



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

医学生物学

(第六版)

● 杨抚华 主编

 科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

本书围绕生命科学中最基本、最重要的和医学密切相关的几个问题进行编写,即生命的基础、生命的延续、生命的进化、生命和环境以及生命科学和现代生物技术五方面的内容。这些内容除承继了前5版的主要内容外,还根据近几年生命科学的发展进行了更新。

本书可供医学各专业及生物学相关专业的本科生、研究生使用,也可作为教师、科研人员及临床医师、药师等的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

医学生物学/杨抚华主编. —6版. —北京:科学出版社,2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-019609-5

I. 医… II. 杨… III. 医学:生物学-高等学校-教材 IV. R318

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 124435 号

责任编辑:周 辉 刘 晶/责任校对:李奕莹

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

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月第六版 开本:787×1092 1/16

2007年8月第一次印刷 印张:27 1/2 插页 1

印数:1—8 000 字数:578 000

定价:32.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

《医学生物学》(第六版)编辑委员会

主 编 杨抚华
副主编 陈汉彬 胡火珍 梁素华 税青林
编 者 (按篇章顺序)
杨抚华 漆一鸣 梁素华 李 虹
杨春蕾 陈誉华 陈 澄 郭风劲
蒲淑萍 税青林 刘 岚 田 强
胡火珍 陈汉彬 李德俊 李学英
许 勇 潘克俭 胡以平 訾晓渊

第六版前言

本书第五版于2003年出版,经过3年多的使用,拟进行修订之时,适逢教育部征集“十一五”国家级规划教材。通过教育部组织的专家评审,本书被教育部批准列为“十一五”国家级规划教材。

2006年10月,在成都的四川大学华西医学中心召开了“十一五”国家级规划教材《医学生物学》(第六版)编写会议,与会的院校有:中国医科大学、第二军医大学、贵阳医学院、遵义医学院、重庆医科大学、泸州医学院、川北医学院、成都中医药大学、成都医学院及四川大学。与会的各位教授,根据国家级规划教材的要求,总结了本书第五版中的优缺点,结合近年来生命科学的最新进展,经过充分酝酿,确定了本版教材的编写提纲及分工。2007年2月,在珠海遵义医学院珠海校区召开了审定稿会议,经过各位编者的认真讨论,审定了全部内容,并最终定稿。

本版教材围绕生命科学中的几个最基本的问题进行编写,即生命的基础、生命的延续、生命的进化、生命和环境以及生命科学和现代生物技术五方面。这样既能使学生了解生命科学的基本理论和知识,也可使他们对生命科学与医学的紧密关系、当前生命科学发展对医学的影响有所了解。

参加本书的编者中,有一半曾参与编写第五版,这有利于保持本书的优点和连续性。其余的编者也都是长期工作在教学第一线、多年来从事医学生物学教学的教授,凭着他们对医学教育事业的热爱、深厚的生命科学知识以及丰富的医学生物学教学经验,相信本书定能跟上生命科学飞速前进的步伐和医学教育改革的形势,满足医学院校教师及学生的需要。

此次编写工作,得到了主编单位及科学出版社有关领导的关心和支持,也得到了各位编者所在单位的支持。在审定稿过程中,特别得到了遵义医学院及其珠海校区各位同行的热情关怀和大力协助。四川大学的陶大昌、杨春蕾等同志对本书的编写一直给予热情的支持,在编写会议的安排及书稿的打印、编排等方面,做了许多具体工作。科学出版社周辉编辑对本书的编写、出版等工作都给予了热情的关心。在此对以上各单位和同志们的关心、支持和帮助表示由衷的感谢。

此次编写,虽然各位编者都花了不少时间和精力,内容也经过充分讨论,但仍不可避免地存在这样那样的缺点,殷切希望同行专家以及使用本教材的师生们提出宝贵意见,以使本教材日臻完善,更适合我国医学教学的实际,以期在医学教育中发挥其应有的作用。

