

研究生教学用书

教育部研究生工作办公室推荐

细胞生物学

(第二版)

Cell Biology

汪堃仁 薛绍白 柳惠图 主编

北京师范大学出版社

细胞生物学

Cell Biology

(第二版)

汪堃仁 薛绍白 柳惠图 主编

北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

细胞生物学/汪堃仁等主编. —二版. —北京:北京师范大学出版社, 2001. 5
ISBN 7-303-00601-X

I. 细… II. 汪… III. 细胞学:生物学 IV. Q28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 06913 号

北京师范大学出版社出版发行

(北京新街口外大街 19 号 邮政编码: 100875)

出版人: 常汝吉

北京师范大学印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm×1 092mm 1/16 印张: 47 字数: 1180 千字

1998 年 10 月北京第 2 版 2001 年 5 月北京第 3 次印刷

印数: 8 000~11 000 定价: 65.00 元

内 容 简 介

本书系参考综合性大学和高等师范院校细胞生物学教学大纲,结合近 15 年的教学实践并参考国内外最新的细胞生物学教科书,由 12 位专家编写而成。全书共 15 章,内容可分为:绪论及研究方法、细胞的结构(包括质膜、内膜系统、线粒体、叶绿体、细胞核)、细胞的功能(包括细胞骨架与运动、细胞增殖与分化)、特殊细胞(免疫细胞、神经细胞和植物细胞)等四部分。书中对近年来细胞生物学的新进展,如细胞骨架、细胞信号、细胞的社会性、免疫细胞、神经细胞和细胞增殖等,均有较详细的介绍;尽可能从分子水平上阐明细胞的结构与功能。全书共有插图 640 多幅,在内容及形式上均较新颖。

本书可供综合性大学、师范院校、医学及农林院校作为教材或教学参考书,并可供有关专业的研究生、教师及研究人员参考。

本书第二版编写人员(按各章顺序排列):

汪堃仁 薛绍白 刘凌云 柳惠图 李杰芬
何大澄 王永潮 周柔丽 王端顺 龙振洲
鲍 璿 简令成

前 言

(第一版)

细胞生物学是研究细胞结构和功能的分子基础的科学。近些年来,由于生物化学、遗传学、微生物学、免疫学,特别是分子生物学的进展,人们对于细胞的结构与功能有了进一步了解。细胞生物学已成为生物科学、医学、农学的基础。正如 50 余年前 E. B. Wilson 所说的那样,“每个生物学问题的最终解决,必须从细胞中寻求。”国内外许多大专院校生物系、医学院、农学院都将细胞生物学列为必修课程。

本教科书是在北京师范大学生物系近十年来细胞生物学课教学经验的基础上撰写的。由于细胞生物学内容的广泛性、多样性和复杂性,我们采用了多著者撰写的形式。第 1 章绪论为汪堃仁教授编写;第 2 章由薛绍白教授、何大澄副教授编写;第 3、4 章由刘凌云教授编写;第 5 章由柳惠图教授编写;第 6 章由李杰芬副教授编写;第 7 章由汪堃仁教授、何大澄副教授编写;第 8 章由王永潮教授、柳惠图教授编写;第 9 章由周柔丽教授编写;第 10 章由薛绍白教授编写,第 11 章由柳惠图教授、王永潮教授编写;第 12 章由王端顺副教授编写;第 13 章由龙振洲教授编写;第 14 章由鲍璿教授编写;第 15 章由张述祖副教授编写。每章的作者都是从事和熟悉该方面内容的专家。他们对于该章内容的背景材料和新进展都有较深入的了解,力求按照内容准确、反映新的进展和容易阅读的原则进行撰写。正是由于多著者撰写,也产生了前后贯通、互相联系、内容重复、统一名词和概念等一系列问题。在将近二年的撰写工作中,我们虽然作了一些努力,力求避免上述问题的出现,但也不尽善尽美,还有待今后的改正。

