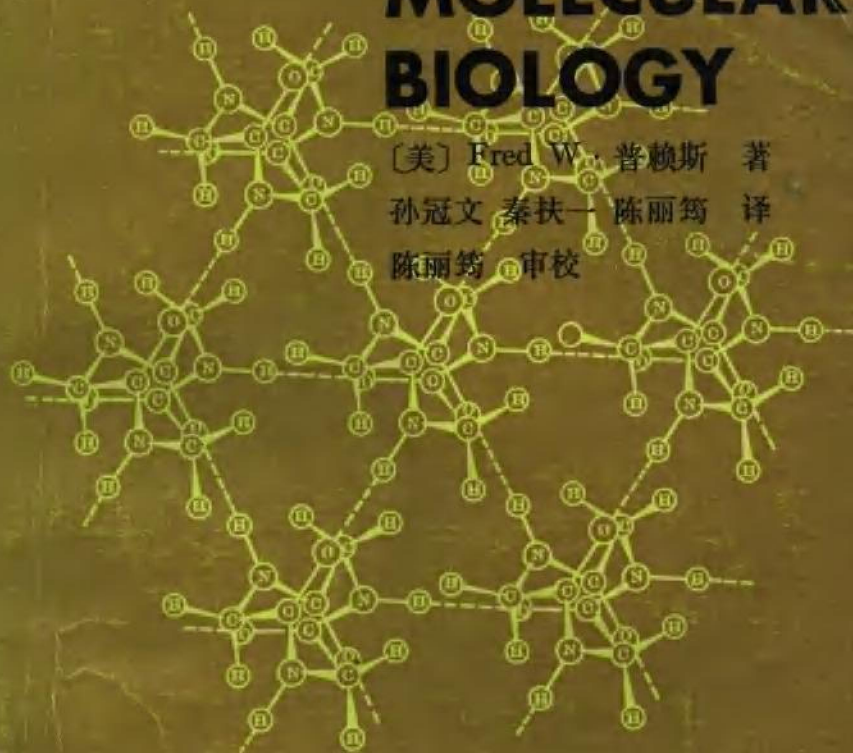


BASIC MOLECULAR BIOLOGY

[美] Fred W. 普赖斯 著

孙冠文 秦扶一 陈丽筠 译

陈丽筠 审校



基础分子生物学

上海科学技术出版社

BASIC MOLECULAR BIOLOGY
FRED W. PRICE
(1979)

基础分子生物学

【美】 Fred W. 普赖斯 著

孙冠文 秦扶一 陈丽筠 译

陈丽筠 审校

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 17.25 字数 379,000

1985 年 11 月第 1 版 1985 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1—6,200

统一书号: 13119·1148 定价: 3.50 元

译 者 的 话

分子生物学是现代生物学的前沿，它的建立和发展不仅使整个生物科学蕴酿着一场深刻的革命，而且对医学、农牧业，以及制药、发酵、食品等工业也将产生深远的影响。从事上述领域研究的科研、临床工作者与工程技术人员已经充分意识到了这一学科发展的必然，他们迫切要求更新知识，掌握分子生物学的基础理论，以便把自己的工作迅速推向纵深。有鉴于此，我们翻译了 F. W. 普赖斯所著的这本《基础分子生物学》，供大家作为学习这门新兴学科的入门性读物。

本书深入浅出地阐述了分子生物学的基本概念和基础理论，因而它也适合于已学完大学生生物学和化学基础课的生物、医、农专业的学生阅读，并可作为分子生物学教师的教学参考书。此外，作者在叙述各种理论及现代研究成果之前，往往先历史地介绍该领域研究的沿革，并着重阐述前人的科研设计思路和研究方法，就这一点来说，该书对分子生物学的专业科研工作者也是不无启迪的。

纵然，本书在分子遗传学和细胞超微结构方面的论述似有过简之虞，联系实际亦嫌不足，但作为一本导论性的读物，它还是系统地提供了分子生物学的基础知识，为读者清晰地展示了该学科的轮廓。

近年来，分子生物学的研究成果十分丰硕，在实践中的应用也日益广泛，可以预期，它的迅速发展必将促进生命科学时

代的早日到来。如果读者在掌握分子生物学基础理论的过程中,运用对客观规律的认识去能动地改造世界,使分子生物学在我国的现代化建设中发挥其应有的作用,那就达到了我们翻译此书的目的。

