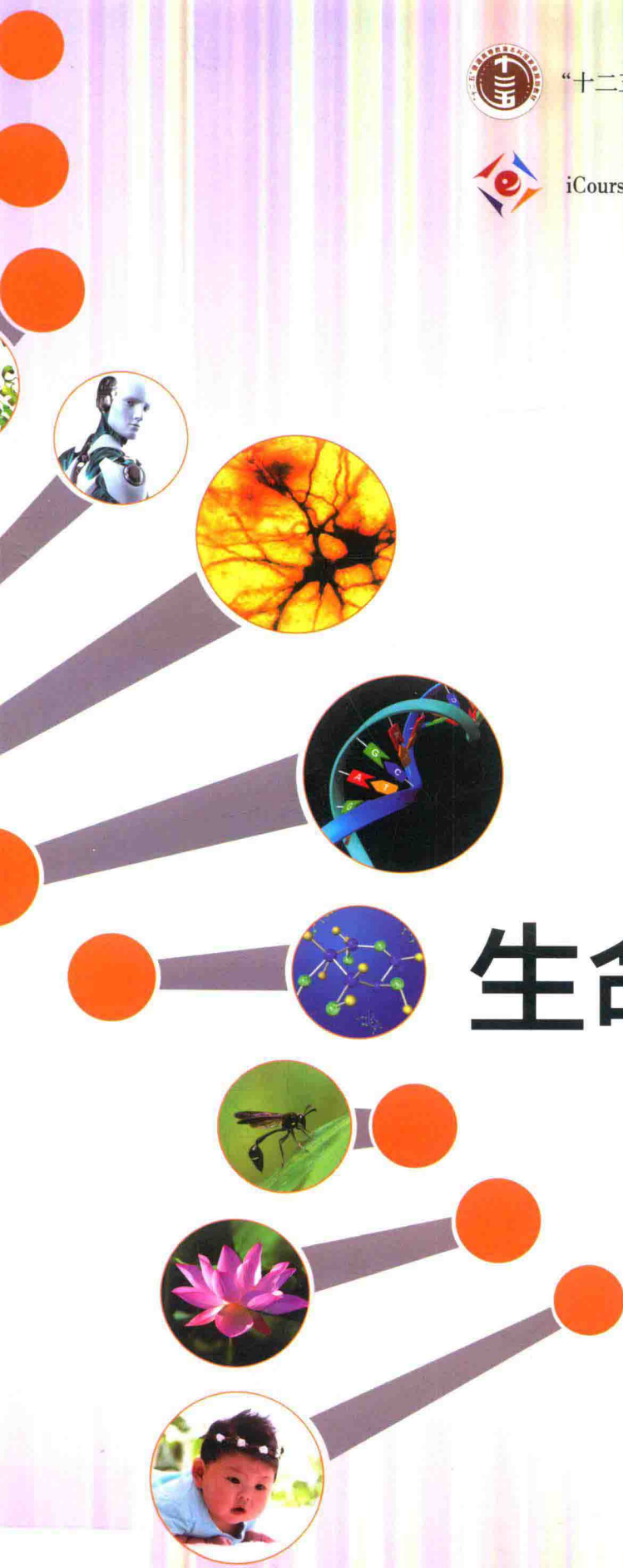




“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



iCourse · 教材



生命科学导论

(第3版)

主编 张惟杰

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



iCourse · 教材

生命科学导论

SHENGMING KEXUE DAOLUN

(第3版)

主编 张惟杰

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,供全国各类高校开设“生命科学导论”公共课或通识课使用。教材一方面紧紧把握生命科学半个世纪来发展的主脉——从分子水平理解生命,向读者介绍生物体的分子组成和新陈代谢,生物遗传和生物信息转导的机制;另一方面,力求回归生命科学研究的初衷——理解生命,珍惜生命,探索生物技术的广泛应用,寻求生态环境的和谐发展。

本书的编写力求简洁扼要,同时,把丰富的多媒体拓展资料编排于与书配套的数字课程网站(<http://abook.hep.com.cn/44563>)上,供有不同兴趣的读者选择阅读。

图书在版编目(CIP)数据

生命科学导论 / 张惟杰主编. --3 版. -- 北京: 高等教育出版社, 2016.2

ISBN 978-7-04-044563-3

I. ①生… II. ①张… III. ①生命科学-高等学校-教材
IV. ①Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 319122 号

策划编辑	王 莉	责任编辑	王 莉	封面设计	张 楠
责任绘图	郭力恒 赵晓媛	版式设计	张申申	责任印制	朱学忠

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京信彩瑞禾印刷厂		http://www.hepmall.com
开 本	889mm×1194mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	18	版 次	1999 年 9 月第 1 版
字 数	410 千字		2016 年 2 月第 3 版
购书热线	010-58581118	印 次	2016 年 2 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	49.00 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 44563-00

