



新世纪高等学校规划教材·生物科学系列

细胞生物学

汪堃仁 薛绍白 柳惠图◎主编

XIBAO
SHENGWUXUE



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社



新世纪高等学校规划教材·生物科学系列

细胞生物学

汪堃仁 薛绍白 柳惠图◎主编

XIBAO
SHENGWUXUE



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
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, 薛绍白, 柳惠图主编. — 3 版. — 北京 : 北京师范大学出版社, 2017.4

新世纪高等学校规划教材. 生物科学系列

ISBN 978-7-303-22128-8

I. ①细… II. ①汪… ②薛… ③柳… III. ①细胞生物学—高等学校—教材 IV. ①Q2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 028259 号

营销中心电话 010-62978190 62979006
北师大出版社科技与经管分社 <http://www.bjjsws.com>
电子信箱 jswsbook@163.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com

北京市海淀区新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印刷: 三河市东兴印刷有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16

印张: 47

字数: 1180 千字

版次: 2017 年 4 月第 3 版

印次: 2017 年 4 月第 8 次印刷

定 价: 68.00 元

策划编辑: 姜 涛 刘凤娟 责任编辑: 姜 涛 刘凤娟

美术编辑: 毛 佳 装帧设计: 毛 佳

责任校对: 李 茵 责任印制: 赵非非

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-62978190

北京读者服务部电话: 010-62979006-8021

外埠邮购电话: 010-62978190

本书如有印装质量问题, 请与出版部联系调换。

印制管理部电话: 010-62979006-8006

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（包括细胞的骨架与运动、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。

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

本书是在前两版基础上，随着细胞生物学的发展，进行补充修订的，同时对第 2 版中存在的缺点和不足进行了改正，使之逐步完善，以适应教学和参考的需求。

由于国内一般在高年级开设细胞生物学课程，学生已具备生物化学、遗传学、微生物学、免疫学、植物生理学等方面的基础知识。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了介绍，以避免与生物化学、分子遗传学等书的内容重复。本书共分为 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、细胞的信号系统两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。

本书在修订过程中得到了许多老师和学生的帮助，得到了北京师范大学出版社的支持，在此一并表示感谢。

本书主编汪堃仁教授不幸与 1993 年 9 月逝世，谨以此告慰汪堃仁先生。

编 者

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. 细胞生物学研究的任务和方法	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

第1章 绪 论

1.1. 细胞生物学研究的对象、任务和方法

1.1.1. 细胞生物学的研究对象

细胞是生物形态结构和生命活动的基本单位。细胞学就是研究细胞的结构、功能及其生活史的科学。而现代细胞学,在形态方面,已远远超出光学显微镜下可见结构的简单描述范围;在功能方面,也超越了对于生理变化的纯描述时期。近20余年,随着分子生物学的发展,新方法、新技术的不断涌现,细胞的研究已从细胞整体和亚细胞结构深入到分子结构等三个不同层次中去了。目前已将细胞的整体活动水平、亚细胞水平和分子水平三方面的研究有机地结合起来,以动态的观点来观察细胞和细胞器的结构和功能以探索细胞的基本活动,实际上,已进入到细胞的分子生物学阶段。它不是孤立地研究一个个细胞器和生物大分子,一个个的生命活动现象,而是研究它们之间的变化发展过程,研究它们之间的相互关系,以及它们与环境之间的相互关系。细胞生物学的研究范围已大大地超过了过去的细胞学的内容。因此,现代细胞学已改用“细胞生物学”。生物学是研究生命现象与活动规律的科学,从生命结构层次看来,细胞生物学是位于分子生物学与个体生物学之间,同它们互相衔接,互相渗透。因此,细胞生物学又是一门承上启下的学科,和分子生物学一起成为现代生物学的基础。

1.1.2. 细胞生物学研究的任务和方法

细胞生物学的研究应采取分析与综合的方法,在三个不同的水平上把结构与功能统一起来进行探索。从形态方面看,除了要描述在光学显微境下所能看到的一些简单结构外,还要用新的工具和方法观察和分析细胞内各部分的亚显微结构和分子结构,以及这些结构与结构之间的变化过程。从功能方面看,不仅要叙述细胞内各个部分的化学组成和新陈代谢的动态,而且还要阐明它们之间的关系和相互作用。从而根据这些结构与功能来说明生物有机体的生长、分化、分裂、运动、遗传、变异以及运动和兴奋的传导等基本生命活动的规律。

