

第二章 细胞的物质基础

核酸
课前资料

孔宇

西安交通大学生命科学与技术学院

2020年2月23日

主要内容-nucleic acids, NA



•定义：含有**糖**、**碱基**、**磷酸**等结构单元的生物大分子；携带生物信息。



11.0 核酸的发现



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

- F.Miescher 从外科绷带上腺细胞的细胞核中分离得到一种含磷较高的酸性物质(1868年);
- 称为**核素** (nuclein) -实为**核蛋白**;

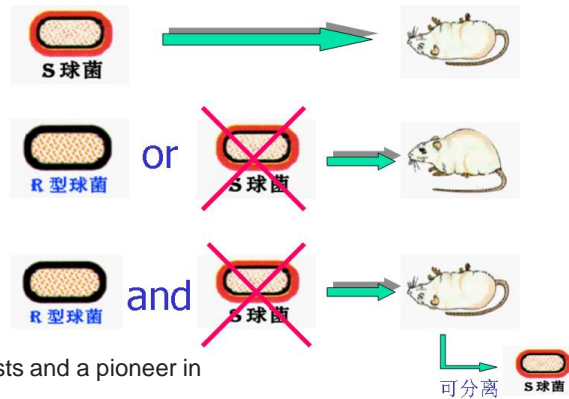


F. Miescher, 瑞典



Oswald Avery Jr

First molecular biologists and a pioneer in immunochemistry



- 1944年Avery的肺炎球菌转化实验首次证明**DNA**是细菌遗传性状的转化因子



自学

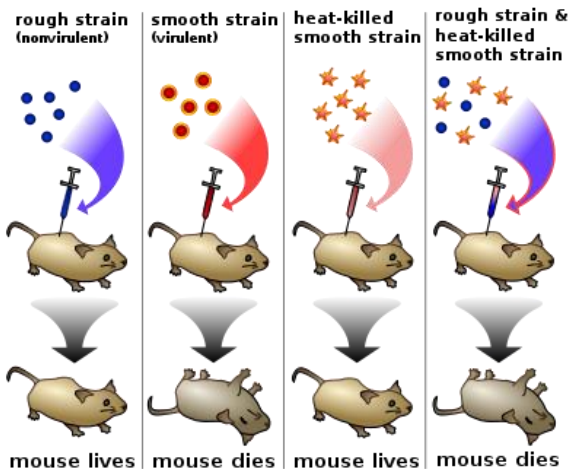


西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

拓展阅读：原始文献



STUDIES ON THE CHEMICAL NATURE OF THE SUBSTANCE INDUCING TRANSFORMATION OF PNEUMOCOCCAL TYPES



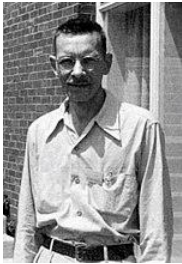
Avery showed that **DNA** was the key component of Griffith's experiment, in which mice are injected with dead bacteria of one strain and live bacteria of another, and develop an infection of the dead strain's type.



DNA是遗传物质

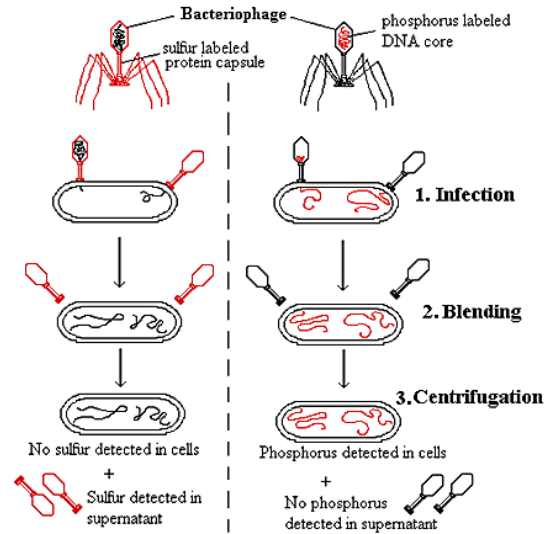


西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY



Hershey
Nobel Prize in
Physiology &
Medicine (1969)