编写人员

主 编 张惟杰

编著者 (按姓氏笔画排序)

王长海	王 炜	史 影	刘曼西	孙莉芹
张小云	张惟杰	李思孟	沈铭贤	陈国平
陈 欣	林志新	姜乃澄	柳向龙	唐建军
徐晋麟	梁培基	阎云君	黄仕勇	傅承新
韩 伟	路慧丽			

数字课程 (基础版)

生命科学导论

(第3版)

主编 张惟杰

登录方法:

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/44563>, 点击页面右侧的“注册”。已注册的用户直接输入用户名和密码, 点击“进入课程”。
2. 点击页面右上方“充值”, 正确输入教材封底的明码和密码, 进行课程充值。
3. 已充值的数字课程会显示在“我的课程”列表中, 选择本课程并点击“进入课程”即可进行学习。

自充值之日起一年内为本数字课程的有效期
使用本数字课程如有任何问题
请发邮件至: lifescience@pub.hep.cn



生命科学导论 (第3版)

主编 张惟杰

用户名 密码 验证码 8280

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

本数字课程内容涵盖《生命科学导论》(第3版)各章丰富的多媒体拓展阅读资料和制作精美的教学课件, 为教师备课和学生拓展视野提供很好的参考。

高等教育出版社

<http://abook.hep.com.cn/44563>



前言

在我国的大学生教育中,通识课程的位置已经明确地树立起来。与之相应,“生命科学导论”作为一门重要的通识课,也已在全国各类高校中普遍地开设。本书是在全国各类高校中出现较早的一本《生命科学导论》教科书,至今已出到第3版了。本书每一版的出版和更替,都反映出编者对“生命科学导论”课程目标的认识在不断地修正和提高:作为通识课组合中重要成员的“生命科学导论”课,其主要目标应侧重于对大学生全面素质的培养。因此,这门课的主要目标,是让大学生对生命科学在社会发展和生活中的地位和意义有较为全面的把握,培育大学生关爱生命、关爱自然的素养,增强他们运用生命科学服务于社会发展的意识和潜力。与此相应,本教科书的内容,一方面反映出生命科学60多年来迅猛发展的过程,突出从分子水平认识生命、理解生命的主干线;另一方面更为重视生命科学与社会发展的联系,更为关注生命科学的学习对大学生全面素质培养的作用。

回顾半个多世纪生命科学的发展步伐,有两个大“脚印”显得很清晰:一是从分子水平来理解和描述生命个体的组成与发展,另一是从宏观和整体、从生态和生物多样性来观察和认识生物群体,及其与环境的矛盾统一与相互作用。这两个方面,也是支撑本书的两条“腿”,本书的主要内容围绕着这两个方面展开。

本书绪论由华中理工大学李思孟编写;第一章、第二章、第三章、第五章第四节、第六章第一节和第八章第一节由张惟杰编写;第二章中的“热点浅说:膜片钳”内容由上海交通大学黄仕勇、梁培基编写;第三章中有关“干细胞研究的进展和应用”的内容及其光盘中资料由上海交通大学韩伟、路慧丽编写;第四章由华中理工大学刘曼西编写;第五章第一节和第二节由上海交通大学徐晋麟编写;第五章第三节、第八章第二节和第三节由浙江大学史影编写;第六章第二节由浙江大学傅承新编写;第六章第三节由浙江大学姜乃澄编写;第六章第四节由上海交通大学王炜编写;第六章第五节由浙江大学陈欣、唐建军编写;第七章由浙江大学唐建军、陈欣编写;第八章第四节由复旦大学陈国平编写;第八章第五节由华中理工大学阎云君编写;第八章第六节由烟台大学王长海、孙莉芹编写;第八章第七节由上海交通大学柳向龙编写;第九章由上海社会科学院沈铭贤和上海交通大学林志新编写。

一本教科书的生命力在于，有越来越多的教师和学生使用它、爱护它、培植它。我们衷心希望得到使用这本教科书的老师和同学们所提出的宝贵意见和建议。可以写信，通过高等教育出版社转达；也可以直接发 E-mail 给编者：yrszhang@sjtu.edu.cn。

