

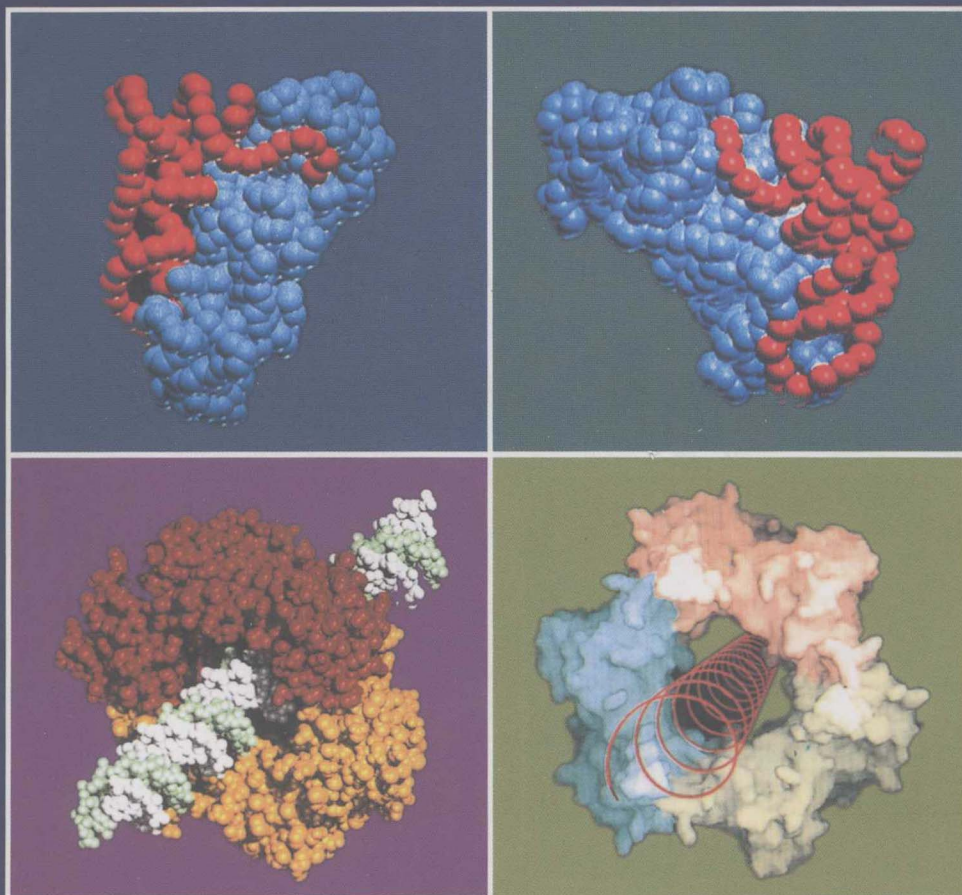
Molecular Biology

Second Edition

分子生物学

[第二版]

