



生物学 (人教版)

必修2

遗传与进化

第四章 基因的表达

第1节 基因指导蛋白质的合成

事例：1993年，中国农业科学院的科学家将**苏云金杆菌抗虫蛋白基因**（Bt抗虫蛋白基因）转入普通棉花，培育出的**棉花植株会产生Bt抗虫蛋白**。抗虫转基因棉花的种植，减少了农药的用量，不仅大大降低了生产成本，还减少了农药对环境的污染。转入的是基因，得到的却是蛋白质！为什么会这样？



基因可以控制蛋白质的合成，这过程就是基因的表达。

基因如何指导蛋白质合成？

问题一：真核生物和原核生物DNA主要分布在哪里？

【参考答案】 主要存在于细胞核（真核生物）中；拟核（原核生物）

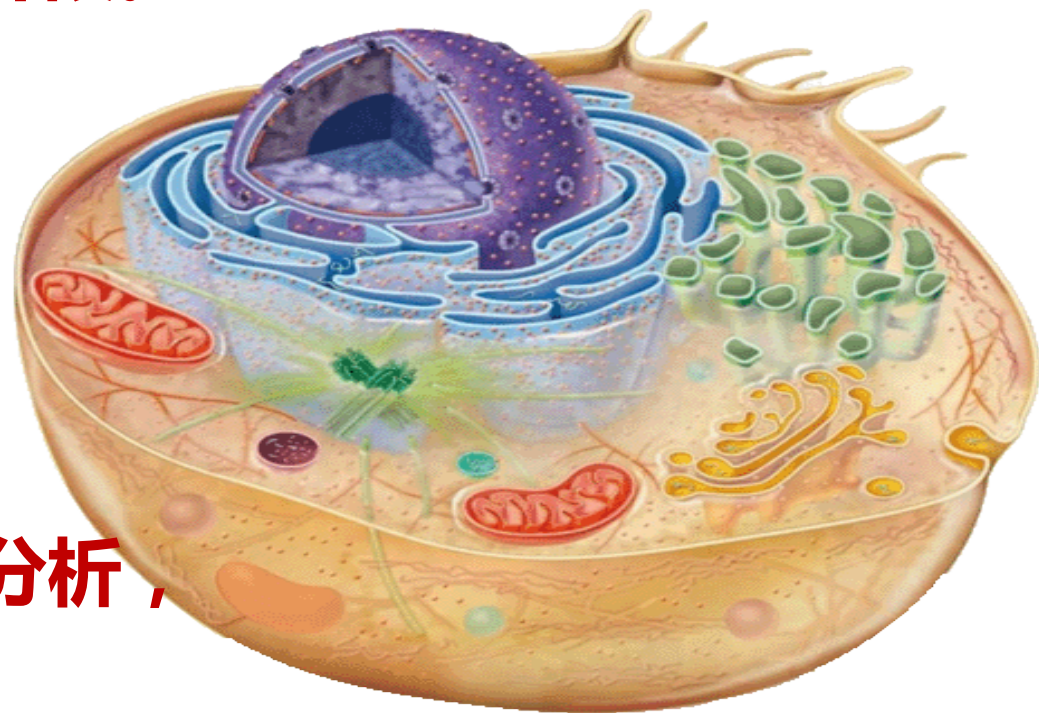
问题二：基因与DNA的关系？

【参考答案】 基因通常是有遗传效应的DNA片段。

问题三：蛋白质合成的场所在哪里？

【参考答案】 核糖体。

【本节聚焦】 DNA的分布和蛋白质的合成场所不同，那么遗传信息如何传递？结合以上分析，你能提出几种假设？



基因如何指导蛋白质合成？

假设一：DNA出细胞核？ X **假设二：核糖体进细胞核？ X**

【思考】细胞核中的DNA能不能出细胞核指导蛋白质的合成？

【理由】DNA是遗传物质；细胞核控制细胞的遗传和代谢。

真核生物的核膜具有选择透过性，DNA大分子无法穿过核膜。

【思考】核糖体能不能进入细胞核合成蛋白质？

【理由】细胞核的核孔通道直径为9nm，核糖体为圆形颗粒状，直径约23nm。

假设三：在DNA和蛋白质之间，有一种中间物质充当信使。

基因如何指导蛋白质合成？

【提出假说】 F.Jacob and J.Monod提出**细胞存在一种特殊的RNA是直接**
从DNA上合成的，它们的序列与DNA上的基因序列互补，然后被运输到细
胞质为蛋白质合成提供模板。 在一种蛋白质合成结束以后，它的mRNA将离
开核糖体，为其他的mRNAs“让路”。 **信使RNA假说**

