



·注解版·

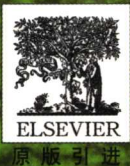
Molecular Biology

Understanding the Genetic Revolution

分子生物学

(第二版)

David Clark 编著/注解: 胡 珏 刘文颖 译, 刘进元 审校



科学出版社
www.sciencep.com



1. *Journal of the American Medical Association*, 2000; 283: 2689-2693.



MOLECULAR BIOLOGY

Understanding the Genetic Revolution
2nd Edition

分子生物学

(第二版)

David Clark 编著
Southern Illinois University, U. S. A

注解: 胡 珏 刘文颖 译
刘进元 审校

科学出版社

北 京

图字:01-2006-7064 号

This is an annotated version of

Molecular Biology: Understanding the Genetic Revolution

David Clark

Copyright © 2005, Elsevier Inc.

ISBN: 0-12-175551-7

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

AUTHORIZED EDITION FOR SALE IN P. R. CHINA ONLY

本版本只限于在中华人民共和国境内销售

图书在版编目(CIP)数据

分子生物学:第2版:英文/(美)克拉克(Clark, D.)编著.一影印本.一北京:科学出版社,2007

ISBN 978-7-03-018211-1

I. 分… II. 克… III. 分子生物学-英文 IV. Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 148108 号

责任编辑:孙红梅/责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳信达艺术印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年1月第一版 开本:889×1194 1/16

2007年1月第一次印刷 印张:51 插页:2

印数:1—3 000 字数:1 381 000

定价:98.00 元

如有印装质量问题,我社负责调换

DEDICATION

This book is dedicated to Lonnie Russell who was to have been my coauthor. A few months after we started this project together, in early July 2001, Lonnie drowned in the Atlantic Ocean off the coast of Brazil in a tragic accident.

注解版中文序

21 世纪是生命科学的世纪,而分子生物学对于生命科学的发展起着关键作用。20 世纪人类揭示了 DNA 双螺旋结构,将分子技术引入生命世界,从而创建了分子生物学;随后的遗传密码的解析、基因工程技术的诞生则大大促进了分子生物学的发展;接着在 20 世纪末 21 世纪初众多基因组计划的完成,不仅提供了大量的 DNA 内在信息与生命密码的蓝图,而且已从根本上改变了传统的分子生物学的研究方法思路,并且为分子生物学研究提出了许多崭新课题。那么 21 世纪分子生物学需要解决的根本问题是什么呢?应该是“遗传的语言问题”,即整个基因组的调控问题。如果说 DNA 双螺旋结构的提出标志着分子生物学的诞生,基因组计划的完成标志着分子生物学的重大突破,那么遗传语言的解决将标志着分子生物学的“成熟”,热切希望有志于分子生物学发展的中华学子们对这一分子生物学的根本问题的解决做出贡献。

面对分子生物学内容多、信息量大、知识发展快的特点,作为在高等学府执教的老师们经常会考虑哪些基本概念、基础知识以及最新进展应该优先教给学生;而作为主修生物科学的本科生,或者刚开始研究生课程的学子们又会经常面临哪些基本知识、基础理论应该优先掌握的困惑。解决上述问题的最好办法就是找到一本好的分子生物学教科书。根据多年执教分子生物学课程的经验,觉得科学出版社引进的这本由美国 Southern Illinois 大学 David Clark 教授编写的《分子生物学》教科书为大家提供了一个很好的选择。正如该书著者在前言中所指出的那样,《分子生物学》力求以简炼、易懂的形式传达分子生物学的精髓;以图文并茂、同步词汇与关键点解释的方式帮助读者提高学习效率。本书分为 26 章,涉及数百个专题,基本上总括了分子生物学的基本理论、核心内容以及主要技术,并且涵盖了分子生物学领域的医学、农业和社会等方面的最新研究进展,是一本用来探索生物学问题的导向性教材。一位权威专家对本书的评价是这样的:“本书内容覆盖之广,精辟独到的见解之多,让人不禁赞叹著者的工作是如此之出色。”

怎样有效地引进国外优秀教材对于吸收最新知识、培养创新性人才至关重要。通常的做法是以影印或翻译方式引进国外原版教材。不过,翻译版周期长且较难保证原版的质量和风格;而影印版虽然周期短,但完全没有中文的非母语阅读往往使读者费时费力。为了很好地解决原版教材引进中的这些问题,科学出版社进行了大胆尝试,推出了注解版的国外原版教材。注解版不仅保证了其忠实于原文以及方便读者的初衷,而且可以提高阅读的效率 and 准确性。在科学出版社的主持下,我们翻译了 David Clark 教授编写的这本《分子生物学》教科书中的关键点和词汇,奉献给大家,以期帮助读者抓住重点,实现快速阅读,取得更好的学习效果。

本书注解部分的中文翻译主要由胡珏完成,刘文颖参加了部分翻译,最后刘进元对整个译文进行了仔细的校对。全书译文以科学出版社出版的《英汉生物学词汇(第三版)》规范所有术语,并对原著的某些笔误作了必要的更正。由于没有足够的时间对某些深奥的英文表达作仔细推敲,难免会有一些不确切的中文表达甚至译误,在此敬请广大读者指正,以期在再版时加以更正。