[美] 罗伯特·维弗 (Robert F. Weaver) 主编
刘进元 李骥 赵广荣 等译



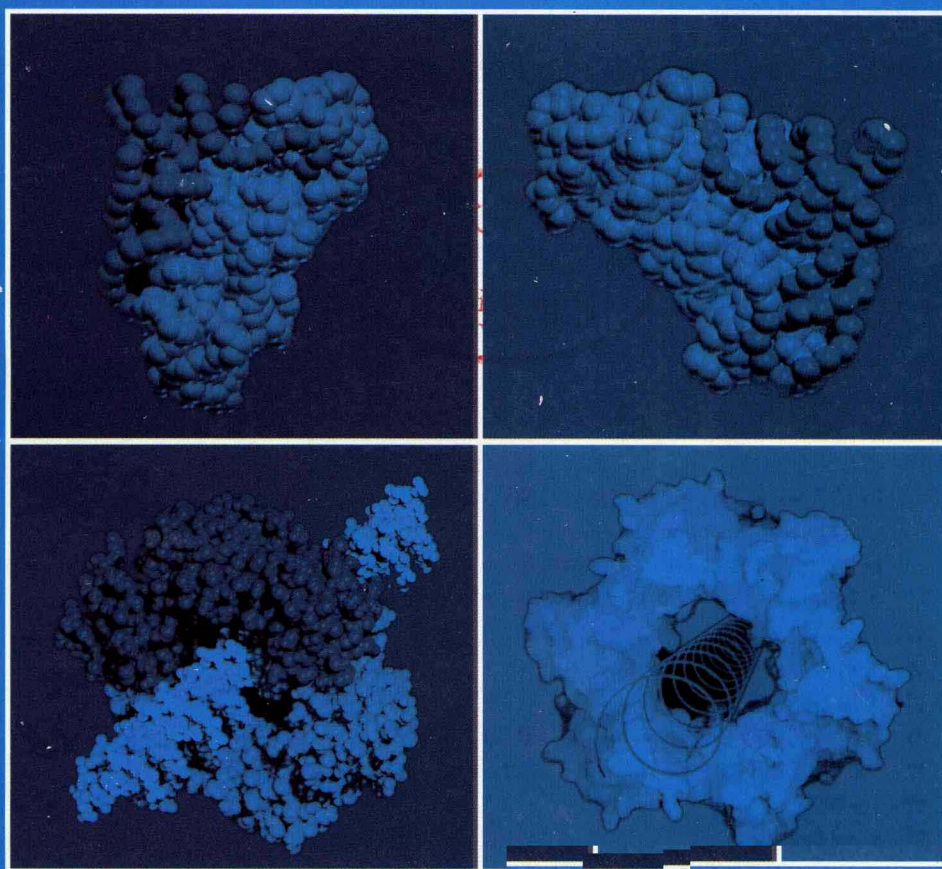
Molecular Biology

Second Edition

分子生物学

[第二版]

[美] 罗伯特·维弗 (Robert F. Weaver) 主编
刘进元 李骥 赵广荣 等译



清华大学出版社
北 京

Robert F. Weaver

Molecular Biology, Second Edition

EISBN: 0-07-234517-9

Copyright©[2002] by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education(Asia)Co. and Tsinghua University Press.

本书中文简体字翻译版由清华大学出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2005-3751

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

分子生物学/(美)维弗(Weaver, R. F.)主编;刘进元,李骥,赵广荣等译. —北京:清华大学出版社,2007.12

ISBN 978-7-302-12197-8

I. 分… II. ①维… ②刘… ③李… ④赵… III. 分子生物学—高等学校—教材 IV. Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 142513 号

责任编辑:罗 健

责任校对:焦丽丽

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:203×280 印 张:66.75 字 数:1705 千字

版 次:2007 年 12 月第 1 版 印 次:2007 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:298.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:007988-01

著译者名单

主编：(美) 罗伯特·维弗 (Robert F. Weaver)

译者 (按章节顺序排列)：

刘进元 姚 远 吕世友 袁小京

赵广荣 戚 韵 吴蔼民 李 骥

程永升 董春娟 王 川 胡 珏

参加译校的人员：

杜 盈 徐佳雄 王 云 李 甜

吴雪萍 周 露 王瑞妍 程 磊

译者自序

众所周知，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一直起着至关重要的作用。20 世纪，人类揭示了 DNA 双螺旋结构，将生物学引入分子世界，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；20 世纪末和 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的课题。那么当前乃至今后一段时间内，分子生物学研究需要解决的根本问题是什么呢？应该是在基因组水平上解决“遗传的语言问题”。如果说 DNA 双螺旋结构的提出标志着分子生物学的诞生，基因工程技术的建立标志着分子生物学的重大发展，那么“遗传语言问题”的解决将标志着分子生物学的成熟。有志于分子生物学发展的中华学子们如何才能为这一时刻的早日到来做出自己应有的贡献呢？首先就要学好分子生物学。

狭义地讲，分子生物学就是研究 DNA 复制、转录、翻译及其调控规律的科学。当前，分子生物学及其技术已经渗透到生命科学的所有领域，已成为生命科学及其相关学科教学与科研不可缺少的部分。分子生物学课程内容多，信息量大，知识更新快，作为在高等学府执教的老师们经常会思考：如何才能使学生快速掌握分子生物学的核心内容？如何才能使学生真正获得分析和解决分子生物学问题的能力？如何才能使学生对分子生物学产生持久的浓厚兴趣？根据我在清华大学执教分子生物学课程多年的经验，我认为要很好地解决上述三个难题，首先要选择一本论证型的分子生物学教科书，

不仅要向学生讲清楚分子生物学知识是怎么来的，而且要讲清楚所学的这些分子生物学知识会到哪里去。也就是说不仅要使学生学会怎样使用这些知识，而且还要使学生了解这些知识下一步会怎样发展。这样有利于同学们快速掌握核心内容，使之真正获得分析问题、解决问题的能力，培养出对分子生物学研究的浓厚兴趣。

美国 Kansas 大学 Robert F. Weaver 教授编写的《分子生物学》教科书为我们提供了一个很好的选择，该书正是我所期望的论证型的分子生物学教科书。全书分为 24 章，内容涉及数百个专题，基本上涵盖了分子生物学的基本理论、核心内容以及主要技术。该书不仅充分引用高质量的原始实验数据来叙述分子生物学理论的来历、研究思路与策略，而且涵盖了分子生物学核心内容的最新研究进展，是培养研究型人才的优秀教材。在清华大学出版社的主持下，我们翻译了该书，奉献给大家。

