

SHENGMING
KEXUEDAOLUN
SHENGMING
KEXUEDAOLUN

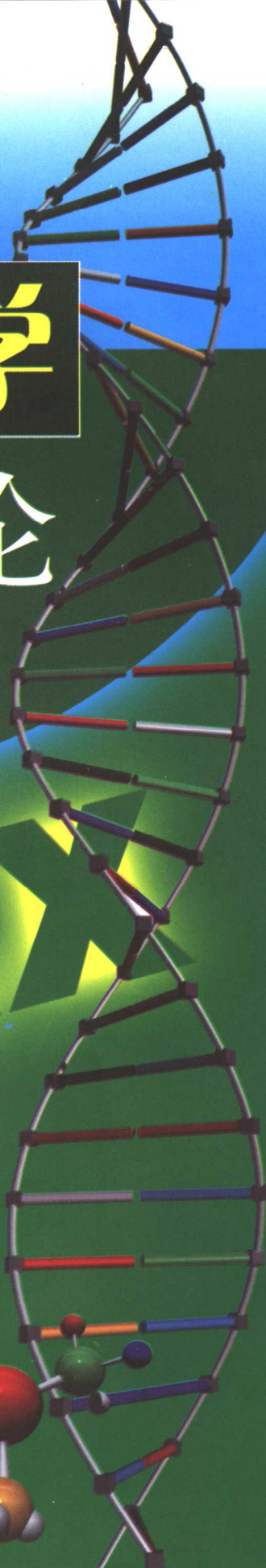
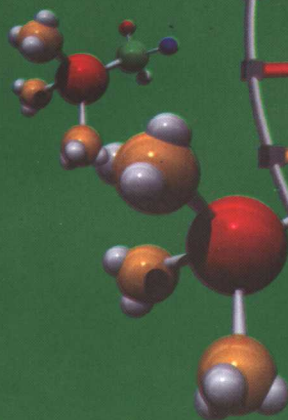
生命科学