杨抚华

于四川大学华西医学中心

2007年3月

目 录

第六版前言

绪论	1
第一节 生命科学及其历史概述	1
一、19 世纪以前生命科学的发展概况	1
二、19 世纪生命科学的蓬勃发展	1
三、20 世纪生命科学的崭新面貌	2
第二节 生物科学的分科及其研究方法	4
一、生物科学的分科	4
二、生物科学的研究方法	4
第三节 生命科学中的一些基本概念	6
一、生物大分子是生命的物质基础	6
二、新陈代谢是生命的基本特征	6
三、细胞是有机体的基本结构单位和功能单位	7
四、有机体的生长和发育	7
五、有机体的生殖	7
六、生物的遗传和变异	8
七、有机体和环境的统一	8
八、生命的进化	9
第四节 医学生物学与医学科学	9
小结	11
复习思考题	11
推荐读物	11

第一篇 生命的基础

第一章 生命的分子基础	15
第一节 蛋白质	15
一、蛋白质的组成	16
二、蛋白质的分子结构	16
三、蛋白质的变构和变性	19
四、蛋白质的分类	21
五、酶	21
第二节 核酸	22
一、核酸的组成和结构	22

二、核酸的种类	26
三、DNA 的结构和功能	27
四、RNA 的结构和功能	29
小结	31
复习思考题	32
推荐读物	32
第二章 生命的细胞基础	33
第一节 细胞的基本概念	33
一、细胞的大小、形态和数量	33
二、细胞的基本结构	34
三、原核细胞和真核细胞	36
第二节 细胞膜及其表面	38
一、细胞膜的化学组成	38
二、细胞膜的分子结构模型	41
三、细胞膜的特性	44
四、细胞表面及其特化	45
五、细胞膜的主要功能	48
六、细胞膜与医药学	55
第三节 细胞质	56
一、内膜系统	56
二、过氧化物酶体	64
三、动物细胞的氧化细胞器	65
四、细胞的支持和运动细胞器	70
五、细胞中蛋白质合成的场所	75
第四节 细胞核	77
一、细胞核的结构	78
二、细胞核的功能	88
第五节 细胞内蛋白质的生物合成	89
一、DNA 复制	89
二、遗传信息的转录	90
三、遗传信息的翻译	93
四、遗传信息的传递	97
第六节 细胞的分裂繁殖	98
一、细胞增殖的方式	99
二、细胞周期的基本概念及各时相的动态	99
三、有丝分裂各期的主要特征	101
四、减数分裂	103
五、细胞周期的调控	107
六、细胞周期与临床医学	114

第七节 细胞分化及衰老死亡	116
一、细胞分化的一般概念	116
二、细胞的全能性	118
三、细胞决定与分化	119
四、影响细胞分化的一些因素	119
五、分化和基因表达	120
六、癌细胞与细胞分化	121
七、细胞的衰老和死亡	121
第八节 细胞是生命的基本结构单位和功能单位	126
一、细胞各种结构的整体性	126
二、细胞各部功能的整体性	127
第九节 多细胞有机体细胞间的分化和统一	128
一、有机体的组织	128
二、有机体的器官、系统	128
三、有机体的统一	128
小结	128
复习思考题	129
推荐读物	129

第二篇 生命的延续

第三章 动物的繁殖和个体发育	133
第一节 生物繁殖的基本类型	133
一、无性生殖	133
二、有性生殖	133
第二节 生殖细胞的发生与受精	134
一、生殖细胞发生的一般过程	134
二、受精	137
第三节 胚胎发育过程	139
一、卵裂	139
二、囊胚	140
三、原肠胚	141
四、神经轴胚	143
五、器官发生	143
第四节 发育的机制	144
一、胚胎发育轴向信息的建立	144
二、细胞决定与细胞分化	149
三、胚胎发育过程中细胞核和细胞质的相互关系	151
四、胚胎发育中细胞间的相互作用	151

