

生命科学导论



宋思扬 主编



高等教育出版社

生命科学导论

宋思扬 主编

高等教育出版社

内容提要

本书根据生命科学的热点与重点问题,以讲座形式编排了15章,内容涉及绪论、细胞与细胞工程、基因与基因工程、微生物与传染性疾病、营养与健康、社会生物学与繁殖对策、人类遗传学与优生、肿瘤及其防治、生物的进化、生态平衡与环境保护、种群生态学与人口问题、生物多样性与保护、农业生物技术、医药生物技术以及生物伦理及社会决策。本书内容新颖,概念准确,语言深入浅出,文字通俗易懂,使读者对生命科学的热点与重点问题能有一个基本的了解和认识。

本书可作为高等院校非生物类学生素质教育的教材,也可作为综合性大学、师范、农林、医药院校有关专业本科生、研究生及教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生命科学导论/宋思扬主编. —北京:高等教育出版社,2004.9

ISBN7-04-014590-1

I. 生... II. 宋... III. 生命科学—高等学校—教材 IV. Q1-0

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第068736号

策划编辑 王莉 责任编辑 薛玥 田军 封面设计 张志 责任绘图 尹文军
版式设计 胡志萍 责任校对 朱惠芳 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 21.25
字 数 520 000

版 次 2004年9月第1版
印 次 2004年12月第2次印刷
定 价 26.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号:14590-00

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

前 言

生命科学在 20 世纪得到了飞速的发展,成果日新月异。自从 Watson 与 Crick 揭示了 DNA 分子的双螺旋结构,建立了分子生物学以来,生物学的进展更是令人耳目一新:遗传密码的破译、限制性核酸内切酶与反转录酶的发现、DNA 与蛋白质的人工合成、基因工程的建立、核移植与动物克隆的成功、人类基因组项目的完成、干细胞的研究以及生物芯片技术的建立等新技术与新成果层出不穷。因此,有科学家指出,21 世纪是生命科学的世纪。

有鉴于此,厦门大学为了提高学生的综合素质,培养能够应对 21 世纪种种挑战的创新型的优秀人才,于 2000 年提出对全校除生物学类学生外的所有本科生开设必修课程——生命科学导论。如何为非生物学类学生开好生命科学导论这门课?非生物学类学生需要掌握哪些生物学知识?为此,我们组织了 10 多位有丰富教学经验的老师进行了充分的讨论,并经两年的教学实践,认为讲座形式的教学是一种比较好的教学方式。

本书是在两年教学的基础之上,根据现代生物学的热点和重点问题,组织 10 多位老师编写而成。15 个讲座,内容包括绪论、细胞与细胞工程、基因与基因工程、微生物与传染性疾病、营养与健康、社会生物学与繁殖对策、人类遗传学与优生、肿瘤及其防治、生物的进化、生态平衡与环境保护、种群生态学与人口问题、生物多样性与保护、农业生物技术、医药生物技术以及生物伦理及社会决策。每个讲座为 3 个学时,各个讲座相对独立,具体授课时可根据学时与需要加以选择。同时,为兼顾中学教师、部分科技工作者以及有兴趣的社会人士的需要,对某些讲座的相关知识点进行了较为详细的论述,授课教师可根据实际情况酌情处理。

编写本教材的指导思想是力求内容新颖、概念准确、文字深入浅出、通俗易懂,反映现代生物学各领域的最新研究成果与最新进展。但生命科学所涉及的知识广泛,各学科的发展又很迅速,同时限于作者的知识水平和写作能力,错误和疏漏在所难免,恳请各位同行和读者批评指正。

编 者

2003 年 12 月

目 录

1 绪论	1	3.2.1 人类基因组计划的提出	49
1.1 生命科学	1	3.2.2 我国加盟人类基因组计划	50
1.1.1 科学内涵和任务	1	3.2.3 人类基因组计划风雨兼程	51
1.1.2 20 世纪生命科学的发展概况	2	3.2.4 基因资源的争夺	52
1.1.3 21 世纪生命科学的展望	3	3.2.5 基因资源的保护	54
1.2 生物的分类	4	3.2.6 人类基因组计划影响深远	54
1.2.1 病毒界	6	3.2.7 基因组研究长路漫漫	55
1.2.2 原核生物界	7	3.3 基因工程的产生及应用	56
1.2.3 真菌界	8	3.3.1 基因工程的诞生	56
1.2.4 植物界	9	3.3.2 基因工程的定义及研究内容	59
1.2.5 动物界	11	3.3.3 基因工程的应用	59
2 细胞与细胞工程	20	4 微生物与传染性疾病	65
2.1 细胞的特征	20	4.1 微生物	65
2.1.1 细胞的基础知识	20	4.1.1 微生物与人类	65
2.1.2 细胞的生长发育	27	4.1.2 微生物的基本特征	66
2.2 动物细胞工程	29	4.1.3 消毒与灭菌	70
2.2.1 单克隆抗体	29	4.1.4 传染性疾病	71
2.2.2 动物克隆	31	4.2 重要病毒性传染病	72
2.2.3 干细胞工程	33	4.2.1 病毒性肝炎	72
2.3 植物细胞工程	35	4.2.2 艾滋病	75
2.3.1 植物细胞培养	36	4.2.3 严重急性呼吸综合征	78
2.3.2 植物细胞杂交	36	4.3 重要细菌性传染病	79
3 基因与基因工程	40	4.3.1 细菌的致病性	79
3.1 生物的遗传因子——基因	40	4.3.2 细菌性痢疾	80
3.1.1 基因学说的创立	40	4.3.3 破伤风	81
3.1.2 染色体与基因	40	4.3.4 霍乱	82
3.1.3 基因的化学本质——DNA	42	4.3.5 结核病	83
3.1.4 基因的语言——遗传密码	43	4.4 重要真菌性传染病	84
3.1.5 基因的结构	44	4.4.1 真菌的致病性	84
3.1.6 遗传信息的传递——中心法则	44	4.4.2 浅部感染	85
3.1.7 基因表达及其调控	45	4.4.3 深部感染	85
3.1.8 基因突变	47	4.5 寄生虫与寄生虫病	85
3.1.9 现代基因的概念	48	4.5.1 寄生虫	85
3.2 人类基因组计划	49	4.5.2 经口传播的几种寄生虫病	87

