

全日制普通高级中学（必修）

生物第二册

教师教学用书

人民教育出版社生物室 编著

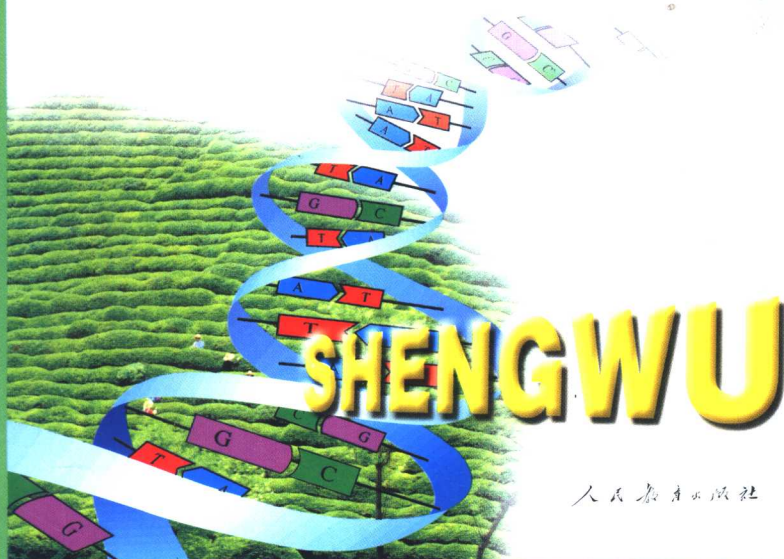
经全国中小学教材审定委员会
2002年审查通过

全日制普通高级中学教科书（必修）

生物

第二册

人民教育出版社生物室 编著



人民教育出版社

人民教育出版社

全日制普通高级中学（必修）

生物第二册

教师教学用书

人民教育出版社生物室 编著

人民教育出版社

全日制普通高级中学（必修）

生物第二册

教师教学用书

人民教育出版社生物室 编著

*

人 民 教 育 出 版 社 出 版
(北京沙滩后街 55 号 邮编: 100009)

网 址: <http://www.pep.com.cn>

北 京 出 版 社 重 印

北 京 市 新 华 书 店 发 行

北京金明盛印刷服务有限公司印刷

*

890×1194 1/16 印张 7.5 字数 190 000
2003 年 12 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—7 160

ISBN 7-107-16866-5 定价: 8.60 元
G·9956 (课)

说 明

一、《全日制普通高级中学（必修）生物教师教学用书》是根据教育部 2002 年颁布的《全日制普通高级中学生物教学大纲》和《全日制普通高级中学教科书（必修）生物》的内容和要求，在《全日制普通高级中学生物（试验修订本·必修）教师教学用书》的基础上修订而成的。本书共分二册，供高中二年级生物教师教学参考。

二、本书按教科书的章节顺序编排。各章内容基本上都是先从“本章的主要内容和特点”、“本章与其他章的联系”和“本章的知识结构”这三方面，对本章教材进行总体分析；然后，重点以节或小节为单位，分别对各节的知识结构、教学目的、重点和难点作了分析说明，提出了教学建议，对教科书中的部分复习题、旁栏思考题和实验讨论题提供了参考答案，并结合各节教学内容，编写了参考资料。

三、原书由叶佩珉、赵占良主持编写工作。编写人员是赵占良、叶佩珉、刘真、张军、柴西琴、王真真、李红（按章节顺序排列）。

朱正威、郑春和、曹宝义、刘启宪、王惠弟、刘毓森、陈志琪、崔丽筠、封毓中、翟林、董志刚、王春易同志参加了原书中教学建议和实验内容的编写工作。

责任编辑是张军，审定者是叶佩珉。

四、参加本书修订的有赵占良、王真真、刘真、张军、李红、谭永平，责任编辑是王真真。

五、本书的插图绘制人员有张蓓、李宏庆、郑文娟、武煜等。

希望广大中学生物课教师对本书提出意见和建议，以便进一步修改。

人民教育出版社生物室

2003 年 5 月

目 录

第六章 遗传和变异	1
第一节 遗传的物质基础	5
一 DNA 是主要的遗传物质	5
【实验九】 DNA 的粗提取与鉴定	8
二 DNA 分子的结构和复制	11
【实验十】 制作 DNA 双螺旋结构模型	17
三 基因的表达	18
第二节 遗传的基本规律	22
一 基因的分离定律	22
【实验十一】 性状分离比的模拟实验	27
二 基因的自由组合定律	27
【实 习 2】 用当地某种生物做有性杂交试验（选做）	32
第三节 性别决定和伴性遗传	35
第四节 生物的变异	41
一 基因突变和基因重组	41
二 染色体变异	46
第五节 人类遗传病与优生	50
【研究性课题】 调查人群中的遗传病	56
第七章 生物的进化	58
第八章 生物与环境	65
第一节 生态因素	67
第二节 种群和生物群落	69
【实 习 3】 种群密度的取样调查	72
第三节 生态系统	74
一 生态系统的类型	74
二 生态系统的结构	81
三 生态系统的能量流动	83
四 生态系统的物质循环	86
五 生态系统的稳定性	89
【实 习 4】 设计并制作小生态瓶，观察生态系统的稳定性	92
【研究性课题】 设计农业生态系统	93

第九章 人与生物圈	95
第一节 生物圈的稳态	96
【实验十二】 观察二氧化硫对植物的影响	98
【研究性课题】 调查环境污染对生物的影响	99
第二节 生物多样性及其保护	101

第6章

遗传和变异

遗传和变异是生物界普遍存在的生命现象，是生物体的基本特征之一，它是在生物体的最基本特征——新陈代谢的基础上，通过生殖和发育的过程完成的。生物的遗传现象保持了生物界物种的相对稳定，生物的变异现象使生物界得以进化和发展。

一 本章的主要内容和特点

本章的教学内容是在前面几章教学内容的基础上讲述的，而本章的学习又为后面几章内容的学习，尤其是生物进化知识的学习奠定了基础。因此，本章起着承上启下的作用。由于本章的知识容量比较多，教学难度也比较大，因而本章是高中生物（必修）教材中的重点章。

本章共包括五节教材：第一节《遗传的物质基础》；第二节《遗传的基本规律》；第三节《性别决定和伴性遗传》；第四节《生物的变异》；第五节《人类遗传病与优生》。第一节教材和第二节教材分别需用6课时和5课时教学，第三节教材需用1课时教学，第四节教材需用4课时教学，第五节教材需用1课时教学。此外，本章有一个学生实习，一个研究性课题。