刘进元

2006 年 11 月 28 日于清华园

前言

本书以“遗传革命的领悟”为副题,反映的是过去五十年来遗传学分子基础理论的巨大进步。在未来半个世纪,人们在分子水平对生命体如何行使功能的理解,并结合人类控制生命体的能力,可以将我们刚刚认识的这一领域拓展得更宽更广。

如今我们对基因的认识,已远非一个多世纪前孟德尔提出的所谓抽象实体。基因是携带编码信息的DNA片段。事实上,现在基因已变成可在试管中进行操作的化学试剂。在经典遗传学年代,基因代表着遗传特性,而其本身却像20世纪以前的原子一样深藏不露。而今已经发现基因和原子两者都存在可以由人们来随意摆弄的亚组分。

对于生命体如何行使功能的深入理解的关键是:正确认识细胞是怎样在分子水平上运转的。清楚地认识到影响诸多疾病与健康问题的各种各样的分子因素对于人类来说是至关重要的。癌症只不过是那些其遗传基础被揭示后才可被充分理解的疾病中的典型一例,而这类疾病远不止一种。如今,临床的分子诊断与药物的分子设计正在迅速地扩展,可以预计依据患者个人的基因信息来设计临床治疗措施将很快成为可能。

在一篇简短的前言中,与其试图总结我对现代分子生物学的见解(这是我希望这本书所能实现的),我更愿意明确地指出我不希望这本书成为教员或研究者的参考工具,而宁愿成为大学高年级学生用来探索多种生物学问题的导向性教科书,尤其是对最后一年的本科生与刚刚开始新学年的研究生而言。

即使作为教科书,本书并不试图包罗万象,也不想涵盖所有信息。在本系列中还有一本我与Nanette Pazdernik先生合著的新书(生物技术:遗传革命的应用,2006),那基本上是从本书的结尾处起笔的。我希望这两本书能全面地概括现代分子遗传学的基础与应用。

估计大多数使用这本书的学生均具有良好的现代遗传学和细胞生物学基础,相信你们能从本书所覆盖的主题中挑选到你们感兴趣的内容。而对于那些可能是还没有完全准备好或是刚从其他学科转入分子生物学课程学习的同学,我已设法在书中早些章节包含基础内容,由浅入深。

因为各学科应用分子生物学的兴趣越来越浓,我已努力避免过多的细节描述(深度)而照顾到叙述的范围(宽度)。这绝非有意降低细胞生物学家工作的重要性,而是为了强调应用分子生物学的领域远不止人类医学与健康。遗传革命同样极大地影响着其他重要领域,如农学、兽医学、动物行为学、进化和微生物学。这些领域以及相关学科的学生都需要在一定程度上对分子生物学有所了解。

最后要说明的是本书各章末尾并没有列出参考文献或拓展阅读条目,主要出于以下两个原因的考虑。正像我自己的盘问已揭示的那样,我和我的同僚乃至学生们都没有实际上使用过教科书的参考资料,正如我们在观看DVD时很少观看DVD中所提供的有关演员感受、额外场景和剪切掉的片段一样。其实核心部分的内容就足够学生们去应付的了。

其次,有人若需要最新的参考资料,通过网站搜索是更明智的方法。PubMed, Google Scholar 和 Scirus.com 都是很不错的选择。

敬请(希望踊跃!)提出宝贵意见。

David Clark, Carbondale, Illinois, January 2005

致谢

衷心感谢为本书的撰写提供信息、改进意见、并给了我很多帮助和鼓励的下列各位同仁:Laurie Achenbach, Rubina Ahsan, Phil Cunningham, Michelle McGehee, Donna Mueller, Dan Nickrent, Joan Slonczewski。特别感谢Nanette Pazdernik帮我编辑了许多章节,和Karen Fiorino帮我绘制了本书的绝大多数彩图。

绪 论

——分子遗传学正推动着生物技术革命的前进

虽然人类的动物饲养与植物培育的活动可追溯到数千年前,但遗传学却在近两个世纪才成为了一个科学研究的领域。随着对头发或眼睛的颜色之类的遗传特征的研究,以及 Gregor Mendel 在豌豆上所做的著名遗传实验的完成,在十九世纪(1800s)诞生了经典遗传学。第二次世界大战后,那些揭示遗传性状(我们日常观察到的)是如何与它们基本的生物化学过程相联系的技术得到了快速发展。遗传分子本质的研究成果直接增加了使用“分子”这个词的频率。通常说来,“分子生物学”是指那些与基因、基因产物和遗传相关的分子的生物学。换言之,分子生物学常可用另一个可能更合适的词即分子遗传学来替代。广义的分子生物学包含了从分子角度研究生命的所有方面。从广义来讲,虽然肌肉运动或植物色素合成的分子细节也可被包括进来,但实际上由于本书的篇幅所限,结果本书大部分篇幅主要用来描述遗传信息的存储与传递的分子细节。

生命体的结构和生活方式千姿百态,而从分子水平关注生命,却突显了生命过程的内在的统一。也许正是由于这种统一,而非尖端分子技术的使用,确定了分子生物学作为一个学科的权利。对不同生物愈来愈细致的各种分析,并不应该成为一种不断膨胀的大杂烩,而从分子分析中产生的应该是一种可适用所有生命形式且无视外观差异的信息传递的内在规律。

