



全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

生命科学导论

李庆章 主编



中国农业出版社

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

生命科学导论

李庆章 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生命科学导论 / 李庆章主编. —北京: 中国农业出版社, 2005. 7

全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-09789-7

I. 生... II. 李... 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 (2005) 第 070666 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 李国忠

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 24.25

字数: 436 千字

定价: 29.40 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

生命科学 (life science) 是研究生命的科学, 它是研究生物体的生命活动及其本质、生物体的发生与发展、生物体与环境相互作用规律等的科学。生命科学导论课程是农学类、理学类和非农学类、非理学类各专业学生的必选课程, 本门课程学习的主要任务包括: 学习掌握生物体的生命活动及其本质, 这是生命科学的理论基础; 学习掌握生物体的发生与发展, 这是生命科学的基本内容; 学习掌握生物体与环境相互作用的规律, 这是生命科学的发展方向。生命科学导论课程设置的目的在于为农学类、理学类和非农学类、非理学类专业学生提供必要的生命科学基础知识和生命科学研究方法, 促进文理渗透和激发知识创新, 提高农学类、理学类和非农学类、非理学类专业学生的综合素质。

《生命科学导论》是由中国农业出版社教材出版中心精心组织, 8 位来自于 6 个高等院校且长期从事生物化学、植物学、发育生物学、遗传学、生理学教学和科学研究的教育工作者历经 2 年编写而成, 该书凝聚了他们的辛勤汗水和艰苦劳作。以培养和造就 21 世纪发展需要的“厚基础, 强能力, 高素质, 广适应”的本科研究应用型人才为目标, 编写“起点高, 目标清, 内容新, 形式活”, 利于知识传授, 适应素质教育, 培养综合能力和促进个性发展的基本教材是《生命科学导论》编写的主要意图。本教材读者对象主要是农业院校各有关专业的本科生, 也可作为相关专业研究生和生命科学研究工作者的参考书。

本教材属教科书类型, 编写过程中努力突出“基本”、“新颖”和“简约”3 个特点。“基本”就是突出已得到公认和肯定的“基本知识、基本理论、基本技能”, “新颖”就是反映学科发展的“新知识、新理论、新技术”, “简约”就是体现书稿结构和内容的“简要、简捷、简明”。全书以生命活动为基础、生物进化为主线、生物环境为重点, 坚持辩证唯物主义和历史唯物主义, 坚持科学的生物进化史观和生命发展史观, 坚持正确的生命伦理学观和社会生态学观, 结构严谨, 主次得体, 深广适度, 条理清晰, 层次分明, 表达严密, 重点突出, 繁简合宜。全书结构体系符合生命科学知识的内在联系, 符合教学规律和学生的认识规律, 内容满足教学大纲要求, 充分体现教学目标要求, 深度和广度合适, 重点、难点和疑点突出。

本书的章节编排采用章节国际标准编排法,以求得标准化和规范化。文中主要名词给出英汉对照,名词、术语规范、统一。每章后附有思考题,以利学生课后复习巩固。《生命科学导论》力求图文并茂,文表结合,插图和表格经严格选择,插图形象生动,表格准确精致。

《生命科学导论》编写的具体分工为:李庆章(绪论、生命的道德伦理)、靳德明(生命的起源与进化)、高学军(生命的物质基础)、庄楚雄(生命的基本单元)、潘玉春(生命的遗传变异)、崔胜(生命的个体发育)、靳亚平(生命的自我调节)、胡宝忠(生命的环境适应)。

《生命科学导论》的编写得到东北农业大学教材建设基金的支持,同时得到上海交通大学、中国农业大学、华中农业大学、西北农林科技大学、华南农业大学和东北农业大学的关怀和帮助,在此一并致谢。

编 者

2005年6月

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 生命科学的基本含义	1
1.1.1 生命科学的概念	1
1.1.2 生命科学的任务	3
1.2 生命科学的发展简史	4
1.2.1 科学史的酝酿与奠基	4
1.2.2 科学史的创立与发展	5
1.2.3 科学史的渗透与繁荣	8
1.3 生命科学的研究方法	9
1.3.1 历史与归纳	10
1.3.2 观察与分析	10
1.3.3 培养与模型	10
1.3.4 实验与比较	11
1.3.5 测量与统计	11
1.3.6 假设与验证	12
思考题	12
2 生命的起源与进化	13
2.1 生命的起源	13
2.1.1 宇宙演化与生命起源的物质基础	13
2.1.2 化学进化——从小分子到原始细胞	16
2.1.3 细胞进化	20
2.2 生物的进化	23
2.2.1 生物进化的理论与证据	23
2.2.2 物种的起源与进化机制	33
2.2.3 生物进化的历程	41
思考题	59