【实验证明】 Brenner、Jacob和Meselson 使用噬菌体感染大肠杆菌，发现
感染后不久，就有一种**病毒特异性的RNA被合成并很快和细菌内本来存在的**
含有细菌rRNA的核糖体结合。 但这种新的病毒RNA并不是核糖体的永久性
成分，而只与核糖体短暂结合。这不正是假说中预测的mRNA 分子吗？

一、遗传信息的转录

◆ 阅读教材66—65页，从RNA的组成成分和结构角度分析，RNA适于作DNA信使的原因？

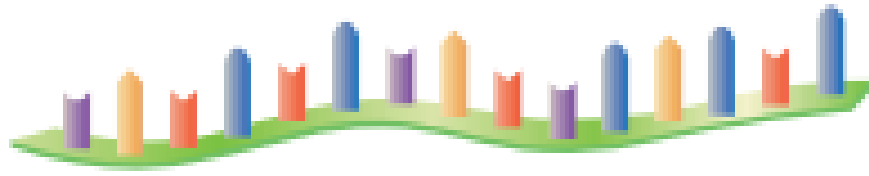
(1) 它的基本结构与DNA很相似，也是由基本单位核苷酸组成。

—DNA和RNA的比较—

	DNA	RNA
基本单位	脱氧核苷酸	核糖核苷酸
五碳糖	脱氧核糖	核糖
含N碱基	A、T、G、C	A、U、G、C
空间结构	规则双螺旋	一般单链

(2) RNA的结构：一般是单链，相对较短，可以通过核孔，从细胞核中移到细胞质中

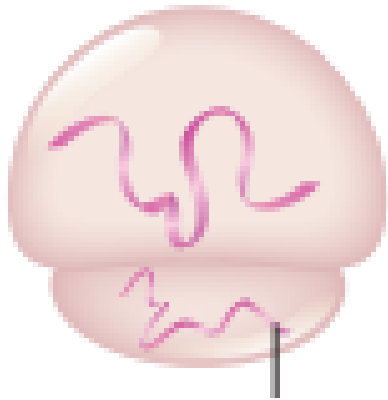
(3)RNA的种类(模式图)



信使 RNA (mRNA)



转运RNA (tRNA)



核糖体RNA (rRNA)

二、遗传信息的转录

阅读教材65-66页，尝试解决以下问题。

1. 转录的模板由谁提供？转录需要哪种酶的参与？
2. 转录发生的时间？
3. 转录的场所在哪里？
 - ①真核生物：主要在_____内，_____和_____也可以进行。
 - ②原核生物：主要在_____。
 - ③病毒：_____。
4. 转录的过程是怎样的？
5. 转录的条件是？
6. 转录的产物是什么？
7. 转录遵循的原则是什么？
8. 转录意义是什么？
9. 转录中遗传信息的传递方向是？