4.5.3 经皮肤感染的几种寄生虫病	88	7.1 什么是人类遗传学	138
5 营养与健康	93	7.2 遗传的基本规律	138
5.1 消化系统	93	7.2.1 与遗传有关的几个基本概念	139
5.1.1 消化管	94	7.2.2 遗传的基本规律	140
5.1.2 消化腺	96	7.2.3 人类的性别决定与伴性遗传	143
5.2 人体所需的主要营养素及其功能	97	7.2.4 数量性状遗传	143
5.2.1 蛋白质	97	7.3 遗传病的类型及其遗传特征	144
5.2.2 脂肪	98	7.3.1 单基因病	145
5.2.3 糖类	101	7.3.2 多基因病	149
5.2.4 热能	101	7.3.3 染色体病	150
5.2.5 无机盐与微量元素	103	7.3.4 体细胞遗传病	152
5.2.6 维生素	107	7.3.5 线粒体病	153
5.2.7 其他营养素	108	7.4 人类的优生	154
5.3 食物的营养价值与膳食搭配	108	7.4.1 遗传病的诊断	154
5.3.1 食物的营养价值	108	7.4.2 遗传病的基因治疗	155
5.3.2 膳食搭配	110	7.4.3 优生学	156
5.3.3 合理烹饪加工	111	8 肿瘤及其防治	159
5.4 大学生的营养饮食	112	8.1 癌的本性	160
6 社会生物学与繁殖对策	115	8.2 有关癌的起源	162
6.1 动物行为学的基本概念	115	8.2.1 肿瘤细胞的缘起	162
6.1.1 动物行为	115	8.2.2 癌的发生与致癌剂	163
6.1.2 定型行为	116	8.3 肿瘤发生的遗传机理	165
6.1.3 学习行为	118	8.3.1 癌基因学说的创立	165
6.1.4 社会行为	121	8.3.2 原癌基因的激活与细胞癌变	167
6.2 动物社会及其维持机制	121	8.3.3 肿瘤抑制基因	168
6.2.1 动物社会	121	8.3.4 肿瘤的侵入及转移	170
6.2.2 群体生活的利弊	122	8.3.5 恶性肿瘤生成的分子机制——多步骤致癌学说	170
6.2.3 动物社会的维持机制	124	8.4 肿瘤的防治	171
6.3 繁殖对策	128	8.4.1 肿瘤的预防	172
6.3.1 性行为	128	8.4.2 肿瘤的诊断	177
6.3.2 育幼行为	129	8.4.3 肿瘤的治疗	177
6.3.3 能量分配原理	130	9 生物的进化	181
6.3.4 双亲投资理论	130	9.1 生命的起源	182
6.3.5 亲缘选择理论	131	9.1.1 由无机小分子物质形成有机小分子物质	182
6.4 人类社会生物学	131	9.1.2 由有机小分子物质形成生物大分子物质	184
6.4.1 人类社会的优势等级与繁殖成功性	132	9.1.3 多分子体系的形成与原始生命的诞生	184
6.4.2 人类的互助行为	133	9.2 生物进化经历的主要时期	186
6.4.3 基因与文化	134		
7 人类遗传学与优生	138		