考虑到学生在初中时对遗传和变异的一般概念已经有所了解，本章在引言部分没有重新阐述这部分内容，而是首先用三个设问“遗传和变异究竟是

怎样发生的？”，“在生物体内是什么物质对遗传和变异起着决定作用？”，“生物的遗传和变异有哪些共同的规律？”，概括出了本章的主要内容，然后又简单介绍了100多年来遗传学的发展过程，使学生在学习本章内容之前，对遗传学的发展过程及其意义有一个总体的认识。

第一节《遗传的物质基础》分为三小节：第一小节《DNA是主要的遗传物质》；第二小节《DNA分子的结构和复制》；第三小节《基因的表达》。三个小节各需用2课时教学（包括实验）。本节教材是在初中生物课和高中生物（必修）教材第二章中细胞部分的基础上，从分子水平上进一步详尽地阐述遗传的物质基础和作用原理。通过讲述DNA是遗传物质的实验证据，DNA分子的结构和复制功能，以及基因的表达功能等内容，使学生对染色体、DNA和基因的有关结构和功能方面的知识，以及它们之间的关系有更深入、全面的理解和认识。

第一小节《DNA是主要的遗传物质》，主要讲述DNA是遗传物质的直接证据——“肺炎双球菌的转化实验”和“噬菌体侵染细菌的实验”。本小节的引言部分，首先联系前面所学知识，指出DNA和蛋白质都是染色体的重要组成成分。然后，引导学生思考一个曾经在科学界争议了很长时间的问题：“DNA与蛋白质究竟谁是遗传物质？”这样既点出了本小节要研究的主题，又可以引起学生探究这一问题的兴趣。

为了使更全面地理解DNA是真正的遗传物质这一结论，与原教材相比，本教材在教学内容上增加了肺炎双球菌转化实验的内容。在讲述噬菌体侵染细菌的实验时，也改变了原教材中直接说明“噬菌体将DNA注入细菌”的叙述方法，而是用研究时采用的“同位素标记法”来说明。这样讲述符合科学研究的过程，可以很自然地导出DNA是遗传物质的结论，使学生容易接受，并且能使学生受到科学方法教育。

本小节教材的最后安排了“DNA的粗提取与鉴定”实验。这个实验难度较大，为了便于学生理解，在阐述实验原理的基础上，每一步骤前都以小标题的形式写出了操作目的。在实验结束后，又安排了

三个讨论题,以加深学生对基本操作方法的理。通过这一实验,不仅使学生学会 DNA 粗提取和鉴定的方法,更重要的是培养学生的动手能力和学会进行科学实验的一些基本技能。

第二小节《DNA 分子的结构和复制》,主要讲述了 DNA 分子的结构和 DNA 分子的复制两部分内容。关于 DNA 分子的结构,由于这部分内容比较抽象、不容易理解,教材在概述 DNA 分子双螺旋结构的特点后,安排了一个“制作 DNA 双螺旋结构模型”的实验,以加深学生对这一结构的感性认识和理解。DNA 分子的结构特点是 DNA 特定功能的基础,因此在本小节教材的后半部分,联系其结构讲述了 DNA 分子的复制功能。这部分知识是理解后面几节内容的基础,因此是本节教材的教学重点。

第三小节《基因的表达》,主要讲述了基因的本质,基因控制蛋白质的合成,基因对性状的控制等内容。本小节的引言指出了 DNA 是联系子代与亲代的物质,简要地交代了 DNA 与基因,以及基因与性状的关系。

在讲述基因的本质时,首先以果蝇的某些基因在染色体上排列的图例,交代了基因与染色体的关系——染色体是基因的载体,然后,阐述基因的本质——基因是具有遗传效应的 DNA 片段。

在此基础上,教材又讲述了 DNA 的另一个重要功能,即通过基因控制蛋白质的合成。首先通过讲述两种 RNA 在蛋白质合成过程中的作用,阐明了遗传信息的“转录”和“翻译”过程。然后,用遗传学的中心法则对遗传信息的传递(DNA 分子的复制)和表达(基因控制蛋白质合成)的功能进行小结。由于课时所限,中心法则的内容处理为小字。

关于基因对性状的控制内容,是原教材所没有的,增加这部分内容的目的,是使学生在对基因控制蛋白质合成过程理解的基础上,进一步了解蛋白质是如何决定生物性状的。这部分内容主要是通过实例让学生明确两点:第一,基因是通过控制酶的合成来控制代谢过程的;第二,基因是通过控制蛋白质分子的结构来直接影响性状的。本小节的教学内容是本节教材的教学难点。

为了使学生了解前沿的科技成果和当今社会热

点问题,在本小节的课文后安排了课外读《人体的阿波罗计划——人类基因组计划》。

第二节《遗传的基本规律》分为二小节:第一小节《基因的分离定律》;第二小节《基因的自由组合定律》。第一小节需用 3 课时教学,第二小节需用 2 课时教学。

第一小节《基因的分离定律》,讲述由一对等位基因控制的一对相对性状的遗传定律。教材首先介绍了孟德尔的杂交试验方法和试验现象。接着,讲述孟德尔用“遗传因子”(后来称为基因)对试验现象进行的分析,即阐明了分离现象产生的原因,以及对分离现象解释的验证。然后,运用前面所学的有关染色体和基因的知识,归纳总结出了基因分离定律的实质。最后,介绍分离定律在生产和医学实践中的应用。本小节在编写上,注意采用从现象到本质的方式,以便使学生能够逐步深入地理解教学内容。需要指出的是:1. 在讲述分离现象产生的原因时,为了使学生对基因的分离和随机结合与生物性状之间的数量关系有一个感性的认识,安排了一个实验——“性状分离比的模拟实验”。2. 考虑到环境对生物性状的重要作用,与原教材比较,本教材在正文中讲述了环境、表现型与基因型之间的相互关系。基因的分离定律是三大遗传定律中的第一个遗传定律,是学生学习基因的自由组合定律的重要基础,因此,本小节的教学内容是教学重点。

为了帮助学生提高分析问题的能力,在本小节的最后,以小字形式介绍了分析遗传学问题的最常用的方法——棋盘法,并通过分析以因求果和以果求因两种类型的实例,使学生掌握分析遗传学问题的思路。为了使学生了解本节的知识与社会生活实际的联系和重要作用,在课文后安排了课外读《ABO 血型浅析》。

第二小节《基因的自由组合定律》,讲述了位于非同源染色体上的两对(或两对以上)等位基因控制的两对相对性状的遗传定律。按照从现象到本质的顺序,教材先介绍了杂交试验中出现的自由组合现象,接着讲述了自由组合现象产生的原因,以及对自由组合现象解释的验证。最后归纳出基因自由组合定律的实质。在此基础上介绍了自由组合定律

