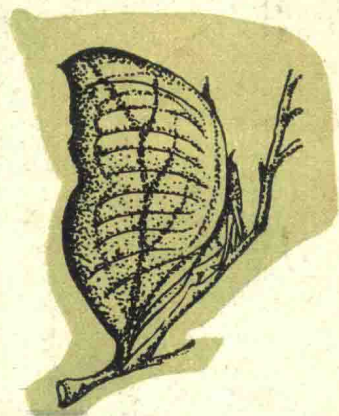


中学 生物课 辅导

《中学生物课辅导》编委会 编

1
1982



内容要目

高中生物问题选讲（下）

高中生物练习题（下）

果蝇遗传实验

科学普及出版社

中学生物课辅导

1982年 第1期

《中学生物课辅导》编委会 编

科学普及出版社

内 容 提 要

《中学生物课辅导》丛刊是在校中学生和校外准备高考的青年学习中学生物课时的重要参考书。一年四期。每期紧密结合教材内容和教学进度，围绕着考试重点、难点、疑点进行辅导。本刊内容丰富，形式多样，图文并茂，可作为学生的辅导员和教师的助手。

本刊编委会由北京师范大学、北京师范学院、北京教育学院、人民教育出版社、《生物学通报》编委会的教授、讲师、编辑及北京市中学生物课老教师所组成。

本期主要内容有：高中生物问题选讲（下）、高中生物练习题（下）以及果蝇实验等。本期与1981年第二期和1982年第二期连接，可作为准备1982年生物课高考的较完整系统的辅导材料。

中学生物课辅导

1982年 第 1 期

《中学生物课辅导》编委会编

责任编辑：战立克

封面设计：施 蔚

绘 图：鲁冬生

科学普及出版社出版（北京白石桥紫竹院公园内）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

沈阳新华印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：2 1/4 字数：45千字

1982年7月第1版 1982年7月第1次印刷

印数：1—39,000册 定价：0.24元

统一书号：13051·1295 本社书号：0413

科 3262 财



目 录

高中生物问题选讲

证明 DNA 是主要遗传物质的两个实验	陈皓兮 (1)
DNA 模型发现小史	庄之模 池长芳 (8)
浅谈 DNA 的生物学特性和遗传	刘凌云 (12)
漫谈遗传的基本规律	朱正威 庄之模 (18)
细胞质遗传和三系配套	陈朱希昭 冯午 (28)
多倍体与单倍体	郭学聪 (35)
团聚体和微球体——生命起源过程中的 实验模型	黄 芬 (42)

小 实 验

自己动手做果蝇的遗传实验	蒋承宇 等 (47)
--------------	------------

高中生物练习题 (下)	张国柱 吕灿良 (54)
-------------	--------------

高中生物 问题选讲

证明DNA是主要遗传物质的两个实验

陈皓兮

(北京师大生物系)

遗传和变异是生命的基本特征之一。遗传和变异的物质基础是什么呢？在早年的细胞研究中已经观察到：细胞在有丝分裂、减数分裂以及受精的过程中，染色体都发生有规律的变化，这种变化使染色体保持相对的稳定性，这和遗传有关。以后，从化学分析知道，染色体主要是由脱氧核糖核酸和蛋白质组成的。在这两者之中，究竟谁是主要的遗传物质呢？这个问题是经过许多年的研究才基本上搞清的。早在1924年，著名的细胞学家孚尔根证明DNA是染色体的一个主要组成成分之后，很多人都考虑“可能DNA在遗传过程中具有一定的功能”，但也有些人认为染色体中的蛋白质是主要的遗传物质。究竟哪种看法对呢？1928年格里费斯进行的细菌转化实验和1952年赫尔歇等人进行的噬菌体浸染细菌的实验以及其他学者所作的类似实验才直接证明：主要的遗传物质是DNA而不是蛋白质。下面就简单介绍这两个实验是怎样进行的。