导论

● 马丹丹 主编

SMK

辽宁大学出版社

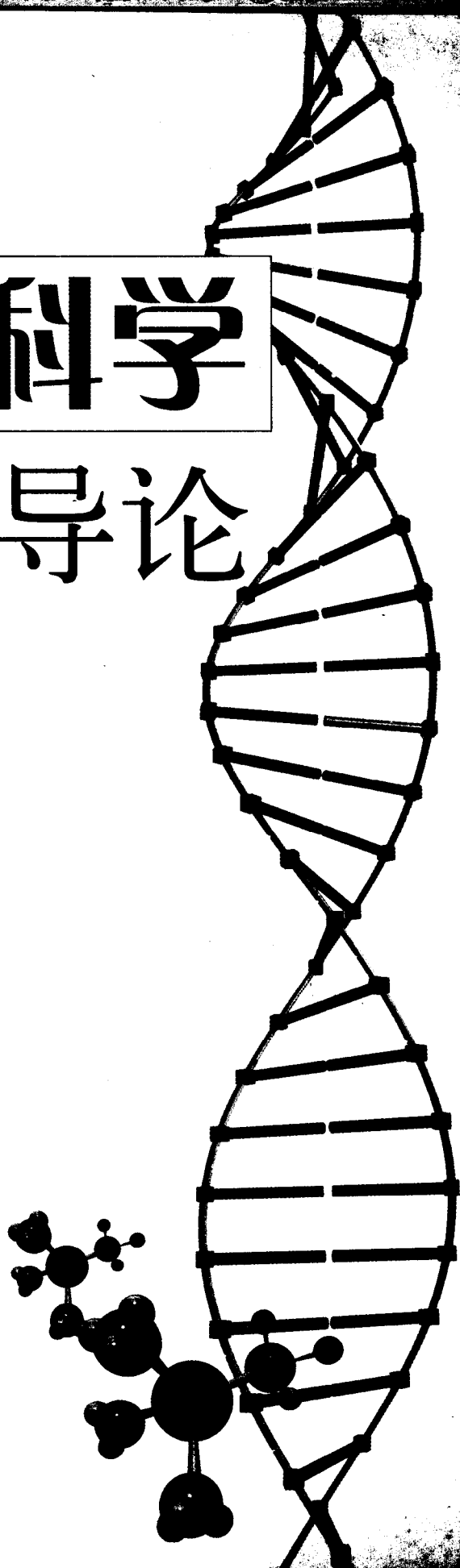


生命科学

导论

● 马丹丹 主编

辽宁大学出版社



© 马丹丹 2006

图书在版编目 (CIP) 数据

生命科学导论/马丹丹主编. —沈阳: 辽宁大学出版社, 2006.3

ISBN 7-5610-5033-X

I. 生... II. 马... 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 (2006) 第 012241 号

出 版 者: 辽宁大学出版社

(地址: 沈阳市皇姑区崇山中路 66 号 邮政编码: 110036)

印 刷 者: 辽宁工程技术大学印刷厂

发 行 者: 辽宁大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 14.25

字 数: 350 千字

印 数: 1~1 000

出版时间: 2006 年 3 月第 1 版

印刷时间: 2006 年 3 月第 1 次印刷

责任编辑: 刘 葵

封面设计: 邹本忠

版式设计: 马永政

责任校对: 齐 月

定 价: 29.80 元

联系电话: 024-86864613

Email: mailer@lnupress.com.cn

邮购热线: 024-86851850

<http://www.lnupress.com.cn>

编 委 会

主 编	马丹丹				
副主编	朱宏飞	刘 莹			
编 委	马丹丹	朱宏飞	刘 莹	李 娜	
	刘 民	王海英	毛永强	杜国庆	

内 容 提 要

《生命科学导论》是立足于工科院校非生物学类专业学生使用的公共课教材。全书共分十章，分别是绪论、生命的物质基础、生命的结构基础——细胞、遗传与变异、生命的自我调控、生命的起源与进化、多姿多彩的生命世界、生命与环境、现代生物技术的发展与社会伦理和生命科学与社会发展，分别从不同角度对生命科学进行全面、系统的介绍，体现了知识的系统性、科学性和新颖性。

前 言

生命科学是研究生命活动现象、规律及其本质的科学。生命科学从产生至今,不管在宏观还是微观水平上均取得了巨大的进步,尤其是近年来分子生物学的出现,使生命科学发展尤为迅猛,不仅在探索生命现象方面成果显著,而且与工程的结合更加紧密。由于现代生物工程的出现,基因工程产品以及体细胞克隆技术等出现,又出现了许多生物伦理学的问题,引起了全人类社会的普遍关注。可以预测,在未来的世纪,它必将取得更加辉煌的成就,21世纪已经成为生命科学的世纪。时代的发展使人们越来越清楚地意识到,现代生物学知识应是新世纪高素质、有创新精神的复合型人才知识结构中的重要组成部分。了解和学习生命科学的有关知识、发展现状和趋势、当今社会面临的各种生命科学问题以及随之而来的社会各界反应强烈的生物学伦理问题,不仅对于生物学及其相关专业的学生来说极为重要,而且对非生物专业的学生来说也显得非常必要。随着20世纪90年代中期以来我国高等教育教学改革的不断深入,高校非生物学类专业学生学习生物学类课程已成为必然的趋势。至今,全国已有40余所高校为非生物专业学生相继开设了生命科学或普通生物学课程,并将其作为公共必选课程;而没有开此课程的学校也正在积极筹备开设此课程。

为了培养21世纪新型人才,鉴于一些高等院校公共基础课教学改革的迫切需要,结合当前生命学科和相关工程学科的发展现状及趋势,并考虑到非生物专业学生的知识基础,我们在多年教学实践、参阅中外文献、尽量采用较为通俗的语言表达的基础上编写成了本书,特地献给非生物专业的新世纪大学生。在本书编写中,我们力求在形式上做到文字通俗,叙述准确,编排新颖,内容上能反映生命科学的全貌和最新进展,反映生命科学与其他学科之间的交叉和联系。

考虑到高等院校公共基础课教学时数,全书共分十章,分别是绪论、生命的物质基础、生命的结构基础——细胞、生物的遗传、生命的自我调控、生命的起源与进化、多姿多彩的生命世界、生命与环境、现代生物技术的发展与社会伦理和生命科学与社会发展,分别从不同角度对生命科学进行全面、系统的介绍,体现了知识的系统性、科学性和新颖性。