在生产和医学实践中的应用。由于自由组合定律是在分离定律的基础上讲述的,因此,在对自由组合现象进行分析时注意交代了它与分离定律的联系,即在两对相对性状中,每一对都遵循了分离定律。在讲述自由组合定律内容后,总结了孟德尔获得成功的原因,目的是让学生了解任何一项科学成果的取得,不仅要付出艰辛的劳动,还要有正确的研究方法,从而有利于培养学生严谨求实的科学态度和坚韧不拔、持之以恒的探索精神。

为了使将所学的知识与生产实际相联系,在本小节内容后安排了一个选做实习“用当地某种生物做有性杂交试验”。

第三节《性别决定和伴性遗传》,主要讲述了染色体分组、性别决定和伴性遗传等内容。教材首先通过比较两幅人类染色体图(男性和女性),讲述了有关染色体分组的基本知识,为下面讲述性别决定和伴性遗传的知识进行了必要的铺垫。

关于性别决定,教材中主要讲述了生物界普遍存在的XY型性别决定方式,并以小字的形式简要介绍了WZ型性别决定方式。

关于伴性遗传,教材中以一个遗传学的经典实例——人类的红绿色盲为例,讲述了伴性遗传的主要婚配方式和伴性遗传的规律。考虑到这部分教学内容实质上是基因分离定律知识在性染色体遗传上的应用,学生比较容易理解,所以在正文中只讲述了4种主要伴性遗传方式中的2种,其他2种要求学生自己写出来。

本章第二节和第三节的内容,讲述的都是生物的质量性状遗传。为了扩展学生的知识面,在本小节的最后,以“课外读”的形式介绍了生物界普遍存在的另一类遗传性状——数量性状遗传。

第四节《生物的变异》,分为两个小节:第一小节《基因突变和基因重组》;第二小节《染色体变异》。两个小节各需用2课时教学。大纲对本节教材的教学要求是“识记”,因此,本节教材主要介绍生物变异的基本知识,相关的联系生产和生活实际的知识。

本节在引言部分,指出生物的变异具有普遍性,变异可以分为可遗传变异和不遗传变异,可遗传的

变异有三种来源。旁栏用一张“鸚鵡体色的变异”的彩色照片图,向学生展示自然界中奇妙的变异现象,以激发学生探寻生物变异奥秘的兴趣。

第一小节《基因突变和基因重组》,介绍了基因突变的概念、意义和特点,人工诱变在育种上的应用,以及基因重组的概念和意义。教材首先以镰刀型细胞贫血症为例,通过分析镰刀型细胞贫血症产生的原因,引出基因突变的概念。这种从实例引入的叙述方式,是为了便于学生理解抽象的概念。在讲述了基因突变的概念之后,教材简要介绍了基因突变在生物进化中的重要意义。基因突变具有普遍性、随机性、自然突变率低、有害性和不定向性等特点,为了便于学生理解这些特点,教材在讲述每一个特点时,都介绍了具体的实例。旁栏设置的思考题和小资料,也有助于学生加深对基因突变特点的理解。人工诱变在育种上有重要用途,教材通过介绍我国在诱变育种方面取得的成就,对学生进行爱国主义教育。

有关基因重组的知识,学生在前面学习减数分裂和基因的自由组合定律时,已经有所了解,教材在学生已有的知识基础上,介绍了两种常见的基因重组。然后以基因的自由组合引起的基因重组为例,阐述了基因重组对于生物进化的重要意义。重组DNA技术与自然条件下发生的基因重组不是同一个概念,但是它能够改变生物性状、创造新的生物类型,与基因重组的结果有类似之处。因此,教材把它作为小字内容,安排在基因重组的正文之后,以扩展学生的知识面,使学生能够多了解一些先进的生物技术。

第二小节《染色体变异》,讲述了染色体结构和数目两方面的变异。人类的染色体结构变异常常引起许多遗传病,教材就是从一种叫做猫叫综合征的遗传病讲起,介绍了染色体结构变异的四种类型,以及染色体结构变异对生物体的影响。

染色体数目的变异可以分为两类:一类是细胞内的个别染色体的增加或减少;另一类是细胞内的染色体数目以染色体组的形式成倍地增加或减少。由于课时有限,前一类变异仅用小字作简要介绍。后一类变异与人类的生产和生活关系比较密切,是教材重点介

绍的内容。染色体组的概念是理解染色体数目变异的基础,因此,教材首先通过分析果蝇的染色体组成,得出染色体组的概念。然后,根据生物体细胞中染色体组数目的不同,区分染色体数目变异的几种主要类型——二倍体、多倍体和单倍体,重点讲述多倍体和单倍体。最后教材用小字讲述了三倍体无子西瓜的培育过程,这一内容的介绍,有助于学生把所学的知识与生产和生活实际联系起来。

第五节《人类遗传病与优生》。优生学是20世纪80年代以后,才在我国逐渐发展起来的一门科学。随着我国人民生活水平的提高和医疗卫生事业的发展,减少遗传病和其他先天性疾病,提倡优生,已经成为提高我国人口素质的重要课题。考虑到优生重要意义和现实生活的需要,本章将遗传病和优生的内容单独安排了一节。教材首先概括讲述人类遗传病的几种主要类型,然后讲述遗传病和先天性疾病对人类的危害,最后讲述优生的概念和优生的措施。在人类遗传病概述中,教材介绍了遗传病的三大基本类型:单基因遗传病、多基因遗传病和染色体异常遗传病。因为考虑是向学生进行基本的遗传病知识和优生的教育,所以在简要介绍三大类遗传病的概念基础上,列举了一些常见的遗传病病例;对于更为细化的遗传病类型及其病例,则未面面俱到地逐一介绍,有的病例是以小字形式介绍的。

讲述遗传病对人类的危害,主要是通过儿童中发病率最高的21三体综合征来加以说明。然后,再通过讲述环境与遗传病和其他先天性疾病的关系,使有关遗传病的知识与第九章中有关环境保护的知识相呼应。

关于优生的概念,教材首先简要介绍了优生的含义,然后讲述提高我国人口质量的重要意义。由于课时所限,教材只以小字形式介绍了目前国际上对优生学的划分——预防性优生学和进取性优生学,以扩展学生的知识面。

关于优生的措施,主要介绍了我国目前采取的四点主要措施。其中重点讲述了禁止近亲结婚的内容。通过这部分内容的学习,尤其是通过联系遗传学知识分析禁止近亲结婚原因的有关内容,对于提高学生的优生意识,理解和宣传我国的婚姻法及人

