

〔美〕 弗朗西斯科·乔·阿耶拉
约翰·亚·基杰著

现代遗传学

MODERN
GENETICS



现代遗传学〔美〕

弗朗西斯科·乔·阿耶拉 约翰·亚·基杰 著
蔡武城 蒋成山 顾大年 宋芳 林知新 译
赵寿元 校

湖南科学技术出版社

Second Edition
Modern Genetics
Francisco J. Ayala
John A. Kiger, Jr.
The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 1984

现代遗传学〔美〕
弗朗西斯科·乔·阿耶拉 著
约翰·亚·基杰
蔡武城 蒋成山 顾大年 译
朱芳 林知新
责任编辑：沙一飞

湖南科学技术出版社出版
(长沙市展览馆路8号)
湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

1987年8月第1版第1次印刷
开本：850×1168毫米 1/32 印张：28.375 插页：4 字数：748,000
印数：1—2,000

ISBN 7—5357—0061—6/Q·4

统一书号：13204·155 定价：8.75元

湘科 86—7

译者的话

《现代遗传学》的内容确是现代遗传学。该书从实验材料、操作技术、理论假说和实际应用等各个方面，都力求反映出当前遗传学研究的水平，以新的研究成果阐述遗传学的基本原理并介绍有关领域中的进展。《现代遗传学》的内容又不完全能反映现代遗传学。这是因为遗传学发展太快了，涉及的学科太多了，因此尽管这本书在第一版问世四年后立即顺应形势及时修订，但在撰写、修改和出版期间，遗传学又有了新的进展。沧海遗珠，在所难免；挂一漏万，确可鉴谅。因此，我们翻译的《现代遗传学》第二版应该说是学习现代遗传学的一本好教材。

《现代遗传学》的作者在“导言”中开宗明义地指出：“遗传学是生物科学的核心”。“除非从遗传学看问题，否则就无法理解生物学”。这在一定程度上如实地指出了遗传学在生命科学中的地位和作用，这本书的内容和编排看来也正是这些观点的体现。

遗传学既然日益渗入工、农、医和生物学等领域，成了与生命有关的所有学科的一门基础理论。因此，全国除综合性大学和师范院校早已开设遗传学课程外，农、林、牧、医、工和国防等

高等和中等院校都在陆续安排遗传学教学。这样，广大的教师和同学都需要一本全面而系统的遗传学教学参考读物，这也就是我们翻译这本书的目的。为了适当减少全书篇幅，删译了习题和附录等内容。书中的专门术语除采用国内已有的统一译名外，在第一次出现时附原文以供参考。限于译校者的专业和外语水平，译文肯定有不少舛误之处，望大家不吝指正。

译校者于复旦大学

一九八六年元月

前 言

遗传学是一门突飞猛进的学科。《现代遗传学》第一版的前言就是用这句话开头的。由于这句话还继续有效，同时采用第一版为教材的许多遗传学教师提出了有益的意见，所以在第一版问世只有四年之际就有必要作重大修订。

《现代遗传学》是作为一个学期课程的基础遗传学的教科书。我们有意识地收集更多的资料，超过了一个学期课程的内容。但本书的编写仍能使教师们有所取舍。

遗传的分子基础仍是现代遗传学和本书的主题。近四年来，重组DNA技术取得了巨大进展，为从分子水平上了解人类和其他高等生物遗传学开辟了广阔道路。然而深入讨论群体遗传学和进化遗传学乃是《现代遗传学》一书的特色。

同第一版一样，我们仍发挥各自的专长分头撰写。F.J.A.撰写导言第1、2、9、17、18和20—25章；J.A.K.撰写第3—8、10—16章的第一稿。第19章是合作撰写的。作者署名的先后次序是用掷角币的方式确定的。

章节编排

本版的基本章节编排与第一版没有多大变动,只是调整了一些内容,新增加的几章是有关重组DNA技术,真核生物基因调节和体细胞遗传学。《现代遗传学》分三部份:第一部份是遗传物质的结构和传递;第二部份是遗传物质的表达;第三部份是遗传物质的进化。本书的编排有助于同学们了解为什么要写这些章节,以及这些章节在全面认识遗传过程中所起的作用。每一章节还有一些小标题,使教师有最大限度的灵活性。讲课时各章的先后次序可以变动,不会造成严重脱节。我们相信每一章都是自成体系的一个逻辑单位,因此最好是按章讲授。

