

(原著第四版)

FOURTH EDITION

分子生物学精要

ESSENTIALS OF Molecular Biology

[美] 乔治 M. 马拉森斯基 著

George M. Malacinski

魏群 等译



化学工业出版社

现代生物技术与医药科技出版中心

分子生物学精要

(原著第四版)

[美] 乔治 M. 马拉森斯基 著

魏 群 胡丽娅 李 欣 毕 波 冯业丹 译

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

分子生物学精要: 第 4 版/[美]马拉森斯基 (Malacinski, G. M.) 著. 魏群等译. —北京: 化学工业出版社, 2005. 6
书名原文: Essentials of Molecular Biology
ISBN 7-5025-7385-2

I. 分… II. ①马…②魏… III. 分子生物学 IV. Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 074683 号

Essentials of Molecular Biology, Fourth Edition/by George M. Malacinski
ISBN 0-7637-2133-6

Copyright©2003 by Jones and Bartlett Publishers, Inc. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by Jones and Bartlett Publishers, Inc.

本书中文简体字版由 Jones and Bartlett Publishers, Inc. 授权化学工业出版社独家出版发行。未经许可, 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: 01-2004-3922

分子生物学精要

(原著第四版)

[美] 乔治 M. 马拉森斯基 著

魏 群 胡丽娅 李 欣 毕 波 冯业丹 译

责任编辑: 孟 嘉 李 丽 周 旭

责任校对: 陈 静 战河红

封面设计: 关 飞

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
现代生物技术与医药科技出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 21¼ 字数 556 千字

2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7385-2

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

译者的话

分子生物学是 20 世纪以来发展最快的学科和领域之一。目前分子生物学的原理和方法渗透到几乎所有的生命科学分支，从而全面推动了生命科学的发展，大大加深了人类对生命现象的认识。21 世纪她仍将带领其他学科向探索生命活动的本质进军。

我们给大家推荐的这本《分子生物学精要》是一本适合初学者的经典教材，本书通过分层法一步一步地引导学生理解分子生物学的精髓，既使课程变得通俗易懂，又加深了学生对分子生物学本质内容的理解，并有助于学生把握每部分与整体的关系。从章节层次来看，每章前有提出的知识要点，章内列有基本概念的介绍，章后有关键知识的评述、习题及解答，这些环节又进一步动员了学生在学习过程中的思考，更加深了对知识的理解。因而本教材在美国的大学中得到了广泛的应用。

本书的第四版从编写上继承发扬了前几版的特点，从内容上增添了分子生物学日新月异发展的新知识。在翻译中我们尽量保留了原书的风格，并尽力使文字符合中国学生的阅读习惯。我们认为本书适合作为我国大专院校生命科学各专业及农林、医药院校分子生物学课程的教材或教学参考用书。也可供生命科学有关人员及有兴趣了解当代生命科学的人士阅读。

译者

2005 年 5 月

于北京师范大学

献给 DAVID FREIFELDER

David Freifelder 先后在圣地亚哥的 Brandeis 大学和加利福尼亚大学讲授分子生物学。他的研究兴趣和涉及的学科非常广泛，因此他对于综合教科书和专业教科书的写作都很擅长。他是一位有才华的作者，投入了大量的时间和精力进行教科书和专著的资料收集。根据讲授和写作经验，他极其了解学生学习的方式，并编写了他的教科书，包括《分子生物学精要》第一版，这本书采用分层法来研究生物复杂性。即 David 通过帮助学生一块一块地建造个人的“知识大厦”，把对复杂现象的理解传授给学生。而这个“知识大厦”就是学生们对分子生物学的理解。

后续的版本，包括《分子生物学精要》第四版，也遵循了这种策略。学生喜欢这种方法。因此，我们将致谢作为纪念 David 的礼物——这代表了成千上万学生的感谢，这些学生通过阅读《分子生物学精要》的某一个版本而被引入分子生物学领域。

作者简介

乔治 M. 马拉森斯基 (George M. Malacinski) 是印第安纳大学的分子生物学教授。他于波士顿大学获得本科学位，于印第安纳大学获得研究生学位。在华盛顿大学 (西雅图) 完成博士后工作后，回到印第安纳大学，建立了两栖动物发展遗传学的研究项目。早些年来，他致力于研究控制早期胚胎发生类型的机制。近年来，他研究心肌和骨骼肌的发育，来推测确定这些肌肉类型的分化类型的调节机制。