本书第一至三章、五至九章由孙冠文翻译,第四、十四至十八章由秦扶一翻译,第十至十三、十九、二十章由陈丽筠教授翻译,全部译稿经陈丽筠教授进行了仔细的审校。但是,限于知识和翻译水平,译文难免存在不足之处,祈望读者不吝指正。

序 言

这是一本导论性的分子生物学教科书，是我在纽约布法罗州立大学执教时为开设一个学期的课程所编写的教材。然而这并不意味着本书就代表了任何学院或大学水平，它只适用于具有较扎实的普通生物学和化学知识的大学低年级学生使用。在编写这本教科书的时候，我设想每个愿意获得分子生物学知识的人都已经学习过普通化学与普通生物学了，因此就没有将关于原子和分子结构的基础知识写入教材。但是，为了完整地阐述正在发展着的生物复制和信息转移，本书还是包含了有关细胞分裂和孟德尔遗传学的章节。

当今可获得一些关于分子生物学的好书，但作为启蒙教材来说，其中有些书不是过深，就是过浅；有些虽水平适中，但论述却不免有繁琐之嫌。本书作为一本具有一定专业水平的教科书，可满足分子生物学专业教师的需要。

本书从结构入门。导论中阐述了有关的物理化学原理，继之是四个主要部分。第二篇论述蛋白质与蛋白质分子的集合，广泛讨论了蛋白质结构与功能的关系，描述了纤维状蛋白质的结构与机械作用，以及氨基酸的组分对决定其特性的影响。随后又介绍了作为细胞和生物体的载体及催化剂的球状蛋白质的作用，介绍了具有特异性结合能力和催化活性的球状蛋白质——酶与虽具有特异性结合能力却无催化功能（诸如抗体与氧结合蛋白）的运载蛋白之间的区别。这一部分还讨论

了四级结构在生理调节中的重要意义。

作为蛋白质-脂质集合的生物膜是研究生物能力学与能量转换的领域。第三篇中描述了生物换能器的复杂结构，并着重阐明其共同的特性——堆迭着的平行磷脂膜的复杂结构、区域化与空间组织结构。

第四篇的主题是生物学复制和遗传信息的贮存及传递。这一部分涉及蛋白质-核酸的集合，引入了间期细胞核与中期染色体超微结构的新概念，并讨论了核糖体及其在蛋白质生物合成结构基础中的作用。

上述三部分都是以分析的方式来描述的，即是将细胞系统地解剖成它的大分子组分；而第五篇则讨论合成，它论证了这些大分子组分是如何组装成一个活细胞的。构成这部分主题的基础是尽管细胞类型和结构在表面上有差异，但细胞确是由少数的“标准部件”组成的，它们在原核细胞内以相当简单的方式出现，而在真核细胞内则精心地组成更复杂的结构。

本书对蛋白质合成的遗传控制的描述及对分子遗传学的论述并不如其他许多分子生物学教科书那样详尽和完整，这是作者有意安排的。现代分子生物学已被引入去阐明核酸在决定细胞蛋白质结构中的作用，尽管这是一个令人感兴趣的和基础的课题，但正如我已指出的那样，分子生物学要比这一课题的内容更为广泛，在分子生物学中，除了分子遗传学以外，还有其他一些同样令人感兴趣的课题也一直在开拓和扩展着。换句话说，我是采取了一种在其他一些较好的分子生物学教科书中所没有采用过的合理的编排方法。