本书是辽宁工程技术大学基础科学部十多位中青年教师集体编写而成。他们长期在教学和科学研究第一线工作,有丰富的教学实践经验。马丹丹编写第四、五、六章;朱宏飞编写第七、八章;李娜编写第十章(第一、二、三、五节);刘莹编写绪论和第三章(第一、三、四、七、八节);杜国庆编写第三章(第五、六节);王海英编写第九章;刘民编写第三章(第二节)、第十章(第四节);毛永强编写第二章。编者希望通过这些知识的介绍,能给读

者一个较为完整的生命科学知识轮廓。

生命科学是研究物质高级运动形式的一门综合性学科，体系庞大、知识浩瀚，它所涉及的知识十分广泛，各学科的进展也非常迅速。受笔者经验和学识所限，本书在选材和编著中难免有不妥与谬误，恳请各位同行和读者批评、指正，提出宝贵意见，以利修改完善。

编 者

2006 年 1 月 31 日

目 录

第一章 绪 论	1
一、生命的特征	1
二、生命的定义	2
三、生命科学的发展	2
四、生命科学研究方法	5
五、生命科学的学科分类和研究热点	6
六、现代生命科学是 21 世纪的带头学科	9
第二章 生命的物质基础	12
第一节 生命的元素组成	12
一、生命的元素组成	12
二、生物大分子的碳链骨架	13
第二节 生命的分子组成	13
一、水和无机盐	13
二、糖类	14
三、脂类	18
四、蛋白质	20
五、核酸	23
六、维生素	28
第三章 细胞——生命活动的基本单位	33
第一节 细胞的形状、大小和数目	34
第二节 细胞的化学成分	35
一、水与无机盐	35
二、细胞的有机分子	36
三、酶与生物催化剂	38
第三节 细胞分类	38
一、细菌	39
二、支原体	43

三、衣原体和立克次氏体	43
四、蓝藻	44
五、古细菌	44
六、细胞结构与生物系统	45
第四节 真核细胞结构	46
一、质膜	47
二、细胞核	48
三、细胞质	50
四、细胞壁	53
第五节 非细胞形态的生物——病毒与蛋白质感染因子	53
一、病毒的形态和结构	54
二、类病毒	54
三、病毒的进化地位	55
四、蛋白质感染因子	55
第六节 生命活动的过程	57
一、物质出入细胞的形式	57
二、细胞间的连接	58
三、细胞周期	58
第七节 细胞分化、凋亡与癌变	60
一、细胞分化	60
二、细胞凋亡	61
三、细胞癌变	62
第八节 细胞工程概述	64
一、细胞工程	64
二、细胞工程发展过程简介	65
三、细胞工程的基本技术	66
第四章 遗传与变异	74
第一节 遗传学基本概念	74
第二节 遗传的基本规律	75
一、分离定律	75
二、自由组合定律	76
三、基因的连锁与互换定律	77
第三节 遗传的分子基础	78
一、DNA 复制	79
二、RNA 转录和遗传密码的发现	80

三、中心法则	81
四、基因概念的发展	83
第四节 遗传物质的改变	83
一、染色体的畸变	84
二、基因突变	84
第五节 遗传病与基因治疗	85
一、遗传因素在疾病发生中的作用	85
二、遗传病	86
三、伴性遗传病	86
四、基因治疗	88
五、人类基因组计划	90
第六节 优生学	90
第七节 基因工程	92
一、基因工程的基本操作	92
二、基因工程的应用	94
第五章 生命的自我调控	96
第一节 细胞信号转导	96
一、细胞信号的主要种类	96
二、人体激素	97
三、信号受体和信息的传递	97
第二节 神经系统的信息传递	99
一、神经系统基本组成	99
二、神经冲动及其传导	103
三、大脑信息处理	103
第三节 生物体的免疫系统	106
一、固有性免疫和获得性免疫	106
二、免疫系统的构成	106
三、抗原与抗体	109
四、免疫应答	110
五、免疫性疾病	112
第六章 生命的起源与进化	115
第一节 生命的起源	115
一、对生命起源的早期认识	115
二、生命的起源	116
第二节 地球生命史	118