一、细菌转化实验

这方面的实验，开始是用肺炎双球菌进行的。

肺炎双球菌是使人患肺炎的一类主要病菌，它也很容易使小鼠得败血病。这种球菌有两种不同的类型。一种类型叫做光滑型（S型），它们在培养基上繁殖时形成光滑的菌落。光滑型肺炎双球菌的细胞表面包裹着荚膜，荚膜是由多糖类物质组成的。这种荚膜可以保护肺炎球菌，使它在人体或小鼠体内不被人或小鼠体内的抵抗机能杀死，所以S型肺炎球菌有毒害作用，能使人或小鼠得病。另一种是粗糙型（R型）肺炎球菌，它们形成粗糙的菌落，是肺炎球菌的一个突变类型。由于它缺少一种与多糖类合成有关的酶，失去了形成多糖类荚膜的能力，在人或小鼠体内不能保护自己，所以这种无荚膜的、R型肺炎双球菌对人和小鼠都无害。

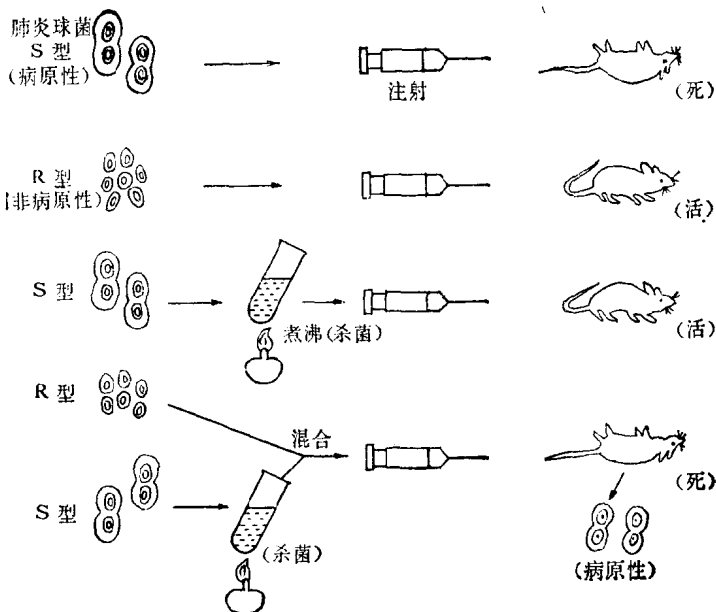
1928年，格里费斯进行了用肺炎双球菌去感染小鼠的实验。结果如下图所示：

①他将S型肺炎球菌（有荚膜）的培养液注射到小鼠体内，结果小鼠得病死亡。

②将R型（无荚膜）的肺炎双球菌的培养液注入小鼠体内，小鼠仍健康地生活。

③将经加热杀死的S型肺炎双球菌注入小鼠体内，对小鼠也无害。

④将R型肺炎双球菌和虽然有毒、但已被加热杀死的S型肺炎双球菌混合，注入小鼠体内，结果小鼠得病死亡。然后，他把从小鼠血液中分离出来的活的肺炎双球菌进行鉴定，使他惊讶地发现：这些细菌竟然全部都是S型的。也就



是说，原来无毒的、粗糙型（R型）的肺炎双球菌转化成了有毒的、光滑型（S型）的肺炎双球菌，这种由 R→S 的转化是什么原因造成的呢？格里费斯认为：一定是在已被加热杀死的 S 型球菌内有某种物质使得那些活的、R 型的细菌发生了转化，使它们恢复了合成多糖类荚膜的能力。这种物质是什么？当时并不知道。

16年后，即1944年，阿弗里用生物化学的方法证明这种物质是 DNA。他不仅成功地重复了格里费斯的实验，而且他还发现，甚至于不需要将 S 型球菌与 R 型球菌混合，只要用从 S 型球菌中提取出来的 DNA 和 R 型球菌混合，在试管中进行人工培养，就可以使少数 R 型球菌转化成为 S 型。而且，这种转化而来的 S 型球菌的 DNA 还能继续起转化作用

(参看高中《生物》课本第66页第20图)。这些实验都证明了 DNA 是主要的遗传物质。

二、噬菌体侵染细菌的实验

(一) 病毒和噬菌体：

①噬菌体是专门寄生在细菌体内的病毒。病毒是目前已知的生物中最原始的一类，个体很小，没有细胞结构，不能独立生活，必须寄生在其他生物的活细胞里。根据病毒寄生的对象不同，可分为动物病毒、植物病毒和细菌病毒，而细菌病毒就叫做噬菌体。