- 1952年：嗜菌体中的 ^{32}P -DNA可进入大肠杆菌细胞内，而 ^{35}S 标记的蛋白质仍留在细胞外：
DNA是遗传物质。



The Hershey-Chase Experiment

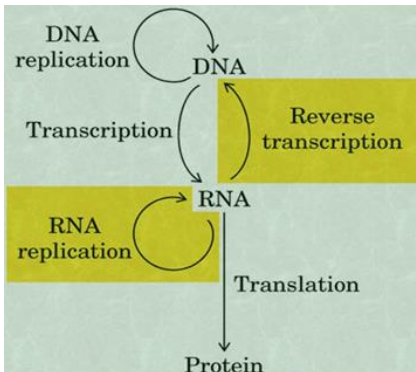


双螺旋结构

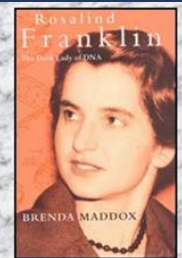
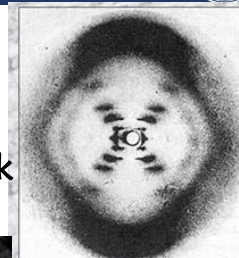
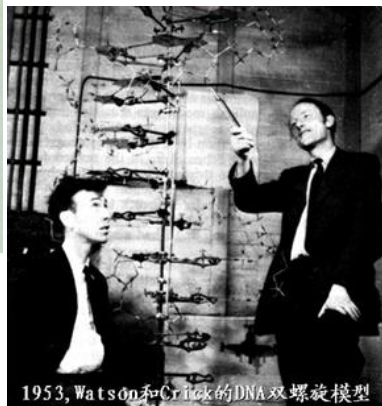


西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

- 1950: Chargaff中心法则



- 1953: Waston和Crick的DNA双螺旋结构



Rosalind Franklin(1920-58) 的DNA清晰X衍射照片, 它清楚地显示DNA 的双螺旋构造, 她的照片和研究报告(数据) 被Watson和Crick得到, 成为DNA双螺旋模型诞生的催产素。

- 第一个做出DNA晶体X射线衍射图的女科学家!

推导

设一单色波（任何种类），进入一组对齐的平面晶格点，其平面间距为 d ，入射角为 θ ，如右图所示。波被晶格点A反射后会沿 AC' 行进，而没有被反射的波则沿 AB 继续行进，被晶格点B反射后路径为 BC 。 AC' 与 BC 间存在路径差，表达式为

$$(AB + BC) - (AC')$$

只有在路径差等于波长的整数倍时，这两股分开的波，在到达某一点时，会是同相位的，才会因此产生相长干涉，故相长干涉的产生条件为

$$(AB + BC) - (AC') = n\lambda, \quad (\text{需要为C'下定义})$$

其中 n 与 λ 的定义同上。

从上图可见，

$$AB = BC = \frac{d}{\sin \theta} \text{ 且 } AC' = \frac{2d}{\tan \theta},$$

由此可得，

$$AC' = AC \cdot \cos \theta = \frac{2d}{\tan \theta} \cos \theta = \left(\frac{2d}{\sin \theta} \cos \theta \right) \cos \theta = \frac{2d}{\sin \theta} \cos^2 \theta.$$

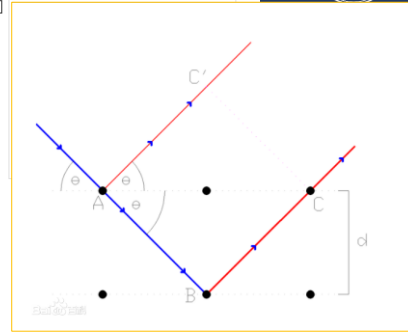
组合上述各式，得

$$n\lambda = \frac{2d}{\sin \theta} (1 - \cos^2 \theta) = \frac{2d}{\sin \theta} \sin^2 \theta,$$