Fred W. 普赖斯

目 录

第一篇 引 论

第一章 关于分子生物学..... 1

分子生物学的特点和研究目标..... 1

分子生物学的起源和简史..... 4

未来一瞥..... 5

第二章 某些物理化学原理..... 5

质量作用定律..... 6

化学平衡..... 8

Le Chatelier 原理 9

水的解离与pH11

缓冲作用.....13

缓冲液.....15

氢键.....17

无序性增加定律.....19

扩散.....20

渗透.....22

透析.....24

第二篇 蛋白质和蛋白质集合：结构与功能的关系.....26

第三章 蛋白质分子的一级结构.....26

生物大分子.....26

蛋白质.....26

氨基酸.....27

肽键的形成.....	32
蛋白质的一级结构.....	34
胰岛素一级结构的测定.....	37
一级结构的变异与分子进化.....	42
一级结构与生物学功能.....	44
第四章 蛋白质分子的二级结构	52
关于螺旋对称的说法.....	54
α -螺旋.....	55
氨基酸顺序与 α -螺旋容量之间的关系	59
α -螺旋的稳定性.....	62
(i) 氢键的长度(62) (ii) 可电离的侧基的影	
响(63) (iii) 热力学因素(63)	
其他内部氢键键合的多肽螺旋.....	64
胶原蛋白质的三股螺旋结构.....	65
β -构型: 丝心蛋白的结构.....	70
小结.....	73
第五章 纤维蛋白质集合: 结构蛋白	73
胶原蛋白.....	74
胶原纤维的生物合成.....	82
“生物学年龄”与胶原蛋白.....	83
弹性蛋白.....	84
(i) 氨基酸组成(85) (ii) 交联物的本质(85)	
(iii) 弹性纤维的形成(87)	
节枝弹性蛋白.....	88
(i) 氨基酸组成(89) (ii) 节枝弹性蛋白的物理	
结构(89) (iii) 交联物的本质(90)	
角蛋白.....	91
(i) 毛发和羊毛的 α -角蛋白结构(91) (ii) 羽毛	
β -角蛋白的结构(95)	

脊椎动物横纹肌.....	97
--------------	----

- (i) 横纹肌的纤维状组编和显微结构(97) (ii)
- 肌小节的超微结构(100) (iii) 横纹肌的化学组成(103) (iv) 肌球蛋白(103) (v) 肌球蛋白分子的聚集作用(104) (vi) 肌动蛋白(106) (vii)
- 原肌球蛋白和肌钙蛋白(107) (viii) 肌动蛋白与肌球蛋白的相互作用(108) (ix) 肌小节收缩的滑丝模型(110) (x) 斜齿轮模型(113) (xi) 分子水平上的收缩——原肌球蛋白、肌钙蛋白和钙离子的作用(113) (xii) 非横纹肌(“平滑”肌)(117)
- (xiii) 关于进化方面的问题——一种推测(118)

第六章 三级结构: 球状蛋白质 119

球状蛋白质分子的组建特点: 三级结构.....	119
稳定三级折叠的力.....	120
三级折叠模式的决定因素.....	122
X射线衍射分析.....	125
晶体的X射线衍射.....	127
应用X射线衍射技术确定晶体结构.....	128
相位问题.....	131
肌红蛋白分子.....	133

第七章 酶 137

催化剂和催化反应.....	138
酶的化学本质和特性.....	140
(i) pH 对酶活性的影响(140) (ii) 热和蛋白质沉淀剂的影响(141)	
作为蛋白质的酶.....	142
(i) 溶菌酶(143) (ii) 胰核糖核酸酶(143) (iii)	
牛羧肽酶 A(143) (iv) α -胰凝乳蛋白酶(143)	
(v) 枯草杆菌蛋白酶(144) (vi) 木瓜蛋白酶(144)	

酶的专一性和酶-底物的连接	145
酶的竞争性抑制作用	147
活性部位构型的解释	149
柔性活性部位概念	153
酶催化作用的本质和机理	155
(i) “应力”和“应变”作用对底物的活化(156) (ii)	
提高碰撞次数和取向效力(158) (iii) 催化基团的	
独特反应性(160) (iv) 酶通过形成过渡态共价中	
间体参与反应(162) (v) 活性部位疏水环境的作	
用(163)	
与底物结合有关的酶分子的形态学	164
钝化酶前体的激活	165
辅因子的作用	168
(i) 金属离子的催化作用(169) (ii) 辅酶的催化	
作用(吡哆醛)(171)	
酶蛋白的作用	172
“编队”的酶	174
第八章 抗体(免疫球蛋白)	175
抗体的本质和一般性质	176
抗原-抗体反应和抗原结合部位	178
抗体的特异性与半抗原	181
γ -免疫球蛋白的结构	183
抗体分子的一级结构	185
人类免疫球蛋白的分类	189
抗体特异性的起源和多样性的分子基础	191
抗体的三维构型	195
关于抗体起源和合成的学说	199
(i) 指令或模板学说(199) (ii) 克隆选择学说(200)	
第九章 球蛋白集合: 四级结构	203