口政策,具有十分重要的意义。

为了使学生初步学会对人类遗传病进行群体调查的方法,课文后安排了一个研究性课题“调查人群中的遗传病”。

二

本章与其他章的联系

1. 在讲述染色体与DNA的关系、DNA的结构等知识时,需要第一章第二节中有关核酸的知识,以及第二章第一节中有关染色体结构和功能的知识做基础。

2. 在讲述DNA的复制时,需要第二章第二节和第五章第一节中有关染色体复制的知识做基础。

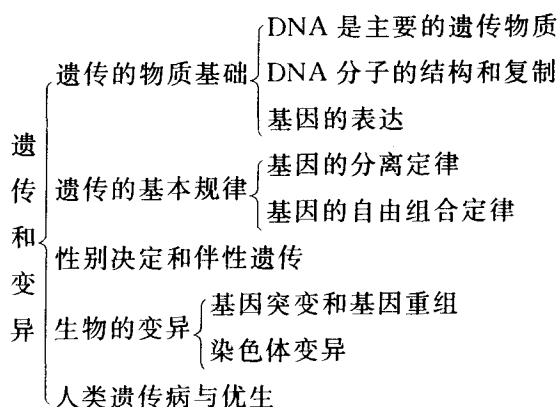
3. 在讲述基因的分离定律、基因的自由组合定律时,需要第五章第一节中有关染色体变化的知识做基础。

4. 生物的变异的知识,可以为第七章《生物的进化》中有关现代生物进化理论的学习打下基础。

5. 人类遗传病和优生的知识,与第五章第一节中有关染色体变化的知识,以及第九章中环境污染导致生物多样性面临威胁的内容都有紧密的联系。

三

本章的知识结构



第一节 遗传的物质基础

一 DNA 是主要的遗传物质

一 知识结构

DNA 是主要 { 肺炎双球菌的转化实验
的遗传物质 { 噬菌体侵染细菌的实验

二 教学目的

DNA 是主要的遗传物质 (C: 理解)。

三 重点和难点

1. 教学重点

- (1) 肺炎双球菌的转化实验的原理和过程。
- (2) 噬菌体侵染细菌实验的原理和过程。

2. 教学难点

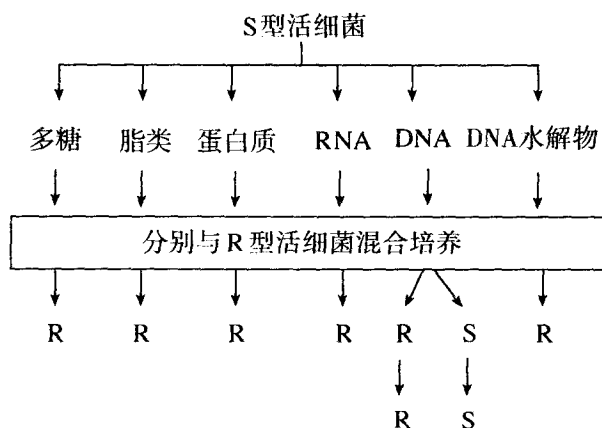
肺炎双球菌的转化实验的原理和过程。

四 教学建议

《DNA 是主要的遗传物质》这一节的教学时间为 2 课时, 其中, 讲授新知识 1 课时, 实验 1 课时。

肺炎双球菌的转化实验和噬菌体侵染细菌的实验是证明 DNA 是遗传物质的最有力的直接证据。1928 年格里菲思 (F. Griffith) 利用两个肺炎双球菌品系进行的转化实验, 被称为体内转化实验; 1944 年艾弗里 (O. Avery, 1877—1955) 等人进行的转化实验, 则称为体外转化实验。教师在结合挂图讲授体内转化实验的过程时, 要使学生确信 S 型死细菌细胞中含有某种转化因子, 这种转化因子的结构相当稳定。在讲解体外转化实验时, 可以结合下列板书引导学生明确 DNA 具有转化作用, 即能够引起可遗传的变异, 而且 DNA 只有保持分子结构的稳定性才能行使其遗传功能。

关于 T₂ 噬菌体侵染细菌的内容, 并不要求学生了解噬菌体侵染细菌后进行复制的过程。教师在教学中, 首先要阐明 T₂ 噬菌体的结构特点和寄生生活方式, 然后结合挂图使学生明确同位素示踪的实验结果, 引导学生结合下表对实验结果进行比较分析,



认识到在噬菌体的复制过程中 DNA 具有连续性, 是遗传物质。

亲代噬菌体	寄主细胞内	子代噬菌体	实验结论
³² P 标记 DNA	有 ³² P 标记 DNA	DNA 有 ³² P 标记	DNA 分子具有连续性, 是遗传物质
³⁵ S 标记蛋白质	无 ³⁵ S 标记蛋白质	外壳蛋白 无 ³⁵ S 标记	

五 参考答案

复习题 一、1. (×); 2. (×)。

二、1. 提示: 肺炎双球菌转化实验提取出的 DNA 中还含有少量蛋白质。

2. 最关键的设计思路是: 设法把 DNA 与蛋白质分开, 单独地、直接地去观察 DNA 的作用。需要具备的技术手段是细菌和噬菌体的培养技术、同位素标记技术, 以及物质的提取分离技术 (同学们可能回答出其他的技术, 但只要回答出上述两种主要技术就可以)。科学成果的取得必须有技术手段做保证, 技术的发展需要以科学原理为基础, 因此, 科学与技术是相互支持、相互促进的。

旁栏思考题 因为硫仅存在于 T₂ 噬菌体的蛋白质组分中, 而磷则主要存在于 DNA 的组分中。用 ¹⁴C 和 ¹⁸O 等元素是不可行的, 因为 T₂ 噬菌体的蛋白质和 DNA 分子的组分中都含有这两种元素。

实验讨论题 1. 因为上清液是血浆, 不含血细胞, 而沉于试管底部的鸡血细胞的细胞核中才有 DNA, 所以提取鸡血细胞中的 DNA 时, 要除去血液中的上清液。

2. 步骤 1 和步骤 3 两次加入蒸馏水的作用是不同的。步骤 1 中加入蒸馏水是为了得到浓度低于血细胞内部浓度的溶液。这样水分子会大量渗入血细胞中, 使血细胞胀破而得到 DNA。步骤 3 中加入蒸馏水是为了使氯化钠的物质的量浓度达到 DNA 溶解度的最低点 0.14 mol/L 。这时, DNA 分子就可以从氯化钠溶液中析出。

3. 实验中出现的丝状物是肉眼可以观察到的, 这种丝状物的直径要比 DNA 分子的直径 2 nm 大许多倍, 所以实验中出现的丝状物的粗细并不表示一个 DNA 分子直径的大小。

六 参考资料

作为遗传物质必须具备的条件 染色体与遗传的关系十分密切, 因此人们就来研究染色体的化学成分, 看看染色体中的什么成分是遗传物质。化学分析的结果表明, 真核生物染色体的主要成分是核酸和蛋白质, 其大致比例如下:

染色体	核酸	脱氧核糖核酸 (DNA)	1
		核糖核酸 (RNA)	0.05
	蛋白质	组蛋白	1
		非组蛋白	0.5~1.5

那么, 遗传物质究竟是蛋白质还是核酸呢?