Malacinski 博士为研究生讲授了几年分子生物学。他的课程被编进集成教科书中。学生每周依惯例参加报告 3 次，每周小组开会 1 次 (在一名助教的监督下) 讨论问题。在这些报告中，他鼓励学生通过参加旨在解决问题的训练，提高他们分析思考的能力，使他们精通分析数据 (例如图和表)，并学会怎样设计实验。他将《分子生物学精要》作为组织他的课程的模板——他要求学生阅读整本书！而他常常在报告中脱离报告主题，模拟思考过程，或解释实验设计的逻辑/基本原理。例如，在一学期的课程中，在出现特定数据集/概念/解释的情况下，会一次次地复习第 1 章和第 13 章描述的逻辑。

Malacinski 博士的教学方法非常受学生的欢迎，在各种教学奖中他都受到提名。

第四版前言

《分子生物学精要》第四版是对 David Freifelder 高度成功的最初版本的第三次修订。它被用作传统的一个学期的第一门分子生物学课程的教科书。因为分子生物学的概念广泛地整合到了大多数其他生物学科（包括细胞生物学、发育生物学、遗传学、进化生物学）中，所以印第安纳大学的全体教员修订了本校的基本课程，将分子生物学作为大一以上年级的第一门课程。于是，每年有数百名印第安纳大学的学生使用这本教科书。

对于开始学习分子生物学的学生来说，现在是值得兴奋的时候。没有哪个生物学科曾经像分子生物学一样蓬勃发展和普及。大多数学者公认，这个学科的飞速发展开始于 20 世纪 50 年代初，伴随着简单而精彩的有关 DNA 双螺旋结构的描述。强烈的求知欲为最初的发展提供了驱动力。而后，一系列的技术进步推动着这个学科的发展，现在看来该学科的发展空间实际上是无限的。

在早些年里，人们将精力集中在纯化和描述 DNA、RNA 和蛋白质合成的关键大分子上。从关键大分子生物化学和物理性质的信息，来推导它们的功能。在微生物遗传学发现的帮助下，在相当短的时间内阐明了基因结构和表达的基础蓝图。最近，基因分离的成功（重组 DNA 技术和基因工程）给所有分子生物学家提供了信心，使他们相信实际上任何生物现象的完整分子认识都可以实现。这种态度，无论正确与否，反过来已经使人们对生物学的商业应用产生了空前的兴趣。分子生物学在大学和产业之间建立起新的纽带，为新学科如分子医学的发展提供了动力。

分子生物学最本质的是“解构研究”，即它研究整体（例如细胞）中非常小的小部分（例如分子）。为了给和你们一样的生物专业的学生提供有效的学习指导，需要一个不会以深度或以细节知识使你们感到畏难的参考书。《分子生物学精要》力求通过提供给你们合适数量的细节，以及各种大分子对活细胞功能的重要性的概述，来增加你们的学习收获。它的目的是指导你们获得有价值的学习经验。

这本书的内容和格式已经被印第安纳大学每年使用这本书的数百名本科学学生广泛检验。第四版具有一些特征，能帮助你们避免被大量的细节所迷惑：

课本分为四部分（第 I 部分~第 IV 部分），能帮助你们综合利用各种学习方法，并有效获得对主题内容的理解。

每章开头的行进图和列举的特定目标，能使你们轻易把握各部分与整体之间的联系。

关键概念（key concepts）在每章着重表示，所以发展的概括或原理以“果壳”的形式展现。

基因组学、生物信息学和蛋白质组学（Genomics, bioinformatics, and proteomics）——分子生物学的最新前沿将在新的一章（第 13 章）中描述。在那里将回顾对这些“信息时代”产物（endeavors）起推动作用的逻辑和基本原理。

附录（postscript）指导你们进入现代分子生物学的研究领域，并提供了一系列提高你们学习分子生物学能力的建议。

该课本的一个关键特征是对知识结构的“分层法”。复杂性是随章节增加的，而不是用一系列充满细节的描述一次性给出。印第安纳大学的学生喜欢这种方法！实际上，已经对我校数百名生物本科学生进行了调查，来弄清他们是如何思考的，进而弄清他们是如何学习的。结果清楚地表明了我校的生物学生是线性思考者；因此，分层法更加受欢迎。