在翻译过程中，我们力求忠实于原文，同时希望译文符合汉语的正确表达习惯。全书用科学出版社出版的《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及与目前进展不符的措辞作了更正。本书的主要译者是清华大学最富活力的研究生们。由于时间紧，任务重，没有足够的时间对某些深奥的英文表达作仔细推敲，难免会有一些译文表达不确切，甚至出现误译、错译现象，在此敬请广大读者指正，以期再版时加以更正。

刘进元

2007 年 10 月于清华园

作者简介



Rob Weaver 出生在美国 Kansas 的 Topeka, 在 Virginia 的 Arlington 长大。1964 年在 Ohio 的 Wooster 学院获得化学学士学位, 1969 年在 Duke 大学获得生物化学专业的理学博士学位。此后他在 San Francisco 的加州大学度过了两年的博士后生活, 师从 William J. Rutter 教授研究真核生物 RNA 聚合酶的结构。

1971 年他受聘于 Kansas 大学, 担任生物化学助理教授, 后任副教授, 1981 年晋升为教授。1984 年 Rob Weaver 成为生物化学系的系主任, 1995 年又被任命为文理学院副院长。文理学院管辖 14 个不同的系和研究中心, Weaver 教授分管理科和数学系。作为一位分子生物学教授, 他主讲分子生物学概论和癌症分子生物学两门课程, 领导一个研究室, 指导本科生和研究生进行感染鳞翅目幼虫的杆状病毒分子生物学研究。

Weaver 教授的研究受到美国国立卫生研究所 (the National Institutes of Health)、美国国家科学基金 (the National Science Foundation) 和美国癌症协会 (the American Cancer Society) 的资助, 发表了许多科学论文, 与其他学者合著了两本遗传学教科书, 为《美国国家地理杂志》撰写过两篇分子生物学方面的文章。他作为美国癌症协会的访问学者, 在欧洲实验室进行了两年的访问研究, 一年在瑞士的苏黎世, 一年在英国的牛津大学。

前言

本教科书是为分子生物学的概论课程而编写的。什么是分子生物学？这要看谁来下这个定义。在本教科书中，我认为分子生物学是从分子水平上研究基因及其活性的科学。

当我是一个本科生和研究生的时候，我的老师很注重实验策略和能够得出结论的数据，而不是结论本身，他培养了我对科学的浓厚兴趣，我也学得最好。1972年我开始教分子生物学概论课程时，我也采用了这种教学策略，而且沿用至今。我发现就像我期望的那样，我的学生反应非常积极。

在实际教学中碰到的一个问题是没有任何一本教科书像我所期望的那样高度重视实验数据，因此我指定学生阅读文献而不是教科书本身。对于一门前沿学科来说，虽然这种方法是很好的，但效率很低，也不实用于分子生物学的最初概论式教学。为了提高教学效果，我增加了我想要表述数据的手画卡通资料。后来在技术许可的情况下，我将文献资料的图表做成幻灯片。但是当我真正想得到一本从实验中归纳出分子生物学概念的分子生物学教科书时，最终我发现要想得到这样一本教科书的最好方法是亲自编写教科书。我曾经成功地与他人合著了遗传学导论教科书，在那本书中我尽可能多地描述了实验途径。这些都激励我亲自来写一本完整的书，并把这一任务当成是在科学发现中的一种冒险。

本书的架构

本书前四章对于绝大多数学生来说是一个综述。第1章是遗传学的历史简介。第2章讨论了DNA的结构和化学特性。第3章是基因表达的概述，而第4章则介绍了基因克隆的细节。所有这些都是在选修分子生物学课程的绝大多数学生在遗传学导论中已经学过的内容，但是选修分子生物学课程的学生还是需要对这些概念有一个了解，或者需要更新对这些概念的理解。我并不在课堂上详细讲解这些章节，而是在学生们需要做这方面工作时，建议他们仔细阅读这些章节。编者在编写这些章节时，比编写本书的其他章节更重视基础知识。

第5章介绍了许多分子生物学研究的常用技术，但不可能在一章中包括本书中所描述的所有技术。因此尽可能地包括了最常用的技术，或者本书中其他地方没有提到的在某些情况下很有价值的技术。在教分子生物学课程时，我并不详细讲解第5章，而是在后面的章节中第一次碰到某技术时才向学生讲解该技术。这样做的目的是为了避免我的学生被一个个的技术所困扰。同时我也注意到一些技术背后的概念是相当复杂的，只有在学生们获得更多的分子生物学研究经验后，他们对于这些技术的理解才会更深刻。

第6至第9章描述了原核生物的转录。第6章介绍了基本转录装置，包括启动子、中止子、RNA聚合酶，展现了转录是如何起始、延伸和中止的。第7章描述了4个不同操纵子的转录调控，而第8章则展示了细菌及其噬菌体如何在同一时刻通过提供不同的 σ 因子来控制许多基因的转录。第9章讨论了原核生物的DNA结合蛋白（大多是螺旋-转角-螺旋蛋白）与其DNA目标序列的相互作用。