一、单细胞生物的繁衍和早期生态系统的建立·····	119
二、多细胞生物的出现·····	119
三、多细胞出现后的生物演进·····	119
四、人类的起源·····	120
五、适应和进化形式·····	121
第三节 进化理论及其发展·····	122
一、拉马克与进化论·····	122
二、达尔文与进化论·····	123
三、综合进化论·····	123
四、分子进化中性学说·····	124
五、演变式进化和跳跃式进化·····	124
六、物种绝灭和灾变·····	125
第七章 多姿多彩的生命·····	126
第一节 生物多样性·····	126
一、生物多样性·····	126
二、保护生物多样性的意义·····	127
第二节 生物分类概述·····	127
一、分类系统·····	127
二、分类等级·····	128
三、物种的概念及其命名法·····	129
四、生物的分界·····	129
第三节 生物类群·····	130
一、病毒·····	130
二、细菌界·····	131
三、蓝藻界·····	133
四、真菌界·····	134
五、植物界·····	136
六、动物界·····	142
第八章 生命与环境·····	153
第一节 生物体与环境的相互作用·····	153
一、生物圈·····	153
二、环境与生态因子·····	153
三、各非生物因子对生物的影响·····	155
四、生物之间的关系·····	158
第二节 种群生态·····	159

一、种群的概念和特征	159
二、种群数量动态	160
第三节 群落生态	163
一、生物群落的概念	163
二、群落的基本特征	163
三、群落的垂直结构	163
四、地球上群落的主要类型	164
五、群落的演替	167
第四节 生态系统	168
一、生态系统的概念	168
二、生态系统的成分	168
三、生态系统的营养结构	169
四、生态系统的功能	170
五、生态系统的自我调节	172
第五节 人与环境	173
一、人类活动对环境的破坏	173
二、环境保护	176
第九章 生物技术的发展与社会伦理	178
第一节 发展中的生物技术提出的一些社会伦理问题	178
一、克隆技术是否是人类社会的隐忧	178
二、人类基因组计划是否威胁个人隐私	179
三、转基因作物的推广是否会引起生态灾难	179
第二节 现有的生物技术如何面对伦理与社会问题	180
一、器官移植	180
二、试管婴儿	181
第十章 生命科学与社会发展	182
第一节 生物技术——21 世纪的高新科技与支柱产业	182
一、生物技术概述	182
二、生物技术对社会经济与发展的巨大影响	183
第二节 生命基石——生物材料	187
一、天然生物材料	188
二、生物医用材料	190
三、组织工程材料	192
四、仿生智能材料	193
第三节 仿生学	193

一、何谓仿生学	194
二、仿生学的研究内容	195
三、仿生学在工程技术中的应用	196
第四节 生物能源	200
一、植物“石油”	200
二、未来的燃料替代品——乙醇	201
三、优质燃料——沼气	203
四、清洁的生物能源——氢气	205
第五节 生物传感器	206
一、生物传感器的发展简史	206
二、生物传感器的组成、工作原理以及配基的固定	207
三、生物传感器的分类	208
四、生物传感器的特点	208
五、各种生物传感器及其应用	208
六、生物传感器的发展前景	211
参考文献	213

第一章 绪 论

生命科学 (Bioscience) 又称生物学 (biology), 是研究生物体的生命现象和生命活动规律的科学, 是自然科学中的基础学科之一。

地球上生物体种类繁多, 它包括了植物、动物、微生物和人类。虽然它们具有不同的形态结构、生理功能、生活方式, 但它们都是由细胞作为统一的基本结构单位。

一、生命的特征

生物种类非常多, 数量非常巨大, 生命现象十分错综复杂, 当我们观察不同的生物, 可以从错综复杂的生命现象中提出生物的一些共性, 即生命的属性, 我们就会注意到所有的生物都有如下的特征:

(1) 化学成分的统一性

从元素成分看, 都是由 C、H、O、N、P、S、Ca 等元素构成的; 从分子成分来看, 生命体中有蛋白质、核酸、脂肪、糖类、维生素等多种有机分子。其中蛋白质都是由 20 种氨基酸组成; 核酸主要由 4 种核苷酸组成; ATP (三磷酸腺苷) 为贮能分子。

(2) 严整有序的结构

生命的基本单位是细胞, 细胞内的各结构单元 (细胞器) 都有特定的结构和功能。生物界是一个多层次的有序结构。在细胞这一层次之上还有组织、器官、系统、个体、种群、群落、生态系统等层次。每一个层次中的各个结构单元, 如器官系统中的各器官、各器官中的各种组织, 都有它们各自特定的功能和结构, 它们的协调活动构成了复杂的生命系统。各种生物编制基因程序的遗传密码是统一的, 都遵循 DNA—RNA—Protein 的中心法则。

(3) 新陈代谢

生物体不断地吸收外界的物质, 这些物质在生物体内发生一系列变化, 最后成为代谢过程的最终产物而被排出体外。

合成作用 (anabolism): 从外界摄取物质和能量, 将它们转化为生命本身的物质和贮存在化学键中的化学能。

分解作用 (catabolism): 分解生命物质, 将能量释放出来, 供生命活动之用。

(4) 生长特性

生物体能通过新陈代谢的作用而不断地生长、发育, 遗传因素在其中起决定性作用, 外界环境因素也有很大影响。

(5) 遗传和繁殖能力

生物体能不断地繁殖下一代, 使生命得以延续。生物的遗传是由基因决定的, 生物的某些性状会发生变异; 没有可遗传的变异, 生物就不可能进化。

(6) 应激能力

生物接受外界刺激后会发生反应。生物的运动受神经系统的控制。

(7) 进化

生物表现出明确的不断演变和进化的趋势，地球上的生命从原始的单细胞生物开始，走过了多细胞生物形成、各生物物种辐射产生以及高等智能生物人类出现等重要的发展阶段后，形成了今天庞大的生物体系。

生物的这些特征使我们很容易把生物与非生物区别开来，把死的生物与活的生物区别开来，但是它们还不能完全地解释什么是生命，如风干的种子或病毒粒子是有生命的还是无生命的。根据上述特征，一般来说就可以判断它们是否有生命。但是病毒没有细胞结构，也不含有完整组织的原生质，在它入侵寄主细胞之前，它不能繁殖，连新陈代谢活动也没有，却可以像无机物一样结晶。由此看来，生命的许多基本特征它都没有，它似乎属于非生命的。但是它的身体结构中有最基本的两种生命大分子——蛋白质和核酸，一旦进入寄主细胞，它的核酸分子就能与寄主细胞的核酸分子整合，借助寄主细胞的生命物质复制自己，大量繁殖，这又明显表现出了生命的特点。所以说病毒是一种特殊的生命。生物学家通过研究病毒知道，生命与非生命之间并没有绝对的界限，除了“非此即彼”，还有“亦此亦彼”。

二、生命的定义

1. 从生物学角度的定义

生命是由核酸和蛋白质等物质组成的多分子体系，它具有不断自我更新、繁殖后代以及对外界产生反应的能力。

2. 从物理学角度的定义——“负熵”

法国物理学家鲍尔(E. Bauer) 1935年首次把生命定义为开放的非平衡系统中发生的一系列过程。薛定谔(E. Schrodinger, 1887~1961)则进一步指出：“非平衡态是通过熵从生物体流向周围介质来维持的。”根据能量观点，生物体是一个开放体系，生物不断地与环境进行物质和能量的交换。它们从环境中摄取光能(日光)或自由能(有机物)，而把热和代谢废物送回环境。交换的结果是生物体的熵值减少，环境的熵值增加。像这种依靠不断供应自由能来维持体系有序性的结构称为耗散结构。那么热力学第二定律与生命形式存在是否相悖呢？回答是否定的，生命依靠增加环境的熵来实现并维持自身的有序性，总的熵是增加的。根据热力学第二定律：任何自发过程总是朝着使体系越来越混乱、越来越无序的方向，即朝着熵增加的方向变化。生命的演化过程总是朝着熵减少的方向进行，一旦负熵的增加趋近于零，生命将趋向终结，走向死亡。因此，生物在其一生中，必须不断地从环境摄取能量，并还给环境以不能做功的热量。能量代谢停止，生命也就停止。