9.2.1 太古代及元古代时期	186	11.1 种群生态学	234
9.2.2 古生代时期(物种爆发式突增 阶段)	186	11.1.1 种群的统计学特征	234
9.2.3 中生代时期	189	11.1.2 种群增长的类型	236
9.2.4 新生代时期	190	11.1.3 种群增长的调节	237
9.3 进化的证据	190	11.2 人口的增长	238
9.3.1 古生物学的证据	190	11.2.1 世界人口的增长	238
9.3.2 比较解剖学证据	191	11.2.2 中国人口的增长	240
9.3.3 胚胎学的证据	192	11.2.3 人口增长的原因	241
9.3.4 生物化学与分子生物学的证据	193	11.3 人口增长的限制	244
9.4 生命进化的理论	195	11.3.1 可更新资源的利用	244
9.4.1 拉马克学说	195	11.3.2 不可更新资源的极限	245
9.4.2 达尔文的自然选择学说	196	11.3.3 人类自身的限制	246
9.4.3 现代综合进化论	197	12 生物多样性与保护	248
9.4.4 分子进化的中性学说	199	12.1 生物多样性概念	248
9.5 物种的形成	200	12.1.1 遗传多样性	249
9.5.1 物种与种群	200	12.1.2 物种多样性	250
9.5.2 新物种形成的必要条件	200	12.1.3 生态系统多样性	252
9.5.3 物种形成的基本方式	202	12.2 生物多样性的价值	253
9.6 人类的起源与发展	203	12.3 生物多样性的危机及其根源	255
9.6.1 人类起源于原始哺乳动物	203	12.4 生物多样性的保护途径	257
9.6.2 从猿到人的过渡	204	13 农业生物技术	262
9.6.3 人类发展的基本阶段	205	13.1 农作物生物技术	262
9.6.4 人种的演化	208	13.1.1 农作物基因工程的应用	262
10 生态平衡与环境保护	214	13.1.2 分子标记辅助作物育种	270
10.1 生态系统	214	13.1.3 植物细胞工程	272
10.1.1 生态系统的构成	215	13.2 动物生物技术	272
10.1.2 食物链与营养级	218	13.2.1 转基因动物的应用及产业化	272
10.1.3 营养级间的能量流动和生态金 字塔	219	13.2.2 细胞核移植及动物克隆	275
10.1.4 生态系统的功能	220	13.3 微生物农药	276
10.2 生态平衡	224	13.4 微生物肥料	277
10.2.1 生态平衡的概念	224	14 医药生物技术	279
10.2.2 生态系统的自我调节	224	14.1 生物技术与疫苗	280
10.2.3 生态平衡的破坏	225	14.1.1 疫苗概述	280
10.2.4 生态平衡重建的困难性	226	14.1.2 疫苗的种类及特点	282
10.3 环境保护	227	14.1.3 一些重要传染性疾病的疫苗	286
10.3.1 污染	227	14.2 生物技术与疾病诊断	289
10.3.2 世界环境问题的现状	229	14.2.1 免疫学诊断技术	290
10.3.3 我国环境问题的现状	231	14.2.2 基因诊断技术	293
11 种群生态学与人口问题	234	14.2.3 DNA 芯片与诊断	297
		14.3 生物治疗	298

14.3.1 生物治疗概述	298	15.2.4 关于胚胎干细胞研究的伦理 之争	316
14.3.2 常见的生物治疗技术	300	15.2.5 微生物技术的安全性	320
15 生物伦理及社会决策	310	15.2.6 生物武器	321
15.1 生物安全	310	15.3 生命科学技术的社会决策	323
15.2 生命科学技术的运用和生物 伦理	313	15.3.1 生物安全的决策及管理	323
15.2.1 转基因食品的现状与未来	313	15.3.2 生物技术发明的保护	326
15.2.2 人类基因的研究、应用与影响	314	15.4 科技伦理道德	327
15.2.3 克隆伦理及对策	315		

1 绪 论

学习目的 了解什么是生命科学,20 世纪生命科学的发展概况及 21 世纪生命科学的展望。通过对生物各界的学习,了解各生物类群的基本特征及生物的命名方法。

1.1 生命科学

古往今来人类从未停止过对生命的认识和探索。在探索生命包括探索自身的同时,人们逐渐学会了用科学方法揭示生命的本质,由此产生了生命科学(life science)。生命科学既研究生物的生命活动现象及其本质,又研究生物与环境之间的相互关系。

1.1.1 生命科学的内涵和任务

长久以来,人类在与自然界的不断搏斗中生存和繁衍。凭借自己的智慧和劳动,人类创造了一个又一个奇迹。从远古时期火的使用到今天太阳能、核能的利用,从早期人们狩猎、放牧到今天的人类基因组计划,无一不体现出人类的聪明才智和创新精神。一代又一代的人们不断地进取、积累,创造了今天灿烂的文明!在这个过程中,人类从来没有放弃过对未知事物的探索和追求。生命科学一直吸引着人们为之努力。今天,生命科学已成为当今最热门的前沿科学之一。大量时髦的词汇诸如“克隆”、“基因组计划”等映入我们的眼帘,使我们感到一个新的时代——“生物科学的时代”已经到来!