3 生命的物质基础	60
3.1 生物体的元素组成	60
3.1.1 参与生物体组成的元素	60
3.1.2 常量元素	61
3.1.3 微量元素	62
3.2 生物体的分子组成	62
3.2.1 水	63
3.2.2 无机盐	65
3.2.3 维生素	67
3.2.4 脂类	77
3.2.5 生物大分子与生命活动	83
思考题	99
4 生命的基本单元	100
4.1 细胞的形态结构	100
4.1.1 细胞膜	101
4.1.2 细胞质	103
4.1.3 细胞核	109
4.2 细胞的生命活动	111
4.2.1 细胞的新陈代谢	111
4.2.2 细胞的社会交往	121
4.2.3 细胞的分化增殖	126
思考题	138
5 生命的遗传变异	139
5.1 基因的发现	139
5.1.1 分离规律	139
5.1.2 独立分配规律	142
5.2 基因的本质	145
5.2.1 染色体	145
5.2.2 核酸	149
5.2.3 基因与 DNA 的多核苷酸区段	151
5.2.4 基因组学	153

5.3 基因的表达	155
5.3.1 DNA 的复制	155
5.3.2 基因与蛋白质	157
5.3.3 表达的调控	162
5.3.4 基因与性状	163
5.4 变异的来源	167
5.4.1 变异的类型	167
5.4.2 基因重组	167
5.4.3 基因突变	168
5.4.4 染色体畸变	170
5.5 基因工程	172
5.5.1 基本概念	172
5.5.2 物质基础	173
5.5.3 主要步骤	175
5.6 遗传学应用	176
5.6.1 动植物的遗传改良	176
5.6.2 人类的医疗卫生	178
思考题	179
6 生命的个体发育	181
6.1 生殖	181
6.1.1 无性生殖	181
6.1.2 有性生殖	183
6.2 发育	189
6.2.1 发育的机理	189
6.2.2 植物与动物的发育过程	195
思考题	226
7 生命的自我调节	227
7.1 信息的传递与处理	227
7.1.1 信息物质与传递方式	228
7.1.2 神经系统的信息传递	229
7.1.3 激素系统的信息传递	238
7.2 免疫的建立与疾病	248

7.2.1 识别标志	249
7.2.2 识别系统	252
7.2.3 免疫性疾病	269
7.3 动物的学习和记忆	272
7.3.1 学习和记忆行为	272
7.3.2 学习和记忆机理	275
思考题	277
8 生命的环境适应	278
8.1 生物多样性	278
8.1.1 生物分类	280
8.1.2 生物类群	283
8.2 生物与环境	305
8.2.1 个体生态	305
8.2.2 种群生态	311
8.2.3 生态系统	324
8.2.4 人与环境	329
思考题	336
9 生命的道德伦理	337
9.1 生命伦理	337
9.1.1 生命伦理的研究领域	337
9.1.2 生命伦理的热点问题	337
9.2 生态伦理	344
9.2.1 生态伦理的研究领域	344
9.2.2 生态伦理的热点问题	345
9.3 环境伦理	351
9.3.1 环境伦理的研究领域	351
9.3.2 环境伦理的热点问题	352
9.4 医学伦理	353
9.4.1 医学伦理的研究领域	353
9.4.2 医学伦理的热点问题	353
思考题	357

目 录

生命科学常见词英汉对照	358
主要参考文献	376

1 绪 论

生命之谜,魅力无穷。有关生命起源、进化、物种形成、基因表达及其调控、遗传、发育、衰老、能量代谢、生物与环境等,都是有待于深入研究的生命科学重大理论问题。然而,生命科学的重要性不仅限于其学科本身,同时也关系到与人类生存和社会发展有关的其他科学技术领域。研究生命科学的目的,在于阐明和控制生命活动,为人类生产和生活,以及经济和社会发展服务。

1.1 生命科学的基本含义

1.1.1 生命科学的概念

生命科学(life science)是研究生命的科学,它是研究生物体的生命活动及其本质、生物体的发生与发展、生物体与环境相互作用规律等的科学。由于生命科学对科技进步、经济建设和社会发展具有极其重要的作用,所以在20世纪得到了空前的重视,取得了丰硕的成果。

