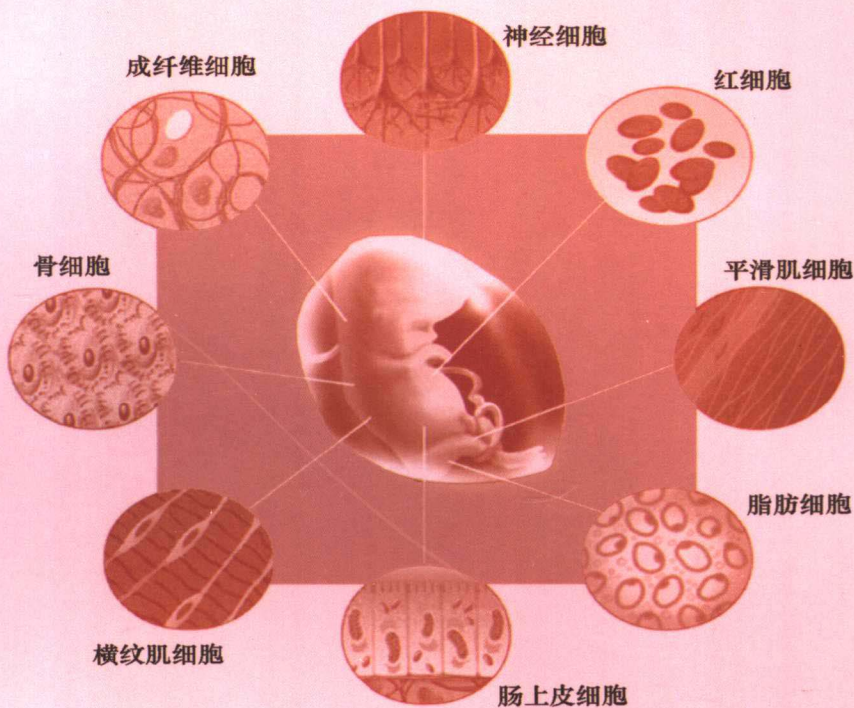




普通高等教育“十一五”规划教材



细胞生物学

潘大仁 主编



科学出版社
www.sciencepress.com

普通高等教育“十一五”规划教材

细胞生物学

潘大仁 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

全书共分为四篇,包括细胞生物学基础知识、细胞结构、细胞生理和细胞生物学相关科学。本书对细胞生物学的知识进行了归类总结,并融入了分子生物学知识及农林研究与应用,内容更加紧凑,条理更加清晰。

本书可供综合性大学、农林院校、理工院校的生物科学专业、细胞生物学等相关专业的本科生、研究生使用,也可供教师与相关科研工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

细胞生物学/潘大仁主编. —北京:科学出版社,2007
(普通高等教育“十一五”规划教材)
ISBN 978-7-03-019749-8

I. 细… II. 潘… III. 细胞生物学-高等学校-教材 IV. Q2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 130807 号

责任编辑:甄文全 卜 新 / 责任校对:钟 洋
责任印制:张克忠 / 封面设计:科地亚盟

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>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 8 月第一次印刷 印张:31

印数:1—4 000

字数:713 000

定价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《细胞生物学》编写委员会

主 编 潘大仁

副主编 潘延云 姚雅琴

编 者 (按姓氏拼音排序)

曹小勇 (陕西理工学院)

陈观水 (福建农林大学)

邓传远 (福建农林大学)

高 梅 (西北农林科技大学)

梁小红 (中北大学)

潘大仁 (福建农林大学)

潘延云 (河北农业大学)

乔永刚 (山西农业大学)

苏 锐 (中北大学)

王 惠 (沈阳农业大学)

王茅雁 (内蒙古农业大学)

吴立柱 (河北农业大学)

徐 皓 (陕西理工学院)

姚雅琴 (西北农林科技大学)

仪治本 (中北大学)

张 健 (福建农林大学)

张玉喜 (青岛农业大学)

赵宇玮 (西北大学)

前 言

细胞是生物体结构、功能和生命活动的基本单位，是一切生命体的基础。细胞生物学是一门新兴学科，是当前生命科学中四大前沿学科之一。它的内容处处体现着现代生物学各分支学科的交叉与整合，是生命科学的核心学科和基础学科。农林科学是生命科学的重要应用领域，作为生命科学基础学科的细胞生物学和农林科学有着密切的联系。以细胞生物学理论和技术为基础的生物技术在植物细胞工程、农作物品种改良、植物转基因、动物胚胎工程、动物遗传育种等各方面的应用取得了令人瞩目的成就。随着分子生物学和生物技术的发展，农林科学的研究和发展必须以细胞生物学等基础学科的学习为基础。