作为遗传物质至少要具备以下 4 个条件:

1. 在细胞生长和繁殖的过程中能够精确地复制自己;
2. 能够指导蛋白质合成从而控制生物的性状和新陈代谢;
3. 具有贮存巨大数量遗传信息的潜在能力;
4. 结构比较稳定, 但在特殊情况下又能发生突变, 而且突变以后还能继续复制, 并能遗传给后代。

组成蛋白质的主要的氨基酸约有 20 种。由于氨基酸的种类和数量不同, 排列顺序不同, 可以组成无数种蛋白质, 这一点符合上述的第三个条件。蛋白质 (特别是酶) 能够控制生物的性状和代谢, 这一点符合第二个条件。但是蛋白质不能进行自我复制, 而且它在染色体中的含量往往是不固定的, 分子结构也不稳定, 它也不能遗传给后代, 所以蛋白质不可能是遗传物质。

科学研究已经充分证明, 核酸具备上述 4 个条件, 所以核酸才是生物体的遗传物质。核酸又分为脱氧核糖核酸 (DNA) 和核糖核酸 (RNA)。绝大多数生物体的遗传物质是 DNA, 有些病毒的遗传物质是 RNA。

DNA 是遗传物质的间接证据 美国科学家艾弗里和他的同事在完成肺炎双球菌转化实验以前, 间接的证据早就提示 DNA 可能是遗传物质了。DNA 是遗传物质的间接证据主要包括以下几点。

1. DNA 分布在染色体内, 是染色体的主要成分, 而染色体是直接遗传有关的。
2. 细胞核内 DNA 的含量十分稳定, 而且与染色体的数目存在着平行关系: 在同一种生物的细胞中, 体细胞 (二倍体) 中 DNA 的含量是生殖细胞 (单倍体) 中 DNA 含量的 2 倍; 体细胞中染色体的数量也正好是生殖细胞的 2 倍。
3. DNA 在代谢中较稳定, 不受生物体的营养条件、年龄等因素的影响。
4. 作用于 DNA 的一些物理和化学因素, 如紫外线、X 射线、氮芥等都可以引起生物体遗传特性的改变。

肺炎双球菌转化作用的实质 1944 年, 艾弗里等人第一次证明了 DNA 是肺炎双球菌的转化因子, 这在分子遗传学上具有极其重要的意义。艾弗里等人从光滑型 (S 型) 肺炎双球菌中分别提取 DNA、蛋白质和多糖等物质, 并将上述每一种物质单独放入粗糙型 (R 型) 肺炎双球菌的培养基中, 结果发现只有 DNA 能使一部分粗糙型肺炎双球菌转化为光滑型。这种从一个供体菌得到的 DNA 通过一定途径授与另一种细菌, 从而使受体菌的遗传特性发生改变的作用称为转化作用。转化作用的实质是外源 DNA 与受体细胞 DNA 之间的重组, 使受体细胞获得了新的遗传信息 (图 6-1)。实验证明, 转化率与供体菌细胞的 DNA 纯度有关, DNA 越纯, 转化率也就越高。如果事先用 DNA 酶降解供体菌细胞中的 DNA, 那么转化作用就不复存在。

噬菌体侵染细菌的实验 噬菌体是寄生在细菌细胞中的病毒。一个典型的噬菌体的生活周期, 可以分为 3 个阶段: 感染阶段、增殖阶段和成熟阶段。

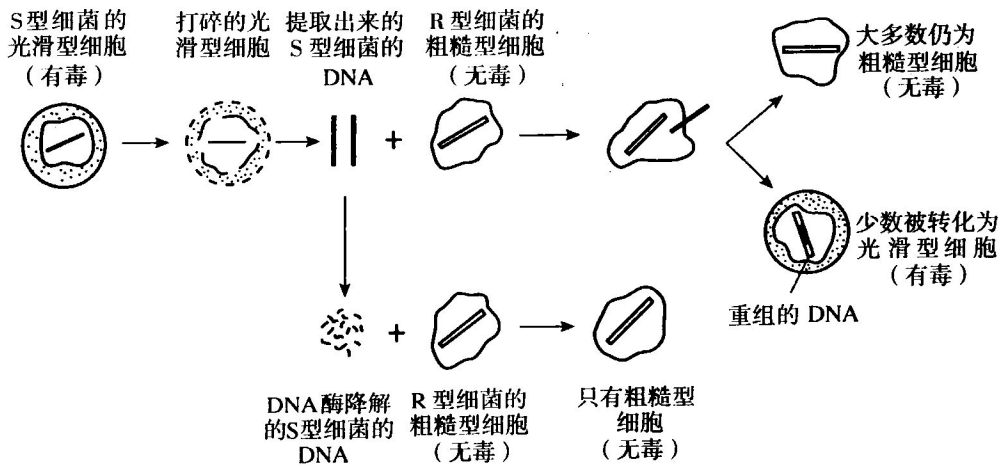


图 6-1 肺炎双球菌转化作用图解

有关的主要内容在课本上已经介绍过了，这里再稍加详述如下。

感染阶段 噬菌体侵染寄主细胞的第一步是“吸附”（图 6-2，1），即噬菌体的尾部附着在细菌的细胞壁上，然后进行“侵入”。先通过溶菌酶的作用在细菌的细胞壁上打开一个缺口，尾鞘像肌动蛋白和肌球蛋白的作用一样收缩，露出尾轴，伸入细胞壁内，如同注射器的注射动作，噬菌体只把头部的 DNA 注入细菌的细胞内，其蛋白质外壳留在壁外，不参与增殖过程。

增殖阶段 噬菌体 DNA 进入细菌细胞后，会引起一系列的变化（图 6-2，2）：细菌的 DNA 合成停止，酶的合成也受到阻抑，噬菌体逐渐控制了细胞的代谢。噬菌体巧妙地利用寄主（细菌）细胞的“机器”，大量地复制子代噬菌体的 DNA 和蛋白质，并形成完整的噬菌体颗粒。噬菌体的形成是借助于细菌细胞的代谢机构，由本身的核酸物质操纵的。据观察，当噬菌体侵入细菌细胞后，细菌的细胞质里很快便充满了 DNA 细丝，10 min 左右开始出现完整的多角形头部结构。噬菌体成熟时，这些 DNA 高分子聚缩成多角体，头部蛋白质通过排列和结晶过程，把多角形 DNA 聚缩体包围，然后头部和尾部相互吻合，组装成一个完整的子代噬菌体。