由于国内一般在高年级开设细胞生物学课程,学生已具备有生物化学、遗传学、微生物学、免疫学、植物生理学等方面基础知识。所以,本书省略了细胞的分子基础、代谢等章节,仅在有关章节中进行介绍,以避免与生物化学、分子遗传学等书的内容重复。本书共分 15 章,大致可归纳为四部分:第一部分为绪论和研究方法;第二部分为质膜、内膜系统、线粒体、叶绿体、细胞核和染色体等细胞器结构与功能;第三部分是细胞骨架和细胞运动、细胞繁殖和有丝分裂、细胞分化;第四部分为特殊细胞,包括神经细胞、免疫细胞和植物细胞。细胞外基质和细胞间连接、细胞的信号系统二章的内容与质膜关系密切,可独立分章讲授,也可与质膜一章联合进行讲授。不同院校可根据本身具体情况对不同章节进行取舍和删减。

本书可用作综合性大学、师范、医药、农林大学本科及研究生的教材和教学参考书,也适用于从事与细胞生物学有关学科的工作者。

我们在此对审阅本书部分章节的薛社普教授(中国医学科学院基础科学研究所)、刘树森教授(中国科学院动物研究所)、杨福瑜教授(中国科学院生物物理研究所)、曾弥白教授(中国科学院细胞生物学研究所)、简令成教授(中国科学院植物研究所)、李瑞玉教授(中国预防医学科学院劳动卫生研究所)、翟中和教授(北京大学生物系)、吴湘钰教授(北京大学生物系)、潘惟钧教授(北京大学生物系)、张鸿卿副教授(北京师范大学生物系)表示衷心的感谢,对于北京师范大学生物系细胞生物学研究室杨中海、常虹等同志为本书版图照像;杨新林、王磊、王瑞虹同学为本书索引所作努力,在此一并表示感谢;并对我系我室同志对本

书的建议和为本书出版付出劳动的有关同志表示衷心的感谢。

由于我们知识水平和能力的限制，本书仍然存在不少问题，在此诚恳地欢迎有关教师、学生以及其他同志对本书提出批评和建议，作为我们修改时的依据。

编 者

1988年9月于北京师范大学生物系

前 言

(第二版)

本书第一版是1990年出版的。在出版后的7年中,细胞生物学有了迅速的进展,需要补充,同时对第一版中存在的缺点和不足,需要改正,因此有必要修订再版,使之逐步完善,以适应教学和参考的需要。

再版的作者基本上与第一版相同,仅“植物细胞”一章改由中国科学院简令成教授撰写,“细胞骨架与细胞运动”一章由王端顺教授、何大澄教授撰写。在章节的安排方面,原第9章“细胞间的连系与细胞外基质”改为“细胞的社会性”,仍由北京医科大学周柔丽教授撰写。此次再版各章都作了一定或较大程度的修改和补充。

几年来,一些院校在教学中试用本书,提出了不少宝贵建议。吴湘钰教授(北京大学)、吕征宝教授(北京医科大学)、孙敬三教授(中国科学院植物研究所)、李素文副教授(北京师范大学)、邱全胜副教授(北京师范大学)审阅了本书部分章节;北京师范大学生物系细胞生物研究室张鸿卿教授为本书做了大量版图、照像和图表;胡云英同志为本书打印了索引和英汉名词对照;北京师范大学出版社杨江城和姜涛在本书再版过程中作了大量的工作,编者一并致谢。

在本书第一版(1990年)问世后,汪堃仁教授不幸于1993年9月逝世。令汪先生欣慰的是本书第二版将于1998年出版,这是汪堃仁先生的遗愿,我们谨以此告慰汪堃仁先生。