1.1.1.1 自然界的生命现象

生命(life)是物质的特殊组织形式,是复杂的物质运动和现象。认识生命运动和生命现象,既极富挑战性质,又具有重要意义。正如爱因斯坦(Albert Einstein, 1879—1955)所说:“我们只求满足于生命永恒的奥秘,满足于察觉现存世界的神奇结构,窥见它的一鳞半爪,并且以诚挚的努力去领悟在自然界中显示出来的那个理性部分,即使只是其中一小部分,我也就心满意足了。”

生命是一种现象,生命是一种过程。从物质存在和物质运动看,生命是一种现象,在广袤的自然界,处处都有生命的踪迹。参天蔽日的大树、匍匐丛生的小草、种类繁多的禽兽、形态各异的鱼虫、体积庞然的恐龙、肉眼不见的细菌,各种生物无不在一定的时空中呈现出盎然生机。从历史发展和生物进化角度看,生命是一种过程,是一条前赴后继、生生不息的长河。从生物小分子到生物超分子,从单细胞生物到多细胞生物,从生物个体到生物群落,共同构成一首强劲的生命交响曲。在同一时空和不同时空,有的生命个体新生,有的生命个体死亡,就像一架钢琴时而舒缓、时而激越的跳动音符,荡气回肠,引人

人胜。自从地球出现生命，生命就以其特有的表现形式占据了地球，并且创造了人类文明这一生命交响曲中最华美的乐章。

1.1.1.2 生物体的基本特征

人们不难断定，草、树、鱼、虫、鸟、兽等具有生命，是生物；而土、石、水、木等不具有生命，不是生物。一般认为，作为生物，应该具备以下基本特征。

(1) 新陈代谢 生物的新陈代谢 (metabolism) 包括物质代谢和能量代谢两个方面，物质代谢和能量代谢又分别由两种既矛盾又统一的作用方式组成。一是异化作用 (dissimilation)，即生物体将自身的组成物质加以分解，释放其中所储存的能量，用于合成新的物质、变为维持一定体温的热能，以及满足其他生命活动所需。二是同化作用 (assimilation)，即生物体从外界摄入物质，经过一系列转化与合成过程，将其转变为自身的组成物质并储存能量。异化作用和同化作用既相互矛盾又相互依存，共同伴随生物体的一生。

(2) 生长、发育和生殖 任何生物体一生中都要经历从小到大的生长 (growth) 过程，这是同化作用大于异化作用的结果。单细胞生物的生长，主要表现为细胞大小的变化及其内含物质量的增加。多细胞生物的生长，则主要依靠细胞分裂使细胞数量增加而得以实现。大多数生物体的一生具有多个阶段，从生殖细胞形成、细胞受精、受精卵分裂，再经过一系列形态、结构和功能的变化，才能形成一个新的个体，再经性成熟、衰老而死亡，这一总的转变过程叫做发育 (development)。当生物体生长、发育到一定大小和一定程度，就能自身复制产生后代，从而使个体数量增多，种族得以延续，将这种生物现象和生命过程叫做生殖 (reproduction)。

(3) 遗传、变异和进化 生物体生殖产生的后代与亲代相似的现象叫做遗传 (heredity)，后代与亲代以及后代个体间不同的现象叫做变异 (variation)。因为有遗传，才能保持物种特性的相对稳定。也因为变异，才能产生物种新的性状，导致物种的发展变化。遗传和变异，加上自然选择的长期作用，推动了整个生物界的向上发展，即由低等向高等、由简单到复杂逐渐演变，将此称作生物的进化 (evolution)。遗传、变异和进化，构成了生物的种族发展史。

(4) 感应性和运动 生物体对各种刺激 (如光线、温度、声音、电流、化学物质、食物、机械刺激、地心引力等) 发生反应的特性叫做感应性 (irritability)。单细胞生物常常以趋性 (taxis) 对环境变化做出反应，如眼虫的正趋光性。多细胞生物对环境变化的反应则较为复杂，如植物以地上部分的向上生长对阳光做出反应和以根向地生长对地心引力做出反应，而动物则通过感受器 (receptor)、神经系统和效应器 (effector) 的协同作用完成各种生命活动和对

不良刺激做出反应。我们把生物体对各种刺激发生反应的过程称为运动(movement)。生物体具有感应性和运动,就能很好地适应环境。

(5) 内环境稳定 生物体都含有一定的液体,分布在细胞内和细胞外,细胞外的液体即构成生物体的内环境。当内环境发生变化时,生物体就会行使一定的调节功能,将这种变化减至最小。生物体调节和维持内环境稳定的过程称为内环境稳定(homeostasis)。内环境稳定可以使生物体适当摆脱外环境的约束而进行正常的生命活动。