本书在编写过程中参考及引用了多位学者公开发表的实验结果和著作成果，特此对这些为细胞生物学发展做出很大贡献的学者表示真诚的感谢。在内容上，结合当前细胞生物学的最新进展，特别是在农林学科领域的应用与发展，内容紧跟学科发展的前沿，体现细胞生物学的最新成果。在结构上，全书共分为四篇：细胞生物学基础知识、细胞结构、细胞生理和细胞生物学相关科学，对细胞生物学的知识进行了归类总结，各章中融入了分子生物学知识及农林研究应用，内容更加紧凑，条理更加清晰。鉴于本书内容的基础性及与农林科学结合的特色，本书可供综合性大学、农林院校、理工院校的生物科学专业、细胞生物学等相关专业的本科生、研究生使用，也可供教师与相关科研工作人员参考。

本书由 10 个院校从事细胞生物学教学与科研的教师分工编写完成。福建农林大学潘大仁教授编写第一、九、十二章，邓传远博士参与第五章的编写工作，陈观水博士编写第十五章，张健博士编写第十六章，中北大学梁小红博士编写第二章，仪治本教授编写第十三章，苏锐博士编写第十四章，并参与了第十五章的编写工作；西北农林科技大学姚雅琴教授编写第三章，高梅博士参与了第九章的编写；山西农业大学乔永刚博士编写第四章；沈阳农业大学王惠博士编写第五章；陕西理工学院曹小勇教授、徐皓博士编写第六章；内蒙古农业大学王茅雁教授编写第七章；西北大学赵宇玮博士编写第八章；青岛农业大学张玉喜博士编写第十章；河北农业大学潘延云博士、吴立柱博士编写第十一章。陈观水博士参与统稿校对工作。

细胞生物学发展迅猛，新概念、新理论、新技术等不断更新，再加上编者知识水平及编写能力有限，本书难免存在不妥之处，敬请各位专家、读者批评指正。

编 者

2007 年 3 月

目 录

前言

第一篇 细胞生物学基础知识

第一章 绪论	3
第一节 细胞生物学的研究内容和现状	3
一、细胞生物学是现代生命科学的重要基础学科	3
二、细胞生物学研究的主要内容	3
第二节 细胞生物学发展简史	6
一、细胞的发现	6
二、细胞学说	6
三、细胞学的经典时期	7
四、实验细胞学及细胞学的创立	9
五、细胞生物学学科的形成及其分支学科	9
第三节 细胞生物学与农林科学	10
第四节 细胞生物学发展趋势与展望	12
小结	13
思考题	14
第二章 细胞基本知识概要	15
第一节 细胞的基本概念	15
一、细胞是生命活动的基本单位	15
二、细胞的基本共性	15
三、细胞的多样性与复杂性	17
第二节 非细胞形态的生命体——病毒	18
一、病毒的形态和结构	18
二、类病毒和朊病毒	20
三、病毒的增殖	20
四、病毒与细胞之间的关系	22
第三节 原核细胞与古核细胞	23
一、最小最简单的细胞——支原体	23
二、原核细胞的两个代表——细菌和蓝藻	24
三、古核细胞（古细菌）	30
第四节 真核细胞	30
一、真核细胞的基本结构体系	31

二、细胞的大小及其分析	32
三、细胞形态结构与功能的关系	34
四、原核细胞与真核细胞的比较	35
五、植物细胞与动物细胞的比较	36
小结	39
思考题	40
第三章 细胞生物学研究方法	41
第一节 显微技术	41
一、影响显微镜性能的主要因素	41
二、显微镜的类型	43
三、显微镜常用样品的制备	50
第二节 细胞化学技术	54
一、细胞组成成分特异显示法	54
二、酶细胞化学技术	55
三、免疫细胞化学技术	56
四、原位杂交	56
五、同位素示踪技术	57
六、放射自显影技术	58
七、显微分光光度计	59
第三节 分离技术	59
一、流式细胞仪	59
二、离心技术	60
第四节 细胞工程技术	62
一、细胞培养技术	62
二、细胞融合技术	65
三、细胞克隆技术	66
四、细胞拆合与细胞重组技术	67
五、染色体工程	67
六、显微操作技术	68
七、生物反应器技术	68
八、基因敲除技术	69
小结	69
思考题	70