编者

1997年10月于北京

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1. 细胞生物学的研究对象、任务和方法	1
1.1.1. 细胞生物学的研究对象	1
1.1.2. 细胞生物学的任务和方法	1
1.2. 细胞生物学的一般概念	2
1.3. 生物学中有机结构的不同水平	2
1.4. 生物有机结构的水平和所用仪器的分辨能力	3
1.5. 细胞生物学的发展简史	5
1.5.1. 细胞的发现	5
1.5.2. 细胞学说的创立和形成	7
1.5.3. 电子显微镜对细胞超微结构研究的兴起	10
1.5.4. 现代细胞生物学与分子生物学的兴起	10
1.6. 细胞生物学与其他学科的关系	11
1.6.1. 细胞遗传学——细胞学和遗传学	11
1.6.2. 细胞生理学——细胞学和生理学	12
1.6.3. 细胞化学——细胞学和生物化学	13
1.6.4. 超微结构和分子生物学	14
第 2 章 细胞生物学的研究方法	15
2.1. 显微镜技术	15
2.1.1. 光学显微镜	15
2.1.2. 细胞的电子影像技术	18
2.1.3. 定量细胞化学技术	19
2.1.4. 电子显微镜	20
2.2. 细胞培养	27
2.2.1. 细胞能够在培养皿中生长	27
2.2.2. 合成培养基可鉴别出特殊的生长因子	27
2.2.3. 真核细胞系是均一细胞的方便来源	28
2.2.4. 通过细胞融合能形成杂种细胞	28
2.3. 细胞及其组分的分离和纯化	29
2.3.1. 从组织中分离出不同类型的细胞	29
2.3.2. 用超速离心机分离细胞器和大分子	31
2.3.3. 只有通过研究纯的细胞组分,才能确定复杂细胞过程的分子细节	31
2.3.4. X-射线衍射与核磁共振技术	33
2.4. 利用放射性同位素和抗体示踪细胞分子	34
2.4.1. 放射性原子能被高灵敏地检测出来	34

2.4.2.	利用放射性同位素示踪细胞和有机体中的分子·····	35
2.4.3.	放射自显影技术·····	36
2.4.4.	利用抗体示踪细胞分子·····	36
2.4.5.	杂交瘤细胞系为单克隆抗体提供了一个永久性的来源·····	36
2.4.6.	注射抗体和其他大分子到活细胞中·····	38
2.5.	重组 DNA 技术 ·····	39
2.5.1.	限制性核酸酶水解 DNA 中特殊核苷酸序列 ·····	40
2.5.2.	用克隆方法可获得大量的选择性 DNA 片段 ·····	41
2.5.3.	用多聚酶链式反应 (polymerase chain reaction, PCR) 在试管中克隆选择 DNA 片段 ·····	42
2.5.4.	克隆特殊 mRNA 分子的拷贝 ·····	43
2.5.5.	对克隆的 DNA 进行快速序列分析 ·····	44
2.5.6.	核酸杂交反应提供了一个检测特殊核苷酸序列的灵敏方法·····	45
2.5.7.	原位杂交技术定位染色体和细胞中特殊的核苷酸序列·····	47
2.5.8.	用体外定点突变技术设计基因·····	47
2.5.9.	利用重组 DNA 技术研究细胞中含量很少的蛋白质 ·····	48
2.5.10.	转基因动物——把工程基因插入到小鼠或果蝇的生殖系统产生转基因动物 ·····	48
2.5.11.	基因打靶可产生缺失特殊基因的转基因动物 ·····	49
第 3 章	细胞 (质) 膜 ·····	52
3.1.	细胞 (质) 膜的研究简史 ·····	52
3.2.	膜的化学组成 ·····	53
3.2.1.	膜脂·····	56
3.2.2.	膜蛋白·····	61
3.2.3.	膜糖类·····	62
3.3.	膜的分子结构 ·····	63
3.3.1.	膜的分子结构模型·····	63
3.3.2.	膜蛋白与膜脂的结合方式·····	66
3.3.3.	膜的流动性·····	75
3.4.	细胞被 ·····	83
3.5.	质膜的功能 ·····	87
3.5.1.	通过膜的分子运输·····	87
3.5.2.	信号转换 ·····	108
3.5.3.	细胞识别和免疫 ·····	108
第 4 章	细胞内膜系统·····	110
4.1.	细胞内的房室化和蛋白质分选·····	110
4.1.1.	房室化中蛋白质的重要作用 ·····	110
4.1.2.	蛋白质的分选与运输途径 ·····	110
4.1.3.	两种类型的分选信号 ·····	111
4.1.4.	胞液 (或细胞质基质) ·····	113
4.2.	内质网·····	114
4.2.1.	内质网的形态结构和类型 ·····	115
4.2.2.	内质网的化学组成 ·····	123
4.2.3.	内质网的功能 ·····	124
4.3.	高尔基器·····	138