为了提高你们批判性（即分析）思考的技巧，数据图形和表格散布于课本中。与每章末尾的习题一起，为你们提供了合适的加速智力发展的机会。

欢迎你们阅读第 1 章，进入分子生物学的世界。享受你们的学习经历！分子生物学为你们提供了无数个人发展的机会——发展智力、获取新知识，并为学习生物学其他领域提供了阶石。

GMM

前 言

分子生物学这个学科的显著发展在任何科学领域中都是空前的。实际上，一些评论员已经指出，“分子生物学也许是我们所有的知识中发展最快的！”最初，这个学科的大多数努力都致力于描述生物大分子，如 DNA、RNA 和蛋白质的物理和化学性质。一旦普遍认识了这些参数，注意力就转移到阐明这些大分子在活细胞中的作用方式上来。最近，这些知识的应用导致了生物技术产业的蓬勃发展，这通常预示着分子医学的进展。

随着一步一步的成功，分子生物学家产生了高度的信心，仅在十年前还被认为是“困难的”问题，现在就可以迎刃而解了。他们努力致力于研究日益增长的对人类物种起源的认识；创造新的基因工程药物；以及测定各个物种，包括引起疾病的微生物、重要的农作物，当然还有人体本身的整个基因组的序列。

现在，分子生物学的范围很广，实际上对所有生物学领域都有影响，包括从传统一点的学科（如分类学和系统学）到现代一点的学科（如基因的功能）。为了确保《分子生物学精要》具有这个领域的与众不同的特征，不同研究小组的投稿人被召集来编辑这本书的第二版和第三版。他们给这本教科书注入了高水平的科研、成果和观点，这些使判断过程成为导出基本特征、关键概念以及普遍原理所必需的过程。对于第四版，评论者致力于确保内容是最新的。我十分感谢他们的努力——最新版本投稿人和评论者的完整名单列在致谢部分。

因为分子的概念已广泛地整合到了大多数生物学科（包括细胞生物学、发育生物学、遗传学，甚至是进化生物学）中，所以我任教的印第安纳大学的全体教员，修订了本校的基本课程，将分子生物学作为大一以上年级的第一门课程。为了给生物专业的初学者提供有效的学习参考，需要一本合适的教科书——一本不会以深度或大量细节压倒学生的书。我们选择《分子生物学精要》，是因为它强调了 DNA、RNA 和蛋白质结构、功能以及表达的各个方面的基本特征，而不过多探究相关分子过程的细节。

《分子生物学精要》的第一版和第二版得到了印第安纳大学和其他学校学生的好评，他们通过使用这本书，成功地感觉到分子生物学变得更容易掌握了。这些版本的一个关键特征是它们对知识结构的分层法，即复杂性是随章节增加的，而不是用一系列细节性的描述，将所有知识一次性给出。学生喜欢这种方法，第三版和现在的第四版仍保留这种方法。最近，对于印第安纳大学的学生而言，最近在他们的生物学学习经历中日益强调“批判性思考”的学习方法，例如开展坦率的讨论，对诸如本版第 1~13 章内容中关于分子生物学的逻辑和基本原理作出修订，此举将推动分子生物学的发展。

前言说明了本版与先前版本的区别，以及我所希望的它是如何在它们的基础上改进的。每个新特征都是在本科学生的帮助下设计的，以确保本教科书仍然是“符合读者需求”的。

教师注意事项

使用本教科书的教师偏爱“简洁的介绍”并强调大分子结构和功能的“基本特征”。我自己的经验证明，开始学习分子生物学的本科学生，偏爱简明的课本，而不喜欢使他们感到畏惧的百科全书式的课本。《分子生物学精要》的早些版本被国家健康博物馆（National Health Museum, NHM）认为是“该领域最易读的课本之一”。NHM 将它与更加全面的被称为“分子生物学和细胞生物学的真正百科全书”的教科书区分开。

这个新版本仍然包含了“反百科全书”的主题。然而，尽管一些评论者建议我限制扩展或避免扩充，这个版本还是稍微地扩展了，因为它包含了 2 个新特征：有关基因组学、生物信息学和蛋白质组学的一章（第 13 章），解释了研究核苷酸序列信息对于理解细胞功能的日益增长的重要性；还有一个附录，为初学的学生提供了进入分子生物学研究领域的阶梯。另外，本版仍然保持了先前版本的简明性。