成熟阶段 噬菌体成熟后，在潜伏后期，溶解寄主细胞壁的溶菌酶逐渐增加，促使细胞裂解，从而释放出子代噬菌体（图 6-2，3）。在光学显微镜

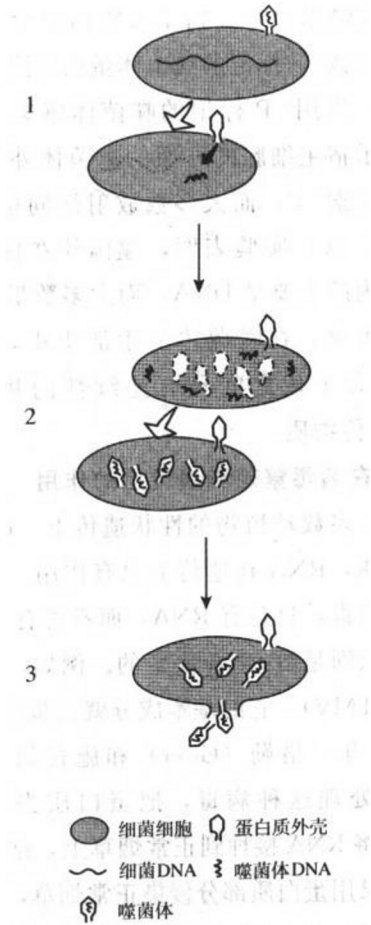


图 6-2 噬菌体侵染细菌的示意图

下观察培养感染的细胞，可以直接看到细胞的裂解现象。T₂噬菌体在 37 °C 下大约只需 40 min 就可以产生 100~300 个子代噬菌体。子代噬菌体释放出来

后，又去侵染邻近的细菌细胞，产生子二代噬菌体。

怎样知道噬菌体注入细菌内部的物质只是 DNA 呢？这主要是通过同位素的标记实验知道的。1952 年 赫尔希 (A. D. Hershey, 1908—) 和 蔡斯 (M. Chase) 把宿主细菌分别培养在含有 ^{35}S 和 ^{32}P 的培养基中，宿主细菌在生长过程中，就分别被 ^{35}S 和 ^{32}P 所标记。然后，赫尔希等人用 T_2 噬菌体分别去侵染被 ^{35}S 和 ^{32}P 标记的细菌。噬菌体在细菌细胞内增殖，裂解后释放出很多子代噬菌体，在这些子代噬菌体中，前者被 ^{35}S 所标记，后者被 ^{32}P 所标记。

同位素标记实验的第二步，是用被 ^{35}S 和 ^{32}P 标记的噬菌体分别去侵染未标记的细菌，然后测定宿主细胞的同位素标记：当用 ^{35}S 标记的噬菌体侵染细菌时，测定结果显示，宿主细胞内很少有同位素标记，而大多数 ^{35}S 标记的噬菌体蛋白质附着在宿主细胞的外面；当用 ^{32}P 标记的噬菌体感染细菌时，测定结果显示宿主细胞的外面的噬菌体外壳中很少有放射性同位素 ^{32}P ，而大多数放射性同位素 ^{32}P 在宿主细胞内。以上实验表明，噬菌体在侵染细菌时，进入细菌内的主要是 DNA，而大多数蛋白质在细菌的外面。可见，在噬菌体的生活史中，只有 DNA 是在亲代和子代之间具有连续性的物质。因此，DNA 是遗传物质。

RNA 在病毒繁殖和遗传上的作用 目前已经查明，在绝大多数动植物的性状遗传上，DNA 是主要的遗传物质，RNA 在遗传上也有作用。一些植物病毒和动物病毒，只含有 RNA，而不含有 DNA，它们的遗传性状则是由 RNA 决定的。例如，烟草花叶病毒（简称 TMV），它的基本成分就是蛋白质和 RNA。早在 1957 年，格勒 (Gierer) 和施拉姆 (Schramm) 用石炭酸处理这种病毒，把蛋白质去掉，只留下 RNA，再将 RNA 接种到正常烟草上，结果发生了花叶病；如果用蛋白质部分侵染正常烟草，则不发生花叶病。由此证明，RNA 起着遗传物质的作用。以后有人将车前草病毒 (HRV) 的 RNA 与烟草花叶病毒的蛋白质结合在一起，形成一个类似“杂种”的新品系。用它进行侵染实验，结果，发生的病症以及繁殖的病毒类型，都依 RNA 的特异性为转移，即依车前草病毒的 RNA 为转移 (图 6-3)。这更进一步证实了