第二篇 细胞结构

第四章 细胞膜与细胞表面	73
第一节 细胞膜与细胞表面特化结构	73
一、细胞膜的结构模型	73

二、细胞膜的化学性质	77
三、细胞膜的特性	83
四、细胞膜的功能	86
五、细胞表面的分化	87
第二节 细胞连接	91
一、封闭连接	91
二、锚定连接	93
三、通讯连接	96
四、细胞表面的黏着因子	100
第三节 细胞外基质	104
一、糖胺聚糖和蛋白聚糖	105
二、胶原	108
三、弹性蛋白	110
四、层粘连蛋白和纤连蛋白	111
五、植物细胞壁	114
小结	116
思考题	117
第五章 细胞质基质与细胞内膜系统	118
第一节 细胞质基质	118
一、细胞质基质的组成	119
二、细胞质基质的功能	120
第二节 内质网	121
一、内质网的形态与结构	121
二、内质网的功能	123
第三节 高尔基体	125
一、高尔基体的形态结构和化学组成	125
二、高尔基体的功能	128
三、高尔基体与细胞内的膜泡运输	130
第四节 溶酶体与过氧化物酶体	135
一、溶酶体的结构类型	135
二、溶酶体的功能	136
三、溶酶体与疾病	138
四、溶酶体的发生	140
五、过氧化物酶体与乙醛酸循环体	141
第五节 细胞内蛋白质的分选与细胞结构的装配	143
一、信号假说与蛋白质分选信号	144
二、蛋白质分选的基本途径与类型	146

三、细胞结构体系的装配	147
小结	148
思考题	149
第六章 线粒体与叶绿体	150
第一节 线粒体与氧化磷酸化	150
一、线粒体的形态结构	150
二、线粒体的化学组成及酶的定位	153
三、线粒体的功能	155
四、线粒体与疾病	167
第二节 叶绿体与光合作用	168
一、叶绿体的形态大小、数量和分布	168
二、叶绿体的结构和化学组成	169
三、叶绿体的功能——光合作用	172
第三节 线粒体和叶绿体是半自主性细胞器	178
一、线粒体和叶绿体的 DNA	178
二、线粒体和叶绿体的蛋白质合成	179
三、线粒体与叶绿体的蛋白质定向转运	181
四、叶绿体的蛋白质转运	184
第四节 线粒体和叶绿体的增殖与起源	186
一、线粒体和叶绿体的增殖	186
二、线粒体和叶绿体的起源	186
小结	189
思考题	190
第七章 细胞核与染色体	191
第一节 核被膜与核孔复合体	191
一、核被膜	191
二、核孔复合体	194
第二节 染色质	200
一、染色质的化学组成	201
二、染色质的基本结构——核小体	204
三、染色质的包装模型	207
四、常染色质和异染色质	209
第三节 染色体	210
一、中期染色体的形态结构	210
二、染色体 DNA 的三种关键序列	212
三、核型与染色体显带	215
四、巨型染色体	217

第四节 核仁	219
一、核仁的化学组成	219
二、核仁的结构与核仁周期	220
三、核仁的功能	221
第五节 核基质与核体	224
一、核基质	224
二、核体	227
小结	231
思考题	232
第八章 细胞骨架	233
第一节 细胞膜骨架	233
一、血影和红细胞膜骨架	234
二、膜骨架的组成	234
第二节 细胞质骨架	236
一、微丝	236
二、微管	246
三、中间纤维	253
第三节 细胞核骨架	258
一、核基质	259
二、染色体支架	261
三、核纤层	262
小结	264
思考题	265
第九章 核糖体	266
第一节 核糖体的基本特征	266
一、核糖体的种类和数量	267
二、核糖体的形态大小	267
三、核糖体的化学组成	268
四、核糖体聚合与解离	269
第二节 核糖体的结构与功能	270
一、核糖体的结构	270
二、核糖体的功能	273
第三节 多聚核糖体与蛋白质的合成	274
一、多聚核糖体	274
二、蛋白质的合成	275
三、RNA 在生命起源中的地位	278
小结	279