五、形态发生	154
六、小 RNA 与个体发育	155
第五节 胚后发育	156
一、生长	156
二、衰老	157
三、再生	160
小结	161
复习思考题	162
推荐读物	162
第四章 生命的遗传和变异	163
第一节 遗传的基本规律	163
一、分离律	163
二、自由组合律	165
三、连锁与交换律	166
四、遗传分析中的概率	170
第二节 遗传病的概念及其分类	170
一、遗传病的概念	170
二、遗传病的类型	171
第三节 单基因遗传	172
一、常染色体显性遗传	173
二、常染色体隐性遗传	177
三、X 连锁显性遗传	180
四、X 连锁隐性遗传	182
五、Y 连锁遗传	183
六、基因多效性与遗传异质性	184
七、两种单基因性状的独立传递	185
八、两种单基因性状的联合传递	185
第四节 多基因遗传	186
一、质量性状和数量性状	186
二、多基因假说	187
三、人类的多基因遗传病	188
第五节 人类的染色体	193
一、人类正常核型	193
二、性染色质	198
三、染色体畸变	200
四、染色体病	207
五、人类染色体上的基因定位	212
第六节 线粒体遗传	214
一、线粒体基因组及遗传信息传递	215

二、线粒体的遗传特点	217
三、人类线粒体遗传病	219
第七节 群体中的基因	220
一、基因频率和基因型频率	220
二、遗传平衡定律及其应用	221
三、影响遗传平衡的因素	224
四、遗传负荷	229
第八节 基因突变	230
一、基因突变的基本概念	230
二、基因突变的类型及其分子机制	231
三、基因突变的效应	234
四、DNA 损伤的修复	234
第九节 基因的结构和功能	236
一、基因组的概念及其特点	236
二、真核生物的断裂基因	239
三、基因组中的可移动因子——转座因子	242
四、基因表达的调控	244
第十节 人类基因组	249
一、人类基因组计划	249
二、人类核基因组和线粒体基因组	252
三、人类基因组计划完成后的进一步研究	254
小结	258
复习思考题	259
推荐读物	259

第三篇 生命的进化

第五章 生命类型的演化	263
第一节 生物分类的基本知识	263
一、分类的基本单元	263
二、分类的方法	265
三、分类的等级	265
四、生物的系统分类	265
第二节 生物进化的历程	268
一、从化学进化到生命的起源	270
二、从非细胞到细胞的发生	271
三、从原核生物到真核生物	271
四、从简单到复杂、从低级到高级	272
五、从古猿到现代人	278

六、生物界的进化系统树·····	282
第三节 生物进化的机制·····	284
一、达尔文的自然选择学说·····	285
二、现代达尔文主义进化学说·····	286
三、中性突变进化学说·····	287
小结·····	288
复习思考题·····	289
推荐读物·····	289
第六章 脊椎动物机体结构和机能的演化·····	290
第一节 体被系统·····	290
一、皮肤的结构及其衍生物·····	291
二、皮肤的功能·····	292
第二节 骨骼系统·····	292
一、头骨·····	292
二、脊柱·····	294
三、附肢骨骼·····	295
第三节 肌肉系统·····	297
第四节 消化系统·····	297
一、消化管·····	297
二、消化腺·····	298
第五节 呼吸系统·····	299
一、水生脊椎动物的呼吸器官·····	299
二、陆生脊椎动物的呼吸器官·····	299
第六节 循环系统·····	300
一、心脏的演化·····	300
二、动脉弓的演化·····	302
三、主要静脉的演化·····	302
第七节 排泄系统·····	304
一、肾脏的演化·····	304
二、输尿管和膀胱的演化·····	306
第八节 生殖系统·····	306
一、雄性生殖系统的演化·····	306
二、雌性生殖系统的演化·····	306
第九节 神经系统·····	307
一、中枢神经系统·····	307
二、周围神经系统·····	310
小结·····	312
复习思考题·····	313
推荐读物·····	313