RNA 在遗传上的作用。

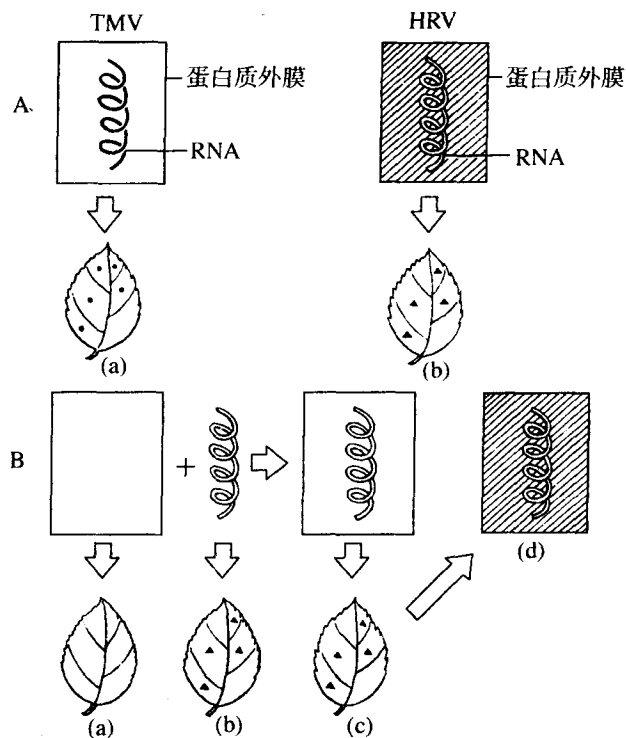


图 6-3 RNA 是病毒遗传物质的证明实验

A. TMV 和 HRV 的结构以及两种病毒侵染烟草叶引起的病症

(a) TMV; (b) HRV。

B. TMV 蛋白质外膜和 HRV 的 RNA 所合成的新品系侵染烟草叶的情况

(a) TMV 蛋白质外膜，单独没有侵染作用；

(b) HRV 的 RNA，单独有侵染作用；

(c) TMV 蛋白质外膜和 HRV 的 RNA 合成的新品系，有侵染作用；

(d) 新品系产生的病毒后代，全属 HRV 型。

【实验九】 DNA 的粗提取与鉴定

一 教学目的

1. 初步掌握 DNA 的粗提取和鉴定的方法。
2. 观察提取出来的 DNA 物质。

二 教学建议

在本实验的教学中，教师应注意以下几点。

1. 实验材料必须准备充足。本实验所用的实验材料是鸡血细胞液，由活鸡的鲜血经沉淀后获得。

每组(2个学生)需用5 mL鸡血细胞液,则每班(50人)至少需要130 mL,而鸡血细胞液与鸡血的体积比为1:3,这样每班至少需要390 mL鸡血细胞液。宰杀1只中等大小的活鸡,一般可得120 mL左右的鲜血,因此,1个班实验需要买4只活鸡。如果不具备购买活鸡的条件,也可以到市场售活鸡处去索取鸡血,但所带烧杯中必须提前放入抗凝剂。

2. 盛放鸡血细胞液的容器,最好是塑料容器。鸡血细胞破碎以后释放出的DNA,容易被玻璃容器吸附,由于细胞内DNA的含量本来就比较少,再被玻璃容器吸附去一部分,提取到的DNA就会更少。因此,实验过程中最好使用塑料的烧杯和试管,这样可以减少提取过程中DNA的损失。

3. 获取较纯净的DNA的关键步骤。

(1) 充分搅拌鸡血细胞液 DNA存在于鸡血细胞的细胞核中。将鸡血细胞液与蒸馏水混合以后,必须用玻璃棒沿一个方向快速搅拌,使鸡血细胞加速破裂,并释放出DNA。

(2) 沉淀DNA时必须用冷酒精 实验前必须准备好大量的体积分数为95%的酒精,并在冰箱(至少5℃以下)中至少存放24 h。

(3) 正确搅拌含有悬浮物的溶液 实验步骤3、5、7,都需要用玻璃棒搅拌。教师应提醒学生注意,在进行步骤3、5时,玻璃棒不要直插烧杯底部,而且搅拌要轻缓,以便获得较完整的DNA分子。进行步骤7时,要将玻璃棒插入烧杯中溶液的中间,用手缓慢转动5~10 min。

三 参考资料

实验原理的补充介绍

1. DNA的释放 DNA位于鸡血细胞的细胞核中,正常情况下不会释放出来。为了使DNA从细胞核中释放出来,实验中采用了向鸡血细胞液中加入蒸馏水并且搅拌的方法。蒸馏水对于鸡血细胞来说,是一种低渗液体,水分可以大量进入血细胞内,使血细胞破裂。同时,再加上搅拌的机械作用,就加速了鸡血细胞的破裂(细胞膜和核膜的破裂),于是释放出DNA,当然也有RNA。但是,释放出来的大量DNA和RNA往往与蛋白质结合在一起。

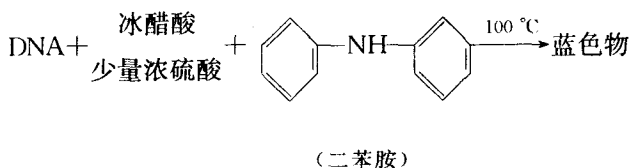
2. 将DNA与蛋白质分离 根据二者的特性,即在浓度较高的氯化钠溶液(物质的量浓度为2 mol/L)中,核蛋白容易解聚,游离出DNA。而DNA在浓度较高的氯化钠溶液中的溶解度很高, Na^+ 与带负电的DNA结合成DNA钠盐。这时DNA在溶液中呈溶解状态。

3. DNA的析出与获取 利用DNA在浓度较低的氯化钠溶液中溶解度小的原理,向含有DNA的浓度较高的氯化钠溶液中加入大量(约500 mL)蒸馏水,稀释氯化钠溶液,使DNA的溶解度下降,而蛋白质的溶解度增高(这就是蛋白质的盐溶现象),从而使二者分离。这时,加上不停地搅拌,溶解度下降的DNA逐渐呈丝状物。再通过过滤,滤去蛋白质,就可以获取DNA的黏稠物了。如果采用离心法则更好,用4 000 r/min的旋转频率,离心15 min,除去上清液(含有蛋白质),留下的沉淀物中含DNA。

4. DNA的再溶解 再用较高浓度的氯化钠溶液去溶解DNA黏稠物。

5. DNA的沉淀和浓缩 除去了蛋白质的核酸溶液,必须再进一步沉淀和浓缩。最常用的方法是酒精沉淀法。就是将含有 Na^+ 的DNA溶液,加入到相当于其两倍体积的体积分数为95%冷酒精溶液中,混匀以后可以使DNA沉淀、浓缩,形成含杂质较少的DNA丝状物,悬浮于溶液中。如果出现丝状物较少,可以将此混合液再放入冰箱中冷却几分。浓缩后的DNA丝状物,可以用缓缓旋转玻璃棒的方法卷起(因为玻璃棒有吸附DNA的作用)。

6. DNA的鉴定 本实验中鉴定DNA的方法为二苯胺法(配方见下述的“药品配制”)。二苯胺法的原理是:DNA中嘌呤核苷酸上的脱氧核糖遇酸生成 ω -羟基- γ -酮基戊醛,它再和二苯胺作用而显现蓝色(溶液呈浅蓝色)。



鉴定时溶液蓝色的深浅,与溶液中 DNA 含量的多少有关。

二苯胺试剂的配制

A 液: 1.5 g 二苯胺溶于 100 mL 冰醋酸中,再加 1.5 mL 浓硫酸,用棕色瓶保存。如冰醋酸呈结晶状态,则需加温后待其熔化,再使用。

B 液: 乙醛的体积分数为 0.2% 的溶液。

配制: 将 0.1 mL B 液加入到 10 mL A 液中,现配现用。

DNA 粗提取与鉴定的另一种方法

1. 材料用具

新鲜菜花 (或蒜黄、菠菜)。

塑料烧杯,量筒,玻璃棒,尼龙纱布,陶瓷研钵,试管,试管架,试管夹,漏斗,酒精灯,石棉网,三角架,火柴,刀片,天平。

研磨液,体积分数为 95% 的酒精溶液,二苯胺试剂,蒸馏水。

2. 方法步骤

(1) DNA 的粗提取

①准备材料 将新鲜菜花和体积分数为 95% 的酒精溶液放入冰箱冷冻室,至少 24 h。

②取材 称取 30 g 菜花,去梗取花,切碎。

③研磨 将碎菜花放入研钵中,倒入 10 mL 研磨液,充分研磨 10 min。

④过滤 在漏斗中垫上尼龙纱布,将菜花研磨液滤入烧杯中 (有条件的学校可将滤液倒入塑料离心管中进行离心,用 1 000 r/min 的旋转频率,离心 2~5 min,取上清液放入烧杯中)。在 4 °C 冰箱中放置几分钟后,再取上清液。