二、遗传信息的转录

阅读教材65-66页，尝试解决以下问题。

1. 转录的模板由谁提供？转录需要哪种酶的参与？

通过RNA聚合酶以DNA的一条链为模板合成的，这一过程叫做转录。

2. 转录发生的时间？

个体生长发育的整个过程（几乎所有活细胞中）

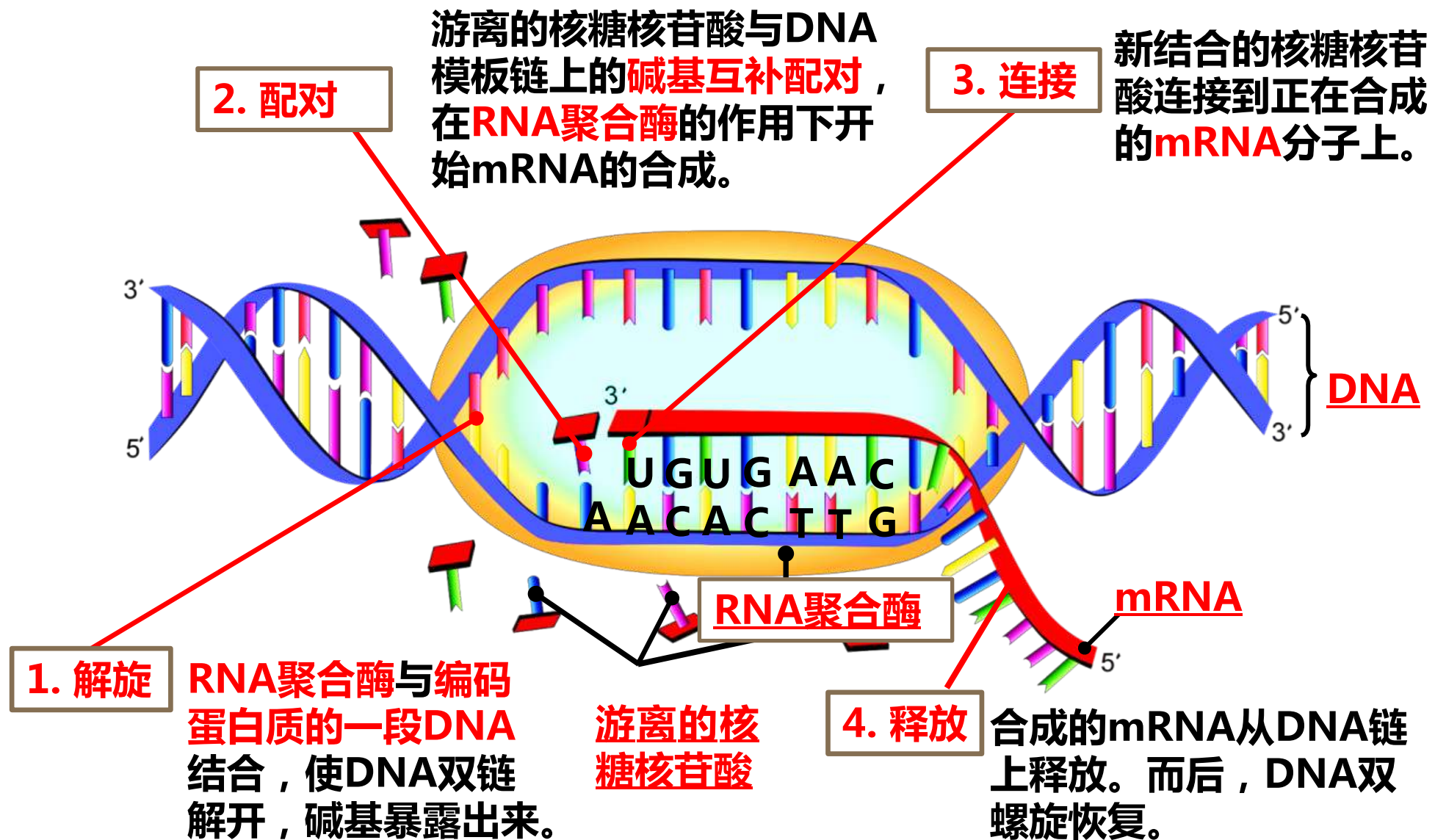
即细胞分裂、分化、衰老、凋亡过程都会发生。

3. 转录的场所在哪里？

①真核生物：主要在细胞核内，线粒体和叶绿体也可以进行。

②原核生物：主要在拟核内。 ③病毒：活细胞内。

4、转录过程



二、遗传信息的转录

阅读教材65-66页，尝试解决以下问题。

5. 转录的条件是？

①模板：DNA的其中一条链

②原料：游离4种核糖核苷酸

③能量：细胞提供的能量（ATP等）

④酶：RNA聚合酶等

*打开氢键、形成磷酸二酯键

6. 转录的产物有？ RNA（三种RNA都是）

7. 转录遵循的原则是？ 碱基互补配对原则



8. 转录意义是？ 遗传信息从DNA传递到RNA（mRNA）上，为翻译做准备。

9. 转录中遗传信息的传递方向是？ DNA到RNA

二、遗传信息的转录

◆ 思考*讨论

1.转录与DNA复制有那么共同之处？这对保证遗传信息的准确转录有什么意义？

转录与复制都需要模板、都遵循碱基互补配对原则。

碱基互补配对原则能够保证遗传信息传递的准确性。

2.与DNA复制相比，转录所需要的原料和酶各有什么不同？

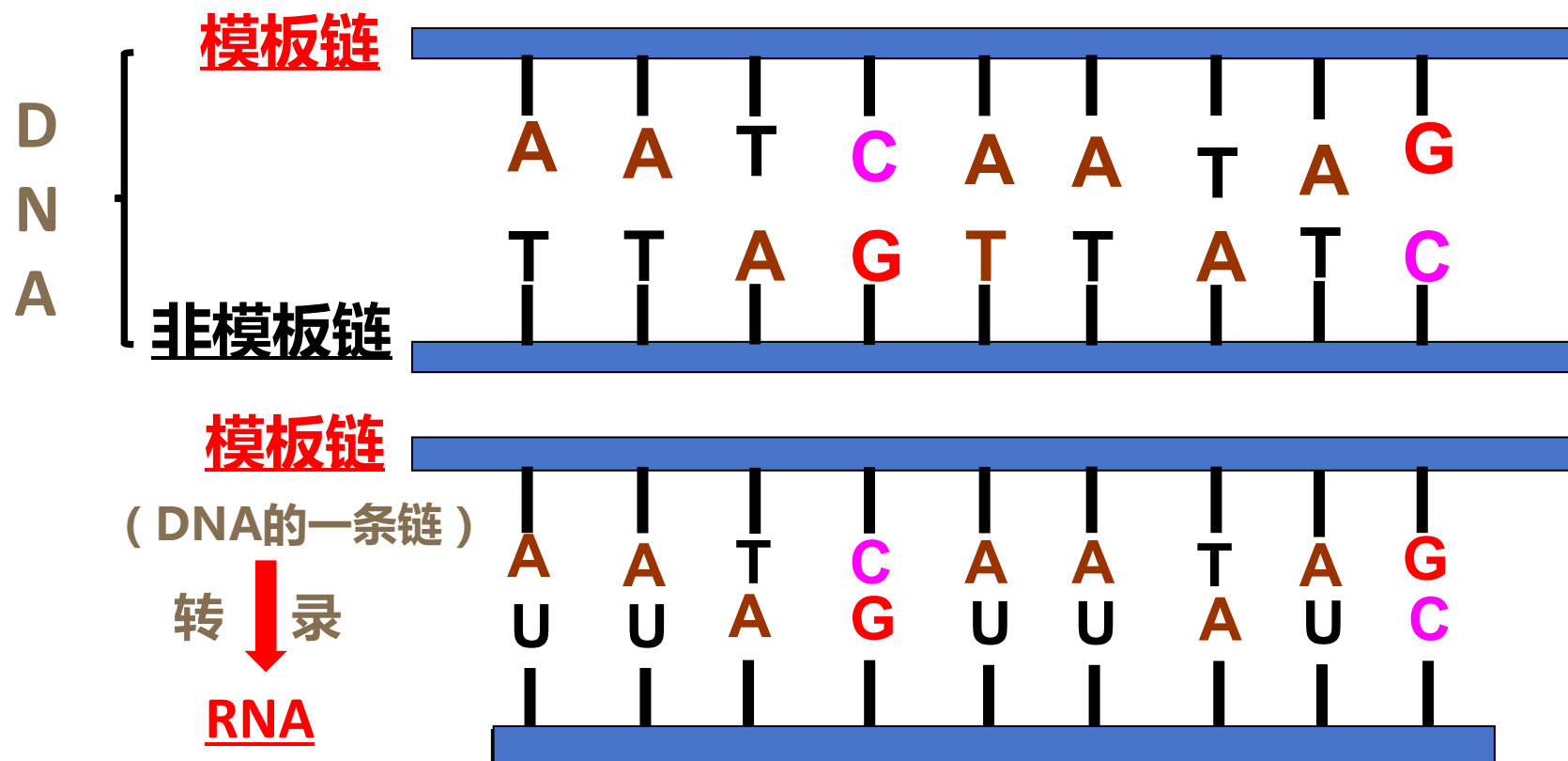