第四篇 生命和环境

第七章 生物和环境	317
第一节 环境分析	318
一、环境和环境因子	318
二、耐受律与限制因子	320
三、生态因子之间的相互关系	321
第二节 种群和环境	321
一、种群概念及其属性	321
二、种群的数量变动和种群调节	322
第三节 群落与环境	324
一、群落概念及其基本特征	324
二、生态系统	324
小结	331
复习思考题	331
推荐读物	332
第八章 人类和环境	333
第一节 自然资源的快速衰减	333
一、生物资源	334
二、生态资源	337
三、矿物资源	339
第二节 环境污染	340
一、污染物的性质	341
二、环境污染的类型	343
第三节 人口的快速增长	346
一、世界人口的增长及发展趋势	346
二、人口增长与环境的关系	347
第四节 食物资源危机	348
第五节 能源危机	349
小结	351
复习思考题	351
推荐读物	351

第五篇 生命科学和现代生物技术

第九章 现代生物技术概述	355
第一节 基因工程技术	355
一、工具酶	356
二、克隆载体	357

三、目的基因的分离	357
四、目的基因的重组	358
五、目的基因的表达	358
六、基因工程的应用	360
第二节 细胞工程	361
一、体外细胞培养	361
二、细胞核移植	362
三、动物细胞工程的应用	363
第三节 遗传修饰动物模型	365
一、转基因动物	365
二、基因敲除和基因替换动物	366
第四节 基因沉默技术	368
一、反义技术	368
二、核酶	368
三、RNA 干涉	369
小结	371
复习思考题	371
推荐读物	371
第十章 现代生物技术与人类健康	372
第一节 基因诊断	372
一、基本原理和特点	372
二、基本技术和方法	373
三、基因诊断的应用	377
第二节 单克隆抗体的制备与修饰	379
一、单克隆抗体的制备	379
二、单克隆抗体的修饰	379
三、单克隆抗体的改造	381
第三节 基因工程药物的制备	382
一、基因工程药物的主要特点	382
二、基因工程药物制备的基本方法	383
三、大型转基因哺乳动物制备基因工程药物	383
第四节 疫苗的制备	385
一、减毒/灭活疫苗	385
二、基因工程疫苗	385
三、核酸疫苗	386
第五节 基因治疗	387
一、基因治疗的概念	387
二、基因治疗的应用	388
三、存在的问题	389

小结	389
复习思考题	390
推荐读物	391
第十一章 现代生物技术与环境	392
第一节 污染物的清除	392
一、卤代芳烃类污染物的降解	393
二、除草剂残留物的降解	393
三、杀虫剂残留物的清除	393
四、尼龙寡聚物的分解	394
五、重金属污染的防治	394
六、石油污染物的清除	394
第二节 环境监测	395
一、模式生物的应用	395
二、生物传感器的应用	396
三、快速分子检测技术的应用	397
小结	397
复习思考题	398
推荐读物	398
医学生物学的发展特点和趋势	399
一、医学生物学研究的多层次性	399
二、医学生物学研究向宏观领域的扩展	400
三、医学生物学研究向微观世界的深入	400
四、自然科学各学科对生命科学的深入渗透和彼此促进	401
五、医学生物学实验手段的日益现代化	403
六、人类改造生命物质体系日趋工程化	404
复习思考题	405
推荐读物	405
主要参考文献	406
汉英名词索引	410

绪 论

第一节 生命科学及其历史概述

生物学 (biology) 是研究有机自然界的各种生命现象及其规律, 并运用这些规律去能动地改造有机自然界, 为人类的需要服务的一门科学。简而言之, 生物学就是研究生命的科学, 研究生命本质的科学。

在自然界中, 从肉眼看不见的病毒 (virus) 到庞大的鲸 (whale), 都表现出各种生命现象, 而不同于岩石、山川和河流。因此, 生活着的生物是有生命的, 它们不同于非生命的物质。