张惟杰 谨识

2015 年 9 月 21 日



目 录

绪 论 踏进生命科学的殿堂····· 1

- 第一节 什么是生命····· 1
 - 一、生命和非生命····· 1
 - 二、生命的特征····· 2
- 第二节 人类研究生命的不懈努力····· 3
 - 一、探索生命奥秘的起始····· 3
 - 二、细胞学说、进化论和经典遗传学····· 4
 - 三、生命科学的新纪元····· 5
 - 四、生命科学技术引出的伦理道德问题····· 7
- 第三节 生命科学研究方法····· 8
 - 一、生命科学研究特殊性····· 8
 - 二、观察和描述····· 8
 - 三、生物学实验····· 8

第一章 组成生物体的大、小分子····· 11

- 第一节 生物体的元素组成····· 11
 - 一、30多种元素组成生物体····· 11
 - 二、常量元素和微量元素····· 12
- 第二节 生物小分子····· 13
 - 一、水····· 13
 - 二、氨基酸····· 13
 - 三、单糖····· 16
 - 四、核苷酸····· 17
 - 五、脂质····· 19
 - 六、维生素····· 22
- 第三节 生物大分子····· 22
 - 一、蛋白质····· 22
 - 二、核酸····· 25

三、多糖····· 28

第二章 细胞的形态结构与新陈代谢····· 31

- 第一节 细胞的形态结构····· 31
 - 一、两类细胞——原核细胞和真核细胞····· 31
 - 二、生物膜····· 31
 - 三、原核细胞的形态结构····· 32
 - 四、真核细胞的形态结构····· 32
 - 五、细胞与细胞之间的联系结构····· 36
- 第二节 细胞的新陈代谢····· 37
 - 一、酶是生物催化剂····· 37
 - 二、细胞生命活动的能量来源····· 41
 - 三、物质如何进出细胞····· 48
 - 四、DNA、RNA 以及蛋白质的生物合成····· 50
 - 五、细胞内代谢途径的区室分布····· 55

第三章 细胞的分裂、分化、衰老、死亡与癌变····· 57

- 第一节 细胞分裂····· 57
 - 一、为什么细胞需要分裂····· 57
 - 二、细胞周期和染色体····· 58
 - 三、有丝分裂····· 59
 - 四、减数分裂····· 60
- 第二节 细胞分化····· 62
 - 一、个体发育通过细胞分化来实现····· 62
 - 二、细胞的分化发育潜能····· 63
 - 三、细胞分化中细胞质的重要作用····· 63

四、干细胞研究的进展和应用·····65	第五章 遗传与变异——生命特征的 延续与发展·····107
第三节 细胞的衰老和死亡·····66	第一节 生物体内掌控遗传的因子 ——基因·····107
一、个体衰老和细胞衰老·····66	一、孟德尔学说奠定了遗传学的 基础·····107
二、细胞死亡·····69	二、在染色体水平研究基因·····108
第四节 脱离正常轨道的细胞——癌细胞·····70	三、DNA 是遗传的分子基础·····112
一、癌细胞的主要特征·····71	四、基因的结构和基因的表达与 调控·····113
二、使正常细胞癌变的因子——致癌 因子·····72	第二节 基因的改变和生物的遗传变异·····118
三、致癌病毒、癌基因和抑癌基因·····74	一、基因突变·····118
四、战胜癌症的艰巨任务·····75	二、染色体畸变·····120
第四章 信息传递——生命的自我 调控·····77	三、DNA 重组·····123
第一节 细胞的信息传递·····77	第三节 基因工程·····126
一、细胞信号分子·····77	一、基因工程产生的理论基础和 技术基础·····126
二、细胞接受信号的两种方式·····77	二、限制性内切酶和基因工程 载体·····126
第二节 神经系统的信息传递·····79	三、基因工程的基本操作·····128
一、神经传导的工作流程·····79	四、基因工程的应用·····130
二、神经系统的组织结构·····81	第四节 基因组学·····133
三、神经信息的传递·····84	一、人类基因组计划·····134
四、探测有生命的大脑·····87	二、基因组学的进一步发展·····136
第三节 学习和记忆·····88	第六章 丰富多彩的生命世界·····139
一、学习与记忆的类型·····88	第一节 生物的分类·····139
二、对学习和记忆机制的探索·····89	一、生物分类的依据·····139
三、改善学习和记忆·····91	二、分类系统和分类等级·····141
第四节 激素系统的信息传递·····91	第二节 郁郁葱葱的植物世界·····143
一、激素的产生和激素平衡·····92	一、植物的生活史·····143
二、激素信息传递到达细胞后的 级联放大效应·····93	二、植物的结构·····144
三、昆虫信息素和生物防治·····95	三、植物的分类、系统发育与进化·····152
第五节 免疫系统的信息传递·····96	四、植物在自然界中的重要地位·····154
一、免疫类型·····96	第三节 灿烂多姿的动物世界·····155
二、免疫系统和免疫细胞·····97	一、主要动物类群的基本特征和 代表种类·····155
三、免疫应答·····98	
四、免疫学的实际应用·····101	
第六节 神经系统、激素系统和免疫系统 的协同作用·····104	