4.3.1.	高尔基器的研究简史	138
4.3.2.	高尔基器的形态结构	139
4.3.3.	高尔基器的化学组成	142
4.3.4.	高尔基器的功能	144
4.4.	溶酶体	149
4.4.1.	溶酶体的形态结构	149
4.4.2.	溶酶体的形成	151
4.4.3.	溶酶体的功能	155
4.4.4.	溶酶体与疾病	160
4.5.	过氧(化)物酶体	161
4.5.1.	过氧化物酶体的结构与功能	162
4.5.2.	过氧化物酶体的发生	164
第5章	线粒体	167
5.1.	线粒体的形态、数目和分布	168
5.1.1.	形态、大小及其可塑性	168
5.1.2.	数目	168
5.1.3.	分布	170
5.2.	线粒体的结构	171
5.3.	线粒体的化学组成和酶蛋白的分布	173
5.3.1.	线粒体的化学组成	173
5.3.2.	线粒体酶蛋白的分布	174
5.4.	线粒体的功能与氧化磷酸化	175
5.4.1.	氧化磷酸化的分子结构基础	176
5.4.2.	氧化磷酸化作用机理——化学渗透假说和构象假说	183
5.5.	线粒体是半自主性细胞器	188
5.5.1.	线粒体遗传系统的发现	188
5.5.2.	线粒体 DNA 的结构与复制	188
5.5.3.	线粒体基因组和细胞核基因组两套遗传装置, 线粒体是半自主性细胞器	191
5.6.	线粒体的增殖	198
5.7.	内共生假说与细胞分化假说——线粒体和叶绿体的起源	199
5.7.1.	内共生假说	199
5.7.2.	分化假说	202
第6章	叶绿体	204
6.1.	叶绿体的结构和超微结构	204
6.1.1.	叶绿体的数量、大小和形状	204
6.1.2.	叶绿体的微细结构和化学成分	204
6.2.	叶绿体的主要功能——光合作用	208
6.2.1.	原初反应	209
6.2.2.	电子传递	211
6.2.3.	光合磷酸化	214
6.2.4.	光合碳同化	217
6.3.	叶绿体的 DNA	221

6.3.1. 叶绿体 DNA 的基本性质	222
6.3.2. 叶绿体 DNA 的结构及功能	222
6.4. 叶绿体的发育与增殖	224
第 7 章 细胞骨架与细胞运动	226
7.1. 概述	226
7.2. 微丝	227
7.2.1. 微丝的组成	227
7.2.2. 微丝的装配动态	228
7.2.3. 微丝结合蛋白	231
7.2.4. 肌肉的结构与运动	234
7.2.5. 微绒毛	246
7.2.6. 应力纤维	248
7.2.7. 胞质溶胶与阿米巴运动	250
7.2.8. 胞质分裂环	254
7.2.9. 微丝特异性药物	255
7.3. 微管	256
7.3.1. 微管的形态与组成	256
7.3.2. 微管的装配动态	258
7.3.3. 微管组织中心 (MTOC)	261
7.3.4. 微管结合蛋白 (MAPs 和 Tau)	263
7.3.5. 鞭毛运动和纤毛运动	264
7.3.6. 细胞内运输	271
7.3.7. 染色体的运动	274
7.4. 中等纤维	278
7.4.1. 中等纤维的化学组成	278
7.4.2. 中等纤维的装配	282
7.4.3. 核层蛋白及中等纤维结合蛋白	283
7.4.4. 中等纤维的功能	284
7.4.5. 中等纤维与细胞分化	286
7.5. 细胞骨架的组织	288
7.5.1. 培养细胞	288
7.5.2. 神经细胞	288
7.5.3. 红细胞	289
7.5.4. 血小板	290
7.5.5. 白细胞	291
7.5.6. 肿瘤细胞和转化细胞	292
7.6. 细胞骨架的功能	293
7.6.1. 细胞形态支撑与形态建成	294
7.6.2. 细胞内的转运或运动	295
7.6.3. 膜相关的性质和功能	295
7.6.4. 吞噬作用	295
7.6.5. 细胞运动	296
7.6.6. 信息传递	296