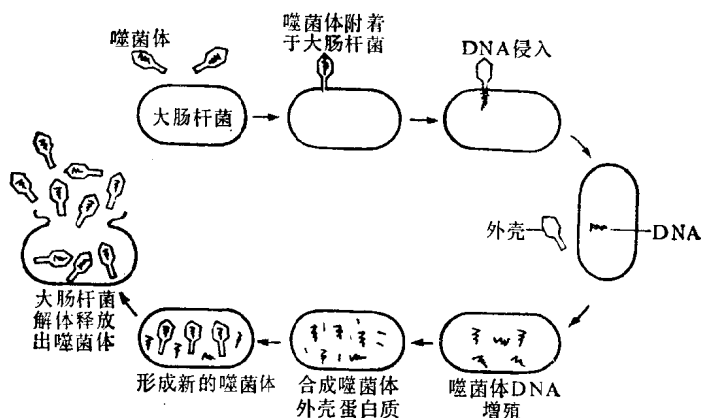
②噬菌体是1915年发现的，1917年才正式命名。正式命名后的第21年，即1938年才真正开始了对噬菌体的研究，主要的工作集中在对侵染大肠杆菌的7类噬菌体上。高中《生物》课本中讲到的 T_4 和平时常提到的 T_2 , T_6 等都属于这7类噬菌体。在10年的时间内，科学家们对这些噬菌体进行了十分深入的研究，这些研究对分子生物学的诞生起到极其重要的作用。

③大肠杆菌噬菌体的形态构造和各部分的功能：1940年，得到了第一张噬菌体的电子显微镜图象，从此使人们开始具体看到噬菌体的形态和构造。高中《生物》课本第46页 T_4 噬菌体模式图就是根据电镜照片画出的。可以看出：这类噬菌体形象鼓槌，分头部和尾部，头部有蛋白质外壳，壳内含有一条卷曲盘绕的 DNA 分子。尾部有中空到尾轴，尾轴外面有收缩性的尾鞘，基部有一个基板，基板上尾丝并附有小钩。

尾丝的功能是使噬菌体附着在细菌外表的合适位置上，

小钩起固定作用。当尾丝和小钩把噬菌体固着在细菌的表面后，借助于尾部中的溶菌酶，在细菌的壁上消化出一个小孔，这时由于尾鞘的收缩，使头部蛋白质外壳中的 DNA 通过中空的尾轴全部“注入”细菌中，而那个蛋白质外壳则留在外面不起作用了。以后，注入到细菌中的 DNA，利用细菌体内的各种物质进行 DNA 复制，几分钟内就可产生 100—1000 个左右新的噬菌体 DNA，同时在 DNA 的“指导”下合成许多新的蛋白质外壳，组装成许多新的噬菌体。最后，由于这些噬菌体的存在而使细菌解体，噬菌体从细菌中释放出来又去侵染其他的细菌。

噬菌体侵染大肠杆菌的实验



(二) 噬菌体侵染细菌的实验是怎样进行的？

这个实验是赫尔歇和乔斯在前人工作的基础上于1952年进行的。实验的主要目的是想了解；究竟是什么物质从噬菌体中进到了大肠杆菌中。这有三种可能：一种可能是 DNA，一种可能是蛋白质，还有一种可能是两者都进入。他们的实验是用放射性同位素进行的。

首先应该明确，磷酸是 DNA 的一个组成成分，在蛋白质中不存在；而相反，硫存在于蛋白质中，在 DNA 中从未发现过。所以，把放射性同位素 ^{32}P 引进 DNA 分子中取代 DNA 中不具有放射性的 P 以及用放射性同位素 ^{35}S 取代蛋白质中不具有放射性的 S，就可以使这些 DNA 或蛋白质具有放射性，就等于是给这些 DNA 或蛋白质作上了“标记”，通过仪器及一定的方法，可以追踪放射性存在和转移的情况，从而就能间接地了解 DNA 和蛋白质在噬菌体和大肠杆菌内变化的情况。