二、动物体的结构、功能及演化·····	156	一、天然生物材料·····	228
第四节 神奇的微生物王国·····	170	二、生物医用材料·····	230
一、微生物的基本特点和主要类群·····	170	三、仿生和组织工程材料·····	231
二、原核微生物·····	171	第三节 仿生学·····	232
三、真核微生物——真菌·····	179	一、仿生学——模仿生物的科学·····	232
四、非细胞型生物——病毒·····	181	二、仿生学的研究内容和研究方法·····	233
第五节 保护生物多样性的艰巨使命·····	186	三、仿生学在工程技术中的应用·····	235
一、生物多样性及其研究层次·····	186	第四节 生物传感器·····	240
二、生物多样性的生态经济功能·····	189	一、什么是生物传感器·····	240
三、中国的生物多样性现状·····	191	二、各种生物传感器及其应用·····	241
四、生物多样性的保护·····	194	三、生物传感器的发展趋势·····	245
第七章 生态与环境——生命世界的和谐生存·····	197	第五节 生物能源·····	245
第一节 生态系统及生态平衡·····	197	一、植物能源·····	245
一、生态系统的基本特征·····	197	二、生物气体燃料——沼气·····	246
二、生态系统的能量流动、物质循环和信息传递·····	199	三、微生物在能源开发中的应用·····	248
三、生态系统中生物的生产力·····	208	第六节 海洋生物工程·····	250
四、生态平衡及调控·····	209	一、海洋生物资源·····	250
第二节 人类活动对环境与生态的影响·····	211	二、海洋生物工程·····	251
一、人类与环境的对立统一关系·····	211	第七节 发酵工程·····	255
二、人类活动对环境的影响·····	212	一、发酵的概念·····	255
三、人类活动对生态系统的影响·····	218	二、发酵机制·····	257
第三节 改变观念，采取行动，保护生态与环境·····	220	三、发酵工艺·····	259
一、保护生态与环境从改变观念起步·····	220	第九章 生物技术的发展 and 生命伦理学·····	263
二、保护生态与环境需要不懈的协调的努力·····	220	第一节 什么是生命伦理学·····	263
第八章 生命科学成为技术创新的源泉·····	225	一、生命伦理学的学科界定·····	263
第一节 生物技术——21 世纪的高新科技与支柱产业·····	225	二、生命伦理学的兴起·····	263
一、生物技术的发展历程·····	225	第二节 生命伦理学的实质和基本原则·····	264
二、生物技术对社会经济与发展的巨大影响·····	226	一、生命伦理学的核心精神·····	264
第二节 生物材料·····	228	二、生命伦理学的基本原则·····	265
		第三节 生命伦理学的研究内容·····	267
		一、生命伦理学研究的若干热点问题·····	267
		二、生命伦理学研究中的文化差异和利益冲突·····	267
		三、努力学习和推动生命伦理学·····	267
		索 引·····	269



简 明 目 录

绪 论	踏进生命科学的殿堂	1
第一章	组成生物体的大、小分子	11
第二章	细胞的形态结构与新陈代谢	31
第三章	细胞的分裂、分化、衰老、死亡与癌变	57
第四章	信息传递——生命的自我调控	77
第五章	遗传与变异——生命特征的延续与发展	107
第六章	丰富多彩的生命世界	139
第七章	生态与环境——生命世界的和谐生存	197
第八章	生命科学成为技术创新的源泉	225
第九章	生物技术的发展 and 生命伦理学	263



第一节 什么是生命

一、生命和非生命

生物学亦称生命科学、生物科学，是研究生命的科学。

生命 (life) 是什么？或者说，生命物体与非生命物体的本质区别是什么？这个生命科学最基本的问题，看似简单，但至今未有一个普遍接受的定义。依照人们的常识，很容易区别出岩石、铁等没有生命，花、草、鸟、兽等是有生命的。但是真要概括出“生命”与“非生命”的本质区别，或是简要说出生命或生物都应具备哪些特征，而非生命或非生物则不具备这些特征，进而用最为简洁的词句为生命下个定义，却又不是那么容易。

