

CH 3.3 DNA的复制

Y. K. Fu



1

1

 本节聚焦

- 怎样证明DNA是半保留复制的？
- DNA的复制过程是怎样的？
- DNA的半保留复制对遗传信息的稳定传递有什么意义？

2

2

 问题探讨

沃森和克里克在发表DNA 双螺旋结构的那篇著名短文的结尾处写道：“值得注意的是，我们提出的这种碱基特异性配对方式，暗示着遗传物质进行复制的一种可能的机制。

‘It has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggests a possible copying mechanism for the genetic material.’

《核酸的分子结构》论文节选

3

3

 问题探讨

1.碱基互补配对原则暗示DNA的复制机制可能是怎样的？

碱基互补配对原则是指DNA两条链的碱基之间有准确的——对应关系，暗示DNA的复制可能需要先解开DNA双螺旋的两条链，然后通过碱基互补配对合成互补链。

2.这句话中为什么要用“可能”二字？这反映科学研究具有什么特点？

科学研究需要大胆地想象，但是得出结论必须建立在确凿的证据之上。

4

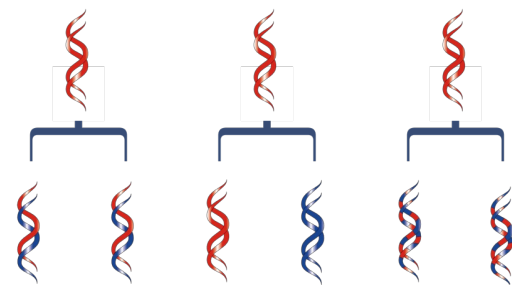
4

CH 3.3.1 对DNA复制的推测（假说—演绎法）

①半保留复制

②全保留复制

③弥散复制



5

5

CH 3.3.2 DNA半保留复制的实验证据

1958年，美国生物学家梅塞尔森和斯塔尔以**大肠杆菌**为实验材料，运用**同位素标记**技术设计了一个巧妙的实验。

^{15}N 和 ^{14}N 是N元素的两种**稳定同位素**，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密度大。