第10至第13章讲述了真核生物的转录调控。第10章介绍了3种真核生物的RNA聚合酶和它们所识别的启动子。第11章介绍了能与3种RNA聚合酶相互作用的通用转录因子，论述了参与所有3种聚合酶转录的TATA-box结合蛋白的协同作用。第12章解释了基因特异转录因子（或激活子）的功能，也描述了几个代表性的激活子的结构，并显示了它们是如何与其

DNA 目标序列发生相互作用的。第 13 章描述了真核生物染色质的结构, 显示了激活子是如何与组蛋白相互作用来激活或抑制转录的。

第 14 至第 16 章介绍了真核生物的转录后调控。第 14 章描述了 RNA 剪接, 第 15 章叙述了加帽和加尾, 而第 16 章则介绍了一系列引人入胜的“其他转录后事件”, 包括 rRNA 和 tRNA 的加工、反式剪接, 以及 RNA 编辑。同时也讨论了基因表达的两种转录后调控模式: (1) RNA 干扰; (2) RNA 稳定性的调节 (用 transferrin 受体基因作为主要例子)。

第 17 至第 19 章描述了原核生物和真核生物的翻译过程。第 17 章介绍了翻译的起始, 包括起始阶段的翻译调控。第 18 章阐述了多肽是如何延伸的, 特别强调了原核生物的延伸。第 19 章详细论述了翻译过程中两个关键表演者——核糖体和 tRNA 的结构与功能的细节。

第 20 至第 23 章描述了 DNA 复制、重组和转位的机制。第 20 章介绍了 DNA 复制的基本机制以及以复制相关的某些蛋白质 (包括 DNA 聚合酶)。第 21 章详细描述了原核和真核生物 DNA 复制中起始、延伸和中止的过程。第 22 章和第 23 章描述了在细胞中自然发生的重排现象, 第 22 章讨论了同源重组问题, 而第 23 章介绍了位点特异重组和转位等概念。

第 2 版更新的内容

在第一部分绪论之外, 对第 2 版其他各章内容都进行了充分的更新, 包含了新的信息。在第 1 版的基础上, 本书第 2 版主要补充了以下三方面内容:

第一, 有关基因组学的第 24 章是新增加的。第 1 版出版后, 人类获得了许多复杂基因组的序列, 包括线虫、果蝇和拟兰芥植物。我们甚至已经有了一张人类基因组的草图, 一张精细的人类基因组序列图也将在不久的将来完成。这些历史性的进展已经给分子生物学带来革命。现在, 我们可以同时检测生物体内所有基因的活性, 观察它们是如何应答各种干扰 (包括发育和疾病)。我们将很快能从序列库中找出那些与病害相关的基因座的序列, 我们可以通过对相关生物的基因组的比较来检测进化的影响, 来确认出对于基因产物功能至关重要的保守 DNA 序列。

第二, 第 1 版中的第 22 章在第 2 版中被分成两章 (第 22 和第 23 章)。强行将所有重组和转位的内容写成一章, 不可能对这两个问题进行充分的论述。而在第 2 版中, 第 22 章专门对同源重组进行论述, 可以对那些关键过程的机制进行详细分析, 而且还增加了对酵母减数分裂重组的讨论。第 23 章包括了位点特异重组 (以 λ 噬菌体的整合和切除为例) 和转位等内容。转位部分内容已经得到相当的扩展, 增加了对反转录病毒、non-LTR 反转录转座子 (如 LINES)、非自发反转录转座子 (如 Alu 元件), 以及可转座 II 型内含子的讨论。

第三, 第 20 章包含了 DNA 损伤和修复的新内容。DNA 损伤与修复是分子生物学的重要内容, 在人类疾病 (尤其是癌症中) 起着主要作用。

辅助材料

1) 可视化资料图书馆

CD-ROM 中包括教科书中所有线条图、表和绝大部分照片的数字文件, 格式简单, 其格式在 PC 或者 Macintosh 间兼容。

2) 本教科书专用网站

为本教科书专设的网址 (www.mhhe.com/weaver2) 为同学们和老师们提供了进入数字图像文件、更新内容的窗口和网络连接。分别为同学们和老师们所设的讨论园区使大家使用更方便。

致 谢

在本书的写作过程中，我得到了多位编辑和审阅者的无私帮助。他们使得本书更加精确，更具有可读性。而对于书中可能还存在的任何错误或者解释不清楚的地方，由我负完全的责任。我衷心地感谢下列各位的帮助。

Second Edition Reviewers

Anne Britt
University of California, Davis
Mark Bolyard
Southern Illinois University
M. Suzanne Bradshaw
University of Cincinnati
Robert Brunner
University of California, Berkeley
Stephen J. D' Surney
University of Mississippi
Caroline J. Decker
Washington State University
Jeffery DeJong
University of Texas, Dallas
John S. Graham
Bowling Green State University
Ann Grens
Indiana University
Ulla M. Hansen
Boston University
Laszlo Hanzely
Northern Illinois University
Robert B. Helling
University of Michigan
Martinez J. Hewlett
University of Arizona
David C. Hinkle
University of Rochester