虽然人类对生命规律和生命本质的探索早已开始，但是“生命”作为一个科学概念提出来是在 19 世纪初，与“生物学” (biology) 作为一个学科出现差不多同步。那时人们已经认识到动物与植物具有某些共同的基本性质，它们都是“生物”，它们都有“生命”。人们想用“生命”概念把生物与非生物区别开来，想用“生物学”代表一个与原有的动物学和植物学不同的、以研究生命的共同特征和生物共同的发展规律为目标的新研究领域。

虽然，给出简短的生命定义比较困难，但是对生命与非生命之间的界线和关系的哲学思考，持续地吸引着人们的关注。19 世纪的著名生物学家多是从“活力论” (vitalism) 观点认识生命，认为生物体具有与物理化学过程不同的生命力，即活力。居维叶 (G. Cuvier, 1769—1832) 和李比希 (J. von Liebig, 1803—1873) 等人把生命理解为对物理和化学力的对抗；物理和化学力作用的结果是破坏性的，而生命的作用在于形成和维护有机体的结构与功能。

与活力论观点相对立的是“机械论” (mechanistic view) 或“还原论” (reductionism) 观点，认为生命问题说到底是物理和化学问题，一切生命现象归根结底都可以用物理和化学定律做出解释，生物体内没有什么与物理化学力不同的神秘的生命力。在 19 世纪中有路德维希 (C. Ludwig, 1816—1895)、赫姆霍兹 (H. von Helmholtz, 1821—1894)

等人阐述这种观点,进入20世纪后,这种观点的影响增大,促进了生物学向分子水平的进步,分子生物学的发展反过来又进一步加强了生物学上的还原论观点,如今它在生物学界,尤其是分子生物学界占据着主导地位。

近来,科学界已很少有人相信生物体具有神秘的活力,比较有影响的是从“系统论”的观点反对还原论,认为生物体是不同于物理化学系统,是高级的、非常复杂的生命系统,把它还原为简单的物理化学系统以后,它所具有的一些特别的性质与功能会失去。

二、生命的特征

虽然我们还难以给生命下确切定义,但是在认识生命与非生命物质的根本区别,探索生命的特征过程中,以下几点得到大多数生物学家的认同。

(一) 生长

生长(growth)是生物普遍具有的一种特征。一棵幼苗可以长成一棵大树,一头小象可以长成一头大象。虽然,食盐晶体、冬天的冰柱、岩洞中垂下的石笋等无生命物体也会长大,但它们的长大是在表面附加同类物质,而生物体是由内部长大,其“材料”也不是环境供给的现成物质,而是经生物自身吸收改造后形成的物质。

(二) 繁殖和遗传

生命靠繁殖(reproduction)得以延续。每个生物体都是其亲本生命的延续,生命个体不断死亡,但具有上代特征的生命一直在延续着。上代特征在下代的重现,通常称为遗传。

(三) 细胞

生物体都以细胞(cell)为其基本结构单位和基本功能单位。生物的生长发育的基础,就在于细胞生长分裂与分化。生物的病变,实际上也就是它的细胞机能失常。生物体死亡,伴随着细胞结构的瓦解,细胞功能的消失。

(四) 新陈代谢

细胞或生物体每时每刻都在进行新陈代谢(metabolism),这是生命又一个基本特征。新陈代谢,简称“代谢”,是生物体内维持生命活动的各种化学变化的总称,包括同化和异化两个方面。生物体是一个开放的系统,同周围环境不断地在进行物质和能量交换。它把吸收的养分转化成自身的成分和能量贮备,这是同化过程;同时它也在不断地分解体内的物质以获取能量,并向环境排出废物及散发能量,这是异化过程。新陈代谢是在高度自动、非常精细的调节(regulation)控制下进行的。新陈代谢失调会引发疾病,新陈代谢停止则意味着个体生命终止和行将解体。

(五) 应激性

生命的另一重要特征是应激性(irritability),也就是能对由环境变化引起的刺激,做出相应的反应。绿色植物的枝叶向着阳光生长,人手碰到烫的东西马上缩回来,诸如此类现象都是生物应激性的表现。一个生物体的应激性一旦完全丧失,它的生命也就难以维持了。