有关细胞的结构与功能的研究,除用固定的材料之外,在细胞生物学中还应用了细胞培养技术进行活体材料的研究。近年来,围绕植物细胞培养实验体系的建立,在植物细胞生物学中,一个新的研究领域,即“细胞工程”正在形成,其目的就是要按人们预先的设计,用分子生物学和分子遗传学的技术,来改变细胞的遗传性,深入研究细胞在生活状态下的生命活动,并为植物育种提供新技术,新方法,最终有目的地培育出新的品种,甚至新的物种。

在动物细胞生物学中,揭示癌细胞本质的研究是一项非常艰巨而又重要的任务。近年来,国内外的细胞生物学工作者,对细胞癌变做了大量工作,取得一些成果。今后,如能对正常细胞基因的生长调节控制机理加以阐明,就一定能加速对癌细胞本质的认识,就会有利于控

制癌细胞的恶性生长,从而提供根本性的防治措施。肿瘤作为疾病,是医学上的重大问题,也是细胞生物学中重要研究的课题。现在国际上许多人已认识到,肿瘤的最终解决必须从生物学的角度和基础研究入手,方可取得成果。

细胞生物学不仅要研究理论问题,同时更应重视实际问题的研究。它和其他科学一样,只要根据理论与实践相结合的需要,正确地揭露自然规律;并且不断地为自己提出新的任务,寻找控制这些规律的途径,就能使这门学科无止境地揭露出细胞内部的奥秘,并能为解决生产上的实际问题作出贡献。

过去 20 年,在细胞生物学、分子生物学、遗传学及生物化学方面的惊人进展,使我们现在已有可能应用每种类型(微生物、植物及动物)的活细胞去产生从简单分子到复杂蛋白质等一系列产品。据估计,到 2000 年,在潜在的世界市场上,生物技术的发展使生物学产品有可能达到每年产值 400~1 000 亿美元,可见其经济效益是惊人的。在这一领域里,需要生物化学工作者掌握现代生物科学在操纵及控制细胞生物合成中的能力,及生命科学的研究技术与方法,以解决生物过程中的问题。有人认为,为了迅速而有效地开发生物技术,首先要利用生命科学(包括细胞生物学在内)及生化工程的共同理论。

1.2. 细胞生物学的一般概念

古代哲学家和自然科学家,特别是古希腊的亚里士多德(Aristotle)和文艺复兴时期的巴拉斯塞斯(Paracelus)曾说:“所有动物和植物,无论是多么复杂,都是由少数重复出现的元素所构成的。”当时,他们所指的是生物体的宏观结构,例如不同植物都具有根、茎、叶和花,动物界里重复出现的体节(segments)和器官等。许多世纪以后,由于发明了放大镜和显微镜,才发现在大体结构之外还有一个微观世界;发现了一个细胞可以构成一个完整的有机体,如原生动物;它也可能是许多同类细胞中的一个,集合起来并分化成为各种器官以形成多细胞的有机体。

因此,细胞是生活有机体的一个结构和功能的基本单位,正像原子是化学结构的基本单位一样。可以把细胞本身看成就是一个有机体,它通常很特殊化,并含有许多元素,这些元素的总和不仅是组成细胞的单位,而且在整个机体中具有特殊的重要性。假如用机械的或其他方法把细胞结构破坏,细胞的功能也会发生变化。虽然某些功能可以继续存在(例如许多细胞内酶的活性),但细胞将解体而死亡。

近代显微镜技术的发展,使得我们对细胞的结构了解得更多;不仅对固定杀死后所呈现的细胞结构有所了解,也能看到生活状态下的细胞结构。另一方面,生物化学研究证明,生活物质的产物,甚至生活物质的本身也是由构成无机界的同样的元素所组成的,生物化学家从复杂的细胞成分的混合物中不仅分离出无机化合物,也分离出复杂得多的有机化合物分子,例如激素、维生素、酶等。这些研究也证实整个有机世界的“同一性”。现在,已知从细菌到人类在结构和功能方面的化学机制是基本相同的(参阅 Monod, 1971)。

1.3. 生物学中有机结构的不同水平

随着细胞知识的进展,特别是由于应用现代物理学方法如偏振光, X-光衍射,电子显微镜和超高压电镜等技术,使我们对细胞结构的认识发生了一个根本性改变。例如,在光学显