实验大体上按以下步骤进行：

①用化学方法把 P 的同位素 ^{32}P 加入磷酸盐中：将 ^{35}S 加入硫酸盐中，给它们作上“标记”。

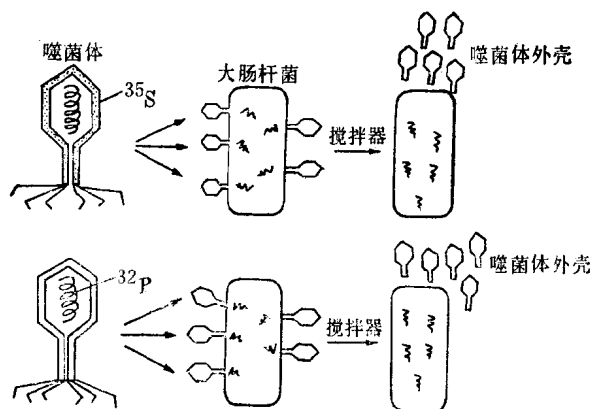
②用已经经过“标记”的磷酸盐或硫酸盐分别制成含放射性 P 的大肠杆菌培养基和含放射性 S 的大肠杆菌培养基。把大肠杆菌分别培养在这两种培养基上。细菌在生长过程中，由于吸收了培养基中的放射性同位素也就被“标记”上了。

③用噬菌体去感染标记了的细菌，噬菌体在细菌细胞内吸收经过标记的化合物进行繁殖，释放出许多子代噬菌体来。这些子代噬菌体也分别被标记上了 ^{35}S 或 ^{32}P 。

④用这些标记了的噬菌体分别去感染没有标记的细菌，然后测定细菌细胞内的放射性。

结果发现：用 ^{35}S 标记的噬菌体感染时，细菌细胞内很少有放射性，而大多数放射性存在于附着在细菌外面的噬菌体的蛋白质外壳中，可见，在感染时，大多数蛋白质留在细菌的外面。而在用 ^{32}P 标记的噬菌体感染时，在蛋白质外壳中很少有放射性，大多数的放射性存在于细菌细胞内，由此

可以知道在感染时进入细菌的主要是 DNA，所以 DNA 是遗传物质。上述过程图示如下：



上：噬菌体用 ^{35}S 标记，大多数放射性在细菌外面

下：噬菌体用 ^{32}P 标记，大多数放射性在细菌内部，并传给子代噬菌体

DNA模型发现小史

——从四位科学家的故事谈起

庄之模

池长芳

(北京教育学院)

(北京五十八中)

高中《生物》课本中提到 DNA 双螺旋结构模型。这一模型的发现是生物学上一项重大的成就，它大大促进了生物科学在分子水平上的进展，引起了生物科学各分支学科的一场革命。有人把这一发现誉为自达尔文进化论以后生物学发展的又一个里程碑。

在 DNA 双螺旋结构模型发现的过程中，起主要作用的有四位科学家，他们是华特生、克里克、威尔金斯和弗兰克林。

华特生，美国人，1947年毕业于美国芝加哥大学动物系，后来研究“X射线对噬菌体增殖的影响”。1950年得博士学位。1951年华特生在意大利参加生物大分子结构学术会议，听了英国的威尔金斯关于 DNA 衍射分析的学术报告，受到很大启发，决心从事这方面的研究。1951年，他被介绍到英国剑桥大学卡文迪什实验室，从事蛋白质和多肽的结构分析。在那里，他与克里克相遇。

克里克，英国人，英国剑桥大学物理和数学专业毕业

生。以后，他的兴趣转到生物学方面。1949年，他到卡文迪什实验室工作，撰有“多肽和蛋白质的X射线研究”的博士论文。这些研究工作对他以后解决DNA的结构有直接影响。

维尔金斯和弗兰克林（女）是两位英国的晶体学家，都是剑桥大学毕业生，前者学物理，后者学物理化学。1951年他们都在伦敦皇家学院研究DNA分子结构，对DNA的X光衍射图象做了很多工作。