现代科学技术带动了生命科学的研究,同时也因生命科学的发展而取得更大的进步。近几十年来,生命科学的发展超过了历史上任何一个时期。几个世纪以前,人们还被天花、瘟疫等疾病所困扰;而今天,人们已向大自然发出了新的挑战,整个人类的基因组序列已经完全呈现在眼前,人类对于自身的全面了解指日可待。这一切,都得益于生命科学的发展,得益于人类不懈的努力。

生命科学,是研究自然界中各种生命现象及其规律的学科。动物、植物、微生物……从人们日常生活中经常见到的飞禽走兽,到通过显微镜才能观察到的细菌、病毒,所有这些丰富多彩的生命形式,都是生命科学的研究对象。生物科学的任务就是通过观察我们身边的多姿多彩的生命现象,揭示生命活动的规律,从而运用这些规律更好地改造客观世界,为人类的生存发展谋福利。

近几十年来,工业的迅猛发展几乎让人类完全忘记了对大自然的尊重,长期对自然资源的过度开发和利用,使整个自然界呈现出了一副疲劳不堪的景象,人类开始尝到自己种下的恶果。人

口问题、粮食问题、环境污染问题等接踵而至,在人们急于寻找一切问题的根源和解决之道时,生命科学为人们指出了一条光明的道路。利用生态学原理,运用科学技术,使自然资源得到高效合理的利用,人类社会才能实现可持续发展,人类与大自然的关系才能更加和谐。

另一方面,具有生物资源可再生性优点的生物技术,在节约资源和能源,减少环境污染的前提下,为人们生产出了许多有用的产品。利用基因工程技术,人们不仅通过将外源基因导入细菌或细胞廉价生产医用活性蛋白质或多肽,还将这种技术运用到了高等生物中,人工创造了许多高产、优质、抗逆的动植物新品种,甚至对过去束手无策的遗传病也有了防治的新手段。

随着生命科学的发展,人们在了解大自然的进程中朝着了解自身的理想又迈进了一大步。人类文明在日新月异的今天正面临一个转变的时机,科学在这个过程中也谋求着自然科学和人文科学的完美统一。生命科学对于人类自身的奥秘的揭示必将为这种历史性的重大转变开辟道路!

1.1.2 20 世纪生命科学的发展概况

20 世纪,生命科学取得了巨大的发展,其间有两件最为激动人心和最具深远影响的大事:一是 1953 年 J. Watson 和 F. Crick 发现了 DNA 双螺旋结构,二是 1973 年 S. Cohen 和 P. Berg 建立了重组 DNA 技术。前者使生命科学进入了分子水平的研究阶段;后者使得根据人类的意愿改造物种性状成为可能。从此,生命科学开始了一个全新的时代。

生命科学研究深入分子水平产生了分子生物学。分子生物学研究生命现象最本质的内容,它把各个层次的生命活动有机地联系起来,在新的高度上揭示生命的奥秘。自分子生物学创立以来,其原理和方法几乎渗入到生物学的所有分支学科,改变了整个生物学的面貌。当前,凡是研究生命科学的学科,都不可避免地要深入到分子水平进行本质规律的探讨。分子生物学与其他学科相结合,产生了一系列新的分支学科,如分子遗传学、分子细胞学、分子分类学、分子神经解剖学、分子药理学、分子病理学以及分子流行病学等等,即使最古老的生物分类学和生物进化学也不例外。这些学科相继进入到分子水平,成为生物学领域内新的生长点。

在重组 DNA 技术的基础上诞生了生物技术。生物技术通常包括基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程。它使生命科学发生了深刻的变化,主要表现在:第一,生命科学以前所未有的高速度向前发展。例如,过去测定一个基因的序列需要数年的时间,现在一天就能完成。第二,进入创造生物学的新时代。如果说过去生物学主要在认识生物的基础上研究怎样利用生物,那么今天已经是在分子水平上重新设计、改造和创造新的生命形态了。第三,开辟了新的研究领域。深入研究生命本质问题,按照人们的意愿主动改造生物已成为现代生命科学的显著特征。

近半个世纪以来,生命科学的迅猛发展是与各学科间相互渗透、相互促进和广泛采用新技术、新方法密切相关的。在生命科学的发展过程中,物理学、数学、化学、技术科学等不断向生物学领域渗透,新理论、新概念与生物学问题有效的结合,促使新的交叉学科、边缘学科不断形成,新技术、新方法的广泛采用,极大地促进了生命科学的发展。例如,由于化学和物理学,特别是近代结构化学、分析化学、物理化学和晶体学的理论和方法广泛渗入到生物学领域,促进了蛋白质、核酸等生物大分子的化学结构和空间结构的研究,从而为分子生物学的兴起奠定了基础;在量子力学、信息论、控制论的影响下,产生了量子生物学、生物信息论和生物控制论等分支领域;由于

数学、化学和物理学方法和工程技术的发展,信息论、控制论、系统分析等新理论和新方法,以及计算机技术、同位素技术、超高压电子显微镜、扫描隧道显微镜、X 射线衍射仪、同步辐射、核磁共振、波谱仪、正电子发射断层技术及遥感遥测技术等新仪器、新技术在生物学的推广和应用,大大提高了对生命物质结构分析的精确性和对复杂复合生态系统的综合能力,成百倍、成千倍地增加了生物学研究的速度、深度和广度,缩短了研究周期,并提供了研究活细胞内部以及不同生物类群间化学物质动态变化的可能性。同时,生命科学也向其他学科渗透,生命科学的进步,向物理学、化学和数学提出了许多新问题、新概念和新的研究领域,大大丰富和发展了现有物理学、化学、数学的理论和方法,使这些学科得到进一步的发展。