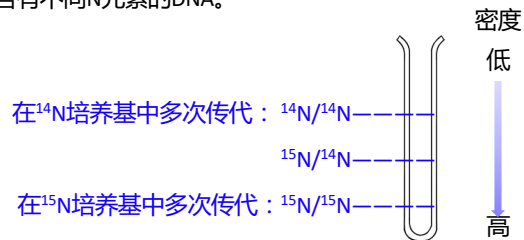


6

6

CH 3.3.2 DNA半保留复制的实验证据

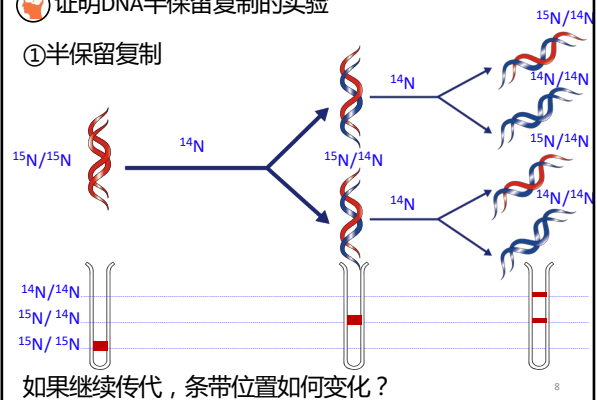
因此，利用（密度梯度）离心技术可以在试管中区分含有不同N元素的DNA。



7

证明DNA半保留复制的实验

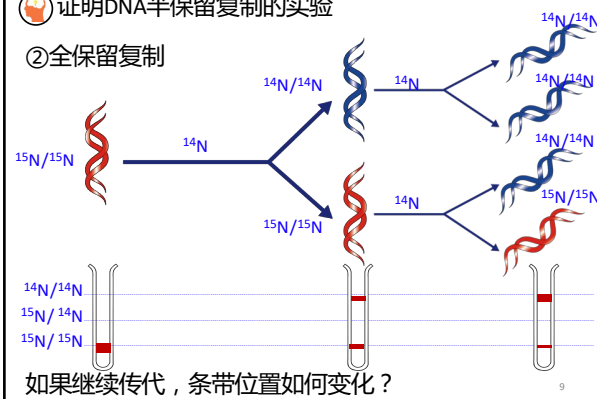
①半保留复制



8

证明DNA半保留复制的实验

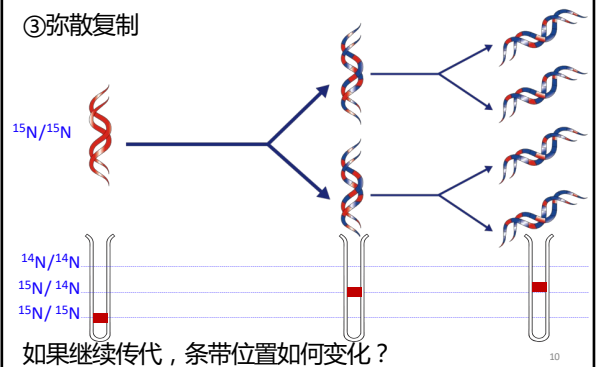
②全保留复制



9

证明DNA半保留复制的实验

③弥散复制



10

证明DNA半保留复制的实验

传代	①半保留复制	②全保留复制	③弥散复制
初代目	下4	下4	下4
一代目	中4	下2+上2	中4
二代目	中2+上2	下1+上3	中上4

实验验证：

实验结果符合假设①

得出结论：

DNA的复制是以半保留的方式进行的。

11

同位素（质子数相同、中子数不同）标记法

标记亮氨酸，研究分泌蛋白的合成与运输过程

标记CO₂，研究暗反应碳的转移途径；地质时钟

研究噬菌体的遗传物质

检测放射性

放射性同位素

3H

14C

32P

35S

同位素

12

素

稳定同位素

18O

15N

检测密度或相对分子质量

标记H₂O、CO₂，研究光合产物O₂中氧原子的来源。

标记DNA，研究DNA复制方式。

13

讨论

1.请运用演绎推理来分析实验过程，完成上述实验预期，填写图中的方框。

细胞分裂一次后，方框中填¹⁵N/¹⁴N-DNA；细胞再分裂一次后，试管上部的方框中填¹⁴N/¹⁴N-DNA，试管中部的方框中填¹⁵N/¹⁴N-DNA。

14

讨论

2.假如全保留复制是正确的，实验预期又会是怎样的？

假如全保留复制是正确的，第一代的结果：一半的细胞中DNA是¹⁵N/¹⁵N-DNA，另一半的细胞中DNA是¹⁴N/¹⁴N-DNA；第二代的结果：1/4的细胞中DNA是¹⁵N/¹⁵N，3/4的细胞中DNA是¹⁴N/¹⁴N-DNA。

15

P055 旁栏

3.第一代只出现一条居中的DNA条带，这个结果排除了哪种复制方式？

第一代只出现一条居中的DNA条带，这个结果排除了全保留复制的方式。

4.可否只做第一次传代实验，不做第二次传代实验？

不可以，第二次传代实验排除弥散复制。

16

讨论

5.如何解释赫尔希—蔡斯实验（必修二P045）中，³²P标记噬菌体组，子代噬菌体仅有部分检测到放射性？

半保留复制而非弥散复制。

6.能否用³²P代替¹⁵N来开展梅塞尔森—斯塔尔实验？

17

CH 3.3.3 DNA的复制过程

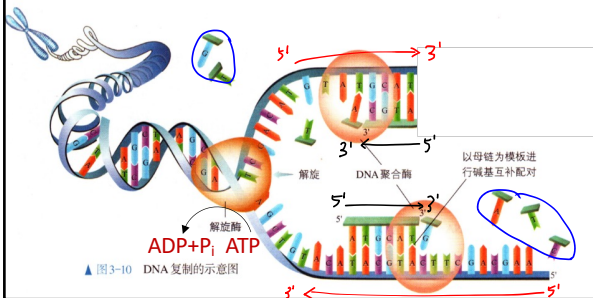
①解旋：解旋酶，消耗能量

图 3-10 DNA 复制的示意图

18

CH 3.3.3 DNA的复制过程

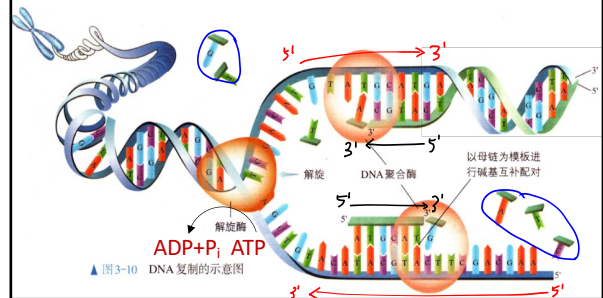
②合成：两条**母链**为模板，**4种脱氧核苷酸（dNTPs）**为原料，**碱基互补配对原则**，合成两条**子链**