1.1.2 生物科学的任务

1.1.2.1 生命科学与科技进步

在自然科学发展的过程中,从理论观念、思维方式和研究方法上对其他学科发挥重要影响的学科常被称为带头学科。19世纪的带头学科是天文学和地理学,20世纪的带头学科是物理学和化学,21世纪的带头学科之一则可能是生命科学。生命科学的发展将有助于人类逾越对物理世界和生命世界认识的鸿沟,阐明自然界物理与生理、物质与精神的统一性。

当代许多新兴学科(如系统论、信息论、控制论、耗散结构理论、突变论等)都受生命科学启发而得到发展,并且生命科学研究也正在进入精神世界,包括思维、情感和认知。生物体产生的有机分子为什么都有特定构型?遗传密码是怎样形成的?酶的催化能力为何如此强大?生物体内环境怎样得到很好的调节控制?以上等等生命现象中许多未知问题的进一步解决,也必将给科学发展带来更多新的生机。生命科学的发展,必将促进仿生技术的进步,使植物光合固氮作用的模拟、生物膜的模拟、计算机技术对思维的模拟、机器人对人体运动与控制的模拟等,成为仿生技术的热门课题。此外,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。

1.1.2.2 生命科学与经济建设

生命科学与经济建设密不可分,不断为经济建设提供多种技术成果,为人类社会创造可观的经济效益。在农业生产方面,生命科学在常规育种提供大量优质动植物种源的基础上,进一步发挥分子育种的优势,为增进人类健康和提高人类生活质量供给种类繁多、营养安全的农源生活用品。在新型能源方面,生命科学将有利于发现和利用更多的生物能源,如农副产品发酵生产酒精、高油含量植物生产燃料油、太阳能分解水生产氢燃料等,为人类创造用之不竭的可再生能源。在化学工业方面,生命科学将克服农业化学化带来的恶果,以大量的生物肥料和生物农药逐步取代化学肥料和化学农药,减少化学肥料和化学

农药造成的大量能源和资源消耗以及严重的环境污染。在医药工业方面,生命科学将通过功能基因组学(functional genomics)、蛋白质组学(proteomics)、代谢物组学(metabolimics)等的发展,发现和创制更多新的药物和药物原料。

1.1.2.3 生命科学与社会发展

20 世纪物质文明极大发展的同时,出现了人口爆炸、粮食短缺、环境污染、资源枯竭等全球性问题。努力实现经济、社会的可持续发展,不仅融会于许多国家发展战略规划的总体思路中,而且成为各国政府督导、监控和规范社会实体的走向与行为。

人类面临许多重大社会问题的解决,生命科学将大有用武之地,主要表现在以下几个方面:一是生命科学将为人类健康做出重大贡献。尽管人类基因组研究并非像人们想像的那样光耀夺目,但其科学意义是毋庸置疑的。它将有助于从根本上了解各种遗传疾病、癌症、心脑血管疾病的发病机理及防治途径,使改造人的基因组成成为增强体质和防治疾病的重要手段。二是生命科学将有效地维护地球生态平衡。生命科学将在有效保护地球环境、维持地球生态系统平衡方面发挥关键作用,为维持生态平衡提供理论基础,运用生态系统物种共生、物质循环再生利用、能量多层次利用等原理建立生态工程系统。三是生命科学将有力推进伦理道德问题的研究。生殖生物学的发展、避孕药物的发明、人工授精的采用、试管婴儿的成功、克隆人的躁动等,引发了许多生命伦理道德问题。这些问题的出现,无疑会吸引诸多社会学家关注与参与,呼唤生命科学研究更具公益性和更加理智化。

1.2 生命科学的发展简史

1.2.1 生命科学的酝酿与奠基

从人类诞生到 16 世纪之前,是生命科学的酝酿与奠基时期,或称前生命科学时期。此时,人类对生命现象的认识往往与农业生产、疾病和宗教迷信相联系。出于生存需要,人类首先认识的是作为食物和天敌的生物。古代文明发达程度较高的国家,如中国、希腊、埃及、罗马等,在这一时期大力发展与人类生产与生活密切相关的植物栽培、动物养殖和利用。