当今社会正处于两大科学革命之中。一个发生在信息或计算机的技术领域,而另一个则是分子生物学。两者都涉及大量编码信息的处理。前者的信息为人工制造或人工编码的,就连用于编码信息的机制亦是人造的;而后者要处理的是运转生命的遗传信息。当今的生物学已经可以在分子水平对那些控制所有生命体的组成和功能的基因进行解析,并能通过基因工程来改变这些基因。实际上,管理和分析如此庞大数量的来自实验的遗传信息需要先进的软件和功能强大的计算机给以支撑。现正在发展的信息革命就其重要性而言可与工业革命相媲美,而今天的信息革命已改变着人类的生活,并将继续改变着未来一代的生活。有关遗传分子以及它们如何进行表达调控的数据正在以越来越快的速度不断积累,这在很大程度上归功于技术的进步,如 PCR(聚合酶链式反应;参见 Ch. 23)和 DNA(脱氧核糖核酸)芯片(参见 Ch. 25)。特别是最近适用于多个样品和/或多个基因的快速、实时且自动化的分析方法的建立。

人类健康领域是分子生物学研究的一个主要方向。几乎完整的人类基因组的 DNA 序列已于 2003 年公布,从在理论上讲我们已经得到了可以制造一个人所需的全部遗传信息。然而人类所拥有的大约 35 000 个基因中的大多数基因的功能依旧未知,而调控和协调这些基因的表达的通路则更加复杂。遗传疾病是由于某些基因的缺陷或染色体而引发的,可见研究这些基因的正常功能对于理解为何缺陷引起疾病是至关重要的。由于任何疾病均有一个特定的遗传组成,现在的趋势是要从遗传学角度重新定义生理与心理健康。甚至一种传染病的发生都在很大程度上取决于内在的宿主应答。例如,某种遗传体质的人会比其他人具有更高的感染 SARS 的风险,即使是 SARS 这样一种仅在最近几年才入侵人群的疾病。在预防疾病和延缓衰老等提高健康水平和增加人类与动物寿命方面,分子生物学已成功展示出它的潜力。临床医学正是通过整合这些新发现而获得飞速发展。

另一个重要的受生物技术影响深远的领域是农业。采用基因工程已创制出许多动植物新品种,其中的一些已经投放农业生产。作为人类的食物来源的动植物,经过基因工程改造,使之能够适应原本难以适应的环境条件。为了提高产量和减少成本,人类正在利用生物技术来培育抗病性农业牲畜和抗虫性农作物。不过这些遗传改良的生物对其他物种以及环境的影响仍是一个具有争议的问题。

Preface

This book's subtitle, *Understanding the Genetic Revolution*, reflects the massive surge in our understanding of the molecular foundations of genetics in the last fifty years. In the next half century our understanding of how living organisms function at the molecular level, together with our ability to intervene, will expand in ways we are only just beginning to perceive.

Today we now know that genes are much more than the abstract entities proposed over a century ago by Mendel. Genes are segments of DNA molecules, carrying encoded information. Indeed, genes have now become chemical reagents, to be manipulated in the test tube. In the days of classical genetics genes represented inherited characteristics but were themselves inviolate, rather like atoms before the twentieth century. Today both genes and atoms have sub-components to be tinkered with.

A full understanding of how living organisms function includes an appreciation of how cells operate at the molecular level. This is of vital importance to all of us as it becomes ever more clear that molecular factors underlie many health problems and diseases. While cancer is the "classic" case of a disease that only became understandable when its genetic basis was revealed, it is not the only one by any means. Today the molecular aspects of medicine are expanding rapidly and it will soon be possible to personally tailor clinical treatment by taking into account the genetic make-up of individual patients.

Rather than attempting to summarize my view of modern molecular biology (the book itself, I hope, accomplishes that) in a short preface, I'd like to briefly address what this book is not. It is not intended as a reference work for faculty or researchers but rather as a survey-oriented textbook for upper division students in a variety of biological sub-disciplines. In particular it is intended for final year undergraduates and beginning graduate students.

This book does not attempt to be exhaustive in its coverage, even as a textbook. There is a second book in this series (Biotechnology: *Applying the Genetic Revolution*, 2006) co-authored with Nanette Pazdernik, which essentially picks up where this book ends. Both books, I hope, effectively survey the foundations and applications of modern molecular genetics.

Many, perhaps most, of the students using this book will be well versed in the basics of modern genetics and

cell biology and so can pick and choose from the topics covered as needed. However, others will not be so well prepared, due in part to the continuing influx into molecular biology of students from related disciplines. For them I've tried to create a book whose early chapters cover the basics, before launching out into the depths.

Because of the continuing interest in applying molecular biology to an ever widening array of topics, I have tried to avoid overdoing detail (depth) in favour of breadth. This in no way minimizes the importance of the subject matter for cell biologists but instead emphasizes that molecular biology is applicable to more than just human medicine and health. The genetic revolution has also greatly impacted other important areas such as agriculture, veterinary medicine, animal behaviour, evolution, and microbiology. Students of these, and related disciplines, all need to understand molecular biology at some level.

Finally there are no references or extra reading at the ends of the chapters, for two reasons. My own cross-questioning has revealed that neither myself nor most of my colleagues and students have ever actually used such textbook references just as we rarely watch the extra material on DVDs providing actors' insights, extra scenes, and outtakes. The student has enough to deal with in the core material.