近半个世纪以来,生物学的成就对社会、经济的发展起到很大的推动作用。1949—1975 年,世界粮食总产量增加了 1 倍以上,平均年增长率为 2.8%,超过了人口增长率。20 世纪 60 年代,墨西哥和印度由于引种了矮秆抗倒伏、耐肥水的高产良种小麦,使小麦产量提高了 5 倍,变粮食进口国为出口国。菲律宾推广半矮秆、抗倒伏、耐肥高产的水稻品种,10 年左右实现了大米自给。我国推广杂交水稻,1976—1993 年累积增产稻谷 2.4 亿吨,对粮食增产起了很大的作用。

在医药卫生方面,新的抗生素的发现与新的疫苗发明使细菌性疾病(肺结核、伤寒、鼠疫等)和病毒性疾病(小儿麻痹症、麻疹、乙型脑炎等)得到有效控制。免疫学的进步使异体器官移植的成功率得到迅速提高,并发现了自体免疫病(如红斑狼疮、类风湿性关节炎等)的病因。内分泌学和生殖生物学方面的成就导致口服避孕药的发明,大大促进了计划生育在世界范围内的推广。利用基因工程技术制备的人胰岛素、生长激素、干扰素等药品已经上市销售,此外,还有许多基因工程的产品,包括疟疾、伤寒、霍乱、百日咳和乙肝的重组 DNA 疫苗,已经上市或正在进行临床实验。自 1973 年以来的 20 多年间,仅医药生物技术产业的年产值就已发展达到 700 多亿美元,到 2005 年,这方面的产值保守估计也将超过 1000 亿美元。

1.1.3 21 世纪生命科学的展望

21 世纪,生命科学发展的的大趋势是对生命现象研究的不断深入和扩大,向微观和宏观,最基本的和最复杂的两极发展。在对分子、细胞、个体和群体等生命的不同层次进行深入研究,新的现象将不断发现,新的边缘学科也将不断形成,多学科交叉、渗透将有力地推动生命科学的一次次飞跃,未来生命科学将面临一个理论上的大综合与大发展时期。生命科学对社会、经济发展的重要性和影响受到空前的重视,生命科学将成为 21 世纪自然科学中的一门带头学科。

在科学发展的历史上,总有一门或一组学科走在其他学科前面,从理论观念、思维方式或研究方法上对其他学科产生重要影响,人们称之为带头学科。近代科学的带头学科是力学,现代科学的带头学科是物理学,而 21 世纪的带头学科,很多专家认为是生命科学。自 20 世纪下半叶以来,生命科学文献在自然科学文献中所占的比重与从事生命科学研究的科学家人数在自然科学家中所占的比重迅速增长,都是这种趋势的反映。

21 世纪,分子生物学将沿着目前已开拓的道路走下去,继续保持其繁荣的势头。由于分子生物学的兴起和发展,许多蛋白质、核酸的一级结构和立体结构已经被阐明,有的已人工合成。对这些生物大分子的结构和功能的研究,揭示了生物的遗传、生长、分化、神经传导和免疫学等许多生命现象的奥秘,使人们对生命现象的本质的认识跃进到一个崭新的阶段,并带动生物学的各

分支学科向分子水平发展。

正如过去对各种生命现象的奥秘都要从细胞的功能活动中寻求答案一样,目前对细胞的各种功能活动又要从基因的功能活动中寻求解答。真核细胞基因组的结构及其表达的调控在未来相当长的时期内仍将是分子生物学和细胞生物学共同关注的中心。此外,脑和感官对信息接收、加工和储存方面研究的突破必将推动信息科学和技术的发展,从而导致计算机、人工智能和智能机器人等高新技术领域的革命性变化。有人预测从分子、细胞和整体水平对脑和神经系统进行综合研究的神经生物学将带来未来生物学发展的下一个高峰。随着神经生物学的发展,在生物学、技术科学和社会科学的交叉领域中,认知科学和行为科学正在崛起。认知科学对人类智能和机器智能的研究将大大增强人类的智能,而行为科学对人类行为的研究也将促进人-机关系、计算机自我学习能力和机器人行为的研究。这些都将推动信息科学和技术的发展。

宏观生物学在 21 世纪也将得到长足的发展,未来生态学研究在深度和广度上都将有很大发展,生物多样性的研究和保护将受到各国政府更为广泛的关注。由于人类在全球的生存条件日益恶化,生态学正与地球科学等学科联合起来,研究地球系统各圈层之间的相互作用及其引起的全球变化,包括人类活动引起的变化。随着全球生态意识的觉醒,为了经济的持续发展,必须保持经济、社会和生态环境的协调发展。生态学正在成为指导未来全球经济持续发展和调整发达和发展中国家之间经济关系的准则和科学依据。研究生物多样性的生物学含义及其开发价值,保护、再生、改造和持续利用生物资源是人类社会赖以生存的极为重要的问题。保护生物多样性既是对人类生存环境的保护,也是工农业持续生产、稳定发展的基础。1992 年 6 月,在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会(UNCED)上,保护生物多样性已成了全球关注的中心问题。