新石器时代后期,中国已经开始酿酒。据对陕西半坡村人类新石器时期遗址出土的白菜种子的考证,中国白菜的栽培历史已有 7 000 多年。公元前 5000 年,先人已懂得栽种水稻。公元前 3000 年,先人已开始驯养野猪。公元前 2700 年,中国的种桑养蚕、织布裁衣在长江流域已广为流传。公元前 500 年,

中国的先哲就曾对农事的十大问题展开讨论,并于战国时代形成《吕氏春秋》的《上农》篇。公元前 221 年,中国先人就熟悉制酱、酿醋和制作豆腐。由于人类当时认识和改造自然的能力低下,尝试用身边的动物和植物治疗疾病也就顺理成章。春秋时代形成的第一部史诗《诗经》,曾收入药物 200 余种。秦汉的《神农本草经》将药物增至 300 余种。公元 10 世纪,中国即发明预防天花的疫苗。

在西方,公元前 6000 年苏美尔人和巴比伦人发明了啤酒发酵,公元前 4000 年埃及人开始制作面包。古希腊时代,已出现了对生命现象的专题研究。亚里士多德(Aristotle,公元前 384—公元前 322)在《动物志》中详细地记述了他对动物形态解剖、生理功能、胚胎发育、生物类群等方面的观察,依照不同动物的“亲缘关系”对动物进行分类,并首次运用属(genus)、种(species)概念。此外,德奥弗拉斯特(Theophrastus,公元前 373—公元前 285)对植物进行了乔木、灌木和草本的分类,希罗费罗斯(Herophilus,鼎盛时期约为公元前 300 年)、盖伦(Galen, 130—200)对人体解剖进行了研究。其后,西方进入了漫长而黑暗的中世纪,科学的发展受到极大的压抑。但修女希尔德加德(Hildegard, 1150)的《医学》,勇敢地继承和发扬了古希腊创新精神,大胆记录了她对动物和植物的观察和药用方法。

总之,着手于与人类生产、人类生活密切相关的生物形态结构和功能特性的描述和记载,是前生命科学时期生命科学发展的最突出特征。

1.2.2 生命科学的创立与发展

人们普遍认为,现代生命科学体系的建立始于 16 世纪,其基本特征是人类对生命现象的研究牢固地植根于观察和实验,进而导致生命科学各分支学科的确立,并逐渐形成一个内涵丰富、外延广泛的完整生命科学体系。现代生命科学体系的诞生,是中世纪黑暗的宗教统治结束后,文艺复兴和科学革命的历史必然。

1.2.2.1 古典生命科学时期

现代生命科学的建立首先从形态学创立开始。1543 年比利时医生维萨里(Andreas Vesalius, 1514—1564)发表了著名的《人体的结构》,科学系统地讲述了骨骼、肌肉、循环、神经、腹部器官和生殖器官、胸部器官、脑及脑垂体、眼睛的解剖结构,成为公元 2 世纪盖伦解剖研究的直接传承。1628 年英国医生哈维(William Harvey, 1578—1657)发表了著名的《心血运动论》,推动了以血液循环研究为先导的生理分支学科的形成。中国明朝末年著

名药学家李时珍(1518—1593)在他 190 万字的杰出科学巨著《本草纲目》中,对 1 892 种动物、植物和矿物质进行了翔实的形态描述和药性探讨。继 1590 年荷兰人詹森兄弟(H Janssen, Z Janssen)发明了显微镜,英国人胡克(Robert Hooke, 1636—1702)用自制的显微镜观察了多种软木切片,首次发现软木的大量细小蜂室结构即细胞(cell),并于 1665 年出版了撩开微观世界面纱的专著《显微图谱》。1735 年瑞典植物学家林奈(Carl Linnaeus, 1707—1778)首次出版了名著《自然系统》,该书在多次再版过程中不断地大量增补和修订,林奈在生物学中的最主要成果是建立了人为分类体系双命名制命名法。1838 年德国植物学家施莱登(M. J. Schleiden, 1804—1881)在他的论文《论植物的发生》中指出,细胞是所有植物的基本结构单位。1839 年德国动物学家施旺(T. Schwann, 1810—1882)在《显微研究》的论文中进一步阐明,动物和植物的基本结构单位都是细胞。从此,细胞学说这一生命科学的核心分支学科正式诞生,并被恩格斯(Friedrich Engels, 1820—1895)称为 19 世纪自然科学的三大发现之一。1859 年达尔文(Charles Darwin, 1809—1882)在随“贝格尔号”考察船环球考察的 23 年后,出版了他的巨著《物种起源》,从根本上动摇了上帝创世和物种不变的唯心史观,极大地推动了生命科学的发展。