思考题	280
-----	-----

第三篇 细胞生理

第十章 物质的跨膜运输	283
第一节 质膜物质运输概述	283
一、被动运输	283
二、主动运输	288
第二节 大分子与颗粒物质的跨膜运输	295
一、胞吞作用	296
二、受体介导的胞吞作用	298
三、胞吐作用	300
小结	302
思考题	304
第十一章 细胞信号转导系统	305
第一节 细胞间的通讯方式	305
一、通过细胞间的间隙连接通道的直接联系型	306
二、通过细胞膜表面结合分子的直接接触型	306
三、通过细胞分泌的信号分子的间接联系型	306
第二节 细胞的化学信号分子	307
一、胞外信号分子	308
二、胞内信号分子——第二信使	310
第三节 信号分子受体	314
一、细胞内受体	315
二、细胞表面受体	316
第四节 细胞信号的转导	319
一、信号蛋白的分子开关机制	319
二、细胞信号的转导途径	320
第五节 细胞信号的放大及相互作用	325
一、细胞信号的放大	325
二、胞内信号通路间的相互作用	326
小结	328
思考题	329
第十二章 细胞增殖及其调控	330
第一节 细胞周期	330
一、细胞周期概述	330
二、细胞周期的时相	331
三、细胞同步化	333

四、细胞周期时间的测定	335
第二节 细胞分裂	336
一、无丝分裂	336
二、有丝分裂	337
三、减数分裂	346
第三节 细胞周期的调控	352
一、细胞周期调控概述	353
二、细胞周期调控的相关因子	353
三、真核生物细胞周期运转的调控	359
小结	364
思考题	365
第十三章 细胞分化	366
第一节 细胞分化	367
一、细胞分化的基本概念	367
二、细胞分化的影响因素	373
三、细胞分化与胚胎发育	381
第二节 细胞分化与肿瘤细胞	382
一、肿瘤细胞的基本特性	383
二、癌的起因	385
三、肿瘤抑制基因与癌基因	386
四、肿瘤与基因突变	390
第三节 细胞分化与基因的表达调控	391
一、转录水平的调控	391
二、加工水平的调控	397
三、翻译水平的调控	397
小结	400
思考题	401
第十四章 细胞的衰老与凋亡	402
第一节 细胞衰老	402
一、早期的细胞衰老研究	402
二、细胞的寿限	402
三、细胞衰老的特征	404
四、细胞衰老的机理	406
第二节 细胞凋亡	411
一、细胞凋亡的概念	411
二、细胞凋亡与细胞坏死的区别	412
三、细胞凋亡的分子机理	414

四、细胞凋亡的检测	422
五、细胞凋亡的生物学意义	424
六、植物细胞凋亡	425
小结	426
思考题	426

第四篇 细胞生物学相关科学

第十五章 细胞工程	431
第一节 植物细胞工程	431
一、植物细胞工程的理论基础	431
二、植物细胞工程技术原理	433
三、植物细胞工程的分类	437
四、植物细胞工程的应用	443
第二节 动物细胞工程	448
一、动物细胞培养	448
二、细胞融合与单克隆抗体技术	454
三、胚胎工程	457
四、转基因动物	459
五、动物克隆技术	462
小结	464
思考题	465
第十六章 干细胞生物学	466
一、干细胞生物学发展简史	466
二、干细胞概述	467
三、胚胎干细胞与成体干细胞的生物学特性	468
四、干细胞增殖及分化调控	470
五、干细胞的重要应用	472
六、干细胞研究中存在的问题与展望	474
小结	475
思考题	476
主要参考文献	477

第一篇 细胞生物学基础知识

第一章 绪 论

第一节 细胞生物学的研究内容和现状

一、细胞生物学是现代生命科学的重要基础学科

细胞 (cell) 是生物体结构和功能的基本单位,也是生命活动的基本单位。细胞是一个能同外界进行物质、能量、信息交换的独立生存、自我调节的开放体系,生命的实质就是细胞属性的外在体现。生物体的生长、发育、繁殖、遗传、分化以及代谢等所有的生命活动都是细胞生命活动的体现。细胞是生命现象的物质结构基础,生命是细胞的运动方式。细胞是一切生命体的基础,细胞生物学又是以细胞为研究对象,所以细胞生物学自然而然成为现代生命科学的基础学科。