生命现象极其复杂多样,因此,研究这些复杂的生命现象的生物科学也产生了越来越多的分支学科,形成了现代生物学发展的高度分化。但另一方面,各分支学科之间以及生物学与数理化等学科之间的相互渗透、融合也越来越多,几乎在解决任何一项研究任务时,都需要采用其他学科的理论和方法。21 世纪的生命科学将实现学科间高度分化与高度综合的辩证统一。

1.2 生物的分类

生物物种繁多,目前,已记载的地球上的物种约有 200 万种,加上还没有被记载的种类,估计地球上的物种有 500 万~5 000 万种。生物的物种简称种(species),是具有一定形态、生理和生态特征,占有相应的自然地理分布区域,以一定的生活方式进行繁衍并相互交流基因的自然生物类群,这样的类群与其他类群在生殖上相互隔离。

要认识世界上如此之多的生物,首先就需要对各种生物进行分类,一个科学而完善的分类体系不仅能帮助我们认识各种生物本身,还能反映出地球上生物的进化历程以及各生物种类之间的亲缘关系。由于生物种类的繁多及其分布的复杂性,人们至今还未提出一个理想的、完全的分类系统。对生物的分类始于古希腊的亚里士多德和瑞典的林奈,但由于当时科学水平的限制,他们都只把生物划分为动物和植物两大类,这就是最早的“二界系统”。直到 1665 年 Anthony van Leeuwenhoek(1632—1723)发明了显微镜,才把人们的视野扩大到了微生物的领域。在此基础上,德国博物学家 E. H. Haeckel(1834—1919)于 1866 年提出了“三界系统”,把所有单细胞生物

及一些微小的多细胞生物归入了一个新的界——原生生物界。

科学总是随着技术的提高而不断得到发展,在之后的历史中,电子显微镜的发明和广泛运用又把生物学带到了亚细胞水平和分子水平。通过电子显微镜,科学家们发现细菌和蓝藻与其他生物的细胞结构组成方面有着明显的差异。于是,H. F. Copeland 于 1956 年把细菌和蓝藻等从原生生物界中独立出来成为原核生物界,而把原来的原生生物界改称为原始有核界,形成了“四界系统”的分类体系。

到了 1959 年,美国 Cornell 大学的 R. H. Whittaker 在 Science 杂志上发表了一篇《生物界级分类的新观点》的论文,提出了“五界系统”:首先,按细胞结构分为原核生物和真核生物,原核生物划为原核生物界,而把真核生物中的单细胞生物划为原生生物界,然后再把多细胞真核生物按照营养方式的不同分为真菌界、植物界和动物界。这种分类方式在一定程度上体现了地球上生物的进化历程,各界的基本特征见表 1-1。

表 1-1 五界系统的主要特征(引自张惟杰,1999)

	原 核 生 物		真 核 生 物		
	(细菌、蓝藻、原绿藻)	原生生物	真 菌	植 物	动 物
细胞结构	原核细胞	真核细胞	真核细胞	真核细胞	真核细胞
叶绿体	无,只有类囊体	有或无	无	有	无
细胞壁	胞壁酸(细菌)	有或无	几丁质和多糖, 无纤维素	纤维素和 其他多糖	无
纤毛或鞭毛	细菌鞭毛	9+2	如有,9+2	配子鞭毛,9+2	如有,9+2
细胞数	单细胞或群体	单细胞或群体	多细胞	多细胞	多细胞
神经系统	无	无	无	无	有
营养方式	异养、光合异养、 光合自养、化能自养	光合自养,异养 (吸收及吞噬)	异养(吸收营养)	光合自养	异养(吞噬)
基因重组方式	细菌:转导,转化	结合,受精,减数分 裂或无基因交流	受精,减数分裂 或无基因交流	受精,减数分裂	受精,减数分裂

注:9+2 指鞭毛和纤毛的微管排列模式。

原生生物界是很庞杂的一界,有些原生生物显然应属于动物,如草履虫;而有些应属于植物,如衣藻;还有些种类既有植物的特征,又有真菌或动物的特征,如眼虫。所以,不少生物学家主张把这些生物放到植物界或动物界中。1974 年,C. F. Leedle 认为取消原生生物界,把它们分别归到植物界和动物界将更能反映各类生物的内在联系,于是他提出了四界分类系统,即:原核生物界、真菌界、植物界和动物界。

此外,生物中还存在另一类不同于其他生物的独特生命形态——病毒,它不具备细胞结构,也不能独立进行各种生命过程,所以通常被单列一界,即病毒界。

1735 年,瑞典植物学家林奈出版了《自然系统》一书,根据生物之间相同、相异的程度及亲缘关系的远近,建立了以纲、目、属、种为框架的生物分类系统,提出了生物命名的二名法。后人将生物划分为 7 个最基本的等级(阶元),其自高而低的顺序为:界(kingdom)、门(phylum)、