Secondly, anyone who wants up-to-date reference material is far better advised to run a web search. PubMed, Google Scholar and Scirus.com are good choices.

Feedback (hopefully positive!) is welcome.

David Clark, Carbondale, Illinois, January 2005

Acknowledgements

I would like to thank the following individuals for their help in providing information, suggestions for improvement and encouragement: Laurie Achenbach, Rubina Ahsan, Phil Cunningham, Michelle McGehee, Donna Mueller, Dan Nickrent, Joan Slonczewski. Especial thanks go to Nanette Pazdernik for help in editing many of the chapters and to Karen Fiorino for creating most of the artwork.

Introduction

Molecular Genetics Is Driving the Biotechnology Revolution

Although the breeding of plants and animals goes back thousands of years, only in the last couple of centuries has genetics emerged as a field of scientific study. Classical genetics emerged in the 1800s when the inheritance patterns of such things as hair or eye color were examined and when Gregor Mendel performed his famous experiments on pea plants. Techniques revealing how the inherited characteristics that we observe daily are linked to their underlying biochemical causes have only been developed since World War II. The resulting revelation of the molecular basis of inheritance has resulted in the increasing use of the term “molecular.” Often the term “molecular biology” refers to the biology of those molecules related to genes, gene products and heredity—in other words, the term molecular biology is often substituted for the perhaps more appropriate term, **molecular genetics**. A more broad-minded definition of molecular biology includes all aspects of the study of life from a molecular perspective. Although the molecular details of muscle operation or plant pigment synthesis could be included under this definition, in practice, textbooks are limited in length. In consequence, this book is largely devoted to the molecular aspects of the storage and transmission of biological (i.e., genetic) information.

Although there is great diversity in the structures and lifestyles of living organisms, viewing life at the molecular level emphasizes the inherent unity of life processes. Perhaps it is this emergent unity, rather than the use of sophisticated molecular techniques, that justifies molecular biology as a discipline in its own right. Instead of an ever-expanding hodge-podge of methods for analyzing different organisms in more and more detail, what has been emerged from molecular analysis is an underlying theme of information transmission that applies to all life forms despite their outward differences.

Society is in the midst of two scientific revolutions. One is in the realm of technology of information, or computers, and the other in molecular biology. Both are related to the handling of large amounts of encoded information. In one case the information is man made, or at any rate man-encoded, and the mechanisms are artificial; the other case deals with the genetic information that underlies life. Biology has reached the point where the genes that control the makeup and functioning of all living creatures are being analyzed at the molecular level and can be altered by genetic engineering. In fact, managing

and analyzing the vast mass of genetic information constantly emerging from experimentation requires the use of sophisticated software and powerful computers. The emerging information revolution rivals the industrial revolution in its importance, and the consequences of today's findings are already changing human lives and will continue to alter the lives of future generations. Data is accumulating about the molecules of inheritance and how they are controlled and expressed at an ever faster and faster pace. This is largely due to improved techniques, such as **PCR** (polymerase chain reaction; see Ch. 23) and **DNA** (deoxyribonucleic acid) arrays (see Ch. 25). In particular, methods have recently been developed for the rapid, simultaneous and automated analysis of multiple samples and/or multiple genes.

One major impact of molecular biology is in the realm of human health. The almost complete sequence of the DNA molecules comprising the human genome was revealed in the year 2003. So, in theory, science has available all of the genetic information needed to make a human being. However, the function of most of a human's approximately 35,000 genes remains a mystery. Still more complex is the way in which the expression of these genes is controlled and coordinated. Inherited diseases are due to defective versions of certain genes or to chromosomal abnormalities. To understand why defective genes cause problems, it is important to investigate the normal roles of these genes. As all disease has a genetic component, the present trend is to redefine physical and mental health from a genetic perspective. Even the course of an infectious disease depends to a significant extent on built-in host responses, which are determined by host genes. For example, humans with certain genetic constitutions are at much greater risk than others of getting SARS, even though this is an emerging disease that only entered the human population in the last few years. The potential is present to improve health and to increase human and animal life spans by preventing disease and slowing the aging process. Clinical medicine is changing rapidly to incorporate these new findings.

The other main arena where biotechnology will have a massive impact is agriculture. New varieties of genetically engineered plants and animals have already been made and some are in agricultural use. Animals and plants used as human food sources are being engineered to adapt them to conditions which were previously unfavorable. Farm animals that are resistant to disease and crop plants that are resistant to pests are being developed in order to increase yields and reduce costs. The impact of these genetically modified organisms on other species and on the environment is presently a controversial issue.