Barbara C. Hoopes
Colgate University
Richard B. Imberski
University of Maryland
Cheryl Ingram-Smith
Pennsylvania State University
Alan Kelly
University of Oregon
Robert N. Leamson
University of Massachusetts, Dartmouth
Karen A. Malatesta
Princeton University
Robert P. Metzger
San Diego State University
David A. Mullin
Tulane University
Brian K. Murray
Brigham Young University
Michael A. Palladino
Monmouth University
James G. Patton
Vanderbilt University
Martha Peterson
University of Kentucky
Marie Pizzorno
Bucknell University
Florence Schmieg
University of Delaware

Zhaomin Yang
Auburn University
First Edition Reviewers
Rodney P. Anderson
Ohio Northern University
Kevin L. Anderson
Mississippi State University
Prakash H. Bhuta
Eastern Washington University
Dennis Bogyo
Valdosta State University
Richard Crawford
Trinity College
Christopher A. Cullis
Case Western Reserve University
Beth De Stasio
Lawrence University
R. Paul Evans
Brigham Young University
Edward R. Fliss
Missouri Baptist College
Michael A. Goldman
San Francisco State University
Robert Gregerson
Lyon College
Eileen Gregory
Rollins College
Barbara A. Hamkalo
University of California, Irvine
Mark L. Hammond
Campbell University

State University of New York, Oneonta
Carolyn Herman
Southwestern College
Andrew S. Hopkins
Alverno College
Carolyn Jones
Vincennes University
Teh-Hui Kao
Pennsylvania State University
Mary Evelyn B. Kelley
Wayne State University
Harry van Keulen
Cleveland State University
Leo Kretzner
University of South Dakota
Charles J. Kunert
Concordia University
Robert N. Leamson
University of Massachusetts, Dartmouth
James D. Liberatos
Louisiana Tech University
Gran Lucas
Louisiana State University
James J. McGivern
Gannon University
James E. Miller
Delaware Valley College
Robert V. Miller
Oklahoma State University
George S. Mourad
Indiana University-Purdue University

Terry L. Helser
Tulane University
James R. Pierce
Texas A&M University, Kingsville
Joel B. Piperberg
Millersville University
John E. Rebers
Northern Michigan University
Florence Schmieg
University of Delaware
Brian R. Shmaefsky
Kingwood College

David A. Mullin
Eureka College
David J. Stanton
Saginaw Valley State University
Francis X. Steiner
Hillsdale College
Amy Cheng Vollmer
Swarthmore College
Dan Weeks
University of Iowa
David B. Wing
New Mexico Institute of Mining & Technology

目 录

第1章 分子生物学发展简史 / 1

- 1.1 传递遗传学 / 2
 - 1.1.1 Mendel 遗传定律 / 2
 - 1.1.2 遗传的染色体理论 / 3
 - 1.1.3 遗传重组与作图 / 4
 - 文框 1.1 细胞结构 / 5
 - 文框 1.2 细胞周期与有丝分裂 / 6
 - 文框 1.3 减数分裂 (meiosis) / 9
 - 1.1.4 重组的物理证据 / 10
- 1.2 分子遗传学 / 10
 - 1.2.1 DNA 的发现 / 10
 - 1.2.2 基因的组成 / 11
 - 1.2.3 基因与蛋白质间的关系 / 11
 - 1.2.4 基因的活性 / 12
 - 本章概要 / 16
 - 推荐阅读材料 / 16

第2章 基因的分子特性 / 17

- 2.1 遗传物质的本质 / 18
 - 2.1.1 细菌的转化 / 18
 - 2.1.2 多聚核苷酸的化学性质 / 22
- 2.2 DNA 结构 / 24
 - 2.2.1 实验背景 / 24
 - 2.2.2 双螺旋 / 26
- 2.3 RNA 基因 / 29
- 2.4 核酸的物理化学性质 / 29
 - 2.4.1 DNA 结构的多样性 / 29
 - 2.4.2 不同大小和形状 of DNA / 35
 - 本章概要 / 38
 - 复习题 / 39
 - 推荐阅读材料 / 39

第3章 基因功能简介 / 41

- 3.1 信息存储 / 42

- 3.1.1 基因表达概述 / 42
- 3.1.2 蛋白质的结构 / 42
- 3.1.3 蛋白质的功能 / 46
- 3.1.4 信息 RNA 的发现 / 48
- 3.1.5 转录 / 51
- 3.1.6 翻译 / 53
- 3.2 复制 / 58
- 3.3 突变 / 60
 - 3.3.1 镰刀型细胞贫血症 / 60
- 本章概要 / 62
- 复习题 / 63
- 推荐阅读材料 / 63