从第一部份开始在内容安排上就有不同于第一版的重大改变。重写了真核生物染色体定位(第4章),并根据教师和本校学生的意见增添了内容。原核生物和真核生物的互补分析和精细结构图构成了新的第5章。以前的第8章(DNA复制、修复和重组)变成了第12和13章并编入第二部份。因为在重点介绍DNA复制和重组过程中涉及了遗传功能。新写的(DNA操作)第8章作为第一部份的结尾,因为重组DNA技术和DNA顺序分析正是“遗传物质的结构和传递”这一篇的一个部份。以前的第5、6两章充实了最新内容成为第6和第7章。以前的第7章的内容,大部份写入了第5章和第13章。

第二部份的第15章“真核类基因表达的调节”是新写的。主要是根据重组DNA研究取得的成果。上一版有关这方面的材料已经更新,并写入了新的第16章“发育的遗传学分析”。增加了新写的第17章“体细胞遗传学”,收集了人类基因组基因定位的最新进展。第10、11章内容已更新,使我们更深入地了解逐渐形成的遗传密码和细胞里的信息流。第12和第13章编入了第二部份。

第三部份中,我们扩大了第20章有关复制的篇幅。因为我们分析和获得了DNA顺序,使我们对这个问题的知识日益增多。我们还增加了人类染色体进化这一节。第21章有关基因变异的讨论,吸取了隐藏的蛋白质变异和核苷酸异质性等研究的成果。第24章

综述的连锁不平衡，从检查长的DNA顺序中获得了新的想法。第25章新加了几节：从DNA顺序重建种系发生，通过基因伸长、靠近和复制而实现基因组的进化，物种间基因的水平式转移等令人感兴趣的问题。

本版同第一版一样图文并茂，使内容阐述清晰明瞭。

各种专题单独列“选读材料”栏。这些选读栏有助于挑选进一步学习的参考材料。

每章末的书目开列了许多基本文献，这是课文中用到的材料的出处。对图和表的提供者致谢，由此引出了资料的另一来源。

致谢

最衷心地感谢为把遗传学发展成为振奋人心的学科而作出巨大努力的科学家。其中我们特别要感谢慷慨提供照片资料、允许复制图表和其他所需内容的科学家。第一版书稿请专家和普通读者广泛评阅，保证取材扎实和平衡。第二版的新资料也经广泛审阅。由于经过这样的审阅而大大减少了差错和缺点，但我们仍对本书任何不足之处负责。

Davis, 加州

1984年1月

Francisco J. Ayala

John A. Kige, Jr.

目 录

导 言.....	(1)
----------	-------

病毒	2
原核生物：细菌和蓝绿藻	4
单细胞与多细胞真核生物	5
有丝分裂	8
减数分裂	15
减数分裂的意义	21

第一篇 遗传物质的结构和传递

1 孟德尔遗传学.....	(28)
---------------	--------

§ 1.1 早期的遗传概念	28
§ 1.2 遗传定律的发现	29
§ 1.3 孟德尔的方法	30
§ 1.4 显性和隐性	32
§ 1.5 分离	33
§ 1.6 基因——遗传载体	38

§ 1.7	独立分配	40
§ 1.8	三因子杂交	42
§ 1.9	复等位基因	46
§ 1.10	基因型和表型	50
2	遗传的染色体基础	(55)
§ 2.1	基因和染色体	55
§ 2.2	性连锁遗传	59
§ 2.3	X染色体不分开	62
§ 2.4	次级不分开	64
§ 2.5	人类和其他生物中的性连锁遗传	66
§ 2.6	Y染色体	68
§ 2.7	性决定	70
§ 2.8	性比	74
3	遗传物质的本性	(77)
§ 3.1	细菌作为实验材料	78
§ 3.2	细菌噬菌体的实验研究	80
§ 3.3	肺炎双球菌的转化因子	82
§ 3.4	核酸——病毒的遗传物质	86
§ 3.5	核酸的化学组成和结构	90
§ 3.6	DNA结构的Watson-Crick模型	94
§ 3.7	检验Watson-Crick模型	99
§ 3.8	双链DNA的不同形式	103
§ 3.9	染色体中DNA的结构	105
§ 3.10	DNA复制的一般特性	110
4	真核生物基因组	(116)
§ 4.1	连锁基因的重组	117
§ 4.2	基因图	123
§ 4.3	三点测交	125
§ 4.4	遗传干涉	127
§ 4.5	交换发生的时间	128