目 录

第 1 章	基础遗传学	1
第 2 章	细胞与生命体	21
第 3 章	DNA、RNA 与蛋白质	51
第 4 章	基因、基因组与 DNA	75
第 5 章	细胞分裂与 DNA 复制	103
第 6 章	基因的转录	132
第 7 章	蛋白质结构与功能	154
第 8 章	蛋白质合成	197
第 9 章	原核生物的转录调控	234
第 10 章	真核生物的转录调控	262
第 11 章	RNA 水平的调控	281
第 12 章	RNA 的加工	302
第 13 章	突变	333
第 14 章	重组与修复	368
第 15 章	可动 DNA	396
第 16 章	质粒	425
第 17 章	病毒	453
第 18 章	细菌遗传学	484
第 19 章	低等真核生物的多样性	508
第 20 章	分子进化	533
第 21 章	核酸：分离、纯化、检测与杂交	567
第 22 章	DNA 重组技术	599
第 23 章	聚合酶链式反应	634
第 24 章	基因组与 DNA 的测序	662
第 25 章	基因表达的分析	693
第 26 章	蛋白质组：蛋白质的整体解析	717
词汇表		745
索引		771

详细目录

第 1 章 基础遗传学	1	单倍体、二倍体与真核生物的生命轮回	45
格雷戈尔·孟德尔——经典遗传学之父	2	病毒不属于活细胞	46
基因决定着生物化学途径中的每一步	3	细菌型病毒可感染细菌	47
基因的改变可导致突变体的产生	4	人类病毒性疾病普遍存在	48
表型与基因型	5	很多亚细胞类遗传实体的存在	49
染色体为携带基因的细长分子	6		
不同生物体可能含有不同的染色体数目	7	第 3 章 DNA、RNA 与蛋白质	51
显性与隐性等位基因	8	核酸分子携带遗传信息	52
部分显性、共显性、外显率及修饰基因	9	核酸的化学结构	52
有性生殖使来源于双亲的基因发生混合	11	DNA 与 RNA 均含有四种碱基	54
性别决定与伴性性状	13	核苷是由碱基与糖组成;核苷酸为核苷结合磷酸	
相邻基因彼此连锁遗传	15	而成	55
减数分裂中的重组确保了遗传多样性	16	双链 DNA 形成了一种双螺旋结构	56
大肠杆菌为研究细菌遗传学的一种模式生物	17	碱基对由氢键连接而成	57
		互补的双链展现出遗传的奥秘	59
第 2 章 细胞与生命体	21	染色体的组成	60
生命是什么?	22	中心法则勾勒出遗传信息的流程	63
生命体是由细胞组成	23	核糖体可读取遗传密码	65
活细胞的基本性质	23	遗传密码“口述”蛋白质的氨基酸序列	67
原核细胞不含细胞核	27	不同类型的 RNA 具有不同的功能	69
真细菌与古细菌在遗传学上存在明显差异	28	由氨基酸组成的蛋白质为很多细胞功能的体现者	70
细菌曾用于研究细胞的基本功能	29	蛋白质结构存在四种结构等级	71
大肠杆菌(<i>E. coli</i>)为一种模式细菌	31	蛋白质执行多种生物学功能	73
自然界中细菌生活在何处?	32		
某些细菌可引起疾病,但大多数都是有益的	34	第 4 章 基因、基因组与 DNA	75
真核细胞被细分成各个分室	34	遗传物质 DNA 的发现史	76
真核生物的多样性	36	多少遗传信息为生命的维持所必需?	78
真核生物具有两种基本的细胞谱系	36	非编码 DNA	78
生物体的分类	38	编码 DNA 可能出现在非编码 DNA 中间	80
一些被普遍研究过的生物体可作为模式生物	40	在高等生物中重复序列可作为 DNA 的“面貌”特征	81
酵母为一种被广泛地研究过的单细胞真核生物	40	卫星 DNA 是以随机重复形式存在的一种非编码	
蛔虫与果蝇是多细胞模式动物	41	DNA	83
斑马鱼常用于脊椎动物发育的研究	42	小卫星与可变数串联重复序列(VNTRs)	84
小鼠与人类	44	自在 DNA 与无用 DNA 的起源	84
拟南芥为一种模式植物	44	回文序列、反向重复与茎环结构	86