血红蛋白分子.....	204
氧的协同性结合.....	207
波耳效应.....	209
“人造”血红蛋白分子与氧的结合.....	210
正常的和异常的血红蛋白.....	211
(i) 血红蛋白S(211) (ii) 其他异常血红蛋白(215)	
(iii) 其他正常血红蛋白(216)	
血红蛋白的进化.....	219
无脊椎动物运输氧的蛋白质.....	224
(i) 血蓝蛋白(226) (ii) 血绿蛋白(226) (iii) 无	
脊椎动物血红蛋白(229) (iv) 另一类血红蛋白(229)	
同工酶: 乳酸脱氢酶(LDH)	230
乳酸脱氢酶同工酶的生理学意义.....	231
乳酸脱氢酶亚单位的解离和重结合.....	231
鲨的乳酸脱氢酶.....	233
谷氨酸脱氢酶.....	234
四级结构与代谢反应的控制.....	235
天冬氨酸代谢的调控.....	238
终点产物抑制作用机理——别构效应.....	240
别构酶的动力学.....	241
调节酶的别构控制学说.....	244
天冬氨酸转氨甲酰酶的别构调节作用.....	247
五级结构: 丙酮酸脱羧酶复合体.....	248
小结.....	251
第三篇 蛋白质-脂质集合: 生物膜和能量转换.....	254
第十章 脂质的结构.....	254
简单脂质.....	255
(i) 中性脂肪(甘油三酯, 酰基甘油)(255) (ii)	
脂肪酸(256)	

复合脂质(磷脂, 结合脂质).....	257
(i) 甘油磷脂(257) (ii) 神经鞘脂类(257) (iii)	
缩醛磷脂 (258) (iv) 脑苷脂类 (糖脂类)(258)	
(v) 神经节苷脂(259) (vi) 脑硫脂(260)	
固醇类(胆固醇).....	260
磷脂的物理化学性质.....	262
第十一章 生物膜	264
生物膜的功能.....	264
质膜的真实存在.....	265
生物膜的结构和化学组成.....	266
细胞膜的 Danielli-Davson 模型	267
神经髓鞘的结构.....	270
团粒的镶嵌模型.....	273
对 Danielli-Davson 膜模型的评论	276
细胞膜的流体镶嵌模型.....	278
第十二章 光合作用, 呼吸和能量贮存	281
“生命”, 电子和能量.....	281
能量传递和高能磷酸化合物的合成.....	284
光能的捕集.....	287
循环的光合磷酸化作用.....	290
能量贮存与光合磷酸化.....	291
(i) 还原能力的来源(291) (ii) 光合作用中不依	
赖光的反应(“暗”反应)(295)	
蓄能化合物的分子结构与功能的关系.....	296
(i) 葡萄糖分子 (296) (ii) 多糖——淀粉和糖	
元(300) (iii) 从多糖贮存中有效利用葡萄糖的	
可能性(303)	
呼吸作用.....	304
第十三章 生物换能器	307

叶绿体.....	307
(i) 形态与超微结构(307) (ii) 与叶绿体超微结构相关的光合反应(309) (iii) 叶绿体膜的分子组织机构(313)	
线粒体.....	314
(i) 形态与超微结构(314) (ii) 线粒体的区域化和分子组成部分的空间组织机构(317) (iii) 设想的线粒体 ATP 合成机理(321)	
脊椎动物的光感受器细胞.....	323
(i) 发育和超微结构(323) (ii) 视色素(326) (iii) 视觉的分子基础(326) (iv) 外段膜的化学组成(328)	
小结.....	330

第四篇 蛋白质-核酸的集合: 生物学复制, 遗传信息

的贮存与传递	332
第十四章 遗传信息的传递	332
孟德尔遗传学.....	334
细胞复制中的染色体行为.....	338
(i) 细胞的有丝分裂(338) (ii) 减数分裂(342)	
连锁群、突变与遗传图.....	345
基因是干什么的?	349
链孢霉中的基因与酶.....	352
什么是“基因”?	355
基因的微细结构.....	356
“使基因图日臻完善”.....	364
第十五章 DNA 的结构与复制	365
多(聚)核苷酸类.....	365
DNA 的结构.....	371
DNA 的合成与复制.....	375
细胞核的碱性蛋白质.....	379

(i) 鱼精蛋白(380) (ii) 组蛋白(382)

第十六章 染色质纤维与染色体的组织结构 384

真核细胞间期核的组织结构 384

染色体的组织结构 390

染色体的电子显微镜研究 395

中期染色体的折叠纤维模型 397

另一种折叠纤维模型的含义 397

巨型唾液腺染色体 399

超染色体的组织结构 403

第十七章 遗传信息的贮存与遗传密码 405

DNA是遗传信息的仓库吗?——有关证据的讨论 405

(i) 细胞核 DNA 内含物是恒定的(406) (ii)

