大亚基结合；⑦ 都需要消耗能量。

(2) 不同点：

原核生物：① 核糖体是 70S (30S+50S)；② IF 种类少 (3 种)；③ 起始氨酰-tRNA 是 fmet-tRNA(需甲酰化)；④ 需 SD 序列与 16S-tRNA 配对结合；⑤ 小亚基与起始氨酰-tRNA 结合后才与 mRNA 结合。

真核生物：① 核糖体是 80S(40S+60S)；② eIF 种类多 (10 多种)；③ 起始氨酰-tRNA 是 met-tRNA (不需甲酰化)；④ mRNA 没有 SD 序列；⑤ mRNA 在小亚基上就位需 5'端帽子结构和帽结合蛋白以及 eIF2⑥ mRNA 先于 met-tRNA 结合到小亚基上。