纲(class)、目(order)、科(family)、属(genus)、种(species),必要时还可在某一等级(界除外)之前增加一个“超级”(super-)或在其之后增加一个“亚级”(sub-)。每一个物种在分类系统中都应有其确定的分类地位,反映该物种与其他物种的亲缘关系,这就构成了当今世界通用的生物分类系统。

生物的命名法规定,每种生物的学名由两个拉丁字或拉丁化的字组成。第一个字是该生物所在属的属名,其第一个字母要大写;第二个字是种名,表示该种的主要特征或产地,在学名之后应写上命名人的姓氏或其缩写。属及属以下的学名都应以斜体字打印出来,手写时应在学名之下划横线表示,如人的学名是 *Homo sapiens* L.。

生物学界沿用至今的分类法基本上是以生物的宏观特征为分类依据,随着人们对生命世界的认识从宏观到微观不断深入,现在的研究者们综合比较解剖学、比较胚胎学、古生物学、遗传学、免疫学、生物化学和分子生物学的研究成果,依据生物形态结构、生理生化、染色体形态数目、抗原抗体反应(血清反应)以及生物大分子结构与功能的差异等进行分类,力求使反映出的物种在进化上的亲缘关系接近于自然状态。例如,分类学家应用生理生化分类法对微小的生物如细菌等进行分类,根据不同细菌对若干个实验的不同反应(例如,能否利用乳糖作为唯一碳源进行生长),把这些经显微观察依然难以找出特征的生物相互区别并给予命名。

以下将逐一介绍病毒界、原核生物界、真菌界、植物界和动物界的主要特征和主要门类。

1.2.1 病毒界

病毒是在自然界中最小的生命形态,绝大部分只有借助电镜才能看到。病毒形态多样(图1-1),结构通常极其简单,不具备细胞结构,通常只由一个核酸芯子和一个蛋白质外鞘组成,核酸芯子只含一个DNA分子或一个RNA分子,随病毒种类不同,或为双链,或为单链。病毒无法独立完成各种生命过程,只有在进入别的细胞之后,才能“指导”这些宿主细胞为它们服务——生产出新的病毒颗粒,表现出遗传、变异、繁殖等生命特征。而在宿主细胞外,病毒只能以形态成熟、具有感染性的病毒颗粒形态存在,并如同化学大分子一样可以结晶纯化而不表现任何生命特征。病毒可以寄生于细菌、植物或动物的细胞中,其中寄生于细菌中的病毒往往也称为噬菌体。

此外,还存在一类不同于传统病毒的非细胞生物——亚病毒,包括类病毒、拟病毒和朊病毒。它们在结构上往往只是一个核酸分子或蛋白质分子,因而在形态上比病毒还小几十倍。通常将它们也划分在病毒界中。

病毒与人类的日常生活已经越来越密切相关,主要有以下几个原因:①病毒能引起人类的各种疾病。从最常见的普通流感,到当今令人望而生畏的艾滋病、疯牛病,都是由病毒引起的。为了人类的健康,就必须研究病毒,找到对付病毒的途径和方法。②病毒会给各种工农业生产带来危害。如对虾斑白杆状病毒(WSBV),每年都造成养殖对虾的大量减产,已困扰我国对虾养殖业多年。因此,研究这些病毒的作用机理,找出防治方法,就成为有效提高这些产业发展的重要课题。③病毒作为杀灭有害生物的一种有效途径,也逐步被用在农业病虫害控制等方面。④现在,各种生物技术工程利用病毒可以携带并传递遗传物质的性质,将病毒改造成各种遗传物质的载体,这些病毒衍生物已经在生物防治和遗传工程等领域中发挥着越来越重大的作用。

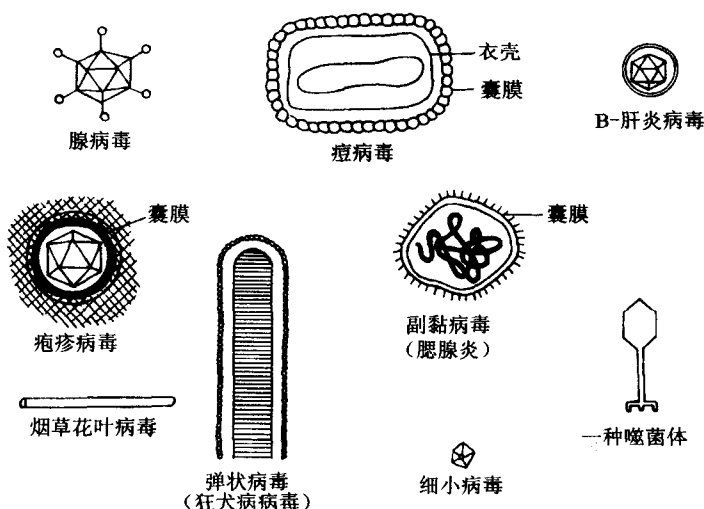


图 1-1 不同形态的病毒颗粒(引自陈阅增,1997)