7.7. 细胞骨架的调节.....	297
7.7.1. 装配与组织水平上的调节	297
7.7.2. 转录和翻译水平上的调节	298
第8章 细胞核与染色体.....	300
8.1. 核被膜及核孔复合物.....	301
8.1.1. 核被膜结构及核孔复合物	301
8.1.2. 核被膜是核、质之间的屏障——核孔对大分子通过的选择	303
8.1.3. 核纤层的结构、组成与功能	305
8.2. 遗传物质.....	306
8.2.1. 基因组	306
8.2.2. 染色质组成	307
8.2.3. 染色质的包装	309
8.2.4. 常染色质与异染色质	315
8.2.5. 染色体的数目、大小及结构	316
8.2.6. 染色体分带	323
8.2.7. 核型	327
8.2.8. 特殊染色体	328
8.3. 核基质（核骨架）	335
8.3.1. 核基质的形态结构和化学组成	335
8.3.2. 核基质的生物学作用	337
8.4. 核仁的结构与功能.....	340
8.4.1. 核仁的超微结构	340
8.4.2. 核仁周期	341
8.4.3. 核仁与核仁组织区	342
8.4.4. 核糖体的生物发生——核仁的重要功能	342
8.5. tRNA 的转录与加工	348
8.6. mRNA 的转录与加工	350
8.6.1. 5'端帽子的形成	352
8.6.2. 3'端附加多聚 A 序列	353
8.6.3. 剪接 (splicing) 作用	353
8.6.4. 真核细胞 mRNA 和 hnRNA 与蛋白质形成核蛋白复合物	358
8.7. 真核细胞基因表达在转录水平上的调控.....	358
8.7.1. 启动子 (promoter) 与增强子 (enhancer) ——基因调控顺式作用元件	358
8.7.2. 通用转录因子和转录因子——基因调控的反式作用因子	361
8.7.3. 基因阻抑蛋白在基因转录中的抑制作用	368
8.7.4. 转录因子活性的调节	369
8.7.5. 染色体结构与转录水平的调控	370
第9章 细胞社会学——细胞间及细胞与胞外基质间相互作用.....	374
9.1. 细胞的社会性.....	374
9.2. 细胞之间的相互作用.....	375
9.2.1. 细胞识别与细胞粘合	375
9.2.2. 细胞连接	382
9.3. 细胞与细胞外基质的相互作用.....	389

9.3.1.	细胞外基质概述	389
9.3.2.	细胞外基质的组成成分	390
9.3.3.	基膜	402
9.3.4.	细胞外基质的生物学作用	403
9.3.5.	细胞外基质的受体	405
第 10 章	细胞的信号系统	409
10.1.	细胞间通讯	409
10.2.	细胞的化学信号分子	409
10.3.	信号分子的受体	412
10.4.	通过细胞内受体介导信号的机制	412
10.5.	通过细胞表面受体转导信号的通路	413
10.6.	cAMP 信号通路	413
10.6.1.	R_s 和 R_i	414
10.6.2.	G_s 和 G_i	415
10.6.3.	腺苷酸环化酶	418
10.7.	磷脂酰肌醇信号通路	421
10.8.	具有酪氨酸蛋白激酶活性的受体信号通路 (Ras 蛋白信号通路)	426
10.9	丝/苏氨酸蛋白激酶受体	431
10.10	酪氨酸蛋白磷酸酶受体	432
10.11	鸟苷酸环化酶受体	432
10.12	与酪氨酸蛋白激酶连接的非酪氨酸蛋白激酶受体	432
10.13	细胞因子超家族受体	433
10.14	靶细胞的适应	433
第 11 章	细胞增殖及其调控	436
11.1.	细胞周期概述	436
11.1.1.	细胞周期研究简史	436
11.1.2.	细胞周期时间	437
11.1.3.	周期细胞, 终端分化细胞, G_0 期细胞	437
11.1.4.	测定细胞周期及各时相时间的方法	437
11.1.5.	细胞同步化	439
11.2.	细胞周期时相及其主要事件	442
11.2.1.	细胞周期检验点 (cell cycle checkpoint)	442
11.2.2.	G_1 期	443
11.2.3.	S 期	446
11.2.4.	G_2 期	456
11.3.	有丝分裂及其调控	456
11.3.1.	有丝分裂过程	457
11.3.2.	有丝分裂的原始类型	466
11.3.3.	有丝分裂的变异	467
11.3.4.	有丝分裂的分子机理	467
11.4.	减数分裂	477
11.4.1.	减数分裂前间期	477