DNA复制过程需要解旋酶和DNA聚合酶，以4种游离的脱氧核苷酸为原料；

转录则需要RNA聚合酶，以4种游离的核糖核苷酸为原料。

二、遗传信息的转录

◆ 思考*讨论

3. 转录成的RNA的碱基序列，与DNA两条单链的碱基序列各有哪些异同？



三、遗传信息的翻译

请同学们阅读教材66-68页，尝试完成以下问题：

- 1.碱基与氨基酸之间的对应关系是怎样的？**
- 2.遗传信息的翻译需要几种RNA，你能依据每种RNA的结构特点说出它们在翻译中起到的关键性作用吗？**
- 3.阅读分析教材67页表4-1：密码子共多少种？密码子和氨基酸的对应关系是怎样的？密码子有什么特点？并尝试回答67页“思考与讨论”。**
- 4.游离在细胞质中的氨基酸，是如何被准确地转运到特定位置？**
- 5.翻译的过程可以分为几个步骤，每个步骤的具体任务又是什么？**
- 6.在细胞质中，如何提高翻译的效率？**
- 7.肽链合成结束后，还需要哪些环节才能成为有功能的蛋白质？**

三、遗传信息的翻译

mRNA合成以后，通过核孔进入细胞质中。游离在细胞质中的各种氨基酸，就以mRNA为模板合成具有一定氨基酸顺序的蛋白质，这一过程叫作翻译（translation）。

你已经知道，核酸的碱基序列蕴含着遗传信息。翻译的实质是将mRNA的碱基序列翻译为蛋白质的氨基酸序列。想一想你查阅英汉词典的过程，正是借助于英文单词与汉字的对应关系，你才能将一篇英文翻译成中文。要想知道mRNA是如何翻译成蛋白质的，首先也要寻找mRNA的碱基与氨基酸之间的对应关系。

碱基与氨基酸之间的对应关系是怎样的？