多重 A 束引起 DNA 弯曲	87	细胞如何知道要开启何种基因?	140
超螺旋为细菌 DNA 的正确包装所必需	88	什么物质活化了激活子?	141
拓扑异构酶与 DNA 促旋酶	89	负调控是抑制子的作用结果	143
连环的及打结的 DNA 必须得到修正	91	很多调节蛋白通过与小分子的结合而改变构象	144
局部超螺旋	91	真核生物的转录更为复杂	145
超螺旋影响 DNA 的结构	91	真核生物中 rRNA 与 tRNA 的转录	146
DNA 中存在多种的螺旋结构	92	真核生物中编码蛋白的 RNA 的转录	148
真核生物的组蛋白组装 DNA	95	上游元件提高了 RNA 聚合酶 II 的结合效率	151
真核生物中 DNA 的进一步组装	96	增强子可远程调控转录	152
DNA 双链受热则解链,冷却则退火复性	100		
第 5 章 细胞分裂与 DNA 复制	103	第 7 章 蛋白质结构与功能	154
细胞分裂与繁殖并不总是相同	104	蛋白质由氨基酸组成	155
DNA 复制过程可认为是发生在复制叉处的两步		多肽链的形成	155
法工艺	104	二十种氨基酸组成了生物多肽	155
超螺旋为复制过程带来难题	105	大多数氨基酸的 α 碳原子具有不对称性	158
DNA 双链的分离先于 DNA 的合成	107	蛋白质的结构反映了四种结构等级	160
DNA 聚合酶的特性	107	蛋白质二级结构的形成依赖于氢键作用	160
核苷酸的聚合	109	蛋白质的三级结构	163
DNA 合成的前体准备	109	多种力共同维持着蛋白质的三维结构	165
DNA 聚合酶对 DNA 链的延伸	111	半胱氨酸之间可形成二硫键	166
完整的复制叉结构十分复杂	112	在大分子蛋白中存在多重折叠的结构域	166
引发体的存在是 DNA 不连续合成所必需的	114	蛋白质的四级结构	167
后随链的完成	116	高级组装与自组装	169
染色体在 <i>oriC</i> 位点处起始复制	118	辅助因子及金属离子常与蛋白质发生联合	169
DNA 的甲基化及对质膜的黏附控制着复制的起始	120	核蛋白、脂蛋白及糖蛋白均属于结合蛋白	172
染色体复制终止于 <i>terC</i> 位点处	121	蛋白质行使多种细胞功能	174
子染色体的脱离	122	蛋白质机器	177
染色体复制之后细菌将发生细胞分裂	124	酶催化代谢反应	177
细菌的复制需要多长时间?	124	酶分子具有不同的特异性	179
复制子的概念	125	锁钥与诱导契合模型描述了酶与底物的结合	181
真核生物中线性 DNA 的复制	126	酶可根据底物来命名与分类	181
真核染色体具有多个复制起点	129	酶通过降低活化能来加速反应	182
真核 DNA 的合成	130	酶促反应的反应速率	184
高等生物的细胞分裂	130	底物类似物与酶抑制子在活性位点处起作用	184
		酶可被直接调控	187
		变构酶受信号分子影响	187
第 6 章 基因的转录	132	酶可通过化学修饰而被调控	189
基因的表达从合成 RNA 开始	133	蛋白质与 DNA 的结合有多种不同的途径	190
染色体的一些短片段将被转换为“信使”	134	蛋白质变性	194
命名: 顺反子、编码序列与可阅读框架	134		
基因是如何被识别的?	135	第 8 章 蛋白质合成	197
“信使”的产生	137	蛋白质的合成按计划进行	198
RNA 聚合酶可识别转录终止点	138	蛋白质是基因的产物	198

遗传密码的解码	199	信号分子的本质	248
tRNA 形成扁平的三叶草形及折叠的“L”形构象	200	激活子与抑制子均可被共价修饰	252
tRNA 中存在被修饰过的碱基	201	双组分调节系统	253
一些 tRNA 分子可阅读出多种密码子	202	磷酸中继转移系统	254
负载氨基酸的 tRNA	204	特异性控制对全局控制	254
核糖体: 细胞中的解码机器	204	Crp 蛋白为一种全局控制蛋白	255
存在三种可能的阅读框架	208	辅助因子与类核结合蛋白	256
起始密码子可被一种特殊的 tRNA 所识别	210	远距离作用与 DNA 成环	257
起始复合体须被装配起来	211	抗终止调控机制	258
多肽链延伸中 tRNA 占据了核糖体上三个位点	211	第 10 章 真核生物的转录调控	262
蛋白质合成的终止需要释放因子的存在	213	真核生物转录调控比原核生物更为复杂	263
若干个核糖体常同时翻译一条 mRNA	214	特异的转录因子调节编码蛋白的基因	264
细菌的一条信使可编码数个蛋白质	215	中介蛋白复合体可传递相关信息给 RNA 聚合酶	264
细菌转录与翻译偶联	216	增强子与绝缘子序列在功能上隔离了 DNA	265
一些核糖体在翻译中会发生停滞并需要解救	217	基质黏附区域可允许 DNA 成环	268
真核生物与原核生物蛋白质合成过程的差异	218	真核生物中的转录负调控	269
真核生物中蛋白合成的起始	218	真核生物中异染色质控制着 DNA 的可接近性	270
当能源匮乏时蛋白质的合成中断	221	真核生物中 DNA 甲基化控制基因表达	273
一种信号序列可标记该蛋白质将转运到胞外	221	基因沉默由 DNA 的甲基化引起	275
分子伴侣监督着蛋白质的折叠过程	224	真核生物的遗传印记具有 DNA 甲基化模式依据	275
线粒体与叶绿体中发生的蛋白合成	225	在 XX 雌性动物细胞中发生的 X-染色体失活	277
蛋白质可通过转位酶进入线粒体与叶绿体中	226	第 11 章 RNA 水平的调控	281
误译通常导致蛋白质合成错误	226	RNA 水平的调控	282
遗传密码并非普遍适用	227	mRNA 结合蛋白控制了 mRNA 降解速率	282
蛋白中的异常氨基酸产生于转录后修饰过程	227	一些 mRNA 分子必须在翻译前被切开	283
硒代半胱氨酸: 第 21 个氨基酸	227	一些调节蛋白可抑制翻译	284
吡咯赖氨酸: 第 22 个氨基酸	228	一些调节蛋白可激活翻译	287
很多抗生素均通过抑制蛋白合成而起作用	230	翻译受反义 RNA 的调节	288
蛋白质的降解	231	通过改造核糖体来调节翻译	290
第 9 章 原核生物的转录调控	234	RNA 干扰(RNAi)	291
基因调节可确保生理应答反应的执行	235	RNA 干扰的扩大与延伸	292
转录水平上的调控涉及多个步骤	236	实验应用中对 siRNA 的管理	293
原核生物中不同的 σ 因子识别不同系列的基因	238	植物中的转录后基因沉默(PTGS)与真菌中的压抑现象	294
原核生物中的热激 σ 因子受温度调控	238	微小 RNA——一类小分子调节 RNA	295
芽胞杆菌孢子形成中可选择性 σ 因子的级联反应	239	由弱化作用引起的 RNA 转录过早终止	297
抗 σ 因子可使 σ 因子失活; 而抗-抗- σ 因子可使 σ 因子恢复活性	242	核开关——RNA 直接参与调控的机制	299
激活子与抑制子分别参与正调控与负调控	243	第 12 章 RNA 的加工	302
基因调控的操纵子模型	244	RNA 加工的若干途径	303
一些蛋白既可作为抑制子亦可作为激活子	246		