因此，《分子生物学精要》在目的、范围和深度上均不同于“大书”。因为“大书”包含更多的背景知识和实际上更多的细节（通常以彩图的形式表述），它们自然地不能很好地适合初期的本科课程，而这些课程是强调智力发展（本科教育的主要目的）的。这些大书会带给学生错误的印象：“科学是关于事实的”，而实际上，专业人员通常认为，真正的科学是关于“利用实验来收集证实真理的证据的”。

为了加强早期版本符合读者需求的特征，现在的版本由本科学生作了广泛编辑。通常，句子被缩短，尽量避免一个短语或段落填充太多的信息。本版使用了“粘贴图表”作为插图，例如教师可能画在黑板上或头顶上幻灯片上的插图，会根据学生的偏爱保留下来。因为分子生物学这个学科目前处于数据收集模式，所以我期望课本强调的“关键概念”会有助于细节知识的收集，而这些细节定义了一个解构研究的学科，例如分子生物学。这些关键概念能帮助学生缓解由通常提到的“信息超载”引起的挫折感。

我发现许多本科学生已经意识到，分子生物学这个学科真正代表的——为研究细胞行为的智力上复杂的实验策略（解构研究），和百科全书式教科书通常描述的——仅仅是另一个知识体（细节事实的集合），二者之间的区别。

我鼓励教师与我联系，以获得我在印第安纳大学 L211 分子生物学课程中使用的补充材料。也可以索取过去的考卷、我们的合作学习讨论小组使用的每周工作表，以及一个课程网站的通行证。

致 谢

十分感谢我的 L211 分子生物学本科学生，由于他们的帮助使该课本更加可读。在此感谢帮助编辑和准备索引的 Susan Duhon。也感谢研究生助教，他们编辑和改进了每章末尾的习题。

每个修订都请教了专业的评论家。他们的影响是实质性的、不断积累的。在很多情况下，他们的影响限定了各个章节的范围和内容。这些专家包括：Sankar L. Adhya (国家肿瘤研究所，发育遗传部)；Gerald Becher (Indianapolis, IN, Lilly 实验室)；Robert Cedergren (蒙特利尔大学，生物化学系)；Larry Gold (Boulder 公司，SomaLogic 有限公司)；Philip C. Hanawalt (斯坦福大学，生物科学系)；Pamela L. Hanratty (印第安纳大学，生物系)；Christie A. Holland (华盛顿特区，儿童医药中心)；Leonard Holmes (彭布罗克，北卡罗莱纳大学，化学和物理系)；Masao Kawakita (日本，东京，Kogakuin 大学，应用化学系)；Kenneth Mariani (Sloan-Kettering 纪念肿瘤研究所，分子生物学系)；Hans-Peter Muller (苏黎世大学，分子生物学学院)；Alexandra Cynthia Newton (圣地亚哥，加利福尼亚大学，药理学系)；David Parma (Boulder 公司，SomaLogic 有限公司)；John Richardson (印第安纳大学，化学系)；Walter Schaffner (苏黎世大学，分子生物学学院)；Robert L. Sinsheimer (Santa Barbara，加利福尼亚大学，生物科学系)；Dorothy M. Skinner (Oak Ridge 国家图书馆，生物学部)。

GEORGE M. MALACINSKI

Bloomington, 印第安纳

目 录

第 1 章 欢迎学习分子生物学!	1
1.1 分子生物学的目标	1
1.2 早期的研究	1
1.3 生物模式系统	2
1.4 分子生物学的方法学	5
1.5 分子生物学的飞速发展	6
1.6 透视分子生物学	7
1.7 分子生物学的概念	8
1.8 行进图	9
1.9 学习分子生物学的益处	10

第 I 部分 蛋白质、核酸和大分子复合物的结构

第 2 章 大分子	15
2.1 主要种类大分子的化学结构	16
2.2 决定蛋白质和核酸三维结构的非共价作用	19
2.3 大分子的分离和鉴定	22
第 3 章 核酸	26
3.1 DNA 的物理和化学结构	27
3.2 DNA 结构的变化	29
3.3 环状 DNA 和超螺旋 DNA	30
3.4 DNA 的变性	31
3.5 复性	32
3.6 杂交	34
3.7 RNA 的结构	35
3.8 核酸的水解	35
3.9 核酸测序	36
3.10 DNA 的合成	38
3.11 将来实际的应用?	39
第 4 章 蛋白质分子的物理结构	42
4.1 蛋白质分子的基本特征	43
4.2 多肽链的折叠	43
4.3 二级结构 α 螺旋和 β 折叠	44
4.4 蛋白质的结构	46
4.5 含亚基的蛋白质	48
4.6 酶	50