简化后可得：

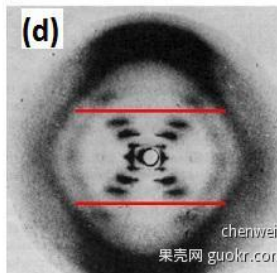
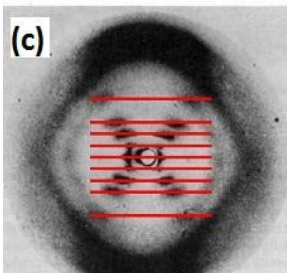
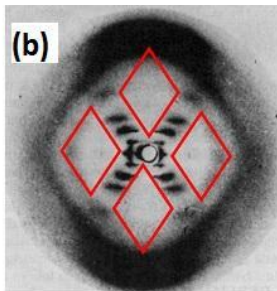
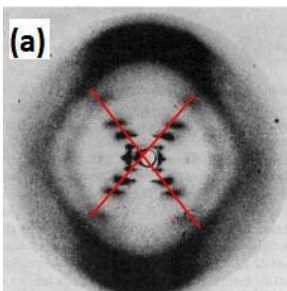
$$n\lambda = 2d \sin \theta,$$

即布拉格方程。



衍射X射线满足布拉格 (W.L. Bragg) 方程： $2d \sin \theta = n\lambda$ ；式中： λ 是X射线的波长； θ 是衍射角； d 是结晶面间隔； n 是整数。

补充知识



- (a) X形: DNA结构是螺旋形的;
 (b) 菱形: DNA是长链;
 (c) 直线的间距: DNA分子重复单元(单个完整螺旋)间距;
 (d) 缺少了两条直线: 另一条螺旋的干扰
 由上得出:

- 1、DNA结构是双螺旋形;
- 2、DNA分子半径是约10埃;
- 3、碱基对间距是3.4埃;
- 4、完整螺旋高度是34埃。

自学

富兰克林还发现在翻转180度之后看起来还是一样。

沃森与克里克在得到这一信息后，意识到两条链是反向的。

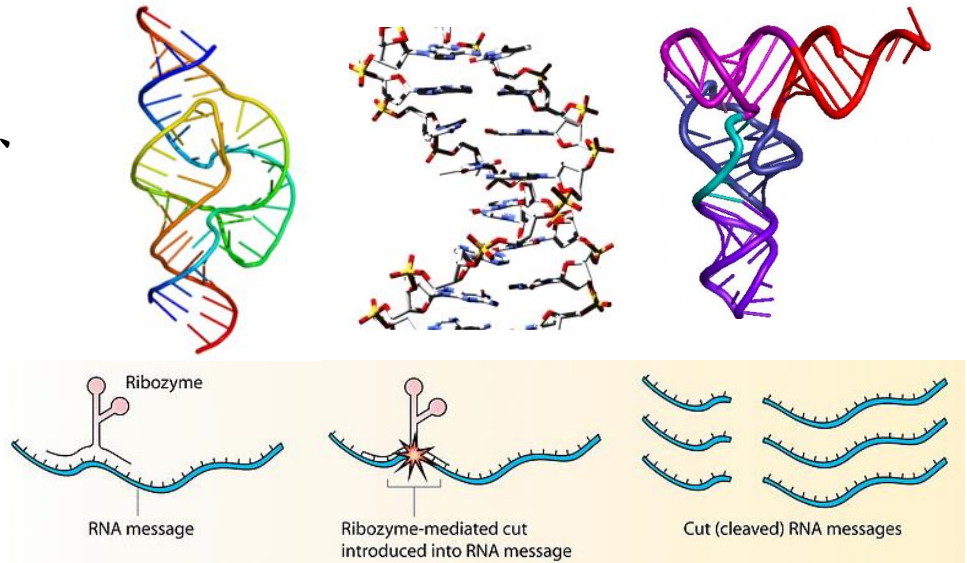


1. 核酸的来源、作用



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

- 所有物种、来源广泛
- 遗传物质
- 酶：核酶
Ribozyme

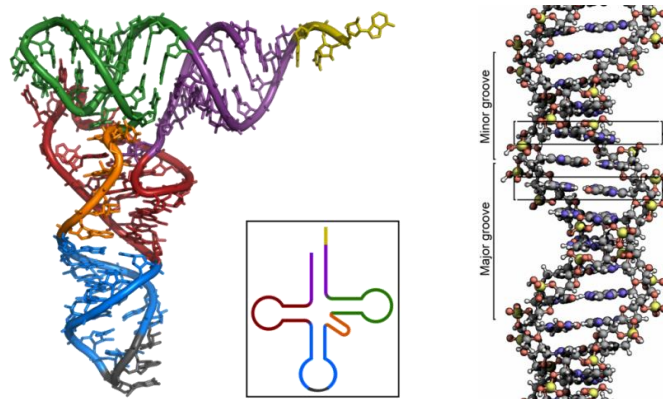


2. 结构、分类、组成



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

- 核酸分为两大类：
 - 脱氧核糖核酸 (Deoxyribonucleic Acid, DNA)
 - 核糖核酸 (Ribonucleic Acid, RNA)