DNA的稳定性及其在细胞分裂中完整的遗传(406)

(iii)物理与化学诱变剂的本质(407) (iv) 细菌的

转化作用(407) (v) 病毒的复制、感染性及细胞的

转化(409) 结论(414)

蛋白质生物合成的顺序问题 415

细胞模板及蛋白质的生物合成 415

遗传密码 416

非重叠三联体密码 418

遗传密码的转录及信使 RNA 的合成 422

遗传密码的破译 424

遗传密码的特征 427

(i) 简并性(427) (ii) 氨基酸的特性及其对码的

三联体 (427) (iii) 蛋白质中非编码氨基酸的存

在(429) (iv) 多肽链与基因的线性对应(429)

(v) 普遍性(430)

第十八章 遗传信息翻译为蛋白质的结构 431

转移核糖核酸(tRNA) 432

核糖体.....	435
(i) 核糖体RNA(rRNA)(437) (ii) 核糖体蛋白	
质(440) (iii) 核糖体蛋白质的功能(441) (iv) 核	
糖体中的蛋白质与核糖体核糖核酸(rRNA)的相	
互作用(443) (v) 核糖体组分的三维排列(443)	
(vi) 核糖体的生物发生(446)	
细胞蛋白质的生物合成(翻译).....	446
(i) 氨基酸活化(446) (ii) 核糖体的作用(447)	
(iii) 遗传信息解读的方向(449) (iv) 多肽链的起	
始与终止(450) (v) 多核糖核蛋白体(多核糖体)	
(452) (vi) 单顺反子与多顺反子的信使RNA(454)	
(vii) 抗生素及其对蛋白质生物合成的影响(456)	
“中心法则”.....	459
蛋白质合成的遗传控制.....	461
(i) 大肠杆菌中酶生物合成的遗传调节(461) (ii) 高	
等生物体内蛋白质生物合成的遗传调节(468)	

第五篇 细胞超微结构: 在表面差异中看到的统一性 ... 474

第十九章 原核细胞的组织结构 474

生物实体.....	474
细胞的定义.....	475
细胞的组成成分.....	475
最简单的细胞——原核生物.....	476
(i) 类胸膜肺炎微生物(477) (ii) 细菌(478)	
(iii) 蓝绿藻(483) 小结(485)	

第二十章 真核细胞的组织结构 485

膜状结构.....	487
(i) 质膜(487) (ii) 内质网(487) (iii) 高尔基	
复合体(492) (iv) 肌肉细胞内的内质网(494)	
(v) 核被膜(496)	

膜状细胞器.....	499
(i) 线粒体(499) (ii) 溶酶体(499) (iii) 过氧 物酶体(502) (iv) 质体(503) (v) 液泡(504)	
蛋白质纤丝状结构.....	504
(i) 微丝(504) (ii) 微管(506) (iii) 纤毛和鞭 毛(507) (iv) 基粒(511) (v) 中心粒(511)	
(vi) 染色体运动与纺锤丝(513)	
结论.....	513
真核细胞的起源(515) 大分子的自组装(519)	
参考文献.....	523

第一篇 引 论

第一章 关于分子生物学

分子生物学是在分子水平上研究生物的结构、组织和功能的科学。它试图根据化学和物理规律来解释生物现象。众所周知，用这些规律已经成功地分析和阐明了那些较简单的非生命的物理和化学体系的行为，而如果这样一条假设能够确立，即有生命的机体(不管其复杂程度如何)也受这些规律的支配，那末用它来解释生命就能同样取得成功。

分子生物学的特点和研究目标

学生常常会问：“生物化学和分子生物学有什么区别？”在回答这个问题时，我总是要求他们从分子水平上考虑一下生物的两个特点——代谢和结构。在代谢方面，细胞呼吸中糖分子在糖酵解时的各个环节；葡萄糖分子所经受的所有变化，催化这一过程的酶、辅因子，以及能量的产生，这一切都是属于与细胞内较小分子的代谢转化有关的生物化学的课题。而在结构方面，蛋白质分子、磷脂和胆固醇是如何被组建在细胞膜内的，或者在肌肉的收缩过程中蛋白质分子又是如何被组织的，对这些问题的阐明都是属于结构分子生物学范畴的实例了（换言之，在这里我们涉及到细胞结构的大分子组成问题；因此，分子生物学主要是研究蛋白质、核酸和其他大分子