第4章 分子克隆法 / 65

- 4.1 基因克隆 / 66
 - 4.1.1 限制性核酸内切酶的作用 / 66
 - 4.1.2 载体 / 69
 - 4.1.3 用特异探针鉴定特异克隆 / 79
- 4.2 聚合酶链式反应 / 81
 - 4.2.1 cDNA 克隆 / 82
 - 文框 4.1 侏罗纪公园——不只是科幻? / 82
- 4.3 表达克隆基因的方法 / 87
 - 4.3.1 表达载体 / 87
 - 4.3.2 其他真核表达载体 / 94
 - 本章概要 / 97
 - 复习题 / 97
 - 推荐阅读材料 / 98

第5章 研究基因及其活性的分子生物学方法 / 99

- 5.1 生物大分子的分离 / 100
 - 5.1.1 凝胶电泳 / 100
 - 5.1.2 二维凝胶电泳 / 102
 - 5.1.3 离子交换柱层析 / 103

- 5.1.4 凝胶柱层析 / 105
- 5.2 示踪标记法 / 105
 - 5.2.1 放射自显影 / 106
 - 5.2.2 磷光成像 / 107
 - 5.2.3 液体闪烁计数 / 107
 - 5.2.4 非放射性示踪标记 / 107
- 5.3 核酸杂交技术的应用 / 108
 - 5.3.1 Southern 印迹: 鉴定特异的 DNA 片段 / 108
 - 5.3.2 DNA 指纹与 DNA 分型 / 110
 - 5.3.3 DNA 指纹和 DNA 分型在法医鉴定中的应用 / 111
 - 5.3.4 DNA 测序 / 114
 - 5.3.5 限制性酶切作图 / 119
 - 5.3.6 用克隆基因进行蛋白质工程: 定点突变 / 122
- 5.4 对转录物的作图与定量分析 / 125
 - 5.4.1 S1 作图法 / 125
 - 5.4.2 引物延伸法 / 128
 - 5.4.3 失控转录与无 G 盒转录分析 / 129
- 5.5 体内转录速率的测量 / 131
 - 5.5.1 核连缀转录 / 131
 - 5.5.2 用报告基因进行的转录分析 / 132
- 5.6 测定 DNA 与蛋白质的相互作用 / 133
 - 5.6.1 滤膜结合法 / 133
 - 5.6.2 凝胶迁移率变动分析 / 135
 - 5.6.3 DNA 酶足迹法 / 136
 - 5.6.4 DMS 足迹法和其他足迹法 / 136
- 5.7 基因敲除 / 139
 - 本章概要 / 142
 - 复习题 / 143
 - 推荐阅读材料 / 144

第 6 章 原核生物的转录装置 / 145

- 6.1 RNA 聚合酶的结构 / 146
 - 6.1.1 作为特异因子的 σ 因子 / 146
- 6.2 启动子 / 149
 - 6.2.1 RNA 聚合酶与启动子的结合 / 149

- 6.2.2 启动子结构 / 153
- 6.3 转录起始 / 154
 - 6.3.1 σ 因子的功能 / 155
 - 6.3.2 聚合酶结合启动子的范围 / 160
 - 6.3.3 σ 因子的结构 / 161
 - 6.3.4 解除聚合酶-DNA 间非特异相互作用的稳定性 / 164
 - 6.3.5 α 亚基具有识别 UP 元件的功能 / 165
- 6.4 延伸 / 169
 - 6.4.1 核心酶在延伸中的作用 / 169
 - 6.4.2 α 亚基在聚合酶组装中的作用 / 174
 - 6.4.3 延伸复合体的结构 / 175
- 6.5 转录终止 / 180
 - 6.5.1 rho 非依赖性终止 / 181
 - 6.5.2 rho 依赖性终止 / 184
- 本章概要 / 187
- 复习题 / 188
- 推荐阅读材料 / 189

第 7 章 操纵子: 原核生物转录的精细调控 / 191

- 7.1 *lac* 操纵子 / 192
 - 7.1.1 *lac* 操纵子的负调控 / 193
 - 7.1.2 操纵子的发现 / 194
 - 7.1.3 阻遏蛋白与操纵基因的相互作用 / 197
 - 7.1.4 阻遏机制 / 198
 - 7.1.5 *lac* 操纵子的正调控 / 201
 - 7.1.6 CAP 的作用机制 / 203
- 7.2 *mal* 调节子 / 209
 - 7.2.1 CAP 在 *mal* 调节子中的作用 / 209
 - 7.2.2 CAP 在 *mal* 调节子中起作用的证据 / 210
- 7.3 *ara* 操纵子 / 211
 - 7.3.1 *ara* 操纵子阻遏环 / 211
 - 7.3.2 *ara* 操纵子阻遏环的证据 / 212
 - 7.3.3 *araC* 的自身调节 / 215