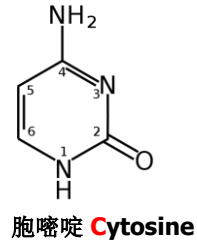
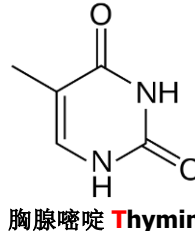
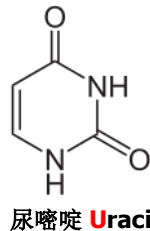
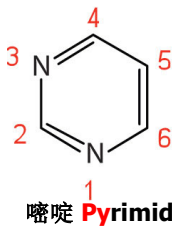
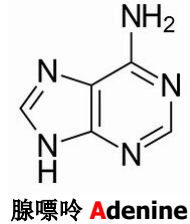




组成单核苷酸的碱基



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

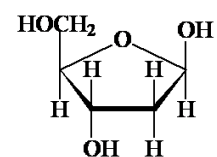
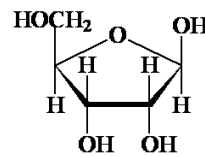
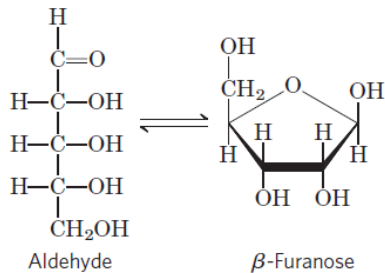


(脱氧)核糖 (ribose)



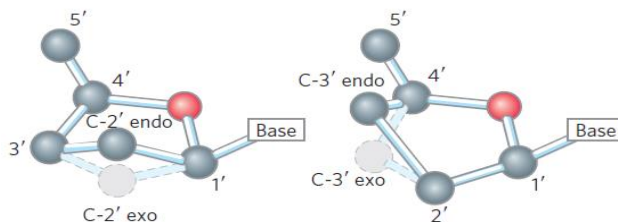
西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

• 戊糖有两种：



DNA: β -D-2-脱氧核糖

RNA: β -D-核糖



Ribofuranose rings in nucleotides can exist in **four** different puckered conformations

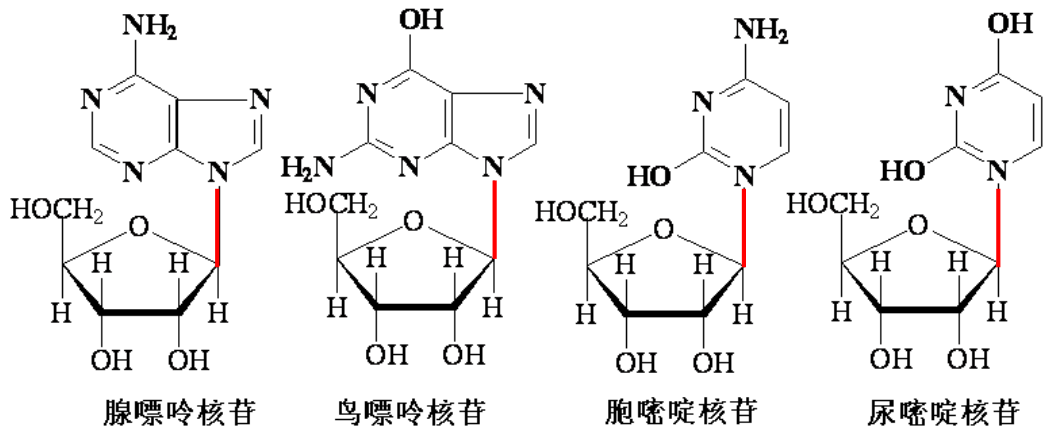


核苷-nucleoside



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

- 糖与碱基之间的C-N键，称为C-N糖苷键



11.4 核酸一级结构的书写规则



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

- 连接方式: 3'-OH与5'-磷酸酯键相连
- 书写规则: 5'→3'
- ATGCCGTA-OH
- 5' $P_A P_C P_G P_T$ 3'
- 5'ACGT3'