编码与非编码 RNA	304	第 14 章 重组与修复	368
核糖体 RNA 与 tRNA 的加工	305	重组概述	369
真核生物 mRNA 含有 3'帽及 5'尾巴	305	同源重复的分子基础	370
加帽是 mRNA 成熟化的第一步	306	单链入侵与 Chi 位点	371
真核 mRNA 的末端将添加 Poly(A)尾巴	308	位点特异的重组	373
内含子通过剪接从 RNA 上去除	310	高等生物中的重组	376
不同类型的内含子表现出不同的剪接机制	314	DNA 修复总览	378
可选择性的剪接产生了多种形式的成熟 RNA	315	DNA 错配修复系统	379
内含肽与蛋白质剪接	318	普遍性切割修复系统	381
rRNA 的碱基修饰需要指导 RNA 的存在	322	可切除特异碱基的 DNA 修复	383
RNA 的编辑包括碱基序列的改变	324	局部 DNA 修复机制	384
RNA 的出核转运	327	光修复能切开嘧啶二聚物	387
mRNA 的降解	327	转录偶联修复	387
无义突变介导的 mRNA 降解	328	利用重组进行修复	388
第 13 章 突变	333	细菌的 SOS 修复	388
突变改变了 DNA 序列	334	真核生物的修复	391
突变的主要类型	335	真核生物中的双链修复	392
碱基替换突变	336	基因转变	392
错义突变可造成或大或小的影响	336	第 15 章 可动 DNA	396
无义突变引起多肽链过早终止	338	以亚细胞遗传元件形式存在的基因生物	397
缺失突变导致蛋白质缩短甚至消失	340	大多数可动 DNA 均由转座元件组成	397
插入突变通常会打乱现有基因	341	转座子的必要成分	398
移码突变有时会产生异常的蛋白质	343	插入序列——最简单的转座子	400
DNA 重排包括倒位、置换和重复	343	保守转座的移动	401
相变异起因于 DNA 的可逆变更	345	通过复制性转座来移动的复杂转座子	402
沉默突变不会改变表型	346	复制性转座与保守转座彼此相关	406
化学诱变剂可破坏 DNA	348	复合转座子	406
辐射可诱发突变	350	转座作用可使宿主 DNA 重排	408
DNA 聚合酶工作错误将导致自发突变	351	高等生命体中的转座子	410
突变可源于错配及重组	353	反向元件可合成 RNA 拷贝	412
互变异构可引起自发突变	353	哺乳动物中的重复性 DNA	414
内在化学结构的不稳定可产生自发突变	353	宿主源的 DNA 的反向插入	415
热点处的突变频率大大超过一般序列	355	反转录子编码了细菌的逆转录酶	416
突变的发生频率为多少?	358	多种转座元件	417
回复突变是可使表型恢复为野生型的基因变化	359	细菌噬菌体 Mu 为一种转座子	417
回复突变是可发生在其他基因上的补偿性变化	361	接合转座子	420
被改变解码的 tRNA 可产生抑制作用	362	整合子可为转座子收集基因	420
化学诱变剂可利用回复突变检出	363	无用 DNA 与自在 DNA	422
突变体的分离实验	364	寻靶内含子	423
体内及体外诱变	365		
定点诱变	366		