3. 生命的几种“定义”

(1) 生命的物质基础是蛋白质和核酸。

(2) 生命运动的本质特征是不断自我更新，是一个不断与外界进行物质和能量交换的开放系统。

(3) 生命是物质的运动，是物质运动的一种高级的特殊实在形式。

三、生命科学的发展

人类对生命科学的认识和利用可追溯到原始社会。

研究生命现象的学科称为生命科学。应该说自从有了人类的文明史,就有了人们对生命现象的描述和记录(如原始的岩画),就开始了人们对奇妙的生命现象的观察和思考。今天的生命科学是经过漫长的历史发展过程而逐步形成的。作为一门重要的自然科学学科,生命科学的发展大致经历了三个主要的阶段:从古代到16世纪左右,这是生物科学的准备和奠基时期;从16世纪到20世纪中叶是系统生命科学创立和发展的时期,这一阶段以自然科学各领域分支学科迅速建立为主要特点,与其他学科共同归纳为历史上的“小科学”的发展时期;20世纪中叶以后,生命科学随着各学科纵横交错发展的大趋势,出现了不同分支学科和跨学科间的大交汇、大渗透、大综合的局面,由此人们获得了进入“大科学”发展历史阶段的认识。

这里主要介绍前两个阶段的发展历史。

1. 生命科学建立的准备和奠基时期

在远古时代,人们对生命现象的认识常常是同对疾病斗争、农业畜牧业生产以及宗教迷信活动(如古代木乃伊的制作)联系在一起的,由此人们积累着动物、植物和人类自身的解剖、生长、发育和繁殖方面的知识。到古希腊的年代,已开始了对生命现象进行深入专题性的研究。亚里士多德在《动物志》一书中相当细致地记述了他对动物解剖结构、生理习性、胚胎发育和生物类群的观察,并对生命现象作出了许多深刻的思考。亚里士多德的观点和方法集中地反映了那个时代的特点,观察和哲学参半、描述和思辨混和。在这一时期,为以后系统生物科学的建立作出重要贡献的还有:德奥弗拉斯特对植物乔木、灌木、草本的分类确定;希罗费罗斯、盖仑对人体解剖的研究,等等。其后,西方进入了漫长的中世纪的年代,科学的发展受到极大的压抑。但是即使在那个黑暗的年代,仍不断地有人在危险的条件默默地探索着,如莱茵河畔的希尔德加德修女写的《医学》一书继承和发扬了古希腊的创新精神,大胆地记录了她对动物、植物的观察和用来当作药物的使用方法。

中国古代有神农尝百草的传说。古代贾思勰的《齐民要术》、明代李时珍的《本草纲目》以及历代花、竹、茶栽培和桑蚕技术书籍等,记录了大量对动物、植物的观察和分类研究。但总体来看,这些工作突出的是在生产和医疗中的应用,并没有形成真正的科学体系。

2. 现代生命科学创立和分支发展时期

目前,普遍认为现代生命科学系统的建立开始于16世纪。它的基本特征是人们对生命现象的研究牢固地植根于观察和实验的基础上,以生命为对象的生物分支学科相继建立,逐渐形成一个庞大的生命科学体系。现代生命科学可以说是从形态学创立开始的。1543年,比利时医生维萨里(Andreas Vesalius 1514~1564)的名著《人体的结构》发表不仅标志着解剖学的建立,并直接推动了以血液循环研究为先导的生理分支学科的形成,其标志是1628年,英国医生哈维(William Harvey 1578~1657)发表了他的名著《心血循环论》。解剖学和生理学的建立为人们对生命现象的全面研究奠定了基础。

18世纪以后,随着自然科学全面蓬勃地发展,生命科学业已进入它的辉煌发展阶段。生命科学重要的分支相继建立,其中以细胞学、进化论和遗传学为主要代表,构成了现代生物科学的基石。