根据上述生命特征,一般说来我们可以判定某物是否有生命。

但是,病毒的发现又对此提出挑战。病毒没有细胞结构,它在侵入宿主细胞之前不能繁殖,更谈不上新陈代谢活动,却可以像无机盐一样结晶。生命的许多基本特征

它都不具有。但是它的身体构成中有最基本的两种生命大分子——蛋白质和核酸，一旦它侵入宿主细胞以后，能借助宿主细胞的一套生命系统复制自己，大量繁殖出具有相同遗传特征的后代，这又表现出了生命的特点。现在，一般认为病毒应属于生命世界的一个特殊类群。将病毒纳入生命世界，并不影响对前述几个生命特征的认同。说到底，病毒必须进入（宿主）细胞，才能表现各项生命特征。病毒的存在恰恰告诉我们，生命物体与非生命物体之间并没有绝对界限，除了“非此即彼”，还有“亦此亦彼”。

第二节 人类研究生命的不懈努力

一、探索生命奥秘的起始

生物学与人的生存及生产生活有密切关系，医学和农业实践是生物学知识的源泉。从原始人会辨识什么可食、什么不可食的时候起，生物学知识的积累就开始了。“神农尝百草，一日而遇七十毒”的传说，反映了古人对生物形态和特征的认识过程。

亚里士多德（Aristotle，公元前384—前322）把哲学思辨与生物研究结合起来。他研究了500多种动物，并亲自解剖过50多种动物，写下了《动物志》《动物的运动》《动物的繁殖》等著作。亚里士多德创立了“种”和“属”的概念，提出以生殖方式作为动物分类的主要依据，并认为需要综合多种特征才能正确确定动物之间的分类关系。他的这些思想和做法深刻影响了以后的分类学，尽管他自己尚未明确创立一个生物分类体系。亚里士多德给出了生物等级观念。对亚里士多德所说的高等低等生物之间的关系进行研究，是进化思想的来源之一，尽管亚里士多德本人尚未明确提出进化论思想。

在研究了亚里士多德关于生殖问题的论述后，分子生物学奠基人之一德尔布吕克（M. Delbrück，1906—1981）认为，亚里士多德两千多年前就预见到遗传学的最基本概念——由DNA分子携带的基因。

经历了中世纪黑暗和停滞，哥白尼（N. Copernicus，1473—1543）的《天体运行论》（*De Revolutionibus Orbium Coelestium*）和维萨里（A. Vesalius，1514—1564）在人体解剖的基础上写出的《人体构造》（*De Humani Corporis Fabrica*）吹响了革命的号角，这两部书同在1543年出版。

医学化学的奠基人是巴拉赛尔苏斯（Paracelsus，1493—1541），他是一个很复杂的人物，既是炼金术士、占星术士，也是医生、科学家。他认为所有使物质性质发生化学变化的过程都是炼金过程，这种说法，实质上是把化学现象统一起来了。把这种观点运用于生理学，他是把生理过程作为化学过程研究的开创者，也是医药化学的开创者。

英国农家子弟出身、在意大利帕多瓦大学获医学博士学位的哈维（W. Harvey，1578—1657），在1628年出版的《心血运动论》（*An Anatomical Disquisition on the Motion of the Heart and Blood in Animals*）一书中，完整地阐述了血液循环理论。哈维不只是做出了一项重要发现，而且把定量实验方法引入生理学研究。他不使用任何超出实证范围之外的概念和假设（如灵魂），让生理学完全建立在实证基础上。生理学从此进入新时代，所以，他被称为“近代生理学之父”。

进入18世纪以后,对消化作用的化学研究逐渐发展起来。到了1833年,博蒙特(W. Beaumont, 1785—1853)利用患者马丁(A. St Martin)的胃痿研究胃液的作用,才得到了比较详细准确的结果。博蒙特的研究标志着消化生理的长足进展。

中国古代生物学成就,主要是反映在本草著作和农学著作中。《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》、《尔雅注》等儒家经典,谭峭《化书》等道教书籍,有一定的生物学价值。李时珍的《本草纲目》,是中国古代生物学成就的集中代表。这部著作收载药物1 892种,分为16部60类。其中讲到植物大约1 200种,分为5部29类,其分类水平与当时的欧洲不相上下。动物按虫、鳞(鱼类)、介(爬行类)、禽、兽、人的顺序由低等到高等依次排列,分类方式及等级顺序与现代认识基本一致。清代吴其浚的《植物名实图考》,收载植物1 714种,种类多且有向纯粹植物学研究转变的趋势,可以认为是中国自身产生的近代植物学的萌芽。

二、细胞学说、进化论和经典遗传学

19世纪是科学上实现大综合的时代,物理学上的能量守恒和转化定律,化学上的元素周期律,都起到了综合作用。在生物学上,则有了细胞学说和进化论。与此同时,孟德尔提出的经典遗传学,奠定了人们认识遗传规律的基础。