DNA和RNA都只含有4种碱基，而在绝大多数生物体内，组成蛋白质的氨基酸有21种。这4种碱基是怎么决定蛋白质的21种氨基酸的呢？设想一下，如果1个碱基决定1个氨基酸，那么，4种碱基只能决定4种氨基酸，这显然是不够的。如果2个碱基决定1个氨基酸，4种碱基能决定16（即 4^2 ）种氨基酸，还是不够。如果3个碱基决定1个氨基酸，4种碱基能决定64（即 4^3 ）种氨基酸，这种方式能够满足组成蛋白质的21种氨基酸的需要。

【已知信息】

1. mRNA合成以后，通过核孔进入细胞质中。
2. 核酸的碱基序列蕴含着遗传信息。
3. 翻译的实质是将mRNA的碱基序列翻译为蛋白质的氨基酸序。

【问题困惑】

寻找mRNA的碱基与氨基酸之间的对应关系？

【已知信息】

1. DNA和RNA都只含有4种碱基。
2. 绝大多数生物体内组成蛋白质的氨基酸有21种。

【逻辑推测】

推测1：1个碱基决定1个氨基酸，那么4种碱基能决定___4___种氨基酸。 ×

推测2：2个碱基决定1个氨基酸，那么4种碱基能决定___4²___种氨基酸。 ×

推测3：3个碱基决定1个氨基酸，那么4种碱基能决定___4³___种氨基酸。 ✓

【提出假设】

mRNA上三个碱基对应一个氨基酸。

【实验验证】

科学家克里克和他的同事以T4噬菌体为实验材料，研究其中某个基因的碱基增加或减少对其所编码蛋白质的影响。

遗传密码真的是以3个碱基为一组的吗？遗传密码的阅读方式究竟是重叠的还是非重叠的？密码子之间是否有分隔符？解答这些问题，不能只靠理论推导，必须拿出实验证据。科学家克里克和他的同事通过大量的实验工作，于1961年找到了答案。