4.7	未来的应用	53
第5章	大分子相互作用和复杂聚合体的结构	55
5.1	复杂的DNA结构: <i>E. coli</i> 染色体	56
5.2	染色体和染色质	58
5.3	识别特定碱基序列的DNA与蛋白质的相互作用	61
5.4	生物膜	64
5.5	细胞骨架元件	66
5.6	未来的实际应用?	67

第Ⅱ部分 大分子的功能

第6章	遗传物质	71
6.1	遗传机制的早期观察	72
6.2	确定DNA为遗传物质	73
6.3	RNA是某些病毒的遗传物质的确定	78
6.4	遗传物质的性质	79
6.5	RNA作为遗传物质	82
第7章	DNA复制	85
7.1	双链DNA的半保留复制	86
7.2	DNA复制要求高度缠绕的DNA解螺旋	87
7.3	DNA复制的起始	89
7.4	复制中DNA的解螺旋	91
7.5	新合成链的延长	91
7.6	DNA聚合酶Ⅲ是由多亚基构成的	93
7.7	反平行DNA链和不连续复制	94
7.8	完整的DNA复制系统	99
7.9	真核染色体的复制	101
7.10	未来实际的应用?	102
第8章	转录	105
8.1	RNA的酶促合成	106
8.2	转录信号	107
8.3	RNA分子的种类	111
8.4	真核生物的转录	113
8.5	研究细胞内RNA的方法	117
8.6	未来的实际应用?	118
第9章	翻译	121
9.1	翻译过程概要	122
9.2	遗传密码	123
9.3	摆动现象	127
9.4	多顺反子mRNA	128
9.5	重叠基因	128
9.6	多肽的合成	129
9.7	原核生物的多肽合成过程	130

9.8	复杂的翻译单位	133
9.9	抗生素	136
9.10	未来的实际应用?	136
第10章	突变、诱变和DNA修复	139
10.1	突变的类型	140
10.2	突变体的生物化学基础	141
10.3	诱变	142
10.4	诱发突变	144
10.5	回复突变	146
10.6	回复突变——一种检测诱变剂和致癌剂的方法	149
10.7	DNA修复机制	150
10.8	自发突变及其修复	150
10.9	直接回复修复	153
10.10	切除修复	153
10.11	重组修复	154
10.12	SOS反应	155
10.13	未来的实际应用?	157

第Ⅲ部分 细胞内大分子的协同作用

第11章	原核生物基因活性的调节	163
11.1	调节的原理	164
11.2	转录调节	165
11.3	转录后调节	177
11.4	反馈抑制和别构调控	178
11.5	未来的实际应用?	180
第12章	真核生物基因活性的调节	182
12.1	原核生物和真核生物遗传组成的重要区别	184
12.2	转录起始的调节	184
12.3	RNA加工的调节	191
12.4	核质 mRNA 转运的调节	196
12.5	mRNA 稳定性的调节	197
12.6	翻译的调节	199
12.7	蛋白质活性的调节	199
12.8	基因重排: 免疫系统中编码序列的连接	202
12.9	未来的实际应用?	205
第13章	基因组学和蛋白质组学推动着生物信息时代	208
13.1	基因组学——利用 DNA 作为发现的起点	209
13.2	生物信息学——利用 DNA 序列信息拓展视野	211
13.3	蛋白质组学集中研究蛋白质整体的性质: 它们的数量、结构、相互作用、 位置和功能	215
13.4	新“分子生物学逻辑”的出现	218
13.5	未来的实际应用	219