胡克(R. Hooke, 1635—1703)1665年在《显微图谱》(Micrographia)一书中首先使用“细胞”(cell)这一概念,他指的是在软木片中观察到的由细胞壁围起来的已经失去生命的空腔。后来才知道,细胞壁内的小泡囊才是动植物细胞的重要部分。1838年和1839年,施旺和施莱登分别提出,细胞是生物体的基本结构单位,由此逐渐形成细胞学说。

物种起源问题在达尔文(C. R. Darwin, 1809—1882)之前也已有很多人探讨。第一个科学地研究物种起源问题的人是布丰(C. de Buffon, 1707—1788),他以很多事实说明了自地球历史开始以来物种曾经发生变化,然而他并没有明确提出进化论,他依然认为“现在的所有物种都是上帝亲自创造的”。第一个系统提出进化论思想的是拉马克(J. B. de Lamarck, 1744—1829),古生物学的发展为他提供了重要依据,他以“用进废退”和“获得性遗传”解释动物怎样从原始形态进化到现在的形态。达尔文与华莱士(A. R. Wallace, 1823—1913)则主要是从对现有生物和化石资料的考察产生出了进化论思想,他们用“生存斗争”和“自然选择”解释物种起源。

孟德尔(G. Mendel, 1822—1884)的豌豆杂交实验,为遗传学的发展奠定了科学基础。在孟德尔之前也曾有很多人进行植物杂交实验,例如克尔罗伊特(J. Koelreuter, 1733—1806)曾用138个种进行了500次以上杂交实验,研究了1 000种以上植物花粉粒的特征,发展出了人工去雄、人工授粉、套袋等一整套的植物杂交实验方法,并且已经发现,杂种第一代性状比较统一,而第二代则多样化。孟德尔的实验,较之前人有以下显著特点:①他把许多遗传性状分别开来独立研究。②他进行了连续多代的定量统计分析。③他应用了假设—推理—验证的科学研究方法。由伽利略、牛顿等形成的一套科学研究方法,从孟德尔开始体现于遗传学中。孟德尔提出的遗传因子、显性隐性等概念和分离定律、自由组合定律,成为经典遗传学的基本概念和基本定律。

当时学术界未能马上理解孟德尔杂交实验的意义,直到1900年孟德尔定律被重新发现之后,遗传学才得以迅速发展。接着,摩尔根(T. H. Morgan, 1866—1945)做出

了重大贡献。他以果蝇为研究材料,发现了伴性遗传规律、连锁与交换定律,确认基因存在于染色体上,提出了系统的染色体遗传学说。

经典遗传学起初主要是研究人为的动植物杂交,后来对自然交配群体的遗传问题也给以关注,发展出群体遗传学,并协调了进化论与遗传学的关系,使两者由对立走向统一。

三、生命科学的新纪元

1. 分子生物学的诞生和发展

生物学从研究个体到研究器官与组织,再到研究细胞,再到研究生物大分子,这是向微观方向的逐步深入。20 世纪下半叶,生物学进入分子生物学时代。它研究生物大分子物质(主要是蛋白质和核酸)的结构、性质与功能,从分子水平上阐述生命现象。

分子生物学的诞生被称为生物学革命。它不但是研究对象微观化,而且把物理学和化学的最新概念、定律及仪器运用于生命问题研究,这一切都与传统的生物学有根本不同。正因为如此,最早的分子生物学家大都具有物理或化学的学术背景。

分子生物学的诞生是生物化学、遗传学、细胞学、微生物学等学科发展的汇合结果。按研究路线的不同,有 3 个学派对分子生物学诞生有重要贡献,它们是结构学派、生化学派与信息学派。结构学派着重研究生命大分子的三维结构,布拉格父子(W. H. Bragg, 1862—1942; W. L. Bragg, 1890—1970) 1912 年前后发展起来的 X 射线衍射技术(X ray diffraction method)是其主要技术手段。1938 年,阿斯特伯里(W. T. Astbury, 1898—1961)开始将其应用于分析纤维状 DNA 的结构,有人说这是分子生物学的开端。阿斯特伯里也是第一个称自己为“分子生物学家”的人。生化学派着重从化学角度研究生命,包括生命物质的分子结构和相互作用、生命物质的代谢过程等。信息学派主要研究遗传信息如何携带与传递,证明 DNA 是遗传信息携带者是这个学派的重要贡献。1953 年沃森(J. D. Watson, 1928—)和克里克(F. H. C. Crick, 1916—2004)提出 DNA 分子的双螺旋结构模型,则是这 3 个学派研究成果的综合,是分子生物学诞生的标志。在这之后,分子生物学发展速度惊人,20 世纪 60 年代提出了遗传信息传递的“中心法则”,发现了起调控作用的操纵基因(operator gene),到 70 年代初已经破译了所有的遗传密码,能测定核酸的一级结构,基因工程获得成功,成为继信息技术之后又一影响深远的新技术。