1951年下半年，华特生和克里克合作，开始建立DNA分子模型工作。当维尔金斯和弗兰克林被克里克邀请来参观华特生和他设计的DNA第一次模型时，他们发现华特生和克里克把DNA的含水量算错了，错误地把DNA分子结构定为三股链。华特生和克里克设计的第一次模型宣告失败。以后，他们二人总结了失败的教训，详细地研究了各种数据，经过反复讨论，终于提出了DNA双螺旋结构模型，并于1953年4月在英国《自然》杂志上发表了这一模型的论文，他们除描述双股右旋分子结构外，并对分子内原子间的距离做了测算。

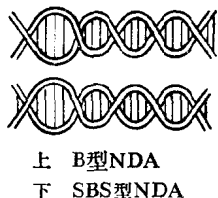
DNA双螺旋结构模型的发现，可以说是生物学与数学、物理学、化学等自然科学相互渗透，相互促进的结晶。具体说：X光衍射法是用X射线通过高度定向的DNA纤维，形成复杂的衍射图象，把衍射图象记录下来，再用复杂的数学推导和计算来推知DNA分子中原子的排布和分子的空间结构。维尔金斯领导的一个协作组，用X光衍射法，得到了关于DNA的衍射图象，并算出了分子结构的数据，但他和他的小组未能将其分析的数据提出合理的DNA分子结构模型。而华特生和克里克在研究中虽然设想过许多可能的DNA分子结构模型，但由于他们的X光衍射照片质量不高，

不能得出正确的结论。直到他们发现一张由弗兰克林所拍摄的质量很高的 DNA 分子衍射图象照片，上面有前所未见的许多详细结构，最后又参照了维尔金斯的数据，才设计出正确的 DNA 双螺旋结构模型。

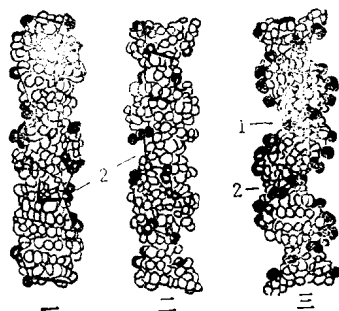
1962年，华特生、克里克和为他们提供X射线衍射数据的维尔金斯共同获得了诺贝尔奖金。但是对 DNA 晶体结构有卓越贡献的女科学家弗兰克林已于1958年逝世。英国晶体学界赞扬她的成就大于维尔金斯。

华特生、克里克的 DNA 分子双螺旋结构模型的公布，得到科学家的广泛承认。他们的学说特点是：两条脱氧核糖多核苷酸链以相反的走向相互绕成一个右手螺旋；碱基在双螺旋结构的中心，靠氢键连结在一起；脱氧核糖、磷酸骨架位于外侧，并在表面上形成了大小不同的两种沟槽。通常称为 B 型 DNA，这一模型解释了许多重要的生命现象，为分子生物学奠定了牢固的基础，堪称为生物学史上的重大发现。

但是科学是没有止境的，随着时间的推移，人类总是不断地有所创造、有所发明、有所前进。在华特生、克里克的 B 型 DNA 模型公布后的二十六年中，相继有人提出了 DNA 分子结构模型的新设计。新西兰伯雷大学的罗德莱博士在前几年就提出了 DNA 分子结构的新模型——SBS 型。这种模型的两条多核苷酸链不是相互缠绕而是并排的，核苷酸链是左右螺旋交替着，这种螺旋又以大螺距右旋（见图）。这一观点不仅可以从理论上解释 DNA 分子解旋的高速性，而且提出了 SBS 型 DNA 向 B 型 DNA 转换的可能性，



从而丰富了 DNA 结构学说的内容。在1979 年底,美国的《自然》和《科学新闻》又报导了阿·里奇研究小组提出的左手 DNA 双螺旋结构模型。它与 B 型 DNA 不同之处在于:它是一个左手螺旋,外表上只有一条沟槽,碱基位于双螺旋的外表,两条多核苷酸链的脱氧核糖,磷酸骨架,按“Z”字形方向相互缠绕,因而又称 Z 型 DNA。Z 型 DNA 的结构解释了基因在生物体中选择控制表达的机制:某一生物个体的所有细胞中 DNA 所包含的遗传信息是完全相同的,但在生物体不同的发育阶段, DNA 中哪些基因被打开,哪些基因被关闭,是有严格选择的。阿·里奇认为,由于 Z 型 DNA 的特殊构型和外表,使它各部分的基因控制合成蛋白质的能力有所不同,致使生物体在发育过程和细胞分化过程中,某些基因被打开,处于活性状态,从而表达某种性状;而另一些基因则处于抑制状态,不具活性,从而使某些性状不被表达。此外,由于 Z 型 DNA 的碱基靠在双螺旋的外部,使 DNA 易受致癌物质的作用,也容易受到某些酶和药物的修饰和影响。这一假设有可能用来合理地解释癌的发生机理和找出治疗原则,如果再经过实验的证实,就可以使有关癌的许多疑难问题得到圆满的解决。Z 型 DNA 模型的发现还对研究生物体的发育、细胞的分化、突变等分子机制有所贡献。DNA 模型的种种新发现将使分子生物学的发展推向更新更高的阶段。