生命是物质运动的一种特殊形式。虽然化学、物理学等自然科学也是研究物质运动的, 但生物学所研究的是物质运动的高级形式, 它包括了物理运动、化学运动等。因此, 物理学、化学的发展必然会推动生命科学的发展; 而从生命科学的发展历史来看, 没有物理学、化学等自然科学的成就, 生命科学也不可能取得重大的进展。

一、19 世纪以前生命科学的发展概况

随着近代自然科学的兴起, 在生命科学的早期研究中, 逐渐出现了实验生物学 (experimental biology) 的萌芽。1628 年, 英国生物学家 Harvey 发现了血液循环; 1665 年, 英国物理学家 Hooke 应用显微镜观察到细胞; 英国化学家 Priestley 和荷兰医生 Inger-Housz 等研究了植物与阳光、空气和水分的关系, 对植物的营养过程 (光合作用) 做了科学的概括。所有这些研究工作对于后来的实验生物学的发展都起到了良好的推动作用。

19 世纪以前, 对生命科学的研究基本上处于对生物外形及内部结构的观察、描述、解剖、分析阶段。18 世纪, 瑞典博物学家 Linnaeus 综合前人的工作, 建立了科学分类的方法, 揭示了动植物的亲缘关系, 从而结束了分类学中的混乱状态, 为科学进化论的确立提供了大量的宝贵资料。

综上所述, 到 18 世纪末, 生命科学的发展大体上由对生命现象的描述发展到以实验观察为依据, 对生命现象进行分析和推理, 从而逐步建立起比较严密的生命科学体系。

二、19 世纪生命科学的蓬勃发展

19 世纪对各种生命现象的研究, 已经从观察、描述深入到分析、综合, 然后做出理论概括的阶段。这一时期, Schleiden 和 Schwann 建立了细胞学说 (cell theory); Darwin 提出了进化理论, 将生命科学提高到一个新的发展阶段;

Mendel 提出了遗传的基本定律。19 世纪中叶提出的这些理论, 在生命科学发展历史上取得了前所未有的突破性成就。

细胞学说的创立, 阐明了细胞是一切生物的基本单位。这样就将动物和植物统一在同一个基础上, 为生命科学进一步的发展奠定了牢固的基础。

进化论 (evolutionism; evolution theory) 的提出, 使进化的观点成为生命科学的指导思想, 证明了整个有机自然界都是在漫长的历史发展过程中进化而来的, 极其有力地打击了形而上学的自然观。

1900 年, 孟德尔的分离定律 (law of segregation) 及自由组合律 (law of independent assortment) 被重新发现, 引起了科学界的强烈反响, 被认为是奠定了现代遗传学的基础。

三、20 世纪生命科学的崭新面貌

在过去相当长的一段时间里, 生命科学的进展是极其缓慢的, 远远不能与化学、物理学等自然科学相比, 这主要是因为生命科学的研究对象具有复杂性, 而实验手段又跟不上生命科学的发展需要。

近代生命科学研究中, 化学、物理学等自然科学的理论和技術, 越来越多地渗透和运用到生命科学中来。1897 年, 德国化学家 Buchner 深入研究了发酵现象, 认为发酵的原因是催化作用所致, 并提出酶在此过程中起着关键作用, 从而促进了酶学的发展, 也使生理学分化出生物化学这门独立学科, 并且在此基础上孕育和产生了分子生物学。

在现代物理学的影响下, 从生理学、生物化学等学科中逐渐发展出一门新的学科——生物物理学。1944 年, 奥地利物理学家 Schrodinger 在《生命是什么》一书中, 试图将量子力学、热力学和生命科学研究结合起来, 认为细胞的染色体纤丝是非周期性晶体等。Schrodinger 的这些新见解, 对于说明有机体的物质结构、生命现象的表现以及遗传和变异等, 有重要的参考价值; 同时, 对于促进物理学家与生物学家合作, 加强这两门自然科学间的相互渗透, 也起到良好的作用。