19

CH 3.3.3 DNA的复制过程

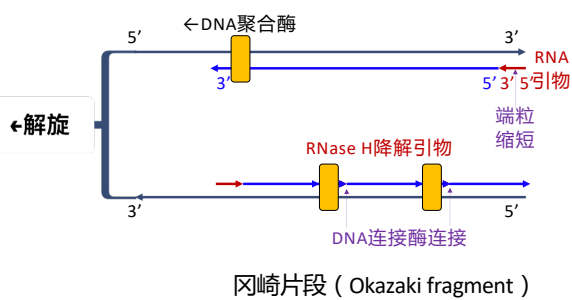
③复旋：每条新链与其对应的模板链盘绕形成螺旋结构。



20

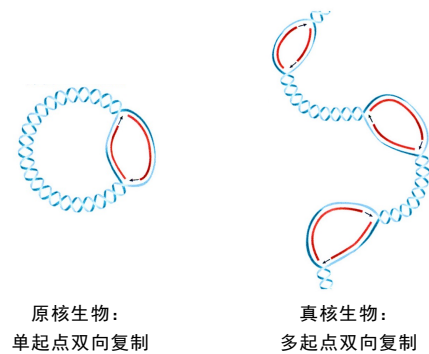
CH 3.3.3 DNA的复制过程

拓展：



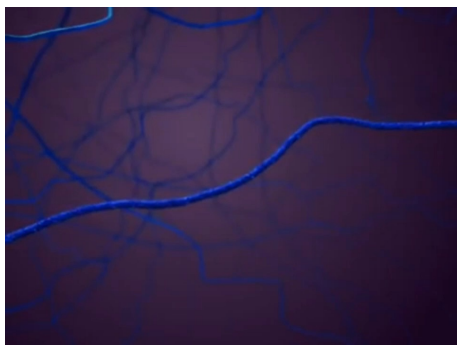
21

CH 3.3.3 DNA的复制过程



22

CH 3.3.3 DNA的复制过程



23

23

CH 3.3.3 DNA的复制过程

小结：DNA复制是一个**边解旋边复制**的过程，需要**模板、原料、能量和酶**等基本条件。DNA独特的双螺旋结构，为复制提供了精确的模板，通过碱基互补配对，保证了复制能够准确地进行。

24

24

练习与应用：一、概念检测

1. DNA复制是在为细胞分裂进行必要的物质准备。据此判断下列相关表述是否正确。

- (1) DNA复制与染色体复制是分别独立进行的。✗
(2) 在细胞有丝分裂的中期，每条染色体是由两条染色单体组成的，所以DNA的复制也是在这个时期完成的。✗

25

25

练习与应用：一、概念检测

2. DNA复制保证了亲子代间遗传信息的连续性。下列关于DNA复制的叙述，正确的是 **B**

- A. 复制均在细胞核内进行
B. 碱基互补配对原则保证了复制的准确性
C. 1个DNA分子复制1次产生4个DNA分子
D. 游离的脱氧核苷酸在解旋酶的作用下合成子链

26

26

练习与应用：一、概念检测

3. 将DNA双链都被¹⁵N标记的大肠杆菌放在含有¹⁴N的培养基中培养，使其分裂3次，下列叙述正确的是 **C**

- A. 所有的大肠杆菌都含有¹⁵N
B. 含有¹⁵N的大肠杆菌占全部大肠杆菌的比例为1/2
C. 含有¹⁵N的大肠杆菌占全部大肠杆菌的比例为1/4
D. 含有¹⁵N的DNA分子占全部DNA分子的比例为1/8

27

27

练习与应用：二、拓展应用

1. 虽然DNA复制通过碱基互补配对在很大程度上保证了复制的准确性，但是，DNA平均每复制10⁹个碱基对，就会产生1个错误。请根据这一数据计算，约有31.6亿个碱基对的人类基因组复制时可能产生多少个错误？这些错误可能产生什么影响？

可能有6个碱基发生错误。产生的影响可能很大，也可能没有影响。

28

28

练习与应用：二、拓展应用

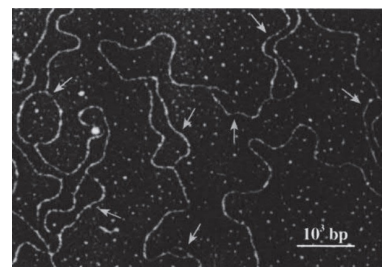
2. 已知果蝇的基因组大小为18×10⁸ bp (bp表示碱基对)，真核细胞中DNA复制的速率一般为50-100 bp/s。下图为果蝇DNA的电镜照片，图中的泡状结构叫作**DNA复制泡**，是DNA上正在复制的部分。请你推测果蝇DNA形成多个复制泡的原因。

说明果蝇的DNA有多个复制起点，可同时从不同起点开始DNA的复制，由此加快DNA复制的速率，为细胞分裂做好物质准备。

29

29

练习与应用：二、拓展应用



果蝇 DNA 的电镜照片

30

30