⑤加冷酒精 将一倍体积的上清液倒入两倍体积的体积分数为 95% 的冷酒精溶液中,并用玻璃棒缓缓地轻轻搅拌溶液 (玻璃棒不要直插烧杯底部)。沉淀 3~5 min 后,可见白色的 DNA 絮状物出现。用玻璃棒缓缓旋转,絮状物会缠在玻璃棒上。

(2) DNA 的鉴定

①配制二苯胺试剂 取 0.1 mL B 液,滴入到 10 mL A 液中,混匀。

②鉴定 取 4 mL DNA 提取液放入试管中,加入

4 mL 二苯胺试剂,混匀后观察溶液颜色 (不变蓝)。用沸水浴 (100 °C) 加热 10 min。在加热过程中,随时注意试管中溶液颜色的变化 (逐渐出现浅蓝色)。

研磨液的配制方法

Tris: 10.1 g (相对分子质量为 121.14), 先加 50 mL 蒸馏水溶解,用物质的量浓度为 2 mol/L 的盐酸调至 pH 8.0,再加下述药品。

NaCl: 8.76 g (相对分子质量 58.44)

EDTA: 37.2 g (相对分子质量 372.24)

SDS: 20 g (相对分子质量 272.3)

待上述药品全部溶解后,再用蒸馏水定容至 1 000 mL。

若在室温低于 20 °C 时配制药液,SDS 呈沉淀析出,此时需要加温,才能将 SDS 溶解。如果提前配制的研磨液出现了沉淀,则应加温使沉淀溶解后再使用。

研磨液中几种药品的作用

SDS (十二烷基硫酸钠): 可使蛋白质变性,与 DNA 分离。

EDTA (乙二胺四乙酸二钠): 为 DNA 酶的抑制剂,可以防止细胞破碎后 DNA 酶降解 DNA。

物质的量浓度为 0.15 mol/L 的氯化钠溶液: 能很好地溶解 DNA。

Tris/HCl: 提供缓冲体系,DNA 在这个缓冲体系中呈稳定状态。(Tris 为三羟甲基氨基甲烷)

鉴定 DNA 的其他方法 用紫外灯照射法鉴定 DNA 效果很好。具体鉴定方法如下。

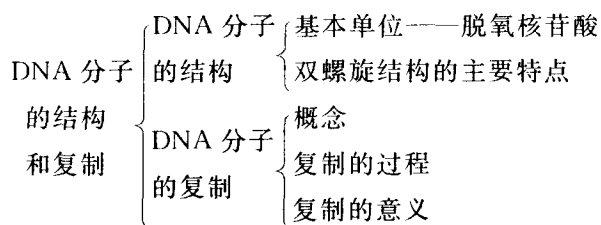
1. 配制染色剂。用蒸馏水配制质量浓度为 0.5 g/L 的溴化乙锭 (EB) 溶液。

2. 将玻璃棒上缠绕的白色絮状物抹于蜡纸上,再滴 1 滴 EB 溶液染色。

3. 将蜡纸放在紫外灯 (260 nm) 下照射 (暗室中),可见橙红色的荧光 (DNA 的紫外吸收高峰在 280 nm 处)。

二 DNA 分子的结构和复制

一 知识结构



二 教学目的

1. DNA 分子的结构特点 (C: 理解)。
2. DNA 分子复制的过程和意义 (C: 理解)。

三 重点和难点

1. 教学重点
 - (1) DNA 分子的结构。
 - (2) DNA 分子的复制。
2. 教学难点
 - (1) DNA 分子的结构特点。
 - (2) DNA 分子的复制过程。

四 教学建议

《DNA 分子的结构和复制》这一小节的教学时间为 2 课时。其中，第一课时讲授 DNA 分子的结构和进行“制作 DNA 双螺旋结构模型”的实验，第二课时讲授 DNA 分子的复制。

关于 DNA 分子的结构的教学，教师可以先通过提问让学生复习原有的知识，如 DNA 分子的基本元素组成，3 种基本组成物质，基本结构单位，以及化学结构等。在复习提问的基础上，再结合课本中 DNA 分子的基本结构单位的图解，使学生明确 4 种脱氧核糖核苷酸的根本区别在于含氮碱基的不同，它们聚合形成多核苷酸链。

讲授 DNA 双螺旋结构时，首先让学生观察

DNA 立体结构的模型或模式图，使学生对双螺旋结构有个大体认识，甚至可以鼓励学生尝试着对双螺旋结构的特征进行描述。然后，师生共同以板书形式将 DNA 双螺旋结构的特点概括如下：

	主 链	碱 基 对
构成方式	①脱氧核糖与磷酸交替排列； ②两条主链呈反向平行； ③盘绕成规则的双螺旋	①主链上对应碱基以氢键连成对； ②碱基互补配对 (A—T, G—C) ③碱基对平面之间平行
位 置	双螺旋外侧	双螺旋内侧

课文中仅从碱基排列顺序的角度揭示 DNA 分子结构的多样性和特异性。教学时可让学生尝试两个符号牌的排列方式，这两个符号牌可以写出相同符号 a 或 b，又可以写成 a 和 b，它们由左向右的书写类型有 4 种：aa、bb、ab、ba，即 2^2 。其中，底数 2 为符号的种类，指数 2 则为符号牌数。然后，向学生阐明 DNA 双螺旋结构中的碱基对有：A—T、T—A、G—C、C—G 四种，假如有 4 000 对碱基，让学生计算出 DNA 分子的种类数。

关于 DNA 分子的复制的教学，教师可以先向学生阐明 DNA 复制的概念，然后让学生说出细胞周期中 DNA 复制的时间。DNA 复制的过程、条件和特点的内容是本节课的教学重点。教学时可以结合下列板图（图 6-4）进行。首先使学生明确 DNA 复制的过程大体分为三个阶段；复制需要模板、原料、酶和能量等基本条件；以及边解旋边复制、半保留复制等特点。然后，启发学生通过分析 DNA 复制过程及其特点，领会 DNA 分子独特的双螺旋结构和碱基互补配对能力与其复制的密切关系。最后，让学生通过分析子代 DNA 与亲代 DNA 的碱基序列的特征，明确 DNA 自我复制的意义。