大量事实证明, 生命科学的深入研究, 必然会遇到与数学有关的问题, 这就使数学的概念、理论和方法被引入到生命科学研究中。由数学与生物学相互渗透、彼此结合而产生的生物数学就是这样的边缘学科。数理统计、概率论、控制论和计算技术等数学分支应用于生命科学研究, 有力地促进了生命科学的发展, 但由于生命现象所特有的复杂性, 使得用于生命科学研究的数学理论也必然有其特殊性。

现代生命科学研究的领域十分广阔, 涉及不同层次, 从个体层次、细胞层次深入到分子, 甚至电子层次; 同时也突破了定性描述的阶段, 而从定量的角度加以考察, 进入到精密科学的行列。

1953 年, Watson 和 Crick 在 *Nature* 上发表了“核酸的分子结构”一文, 阐明了 DNA 的双螺旋结构, 这是生命科学发展史中新的里程碑。1958 年, Crick 又提出了信息流传递的中心法则。1961 年, Jacob 和 Monod 提出了乳糖操

纵子学说 (operon theory), 用来探讨基因调控原理。同年, Nirenberg 和 Matthaei 通过研究 RNA, 确定了每种氨基酸的密码。1965 年, 中国科学院生物化学研究所和北京大学的科研人员在上世界上首次合成了具有生物活性的、由两个亚基 51 个氨基酸残基构成的牛胰岛素, 标志着人类在探索生命奥秘的过程中迈出了重要的一步。1979 年 6 月, 美国哈佛大学一研究组, 将小鼠胰岛素基因引入到大肠杆菌中, 得到表达并合成胰岛素。1981 年, Gordon 和 Ruddle 将外源 DNA 整合的动物称为转基因动物 (transgenic animal)。同年, Brinster 和 Palmiter 在转基因实验中, 将构建好的基因注射到正常小鼠的受精卵中, 第一次实验就得到了 6 只带外源基因的、比原来的小鼠大 1 倍左右的巨鼠, 充分展示了基因注射的潜力。1981 年底, 中国科学院上海生物化学研究所、上海细胞生物化学研究所和北京大学等单位, 经过 13 年坚忍不拔的努力, 首次人工合成了酵母丙氨酸转移核糖核酸。这是我国继在上世界上首次合成牛胰岛素之后, 再次取得的在上世界上占领先地位的重大成果。

此外, 20 世纪 60 至 80 年代, 联合国先后三次组织世界各国科学家开展了大规模的“国际生物学规划”、“人与生物圈”和“国际地圈与生物圈规划”研究项目, 大大推动了各国对生态环境的研究和保护。

1986 年, 美国诺贝尔奖获得者 Dulbecco 首先提出了对人类基因组进行全长测序的主张, 即人类基因组计划 (human genome project, HGP)。HGP 被誉为 20 世纪科学史上三个里程碑之一 (其余两个为“曼哈顿原子弹计划”和“阿波罗人类登月计划”)。1990 年, 美国政府批准该计划, 预计用 15 年时间, 耗资 30 亿美元, 测定人类基因组约 30 亿个碱基对的序列, 进而破译其中全部基因的遗传信息。后来, 英、日、法、德、中五国的科学家正式加入该计划。1999 年, 由美、英、日三国科学家组成的小组率先测出人体最小的染色体——第 22 号染色体的全部核苷酸序列, 破译了该染色体上所有的遗传信息。2000 年 2 月, 人体第 21 号染色体的遗传密码也全部被破译。2000 年 6 月, 人类基因组框架已经测序完成。2001 年 2 月, 美国 Celera 公司在 *Science*、国际人类基因组组织在 *Nature* 上分别发表了人类基因组测序的数据, 人类基因的数目由原来估计的 10 万缩小到 3 万~4 万。该计划的顺利实现, 使人类首先在分子层次上全面地认识了自己, 对深入研究人类本身乃至推动整个生命科学的发展具有极其重要的意义。