§ 4.6	真菌的减数分裂	129
§ 4.7	交换的细胞学观察	133
§ 4.8	果蝇染色体遗传图和细胞学图之间的关系	135
§ 4.9	核外遗传	138
5	基因的精细结构	(143)
§ 5.1	作为一个遗传学系统的噬菌体: 导论	144
§ 5.2	T4噬菌体的 <i>rII</i> 体系	145
§ 5.3	<i>rII</i> 区内突变的性质	147
§ 5.4	<i>rII</i> 突变的功能特性	152
§ 5.5	顺反子	153
§ 5.6	<i>rII</i> 突变的缺失图	155
§ 5.7	重组分析的最终分辨力	158
§ 5.8	遗传学术语的重新定义	160
§ 5.9	高等真核生物的互补分析	161
§ 5.10	高等生物——果蝇的精细结构重组分析	163
6	病毒基因组	(170)
§ 6.1	噬菌体的繁殖	171
§ 6.2	突变型噬菌体	174
§ 6.3	条件致死突变的互补分析—— ϕ x174	175
§ 6.4	噬菌体突变型 ϕ x174的重组分析	178
§ 6.5	温和噬菌体 λ	186
§ 6.6	λ 基因	187
§ 6.7	λ 原噬菌体	188
§ 6.8	λ 的遗传图与物理图之间相互关系	193
§ 6.9	T2与T4噬菌体的基因组结构	195
7	细菌基因组	(205)
§ 7.1	大肠杆菌的突变	206
§ 7.2	大肠杆菌的遗传因子	209
§ 7.3	F因子——非必需的性因子	210
§ 7.4	中断接合制作细菌基因的物理图	214

- § 7.5 大肠杆菌基因组呈环状 216
- § 7.6 F'菌株和部分二倍体 217
- § 7.7 可转座的遗传因子 219
- § 7.8 大肠杆菌的遗传图 224
- § 7.9 接合作图 225
- § 7.10 转导作图 228
- § 7.11 遗传分析结果面面观 234

8 DNA操作.....(235)

- § 8.1 DNA复性动力学 236
- § 8.2 DNA限制酶与修饰酶 242
- § 8.3 DNA分子的限制酶分析 245
- § 8.4 DNA顺序测定 248
- § 8.5 重组DNA技术 251
- § 8.6 DNA克隆载体 253
- § 8.7 基因组文库 257
- § 8.8 综述DNA操作 264

第二篇 遗传物质的表达

9 遗传功能(270)

- § 9.1 先成论和后成论 270
- § 9.2 遗传信息 272
- § 9.3 Garrod的“先天性代谢缺陷” 272
- § 9.4 一个基因——一种酶假说 275
- § 9.5 生化途径 277
- § 9.6 基因和蛋白质 282
- § 9.7 蛋白质的结构 285
- § 9.8 基因内的互补作用 292

10 细胞内信息的转移(296)

- § 10.1 一般的信息转移 297
- § 10.2 特殊的信息转移 312

§ 10.3	遭禁的(未知的)信息转移	315
§ 10.4	基因和多肽的共线性——原核生物	315
§ 10.5	基因和多肽的共线性——真核生物	318
§ 10.6	中心法则	325
11	遗传密码	328)
§ 11.1	密码性质的遗传学证据	331
§ 11.2	终止密码子的遗传学证据	335
§ 11.3	密码的生化阐明	337
§ 11.4	遗传密码的型式	342
§ 11.5	终止密码子	343
§ 11.6	ϕ X174的核苷酸顺序组成	344
§ 11.7	对密码转译的遗传学效应	357
§ 11.8	线粒体的遗传密码	361
12	DNA合成的遗传控制	(369)
§ 12.1	复制叉上的DNA聚合作用	370
§ 12.2	DNA复制的遗传学分析	375
§ 12.3	DNA复制的生化分析	378
§ 12.4	在复制起始点上启动DNA合成	384
§ 12.5	真核生物中的DNA合成	386
§ 12.6	DNA合成的保真性	386
§ 12.7	差错校正和损伤修复功能	388
13	重组	(395)
§ 13.1	一般重组	396
§ 13.2	保守断裂和断裂愈合	398
§ 13.3	重组的遗传学分析	400
§ 13.4	高度负干涉和基因转换	403
§ 13.5	在真核生物中形成Holliday结构	412
§ 13.6	位点专一重组和异常重组	416
§ 13.7	λ 原噬菌体的整合和切除	416
§ 13.8	转座因子	422