第Ⅳ部分 大分子实验操作

第 14 章 转座子、质粒和噬菌体	223
14.1 转座元件——它们的发现震惊了分子生物学家	224
14.2 真核生物中的转座元件	228
14.3 质粒	230
14.4 质粒携带的基因	231
14.5 质粒转移	231
14.6 质粒 DNA 复制	235
14.7 噬菌体	236
14.8 一个典型噬菌体的裂解生活周期各阶段	237
14.9 特殊噬菌体	239
14.10 转导噬菌体	248
14.11 基因工程中的转座子、质粒和噬菌体	249
14.12 未来的实际应用?	250
第 15 章 重组 DNA 和基因工程：基因的分子裁制	253
15.1 侵入生物体的质粒	254
15.2 自然界的锯齿剪刀——限制酶	254
15.3 基因插入——作为转移基因媒介的载体	260
15.4 重组 DNA 分子的检测	264
15.5 利用 M13 噬菌体载体进行位点特异性诱变	265
15.6 基因工程的应用	266
第 16 章 越来越广阔的分子生物学领域	269
16.1 研究中重组 DNA 技术的应用	270
16.2 重组 DNA 技术在医药方面的应用	273
16.3 重组 DNA 技术在农业中的应用	279
16.4 其他商业和工业应用	281
16.5 分子生物学：站在抵抗 AIDS 的最前线	282
16.6 社会和伦理问题	284
第 17 章 复习分子生物学的附言	290
17.1 分子生物学正处于黄金时期!	290
17.2 思考——让我们预测到一些分子生物学的新发现!	291
17.3 增强你学习分子生物学的能力!	292
17.4 考虑成为一个分子生物学家!	293
附录 A 术语表	294
附录 B 习题答案	303
索引	318

第 1 章

欢迎学习分子生物学!

1.1 分子生物学的目标

分子生物学的最终目标是远大的，从产生基本细胞行为类型的各种分子的角度，来理解这五类行为类型：生长、分裂、分化、运动和相互作用。即分子生物学力图完整地描述细胞大分子的结构、功能和相互联系，从而理解为什么细胞要采取这种方式。

这个目标可能显得过于乐观。然而进展的速度却往往使最乐观的科学家感到吃惊。事实上，我们可以将这几年看作典型的生物学黄金时代，而分子生物学领域为这个时代提供了主要驱动力。

几乎每天都有重大发现从研究实验室中产生，全国性报纸的头版常常报道令人兴奋的消息，如致病基因的鉴别、有前途的生物技术产品或新的农业进展。

几十年前，分子生物学最重要的发现都是以最简单的生物（如病毒和细菌）为对象产生的。然而现在，同等重要的发现通常是报道植物和哺乳动物的。少数关键的发现和少数先驱科学家的努力为当今时代打下了基础。

1.2 早期的研究

分子生物学这个术语首先在 1983 年被 Warren Weaver 使用。他作为洛克菲勒基金会国家科学部分的主管，提倡给予这个“新的科学分支——新的生物学——分子生物学 (Molecular Biology)”以财政支持。那个时候，生物化学已经开始发现许多基本的细胞内化学反应，开始认识到特定反应和蛋白质结构对于解释细胞众多性质的重要性。然而，就分子生物学本身而言，直到研究人员有了这样的认识，即最多产的进展可以产生于对“简单”系统，如细菌和噬菌体（细菌病毒）的研究，才开始发展。尽管细菌和噬菌体仍然是相当复杂的，但它们远比动物细胞简单。事实上，它们使科学家能够将 DNA 确定为包含最多的或者所有的细胞遗传信息的分子。

早在 1869 年 F. Miescher 就描述过 DNA，然而，直到一个世纪以后才发现 DNA 对细胞功能的重要性，以及 DNA 是遗传性状的决定因素的确定性证据。导致把基因分配给 DNA 的实验性证据，很大程度上是依靠对细菌和对侵染它们的病毒的研究（见第 6 章）。

阐明 DNA 是遗传物质的载体，使得沃森 (J. D. Watson) 和克里克 (F. H. C. Crick) 的 DNA 物理结构模型呼之欲出。这个模型（参见第 3 章）还尝试解释了 DNA 复制的机制和自发突变的根源。从那以后不久，人们又知道了 RNA 是酶和其他蛋白质合成的中间体。

20 世纪 50 年代末和 60 年代初，分子遗传学作为一个新的领域，发展迅速。分子遗传学产生了大量新概念，速度之快只有 20 世纪 20 年代量子力学的发展能与之媲美。最初的成功和巨大数量信息的积累，使研究者能够将分子遗传学的技术和合理有力的方法应用到各个学科研究领域，如：肌肉和神经的功能、膜的结构、抗生素起作用的模式、细胞的分化和发