1665年,胡克(Robert Hooke, 1636~1702)在他的《显微图谱》中第一次使用“细胞”一词(cell)。

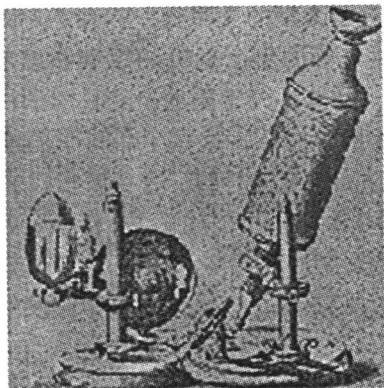


图 1-1 Hooke 使用的显微镜

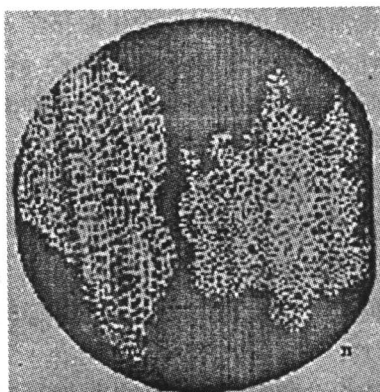


图 1-2 Hooke 观察到的软木结构

现在一般认为细胞学创立于 19 世纪 30 年代,是由施莱登 (Matthias Jacob Schleiden, 1804 ~ 1881)、施旺 (Theodor Schwann, 1810 ~ 1882) 以及稍后的数位生物学家共同完成的。他们奠定了细胞是独立的生命单位、新细胞只能通过老细胞分裂繁殖产生、一切生物都是由细胞组成和由细胞发育而来的细胞学说的基本内容。

林奈因他对现代生物分类系统建立的卓越贡献而成为有史以来最伟大的生物分类学家。千姿百态的生物物种被科学地归纳在界、门、纲、目、科、属、种的秩序里。林奈生物分类系统建立的更重要的意义还在于他直接地诱发了生物进化理论。在林奈当初建立生物分类体系时,企图表达的是精确地显现上帝造物的构思和成就。但是事与愿违,林奈生物分类系统中体现的各生物物种的相关性和物种由简单到复杂的有“秩序”排列强烈地反应了生物的进化现象。在布丰、拉马克等人工作的基础上,1859 年,达尔文 (Charles Darwin, 1809 ~ 1882) 的《物种起源》发表。

19 世纪前后,生命科学的重大成就还包括其他一些重要的发现和分支学科的建立。解剖学和细胞学促使人们对生物发育现象的研究获得了长足的进步,并由此建立了实验胚胎学。胚胎学实现了对各种代表生物的形态发育过程的组织学和细胞学的研究,绘制了有史以来最精美的生物学图谱。魏斯曼 (August Weismann, 1839 ~ 1914) 关于生物发育的种质学说推动了遗传学的建立。

1856 年,现代遗传学创始人孟德尔 (Gregor Mendel, 1822 ~ 1884) 在“布隆自然历史学会”上宣读了自己的豌豆杂交实验结果,遗憾的是其工作的价值被埋没了 30 多年。直到 20 世纪初,当孟德尔发现的生物遗传规律被几个人几乎同时再次试验证实时,才引起了人们的注意。为遗传学作出重大贡献的另一位伟大的遗传学家是摩尔根 (Thomas Hunt Morgan, 1866 ~ 1945)。20 世纪 10 ~ 20 年代,他用果蝇为实验材料确立了以孟德尔和摩尔根的名字共同命名的经典遗传学的分离、连锁和交换三大定律,并因此而荣获了 1933 年的诺贝尔奖。遗传学科学地解释了生物的遗传现象,将细胞学发现的染色体结构和进化论解释的生物进化现象联系起来,指出了遗传物质定位在染色体上而推动了 DNA 双螺旋结构和中心法则的发现,为分子生物学的建立奠定了基础。

在 19 世纪中叶,法国科学家巴斯德 (Louis Pasteur, 1822 ~ 1895) 创立了微生物学。微生物学直接导致了医学疫苗的发明和免疫学的建立,推动了生物化学的进展,并为分子生物学的出现准备了条件。生物化学的辉煌发展出现在 20 世纪的前叶到中叶,围绕能量和生物大