§ 13.9	DNA代谢的概述	426
14	原核生物中基因表达的调节	(429)
§ 14.1	控制转录的DNA位点	432
§ 14.2	乳糖操纵子	435
§ 14.3	分解代谢阻遏作用	443
§ 14.4	λ 噬菌体	445
§ 14.5	氨基酸生物合成的操纵子	456
§ 14.6	位点专一的重组对基因表达的调控	462
15	真核生物中基因表达的调节	(467)
§ 15.1	控制转录的DNA位点	469
§ 15.2	不均一核RNA转录物的剪接	478
§ 15.3	转录和染色质结构	483
§ 15.4	基因表达的协同调节	486
§ 15.5	DNA的甲基化	490
§ 15.6	血红蛋白基因的发育调节	492
§ 15.7	通过DNA重排控制基因表达	496
§ 15.8	小结	507
16	发育的遗传学分析	(511)
§ 16.1	有区分的基因表达	511
§ 16.2	细胞决定	514
§ 16.3	果蝇囊胚层的发育命运图	515
§ 16.4	小鼠的胚胎发生	521
§ 16.5	发育的遗传学分析	522
§ 16.6	影响小鼠早期胚胎发生的突变	523
§ 16.7	果蝇的母体效应突变型	525
§ 16.8	果蝇的同源异形突变型	529
§ 16.9	性决定和剂量补偿	536
§ 16.10	哺乳动物的性决定	540
§ 16.11	遗传调节机制	546
17	体细胞遗传学：人体基因组定位	(551)

- § 17.1 人体基因组 553
- § 17.2 培养物中的细胞杂交 555
- § 17.3 用HAT法选择杂种细胞 558
- § 17.4 利用染色体异常定位染色体上的基因 561
- § 17.5 小细胞和分离的染色体 565
- § 17.6 DNA介导的基因定位 569
- § 17.7 原位杂交 576
- § 17.8 人体基因图 578
- § 17.9 转染和遗传病 587
- § 17.10 癌基因 588
- § 17.11 基因转移和癌 590
- § 17.12 植物体细胞遗传学 596

18 数量特性..... (600)

- § 18.1 基因和表型 600
- § 18.2 外显率和表现度 601
- § 18.3 修饰基因和异位显性基因 603
- § 18.4 多效性 607
- § 18.5 连续变异 609
- § 18.6 小麦种子的颜色 612
- § 18.7 多基因遗传 615
- § 18.8 遗传变异和环境变异 619
- § 18.9 不同群体中的遗传力 625

第三篇 遗传物质的进化

19 基因突变..... (632)

- § 19.1 基因突变的分子基础 633
- § 19.2 碱基对替换 634
- § 19.3 移码突变 639
- § 19.4 诱变修复系统 642
- § 19.5 突变率 644

	§ 19.6 突变率与进化	649
	§ 19.7 突变是一种随机过程	650
	§ 19.8 突变和适应	656
20	染色体突变	(659)
	§ 20.1 染色体变化的分类	660
	§ 20.2 缺失	663
	§ 20.3 重复	666
	§ 20.4 倒位	670
	§ 20.5 易位	677
	§ 20.6 转座	683
	§ 20.7 罗伯逊变化	685
	§ 20.8 人类染色体的进化	686
	§ 20.9 非整倍性	691
	§ 20.10 人类染色体异常	692
	§ 20.11 多倍体	698
21	群体的遗传结构	(704)
	§ 21.1 群体遗传学	704
	§ 21.2 群体和基因库	705
	§ 21.3 遗传变异和进化	706
	§ 21.4 基因型和遗传频率	707
	§ 21.5 群体结构的两个模型	712
	§ 21.6 对变异的考察	714
	§ 21.7 测量遗传变异的问题	717
	§ 21.8 定量的遗传变异	718
	§ 21.9 多态性和杂合性	719
	§ 21.10 变异的电泳估计	725
	§ 21.11 自然群体中的遗传变异	728
	§ 21.12 DNA多态性	735
22	进化变化的过程	(741)
	§ 22.1 进化, 两步过程	741

- § 22.2 随机交配 742
- § 22.3 Hardy-Weinberg定律 744
- § 22.4 Hardy-Weinberg定律的应用 747
- § 22.5 性连锁基因 749
- § 22.6 突变 750
- § 22.7 迁移 754
- § 22.8 随机的遗传漂变 757
- § 22.9 奠基者效应和瓶颈效应 763

23 自然选择..... (768)

- § 23.1 自然选择的概念 768
- § 23.2 达尔文适合度 770
- § 23.3 淘汰隐性纯合子的选择 775
- § 23.4 隐性致死基因 779
- § 23.5 淘汰显性个体的选择和没有显性的选择 781
- § 23.6 选择和突变 783
- § 23.7 突变率的估算 786
- § 23.8 杂合优势 787
- § 23.9 淘汰杂合子的选择 792
- § 23.10 依赖于频率的选择 794

24 近交、互适应和地理分化 (800)

- § 24.1 近交系数 800
- § 24.2 近交的度量 802
- § 24.3 近交退化和杂种优势 805
- § 24.4 人类群体中的近亲结婚 808
- § 24.5 遗传共适应 810
- § 24.6 连锁不平衡 816
- § 24.7 超基因 820
- § 24.8 倒位的多态性 822
- § 24.9 地理分化 826
- § 24.10 族的概念 827