克里克以T4噬菌体为实验材料，研究其中某个基因的碱基增加或减少对其所编码蛋白质的影响。克里克发现，在相关碱基序列中增加或删除1个或2个碱基，无法产生具有正常功能的蛋白质，但是，当增加或删除3个碱基时，却合成了具有正常功能的蛋白质。克里克是第一个用实验证明遗传密码中3个碱基编码1个氨基酸的科学家。这个实验同时表明：遗传密码从一个固定的起点开始，以非重叠的方式阅读，密码子之间没有分隔符。

克里克虽然阐明了遗传密码的总体特征，但是无法说明由3个碱基排列成的1个密码子对应的究竟是哪一个氨基酸。就在克里克的实验完成的同一年，两个名不见经传的年轻人——美国生物学家尼伦伯格（M. W. Nirenberg, 1927—2010）和在他实验室工作的德国生物学家马太（J. H. Matthaei, 1929—），

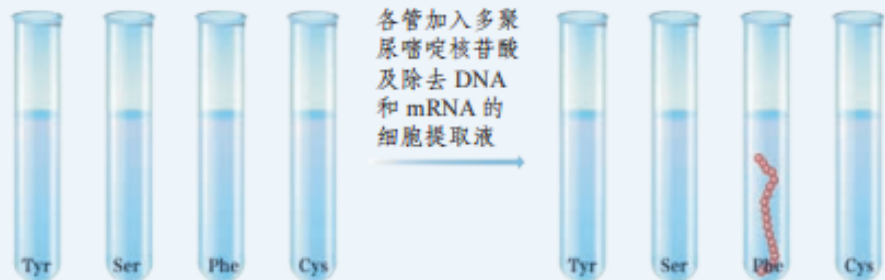
破译了第一个遗传密码。

与克里克的思路完全不同，尼伦伯格和马太采用了蛋白质的体外合成技术。他们在每个试管中分别加入一种氨基酸，再加入除了DNA和mRNA的细胞提取液，以及人工合成的RNA多聚尿嘧啶核苷酸，结果加入苯丙氨酸的试管中出现了多聚苯丙氨酸的肽链。

实验结果说明，多聚尿嘧啶核苷酸导致了多聚苯丙氨酸的合成，而多聚尿嘧啶核苷酸的碱基序列是由许多个尿嘧啶组成的（UUUUUU……），可见由尿嘧啶组成的碱基序列编码由苯丙氨酸组成的肽链。结合克里克得出的3个碱基决定1个氨基酸的实验结论，与苯丙氨酸对应的密码子应该是UUU。

第一个密码子被破译了！

遗传密码的破译是生物学发展史上一个伟大的里程碑。在此后的五六年里，多位科学家沿着蛋白质体外合成的思路，不断改进实验方法，终于破译了全部64个密码子，并编制出密码子表。几乎所有的生物共用一套密码子，这暗示着生物可能具有共同的起源。