一、二、Z型DNA 三、B型DNA
1. 大沟槽 2. 小沟槽

浅谈 DNA 的生物学特性和遗传

刘凌云

(北京师大生物系)

遗传变异是生物的一种重要特征。为什么生物会表现出遗传的特征，为什么生物界有无数奇异微妙的遗传现象？遗传的奥秘究竟是什么？多少年来，经过许多科学家的努力探索，早已知道它和染色体有极为密切的关系。那么染色体上又是什么物质在扮演着主要角色呢？原来是 DNA。DNA 是主要的遗传物质基础，由它来主宰生物的遗传变异。让我们分析一下 DNA 为什么能有这么大的本领。

一、DNA 的多样性和特异性

DNA 是重要的生物大分子化合物，它是以核苷酸为基本单位构成的。一个核苷酸含有一个脱氧核糖、一个含氮碱基（嘌呤或嘧啶）和一个磷酸分子。DNA 是由几十到几万甚至几百万个核苷酸聚合成两条多核苷酸链，这两条多核苷酸链平行围绕着一个轴盘旋成双螺旋结构，象螺旋软梯一样，在两链之间由氢键把一定的碱基对连结起来，就是腺嘌呤（A）与胸腺嘧啶（T），鸟嘌呤（G）与胞嘧啶（C），嘌呤与嘧啶的连接好象软梯的阶梯。

表面上看来象是很简单的 DNA 分子，其内部却是千差万别、变幻无穷的。那么只有四种碱基的核苷酸怎样能形成多样化的 DNA 呢？这是因为尽管核苷酸的种类不多，但是由于它们的数量、比例和排列顺序的不同，也就是排列组合的不同，从而构成了各种不同的 DNA。特别是因为 DNA 的分子量很大，所以四种核苷酸的排列顺序的多样化也几乎是无穷的。这就好象电报的电码是由点（·）和划（—）组成的，但由于点和划的数量、排列次序的不同，就可以表达千言万语。根据数学统计：如果由这四种核苷酸组成的多核苷酸链为 100 个核苷酸，就可有 4^{100} 种不同的排列方式；1 万个核苷酸的单链中就可以有 4^{10000} 相当于天文数字的排列方式。由于核苷酸排列顺序的差异反映出它们的特异性，DNA 分子都具有它的特异性。这也是世界上各种生物以及同一种生物不同个体间所以显示出千差万别的遗传基础。

就哺乳动物细胞来说，它的 DNA 分子的两条多核苷酸链，各自含有数以万计的核苷酸，每一个细胞的 DNA 所含的核苷酸可达数十亿对。人的一个体细胞（46 个染色体）含有 DNA 约 6.0×10^{-12} 克；将这些 DNA 连接起来，总长度可达 1.74 米，相当于 7×10^9 核苷酸对，生物的遗传信息就贮存在这么多的核苷酸的碱基顺序中。它蕴藏着极为丰富的遗传信息。毫不夸张地说，世界上没有两种生物具有完全相同的碱基顺序。正是由于 DNA 的多样性决定了蛋白质的多样性，从而决定了生物界的多样性。

一切生命现象都离不开蛋白质，生物体的一切生命活动都是靠蛋白质来体现的。蛋白质不仅是构成生物体结构的重要成分，而且也是构成生理功能和代谢活动的一种物质基础，因为各种代谢活动中都需要有不同的酶参加，酶就是蛋