11.4.2.	减数分裂过程	478
11.4.3.	减数分裂的时间和部位	482
11.4.4.	同源染色体的联会	483
11.5.	早期胚胎细胞周期的特点	488
11.5.1.	胚胎细胞周期	488
11.5.2.	孕酮诱导蛙卵母细胞进入减数分裂并成为未受精卵	489
11.5.3.	胞质转移实验显示诱导减数分裂成熟促进因子 (MPF)	491
11.5.4.	受精卵中 MPF 的激活需要蛋白质合成诱导有丝分裂	491
11.6.	细胞增殖调控	491
11.6.1.	生长因子与生长因子受体	492
11.6.2.	癌基因 (oncogen)、抑癌基因 (tumor suppressor gene, antioncogene) 与细胞增殖	501
11.6.3.	信号系统与细胞增殖调控	511
11.7.	编程性细胞死亡	517
11.7.1.	细胞凋亡与坏死的区别	517
11.7.2.	检测细胞凋亡的方法	517
11.7.3.	细胞凋亡的生物学意义	519
11.7.4.	细胞凋亡的调控	520
第 12 章	细胞分化	527
12.1.	受精	527
12.1.1.	受精过程	527
12.1.2.	卵细胞单精子受精的保证	529
12.1.3.	受精过程中卵细胞离子流的变化及其影响	530
12.2.	卵裂	531
12.2.1.	卵裂期是快速的细胞或核分裂的时期	531
12.2.2.	胚胎的极性	532
12.2.3.	囊胚的形成	533
12.2.4.	细胞间的偶联	534
12.2.5.	鸟类和哺乳类卵裂期的特征	534
12.3.	原肠胚期	536
12.3.1.	原肠胚的形成	536
12.3.2.	器官原基在三胚层中的分布	539
12.4.	早期胚胎发生时的分子事件	541
12.5.	细胞决定	544
12.5.1.	胚胎细胞分化的潜能与决定	545
12.5.2.	卵细胞质在早期胚胎细胞决定中的重要性	545
12.5.3.	细胞决定的稳定性和遗传性	549
12.5.4.	转决定	549
12.6.	胚胎细胞分化	550
12.6.1.	核质相互作用	550
12.6.2.	胚胎诱导对细胞分化的作用	551
12.6.3.	位置信息在胚胎细胞分化中的意义	558
12.6.4.	细胞粘着在胚胎发育中的作用	558
12.6.5.	激素对细胞分化的调节	563

12.7. 成体结构形成的基因分析	565
12.7.1. 在时间上的调控	565
12.7.2. 在空间上的调节	566
12.8. 动物组织的维持	578
12.8.1. 干细胞增殖与分化	578
12.8.2. 编程性细胞死亡在胚胎发育及组织维持中的作用	580
12.9. 细胞分化的分子学机制	583
12.9.1. 细胞分化与基因组变化	584
12.9.2. 细胞分化与特异性蛋白基因表达的调节	586
12.9.3. 细胞分化中基因在转录水平上调节的机制	599
第13章 免疫细胞	604
13.1. 免疫系统的组织结构	604
13.2. 免疫细胞膜表面分子	605
13.2.1. 免疫细胞膜表面抗原分子	606
13.2.2. 免疫细胞表面受体分子	614
13.3. 免疫细胞 (一): T 淋巴细胞	620
13.3.1. T 淋巴细胞膜主要表面分子	620
13.3.2. T 细胞亚群的分类及功能	622
13.4. 免疫细胞 (二): B 淋巴细胞	625
13.4.1. B 淋巴细胞膜主要表面分子	625
13.4.2. B 淋巴细胞亚类	626
13.5. 免疫细胞 (三): 第三群淋巴细胞	627
13.5.1. 天然杀伤细胞 (NK)	627
13.5.2. 淋巴因子活化的杀伤细胞 (LAK)	628
13.5.3. 肿瘤浸润淋巴细胞 (TIL)	628
13.6. 免疫细胞 (四): 单核吞噬细胞系	628
13.6.1. 单核吞噬细胞系的概念及特性	628
13.6.2. 单核吞噬细胞的发育与分布	629
13.6.3. 单核吞噬细胞系细胞膜表面分子	630
13.6.4. 巨噬细胞的活化	631
13.6.5. 单核吞噬细胞系的功能	632
13.7. 免疫细胞的发育	636
13.7.1. 造血干细胞的发育	636
13.7.2. T 淋巴细胞的发育	639
13.7.3. B 淋巴细胞的发育	642
13.7.4. 淋巴细胞再循环 (lymphocyte recirculation)	646
第14章 神经元和神经胶质细胞	649
14.1. 神经元	649
14.1.1. 神经元的结构、功能和分类	650
14.1.2. 细胞体——细胞代谢的中心	652
14.1.3. 树突——接受信号的传入	654
14.1.4. 轴突——信号的传导和物质的运输	655
14.1.5. 电压门控离子通道和动作电位	656