7.4 *trp* 操纵子 / 216

7.4.1 色氨酸在 *trp* 操纵子负调控中的作用 / 216

7.4.2 弱化作用对 *trp* 操纵子的调控 / 217

7.4.3 弱化作用失效 / 217

本章概要 / 221

复习题 / 222

推荐阅读材料 / 223

第8章 原核生物转录的主要转换 / 225

8.1 宿主 RNA 聚合酶的修饰 / 226

8.2 噬菌体 T7 编码的 RNA 聚合酶 / 228

8.3 孢子形成期间的转录调控 / 229

8.4 多启动子基因 / 232

8.4.1 枯草杆菌 *spoVG* 基因 / 232

8.4.2 鱼腥藻谷氨酰胺合成酶基因 / 234

8.4.3 大肠杆菌 *glnA* 基因 / 234

8.5 大肠杆菌的热激基因 / 235

8.6 噬菌体 λ 感染大肠杆菌 / 236

8.6.1 噬菌体 λ 的裂解性增殖 / 237

8.6.2 溶原期的建立 / 242

8.6.3 溶原期 *cI* 基因的自身调节 / 245

8.6.4 λ 感染命运的决定：裂解还是溶原 / 249

8.6.5 溶原菌的诱导 / 250

本章概要 / 251

复习题 / 252

推荐阅读材料 / 253

第9章 原核生物的 DNA—蛋白质相互作用 / 255

9.1 λ 阻遏蛋白家族 / 256

文框 9.1 X 射线晶体学 / 259

9.1.1 λ 阻遏蛋白与操纵基因相互作用的高分辨率分析 / 262

9.1.2 噬菌体 434 阻遏蛋白与操纵基因

相互作用的高分辨率分析 / 266

9.2 *trp* 阻遏蛋白 / 269

9.2.1 色氨酸的作用 / 269

9.3 蛋白质与 DNA 相互作用的总体考虑 / 272

9.3.1 4 种碱基对的氢键结合能力 / 273

9.3.2 DNA 构型在蛋白质特异性结合中的作用 / 274

9.3.3 多聚体 DNA 结合蛋白的重要性 / 275

9.4 DNA 结合蛋白：远程作用 / 275

9.4.1 *gal* 操纵子 / 275

9.4.2 重复的 λ 操纵基因 / 276

9.4.3 *lac* 操纵子 / 279

9.4.4 增强子 / 280

本章概要 / 283

复习题 / 284

推荐阅读材料 / 285

第10章 真核生物 RNA 聚合酶及其启动子 / 287

10.1 真核生物的 RNA 聚合酶的多种形式 / 288

10.1.1 多种真核生物 RNA 聚合酶存在的证据 / 288

10.1.2 3 种聚合酶的分离 / 289

10.1.3 3 种 RNA 聚合酶的作用 / 291

10.1.4 RNA 聚合酶的亚基结构 / 293

10.2 启动子 / 309

10.2.1 二类启动子 / 309

10.2.2 一类启动子 / 318

10.2.3 三类启动子 / 320

10.3 增强子 (enhancers) 和沉默子 (silencers) / 323

10.3.1 增强子 / 324

10.3.2 沉默子 / 326

本章概要 / 327

复习题 / 328

推荐阅读材料 / 329

第11章 真核生物通用转录因子 / 333

11.1 二类转录因子 / 334

- 11.1.1 二类前起始复合体 / 334
- 11.1.2 TFⅡD的结构与功能 / 338
- 11.1.3 TFⅡA和TFⅡB的结构和功能 / 355
- 11.1.4 TFⅡF的结构和功能 / 357
- 11.1.5 TFⅡE和TFⅡH的结构和功能 / 358
- 11.1.6 延伸因子 / 366
- 11.1.7 聚合酶Ⅱ全酶 / 369

11.2 一类转录因子 / 371

- 11.2.1 SL1 / 371
- 11.2.2 UBF / 374
- 11.2.3 SL1的结构和功能 / 376

11.3 三类转录因子 / 379

- 11.3.1 TFⅢA / 379
- 11.3.2 TFⅢB和TFⅢC / 380
- 11.3.3 TATA盒式结构结合蛋白(TBP)的作用 / 384

本章概要 / 386

复习题 / 387

推荐阅读材料 / 389

第12章 真核生物中的转录激活因子 / 393

12.1 活化子的类别 / 394

- 12.1.1 DNA结合域 / 394
- 12.1.2 转录活化域 / 394

12.2 活化子DNA结合基序的结构 / 395

- 12.2.1 锌指结构 / 395
- 12.2.2 GAL4蛋白 / 398
- 12.2.3 核受体 / 400
- 12.2.4 同源结构域 / 402
- 12.2.5 bZIP和bHLH结构域 / 403