第 16 章 质粒	425	亚病毒感染因子	477
质粒为一种复制子	426	卫星病毒	479
质粒的一般性质	427	类病毒为一类裸露的感染性 RNA 分子	480
质粒家族及不相容性	428	朊病毒为一类具有感染性的蛋白质	481
有时质粒为线性或由 RNA 所组成	428		
质粒 DNA 的复制有两种可供选择的方法	430	第 18 章 细菌遗传学	484
反义 RNA 对拷贝数的控制	432	复制与基因转移	485
质粒偏爱与宿主致死的功能	435	被细胞吸收而引入的 DNA 的命运	485
很多质粒对宿主细胞有益	436	转化是一种裸露 DNA 分子的转移	487
质粒的抗生素抗性	436	转化是获取 DNA 是遗传物质的证据的过程	488
抗生素抗性的分子机制	438	自然界中的转化过程	491
β -内酰胺类抗生素抗性	438	病毒介导的基因转化——转导	493
氯霉素抗性	439	普遍性转导	493
氨基糖苷类抗生素抗性	440	特异性转导	494
四环素抗性	441	质粒在细菌间的转移	495
硫磺酰胺类及甲氧苄氨嘧啶类抗生素抗性	442	染色体上基因转移需要与质粒的整合	496
质粒可提供进攻性的功效	442	革兰氏阳性菌间的基因转移	501
大多数大肠杆菌素通过选择两种不同的致死机理之一		古细菌基因学	504
杀死其他细菌	444	全基因组测序	506
细菌对其自身的大肠杆菌素具有免疫力	445		
大肠杆菌素的合成与释放	446	第 19 章 低等真核生物的多样性	508
毒性质粒	446	真核生物的共生起源学说	509
Ti-质粒可从细菌中转移到植物细胞中	447	线粒体与叶绿体的基因组	510
酵母中的 2 微米质粒	450	初生内共生与次生内共生	511
某些 DNA 分子可用作病毒或质粒	451	疟原虫真的是一种植物么?	512
		共生现象: 寄生与互利共生	515
第 17 章 病毒	453	杀伤性草履虫的细菌性内共生体	515
病毒是一种具有侵染性的遗传信息的包裹体	454	<i>Buchnera</i> 为一种细胞器抑或是一种细菌?	517
病毒的生命周期	455	纤毛虫具有两种细胞核	517
细菌病毒可称为细菌噬菌体	458	锥虫可改变自身表面以瞒骗宿主免疫系统	520
经过整合所得的溶原或潜伏状态	460	酵母交配型的决定	525
病毒的多样性	462	多细胞生物与同源异形盒基因	530
细菌单链小 DNA 病毒	463		
复杂的双链 DNA 细菌病毒	465	第 20 章 分子进化	533
高等生物的 DNA 病毒	466	起点——地球的形成	534
RNA 病毒所含基因甚少	467	原始大气层	534
细菌的 RNA 病毒	469	关于生命起源的奥巴林理论	535
动物的双链 RNA 病毒	469	米勒实验	536
正链 RNA 病毒可合成多蛋白	469	单体经聚合形成大分子	538
负链 RNA 病毒的策略	470	随机的类蛋白分子的酶活性	539
植物的 RNA 病毒	470	信息大分子的起源	540
逆转录病毒可使用 RNA 与 DNA 两种核酸	472	RNA 酶与 RNA 世界	540
逆转录病毒的基因组	477		

最早的细胞	542	DNA 的限制性内切酶识别位点	601
关于代谢起源的自养理论	544	限制性内切酶的命名	601
DNA、RNA 及蛋白质的序列演变	545	限制性内切酶切割 DNA	602
通过复制创造新的基因	547	DNA 连接酶可将 DNA 片段连接起来	603
侧向同源与直向同源序列	549	限制性酶切图谱的绘制	604
通过滑移产生新基因	550	限制性片段长度多态性(RFLP)	607
不同的蛋白质进化速率大为不同	550	克隆载体的性质	608
留下进化轨迹的分子钟	552	多拷贝质粒载体	610
核糖体 RNA——一种进化缓慢的标记钟	552	插入基因到载体中	610
古细菌与真细菌	554	检测载体中的插入片段	612
DNA 测序与生物学分类	555	生物体间的基因移动:穿梭载体	615
线粒体 DNA——一种进化迅速的标记钟	559	噬菌体 λ 载体	616
非洲亚当假说	560	黏粒载体	617
源自灭绝动物的远古 DNA	562	酵母人工染色体	620
进化旁路:横向基因转移	564	细菌的及 P1 人工染色体	620
估计横向基因转移中存在的问题	565	DNA 文库为一种生物体的基因的集合	621
第 21 章 核酸:分离、纯化、检测与杂交	567	通过杂交筛选文库	623
DNA 的分离	568	通过免疫学方法筛选文库	623
DNA 的纯化	568	不含内含子的互补 DNA 的克隆	624
去除冗余 RNA	569	染色体步移	626
DNA 凝胶电泳分析	570	扣除杂交法克隆	628
脉冲电场凝胶电泳(PFGE)	572	表达载体	631
变性梯度凝胶电泳(DGGE)	573	第 23 章 聚合酶链式反应	634
DNA 的化学合成	574	聚合酶链式反应的分子基础	635
全部基因的化学合成	580	PCR 循环	638
肽核酸	580	简并引物	640
DNA 及 RNA 浓度的紫外吸收测定	582	反向 PCR	641
核酸的放射性标记	583	人工限制性酶切位点的添加	642
放射性标记 DNA 的检测	583	利用 PCR 进行 TA 克隆	643
荧光在 DNA 及 RNA 检测中的应用	585	随机扩增多态 DNA (RAPD)	643
用生物素或洋地黄毒苷作为化学标签	587	反转录 PCR	646
电子显微镜	588	差异显示 PCR	647
DNA 与 RNA 的杂交	590	cDNA 末端快速扩增 (RACE)	649
Southern, Northern 及 Western 印迹	592	PCR 在基因工程中的应用	649
动物基因组印迹杂交	595	定点诱变	651
荧光原位杂交(FISH)	595	利用 PCR 进行删除与插入工程	651
分子信标	598	PCR 在内科诊断中的应用	652
第 22 章 DNA 重组技术	599	利用 PCR 进行环境检测	653
简介	600	PCR 法获取已灭绝物种的 DNA	654
核酸酶切割核酸	600	实时荧光 PCR	655
DNA 的限制性酶切与修饰	600	PCR 蝎式引物中的分子信标	656
		滚环式扩增技术(RCAT)	657