14.1.6.	突触——信号传递	659
14.1.7.	神经元的整合作用	663
14.2.	神经生物学中的神经细胞和神经组织培养	664
14.2.1.	神经元的发育	665
14.2.2.	神经细胞的内吞现象	667
14.2.3.	神经细胞和胶质细胞的特异性标记	667
14.2.4.	突触的形成	668
14.2.5.	髓鞘的形成	668
14.2.6.	生物电活动	668
14.3.	神经胶质细胞	669
14.3.1.	胶质细胞的特征	669
14.3.2.	髓鞘形成——加速传导	671
14.3.3.	神经胶质细胞与神经元的相互作用	671
第 15 章	植物细胞	675
15.1.	植物细胞壁	675
15.1.1.	细胞壁的成分和结构	676
15.1.2.	细胞壁的形成	678
15.1.3.	特殊类型细胞的细胞壁的次生修饰	678
15.1.4.	细胞壁的构建受微管骨架的引导	679
15.2.	植物液泡	680
15.2.1.	液泡的发生和它的溶酶体性质	680
15.2.2.	液泡的内含物和它的功能	681
15.2.3.	液泡膜的结构和它的运输作用	683
15.3.	非绿色质体	685
15.3.1.	造淀粉体	685
15.3.2.	有色体	687
15.3.3.	白色体（黄化体）	688
15.3.4.	变形质体（amoeboid plastids）	688
15.3.5.	筛管分子的质体	689
15.4.	植物细胞间的通道与运输	689
15.4.1.	胞间连丝的形成及其结构	689
15.4.2.	胞间连丝的次生形成及动态变化	690
15.4.3.	胞间连丝通道对物质分子大小的限度	692
15.4.4.	植物的物质运输与胞间连丝	692
15.5.	植物生长与发育的细胞基础	693
15.5.1.	新器官的产生依赖于各细胞共同协调的分裂、生长和分化	693
15.5.2.	微管细胞骨架决定细胞的分裂面	694
15.5.3.	极性生长决定于质膜离子通道的不对称性分布和周质微管骨架重建的分布与方向	696
15.5.4.	细胞内激素的动态平衡调控植物的生长与发育	696
15.6.	植物细胞对逆境的反应与适应	698
15.6.1.	细胞生理功能对逆境的反应与适应	698
15.6.2.	细胞膜系统对逆境胁迫的反应	698
15.6.3.	膜结构稳定性的提高是植物对逆境适应和增强抗性的关键因素	699

15.6.4. 细胞内物质代谢对逆境的适应性反应.....	700
15.6.5. 抗逆性基因的表达与调控.....	701
15.7. 植物细胞培养	703
15.7.1. 植物细胞全能性的揭示.....	703
15.7.2. 细胞培养是研究植物发育的有效途径.....	703
15.7.3. 植物原生质体的培养与基因工程.....	704
15.7.4. 植物细胞培养与应用研究.....	704
中文索引	706
英文索引	719
英汉名词对照.....	722