12.3 活化子结构域的独立性 / 405

12.4 活化子功能 / 407

- 12.4.1 TFⅡD的募集 / 408

- 12.4.2 TFⅡB的募集 / 409

- 12.4.3 其他通用转录因子的募集 / 412

- 12.4.4 全酶的募集 / 414

12.5 活化子间的相互作用 / 416

- 12.5.1 二聚化 / 416
- 12.5.2 远距离的作用 / 417
- 12.5.3 多增强子 / 421
- 12.5.4 重塑转录因子 / 423
- 12.5.5 隔离子(insulator) / 425
- 12.5.6 中介子 / 428

12.6 转录因子的调控 / 431

- 12.6.1 信号转导途径 / 432

本章概要 / 434

复习题 / 435

推荐阅读材料 / 436

第13章 染色质结构及其对转录的影响 / 439

13.1 组蛋白 / 440

13.2 核小体 / 441

- 13.2.1 核小体纤丝 / 445
- 13.2.2 30 nm纤维 / 446
- 13.2.3 组蛋白H1在染色质折叠过程中的作用 / 448
- 13.2.4 更高层次的染色质折叠 / 449

13.3 染色质的结构与基因活性 / 451

- 13.3.1 组蛋白对5S rRNA基因转录的影响 / 452
- 13.3.2 组蛋白对Ⅱ类基因转录的影响 / 454
- 13.3.3 核小体占位 / 458
- 13.3.4 组蛋白乙酰化 / 465
- 13.3.5 组蛋白去乙酰化 / 467
- 13.3.6 染色质重构 / 471
- 13.3.7 异染色质和沉默 / 472
- 13.3.8 核小体和转录延伸 / 474

本章概要 / 479

复习题 / 480

推荐阅读材料 / 481

第14章 转录后事件 I: 剪接 / 485

14.1 断裂基因 / 486

14.1.1 断裂基因存在的证据 / 486

14.1.2 RNA 的剪接 / 487

14.1.3 剪接信号 / 488

14.2 核 mRNA 前体的剪接机制 / 490

14.2.1 分支状中间体 / 490

14.2.2 分支信号 / 495

14.2.3 剪接体 / 497

14.2.4 snRNA 蛋白质复合体 / 497

14.2.5 剪接体的组装与功能 / 509

14.2.6 选择性剪接 / 517

14.3 RNA 的自我剪接 / 521

14.3.1 I 类内含子 / 521

14.3.2 II 类内含子 / 526

14.4 tRNA 剪接 / 527

本章概要 / 528

复习题 / 530

推荐阅读材料 / 531

第15章 转录后事件 II: 加帽与多聚腺苷酸化 / 535

15.1 加帽反应 / 536

15.1.1 帽子的结构 / 536

15.1.2 帽子的形成 / 539

15.1.3 帽子的功能 / 541

15.2 多聚腺苷酸化 / 544

15.2.1 多聚腺苷酸 / 544

15.2.2 poly(A) 的功能 / 547

15.2.3 多聚腺苷酸化的基本机制 / 549

15.2.4 多聚腺苷酸化信号 / 551

15.2.5 mRNA 前体的剪切和多聚腺苷酸化 / 557

15.2.6 poly(A) 聚合酶 / 565

15.2.7 多聚腺苷酸的动态变化 / 566

15.3 帽子和 poly(A) 对剪接的影响 / 568

15.3.1 剪接对于帽子的依赖性 / 568

15.3.2 poly(A) 对剪接的影响 / 571

本章概要 / 573

复习题 / 574

推荐阅读材料 / 575

第16章 转录后事件 III: 其他事件 / 579

16.1 核糖体 RNA 的加工 / 580

16.1.1 真核 rRNA 的加工 / 580

16.1.2 原核 rRNA 的加工 / 583

16.2 转运 RNA (tRNA) 的加工 / 584

16.2.1 切开多顺反子前体 / 584

16.2.2 形成成熟 5' 末端 / 584

16.2.3 形成成熟 3' 末端 / 586

16.3 反式剪接 / 588

16.3.1 反式剪接的机制 / 588

16.3.2 锥虫编码区多顺反子的排列 / 591

16.4 RNA 的编辑 / 592

16.4.1 编辑机制 / 593

16.5 基因表达的转录后调控 / 597

16.5.1 酪蛋白 mRNA 稳定性 / 598

16.5.2 转铁素蛋白受体 mRNA 稳定性 / 598

16.5.3 转录后基因沉默 (RNA 干涉) / 606

本章概要 / 611

复习题 / 612

推荐阅读材料 / 613

第17章 翻译的机制 I: 起始 / 615

17.1 原核生物翻译的起始 / 616

17.1.1 tRNA 负载 / 616

17.1.2 核糖体的解离 / 617

17.1.3 30S 起始复合体的形成 / 622

17.1.4 70S 起始复合物的形成 / 631

17.1.5 原核生物翻译起始概述 / 633