分子生物学是生物学向微观方向的发展,生态学则是生物学向宏观方向的发展。在新的科学技术条件下,其他传统的生物学各分支学科,也改变了面貌。无论是在理论上还是在应用上,生命科学都在迅猛发展。

2. 生命科学可望成为 21 世纪的带头学科

在科学发展的历史上,各门学科并非齐头并进,常是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发挥重要影响,称之为带头学科。一般认为,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。21 世纪的带头学科是什么?很多人看好生命科学。

自然界物质运动的形式,按照从简单到复杂的顺序排列,主要有机械运动、物理运动、化学运动、生命运动。机械运动最简单,从研究机械运动起始的力学,最早得以走向成熟,成为近代科学的带头学科。原子结构理论、相对论和量子理论引发了现

代科学革命,使得物理学走在最前面,成为带头学科。在对非生命物质的研究已经取得成果基础上,进军最复杂的生命运动,已是科学发展之必然。20 世纪下半叶以来,生命科学文献在科学文献中所占的比例、从事生命科学研究的科学家在自然科学家中所占的比例都在迅速增长,就正是这种趋势的反映。

生命系统是地球上(也许是整个宇宙中)最复杂的物质系统,是从非生命系统经过几十亿年进化才产生出的结果。在非生命系统中起作用的规则和原理,也都包含在生命系统之中,但生命系统还有它特有的、进化出生命之后才表现出的规则和原理。现代科学技术的发展对生命科学发展起了重要作用,生命科学的发展也将对整体科学技术的进一步发展产生重要影响。海洋科学、空间科学、能源科学、材料科学等当代新兴科学技术,也无一不与生命科学相关。

同时,生命科学研究正在进入精神世界,在严格科学实验基础上研究人脑的活动,包括思维、情感等。神经科学、心理学、语言学、哲学和计算机科学交叉起来形成了一门新的认知科学。生命科学的发展不但会促进自然科学的发展,而且会促进自然科学与人文社会科学的汇合。随着人们保健意识的增强,社会越来越关注生物学的发展。

3. 生命科学与社会可持续发展

人类社会的发展,在取得极大成就的同时,也引发了许多严重问题。环境污染、资源枯竭等全球性问题困扰着人类,可持续发展已成为全球的呼声,给科技发展提出了更高的要求。在这种大背景下,人们对生命科学寄予很大希望。

(1) 生命科学与农业可持续发展

农业的首要任务是解决粮食短缺问题。世界人口在增加,粮食需求量增大,而耕地面积却在减少,因而必须依靠培育优良品种,大幅度提高单产。过去几十年中是靠传统的杂交育种,在 21 世纪,基因工程将在育种中发挥重要作用。

人不但要求吃饱,还要求吃好,食品要更加符合营养要求。应用基因工程可以改善粮食和畜牧产品品质,譬如增加谷物中蛋白质的含量,使家畜家禽的蛋白质成分与人的需要更接近等。

要实现农业可持续发展,必须克服农业化学化带来的恶果。化肥与农药的大量使用虽然提高了农作物产量,但是消耗了大量能源与资源,还造成严重的环境污染。固氮基因工程研究已有不少进展,如若成功,农作物将降低对氮肥的依赖。通过基因工程培育抗病虫害的农作物新品种,实行生物防治,将降低对农药的依赖。

(2) 生命科学与能源问题的可持续发展

煤与石油资源的枯竭已为期不远。利用核能、太阳能以及其他可再生能源,解决能源问题,成为愈益迫切的课题。在解决能源问题方面,人们对生物技术寄予厚望。用农副产品发酵生产乙醇(酒精),代替汽油作燃料,现在已进入实用阶段。培育含油量高的植物,生产燃料用油,这种研究也已有进展。更具吸引力的研究课题是:研究光合作用机制及有关酶的结构,人工模拟光合作用,利用太阳能分解水得到氢燃料,这样就有了用之不竭的可再生能源。

(3) 生命科学与人的健康长寿

人类医学在 20 世纪取得了长足的进步,人均期待寿命大为延长。但是,一方面,一些代谢性和器质性疾病对人类健康的威胁增加,另一方面,许多新的更为凶猛的传染病陆续出现,例如,艾滋病、SARS 和禽流感。可见,朝着健康长寿的目标,还是任