生、免疫学等。生命过程具有基本一致性的主导思想是分子遗传学发展迅速的重要因素。研究者认为，支配简单生物体，如细菌和病毒（它们都缺乏完整的细胞核结构），活动的基本生物学原理，应当可以应用到更复杂的细胞，不同的仅仅是细节问题。这个观点已经被实验结果充分证明了。

在这本书中，常常会对原核生物和真核生物进行独立的、相比较和对比的讨论。通常会先讨论原核生物，因为它们更加简单。为了保持这个惯例，我们从简要回顾几种模式活系统的性质开始阐述，这些系统包括细菌和侵染它们的病毒。

1.3 生物模式系统

最简单的活生物体当然是**病毒**（virus）。作为最小的生命形式，病毒是由位于核心内部的、被蛋白质外壳包围的DNA（某些情况下是RNA）以及外壳蛋白质构成的。病毒简单性的关键是它的寄生本性。它会利用宿主细胞的功能。宿主对一些病毒来说是细菌细胞，而对一些病毒是植物细胞，对另一些病毒则是动物细胞。在这些宿主中，细菌是最简单的。在这里我们将简要回顾细菌的一般特点，然后再返回来讲病毒。

细菌（bacteria）是自由生活的单细胞生物。它们具有不被包围在核中的单一染色体（它们是原核生物），而且与真核生物相比，它们在物理组成上是简单的。对所有实际用途来说，可以将细菌看作由几千种化学物质和少数有组织的颗粒构成的，这些都存在于液体溶液中，并被坚固的细胞壁包围。

细菌具有许多特征，这些特征使它们成为研究基本生物学过程的合适对象。例如，细菌可以容易而迅速地生长，而且与多细胞生物的细胞相比，它们的需求相对简单。最适合于分子生物学研究领域的细菌是大肠杆菌（*Escherichia coli*，通常写作 *E. coli*），它在 37℃、在最适条件下，每 20min 分裂一次。因此，一个细胞可以在 20h 内变为 10^9 个细菌！

细菌可以在**液体生长培养基**（liquid growth medium）中或固体表面上生长。在液体培养基中生长的群体叫做**细菌培养物**（culture）。如果液体培养基是生物物质的复杂提取物，它就叫做**肉汤**（broth）。如果生长培养基是除碳源（如糖）外不含其他有机化合物的简单混合物，它就叫做**基本培养基**（minimal medium）。典型的基本培养基包含如 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 HPO_4^{2-} 、 SO_4^{2-} 等离子，以及碳源（如葡萄糖、甘油或乳酸）。

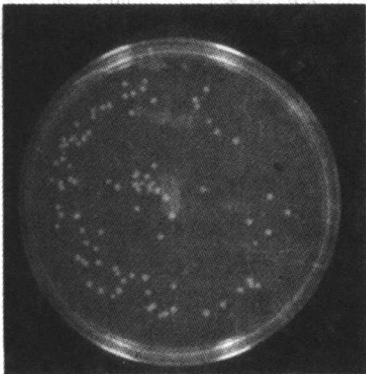


图 1-1 生长在含琼脂的生长培养基表面的 *E. coli* 菌落

每个菌落都包含一个细胞的群体或克隆，代表单一细胞分裂许多次产生的子代。例如，如果琼脂表面上散布有 100 个细胞，那么第二天将出现 100 个菌落

如果细菌可以在基本培养基上生长——即如果它可以合成“所有”必需的有机物，如氨基酸、微生物和脂肪——这种细菌就叫做**原养型细菌**（prototroph）。如果必须加入除碳源以外的有机物才能使细菌生长，这种细菌就叫做**营养缺陷型细菌**（auxotroph）。

细菌一般都能在固体表面上生长。最早用于生长细菌的表面是生马铃薯切片。它最终被**琼脂**（agar）取代，琼脂是从海藻中获得的凝胶状的试剂。琼脂可以抵抗细菌酶的作用，因而被认为是生物学惰性的。图 1-1 说明了细菌在琼脂表面上的生长情况。

细菌的代谢受精确调节。因此，细菌代表了大多数已经发现的、高效的、自由生活的生物。它们很少合成不需要的物质。例如，当培养基中存在色氨酸时，细菌不会合成色氨酸这种氨基酸，但当培