1.2.2 原核生物界

原核生物是由原核细胞构成的单细胞生物,它们自 35 亿年前在地球上出现以来,迄今已在生物圈内广泛分布,个体数量最多。原核细胞最基本的特征是:① 没有核膜,其拟核或核基因组主要由一个裸露的环状 DNA 分子构成,遗传信息量小;② 细胞小,直径为 $0.2 \sim 10 \mu\text{m}$,有细胞壁,胞壁成分多为肽聚糖;③ 细胞内没有以膜为基础的细胞器。原核生物包括细菌、放线菌、蓝藻(蓝细菌)和原绿藻等 4 大类。

1.2.2.1 细菌

细菌都是微观体积的,平均直径为 $500 \sim 1000 \text{ nm}$,长为 $1500 \sim 2500 \text{ nm}$,形状有球形、杆形和螺旋形之分(图 1-2)。球形或椭圆形的称为球菌,杆状或长柱形的称为杆菌,螺旋菌有多种形态。细菌的种类很多,已知的种类已超过 1500 种,实际的数目还远不止于此。细菌的分布范围也很广,不少细菌具有耐受极端恶劣自然环境的特殊能力。有些细菌不是单体存在的,而是多个细菌聚成一定的形态。大部分细菌通常只有一个环状的 DNA 分子,位于细菌细胞特定的区域内,称为类核体。在这一区域内有少量的 RNA 和非组蛋白。除支原体外,所有细菌都有细胞壁,细胞壁不含纤维素,主要由肽聚糖(革兰氏阳性菌)和脂多糖(革兰氏阴性菌)构成。有的细菌在胞外还有荚膜或鞭毛。有些细菌在逆境时能在胞内生成细胞壁极厚的芽孢,以渡过难关。除吞噬营养外,生物界的其他各种营养方式在细菌中都存在。大多数细菌是异养的,但有少数细菌是自养的,其中有些细菌能够通过光合作用直接摄取日光能,有些细菌通过无机化合物如 NH_3 、 H_2S 等的氧化而取得能量(化学能合成作用)。

除了少数细菌是致病菌外,大部分的细菌对人类是有益的。细菌是自然界中重要的还原者,它们可以将死亡的生物分解、吸收、转化,使物质循环得以进行。有些细菌(如各种根瘤菌)能固

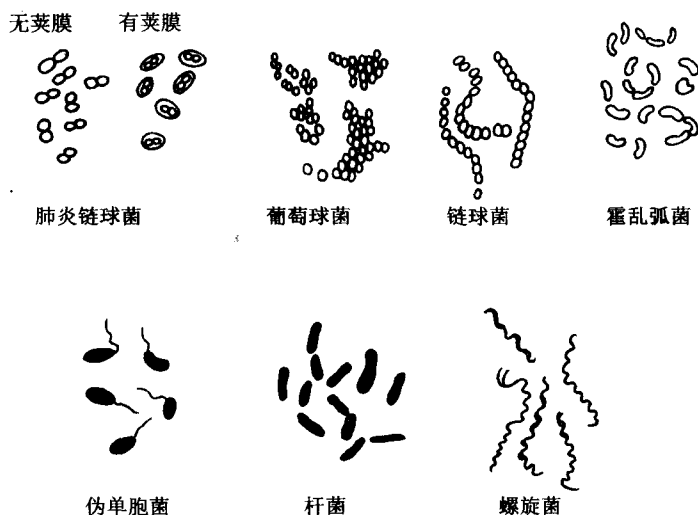


图 1-2 细菌的形态(引自陈阅增,1997)

氮,是农业生产的重要帮手。细菌由于遗传背景简单,生长迅速,已经成为基因工程最常用的工程菌,其中以大肠杆菌最为突出。

1.2.2.2 放线菌

放线菌无真正的细胞核。多数放线菌长成丝状,无细胞分隔,可分为基内菌丝和气生菌丝两部分,广泛分布于肥沃的土壤中,营腐生。

1.2.2.3 蓝藻

蓝藻是原核单胞或多胞藻,大多生活于淡水中,少数生活于海洋中。蓝藻细胞中除含有叶绿素 a 和类胡萝卜素外,尚有藻蓝素,因此,以前蓝藻也被称为蓝绿藻。部分蓝藻还有藻红素。蓝藻细胞内还未出现叶绿体,它们以较原始的类囊体进行光合放氧代谢。有些多胞蓝藻,如项圈藻和念珠藻已分化出专司固氮作用的异形细胞,所以有固氮能力。蓝藻的细胞壁含有纤维素和胞壁酸。

1.2.2.4 原绿藻

原绿藻是一种翠绿色的单细胞绿藻。与蓝藻相比,原绿藻不仅含有叶绿素 a,还有叶绿素 b,即具有与植物完全一致的光合色素。原绿藻也有类胡萝卜素,这是原绿藻和蓝藻以及高等植物共有的特性,但原绿藻不含藻蓝素、藻红素等,可见它们和蓝藻是不同的。因此,它们被分离出来另成一门,即原绿藻门。

1.2.3 真菌界

真菌界以及后面将要讲到的植物界、动物界的生物都属于真核生物。真核生物是由真核细胞构成的有机体。真核细胞大约在 12 亿~16 亿年前才在地球上出现。它们由原核细胞进化而