1997 年 2 月, 英国罗斯林研究所的 Wilmut 博士在 *Nature* 上宣布, 通过乳腺细胞的细胞核成功地克隆出一只命名为 Dolly 的绵羊。生命科学领域的这一重大突破再次震撼了人类社会。一年半后, 克隆牛、克隆鼠相继问世, 甚至对克隆鼠的再克隆也获得成功。1999 年, 猴子的克隆也顺利诞生。这一系列成就标志着人类无性繁殖哺乳动物的技术已臻成熟。同年底, 科学家发现只需 300 个左右的基因即可构成一个最简单的生命。这意味着在可以预见的将来, 人类也许可以在实验室中设计并创造出人造生命体。深入探究生命本质问题, 按照人类的意愿有计划地改造生物, 已经成为这个时期生命科学研究的显著特征。

由于生命科学的研究涉及不同的层次和较多的领域, 其复杂程度是可想而知的, 因此, 很多问题有待进一步探索解决。在深入探索生命奥秘的过程中,

将可能出现自然科学研究的重大突破。一些著名的科学家认为，生命科学将跨入蓬勃发展的鼎盛时期。英国物理学家、电子的发现者 Thomson 曾说，假如他再度选择他的科学生涯的话，他将选择生物学；美国物理学家 Millikan 在 20 世纪 30 年代就指出“我所期待在未来世纪中有重大变化的科学，是生物学而不是物理学”；前苏联物理学家 Tamm 也曾预言，生物学将代替物理学成为自然科学中的主角。这些著名科学家的预言不是偶然的，而是反映了现代自然科学发展的一种主要趋势。难怪国际上普遍认为，21 世纪将是生物科学的世纪，生物学将成为自然科学的带头学科。

第二节 生物科学的分科及其研究方法

一、生物科学的分科

生命科学研究的对象复杂，内容广泛，因此，在生命科学的发展史中，不断出现一些新的分支学科。

根据生命科学的具体对象和类群的不同，可将其分为：植物学 (botany)、动物学 (zoology)、微生物学 (microbiology) 及人类学 (anthropology) 等。

若从生命特点的各方面来划分，又可分为以下几类：形态学 (morphology)，研究生命系统结构的科学；分类学 (taxonomy)，研究生物的种类及其亲缘关系、阐明生物界自然系统的科学；胚胎学 (embryology)，研究生物生长发育的科学；生态学 (ecology)，研究生命系统与环境系统之间相互关系的科学；古生物学 (paleontology)，研究保存在地层中的各种古代生物遗体或遗迹的科学；遗传学 (genetics)，研究生物遗传变异的科学；生理学 (physiology)，研究生命机能的科学；生物化学 (biochemistry)，研究生物体化学组成和生命活动的化学机制的科学；生物物理学 (biophysics)，运用物理学的理论和方法研究生命体系的科学；生物数学 (biomathematics)，用于生命科学研究中的数学理论和方法的一门科学……

根据对生物体不同结构层次的研究，生命科学可分为：量子生物学 (quantum biology)，从电子层次研究生命现象的科学；分子生物学 (molecular biology)，从分子层次研究生命现象的物质基础的科学；细胞生物学 (cell biology)，运用物理、化学和分子生物学的理论与方法，研究细胞生命活动的科学；器官生物学 (organography biology)，按照器官系统研究生物体的结构和功能的科学；个体生物学 (individual biology)，在个体层次上研究生命现象与活动规律的科学；群体生物学 (population biology)，研究生命现象在生物群体内发生变化规律的科学；生态系统生物学 (ecosystem biology)，综合研究在自然界一定空间范围内，各种生物与非生物环境彼此之间关系的科学……

二、生物科学的研究方法

科学的基础在于观察，人们对自然界的认识，必须在严密观察的基础上，将感性材料积累起来，经过分析综合，做出正确的解释。任何科学结论，都必