研究细胞及其基本生命活动规律的科学称为细胞生物学 (cell biology)。它是迅猛发展的生命科学的重要基础学科,在显微、亚显微及分子水平上研究细胞结构与功能、细胞增殖与分化、衰老与凋亡、细胞信号传递、真核细胞基因表达与调控、细胞起源与进化等方面的内容。分子细胞生物学及细胞工程等理论与技术的发展更成为当今细胞生物学的重点与热点,因此,深入研究细胞的结构与基本生命活动显得尤为重要。

细胞生物学是一门新兴学科,是当前生命科学中四大前沿学科之一。它的内容处处体现着现代生物学各分支学科的交叉与整合,是生命科学的核心学科。特别是在分子生物学概念和方法引进之后,细胞生物学由光学显微镜下结构和功能的简单描述进入了细胞分子生物学水平。目前,人们已经把细胞整体水平、超微水平和分子水平三方面的研究有机结合起来,以动态的观点研究细胞和细胞器的结构和功能,探索细胞基本生命活动的规律。

二、细胞生物学研究的主要内容

细胞生物学的研究内容十分广泛,各个不同时期都有它的研究重点,一般可分为细胞结构功能与细胞重要生命活动两大基本部分,但二者又不能截然分开。前期由于显微技术的发展,人们对细胞超微结构的深入研究使得细胞结构和功能成为细胞生物学研究的主要内容。现在,由于分子生物学的迅猛发展,细胞结构和功能的研究进一步深入,细胞重大生命活动规律及其调控机理更是取得了巨大发展,在研究中的比重也越来越大。

当今细胞生物学研究的主要内容大致可以归纳为以下八大研究领域。

（一）细胞增殖、分化及其调控

细胞的增殖与分化是生物生长发育的基础，研究细胞增殖及分化的基本规律及其调控机理是控制生物生长与发育的基础。近年来，随着分子生物学的发展，细胞的增殖分化及其分子调控机理的研究越来越受到人们的重视，细胞生物学、发育生物学和遗传学等学科的综合渗透，更加快了这方面研究的进展。

（二）细胞核、染色体及其基因表达

细胞核与染色体的研究历来是经典细胞学的重点，因为细胞核是遗传物质 DNA 储存的场所，是遗传信息传递转化的场所，染色质与染色体是遗传物质的载体。现代细胞生物学的核心课题之一就是研究染色体结构动态变化与基因表达及其调控的关系，它是目前细胞生物学、遗传学与发育生物学在细胞水平与分子水平上相结合的最活跃的热门课题。

（三）生物膜与细胞器的研究

生物膜的研究已成为目前研究的一个热点，生物膜不仅是细胞及细胞器的结构边界，维持细胞及细胞器相对稳定的生存环境，更在细胞及各种细胞器与外界进行的物质、能量交换及信息传递中起着决定性的作用。对于生物膜结构的研究已经较为成熟，当前的研究也已经证明生物膜与一系列的生命活动有着密切的关系，所以，研究生物膜在生命活动中的具体功能成为细胞生物学研究中的重要课题。

从最初光学显微镜下对细胞的研究开始，细胞器的研究便成为研究细胞结构与功能的重要组成部分，随着分子生物学新研究方法、技术的出现，在分子水平上研究各种细胞器的结构与功能成为细胞生物学研究的必然趋势。从研究较为成熟的叶绿体、线粒体新功能的新认识到溶酶体、高尔基体、核糖体功能新的研究进展，新技术方法的创新带来了人们对细胞器研究的新进步。

（四）细胞骨架体系的研究

细胞骨架的研究是当前细胞生物学研究中最活跃的领域之一。细胞骨架 (cytoskeleton) 分为细胞质骨架和细胞核骨架 (karyoskeleton)。细胞质骨架包括微丝 (microfilament)、微管 (microtubule) 和中间丝 (intermediate filament) 三种纤维状结构，细胞核骨架包括核基质、核纤层、染色体骨架等。

细胞骨架不仅在维持细胞形态与保持细胞内部结构的合理空间布局中起重要作用，而且还参与细胞内物质运输、能量转换、信号传递及细胞分裂和细胞周期的调节，并与细胞分化和衰老有着密切的关系，因此，细胞骨架体系的研究越来越受到人们的重视，