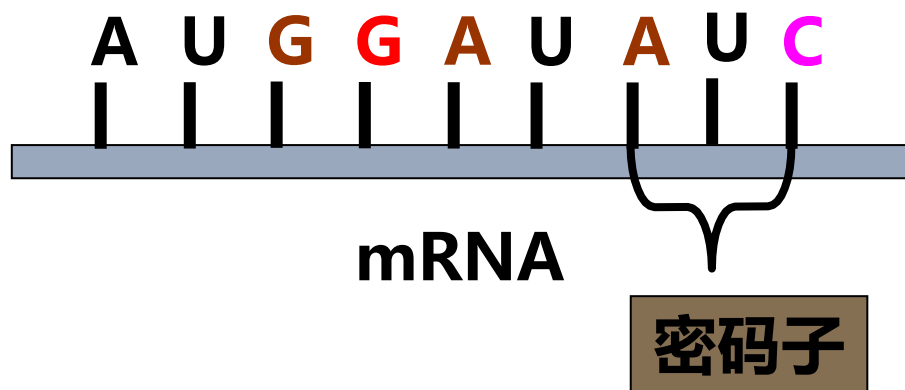


Tyr: 酪氨酸 Ser: 丝氨酸 Phe: 苯丙氨酸 Cys: 半胱氨酸

蛋白质体外合成实验示意图

【重要概念】

mRNA上3个相邻的碱基决定1个氨基酸。
每3个这样的碱基叫作1个密码子。



三、遗传信息的翻译

21种氨基酸的密码子表

第一个碱基	第二个碱基				第三个碱基
	U	C	A	G	
U	苯丙氨酸 苯丙氨酸 亮氨酸 亮氨酸	丝氨酸 丝氨酸 丝氨酸 丝氨酸	酪氨酸 酪氨酸 终止 终止	半胱氨酸 半胱氨酸 终止、硒代半胱氨酸 色氨酸	U C A G
C	亮氨酸 亮氨酸 亮氨酸 亮氨酸	脯氨酸 脯氨酸 脯氨酸 脯氨酸	组氨酸 组氨酸 谷氨酰胺 谷氨酰胺	精氨酸 精氨酸 精氨酸 精氨酸	U C A G
A	异亮氨酸 异亮氨酸 异亮氨酸 甲硫氨酸（起始）	苏氨酸 苏氨酸 苏氨酸 苏氨酸	天冬酰胺 天冬酰胺 赖氨酸 赖氨酸	丝氨酸 丝氨酸 精氨酸 精氨酸	U C A G
G	缬氨酸 缬氨酸 缬氨酸、甲硫氨酸（起始）	丙氨酸 丙氨酸 丙氨酸 丙氨酸	天冬氨酸 天冬氨酸 谷氨酸 谷氨酸	甘氨酸 甘氨酸 甘氨酸 甘氨酸	U C A G

【归纳总结】

- 1) 氨基酸种类：**21种**
- 2) 密码子种类：**64种**
- 3) 起始密码子种类：
AUG、GUG（甲硫氨酸）2种
- 4) 终止密码子种类：
UAA、UAG、UGA 3种
- 5) 注意：**P₆表4-1的注解。**

三、遗传信息的翻译

21种氨基酸的密码子表

第一个碱基	第二个碱基				第三个碱基
	U	C	A	G	
U	苯丙氨酸 苯丙氨酸 亮氨酸 亮氨酸	丝氨酸 丝氨酸 丝氨酸 丝氨酸	酪氨酸 酪氨酸 终止 终止	半胱氨酸 半胱氨酸 终止、硒代半胱氨酸 色氨酸	U C A G
C	亮氨酸 亮氨酸 亮氨酸 亮氨酸	脯氨酸 脯氨酸 脯氨酸 脯氨酸	组氨酸 组氨酸 谷氨酰胺 谷氨酰胺	精氨酸 精氨酸 精氨酸 精氨酸	U C A G
A	异亮氨酸 异亮氨酸 异亮氨酸 甲硫氨酸（起始）	苏氨酸 苏氨酸 苏氨酸 苏氨酸	天冬酰胺 天冬酰胺 赖氨酸 赖氨酸	丝氨酸 丝氨酸 精氨酸 精氨酸	U C A G
G	缬氨酸 缬氨酸 缬氨酸、甲硫氨酸（起始）	丙氨酸 丙氨酸 丙氨酸 丙氨酸	天冬氨酸 天冬氨酸 谷氨酸 谷氨酸	甘氨酸 甘氨酸 甘氨酸 甘氨酸	U C A G

【归纳总结】

6) 从密码子表可以看出，像苯丙氨酸、亮氨酸这样，绝大多数氨基酸都有几个密码这一现象称作**密码子的简并**。

密码子的第一个特点：

具有简并性

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/107151050026006121>