1.2.2.2 实验生命科学时期

19 世纪中期之后近 100 年的时间里,生物科学的重大成就包括一些重大发现和生命科学各分支学科的相继建立。解剖学与细胞学促使人们对生物发育现象进行了深入的研究,并由此建立了实验胚胎学。以鲁(Wilhelm Roux, 1859—1924)、杜里舒(Hans Driesch, 1867—1941)、斯佩曼(Hans Spemann, 1869—1941)等为代表的实验胚胎学家实现了对各种代表生物形态发育过程中的组织学和细胞学研究,取得了许多重大发现并绘制了有史以来最为精美的生物学图谱。魏斯曼(August Weismann, 1839—1914)关于发育的种质学说推动了遗传学的建立。1865 年现代遗传学奠基人奥地利神父孟德尔(Gregor Mendel, 1822—1884)在布隆自然历史学会上宣读了自己划时代的豌豆杂交实验研究论文《植物杂交实验》,遗憾的是,孟德尔的卓越工作竟被视为空泛的毕达哥拉斯式数学游戏而埋没 30 余年,直至 20 世纪初,孟德尔发现的生物遗传规律被几个人几乎同时再次实验证实时才引起注意。法国科学家巴斯德(Louis Pasteur, 1822—1895)发明了加热灭菌的消毒方法,研究并创立了微生物学。1928 年英国细菌学家弗莱明(Alexander Fleming, 1881—1955)发现青霉菌的代谢产物青霉素具有很强的抑菌、杀菌效果,开辟了临床治疗学的新篇章。俄国生理学家巴甫洛夫(Ivan P Pavlov, 1849—1936)在循环生

理、消化生理、高级神经活动生理等方面做出了突出贡献。现代遗传学创始人美国遗传学家摩尔根 (Thomas H. Morgan, 1866—1945) 和学生一起通过大量果蝇实验, 1926 年出版了《基因论》并确定了以孟德尔和摩尔根的名字共同命名的经典遗传学分离、连锁和交换三大规律, 并荣获 1933 年的诺贝尔生理学或医学奖, 为分子生物学的建立奠定了基础。之后英国人赫胥黎 (Thomas H. Huxley, 1825—1895)、美国人杜布赞斯基 (Theodosius Dobzhansky, 1900—1975) 等综合了达尔文的变异-自然选择学说、摩尔根的基因-染色体理论和哈迪-温伯格 (G. H. Hardy and W. Winberg) 的群体遗传学理论, 创立了新达尔文主义即现代综合进化论。1944 年美国细菌学家埃弗里 (Oswald T. Avery, 1877—1955) 直接证明了遗传物质是 DNA 而不是蛋白质。在这一时期, 生命科学家不再囿于以观察和描述手段研究生命现象, 而是通过一系列实验设计与操作, 一层层揭开生命的奥秘和一步步揭示生命的真谛。

1.2.2.3 分子生命科学时期

分子生物学的建立是生命科学在 20 世纪中期之后的最伟大成就。分子生物学 (molecular biology) 是在分子水平上研究生命现象的科学, 它的诞生是生命科学的又一次革命。分子生物学与生物化学基本上是同义词, 不过分子生物学主要是从生物大分子的三维结构去认识它们的生物功能。狭义分子生物学侧重于从核酸结构去理解与 DNA 有关的生命现象, 如从 DNA 分子的碱基配对结构去认识 DNA 的复制和遗传信息的传递等。1953 年美国沃森 (James D. Watson, 1928—) 和英国人克里克 (Francis H. Crick, 1916—2004) 在 Nature 上发表了《核酸的分子结构》, 阐明了 DNA 的反向平行双螺旋结构模型, 并与威尔金斯 (Maurice H F Wilkins, 1916—) 共享 1962 年诺贝尔生理学或医学奖。1957 年克里克提出了著名的遗传信息传递规律——中心法则。1961 年法国科学家雅各布 (Francis Jacob, 1920—) 与莫诺 (Jacques L. Monod, 1910—1976) 通过对原核细胞基因表达调控的研究, 揭示了基因开启和关闭的机理, 提出了操纵子学说 (operon theory)。1963 年他们又提出了用分子观点解释酶催化活性的理论。他们用化学观点解释了生物遗传和代谢的调控作用, 为以后的生物调控研究提供了重要启示。两人分享 1965 年诺贝尔生理学或医学奖。1965 年中国科学院和北京大学的科研人员在世界上首次人工合成牛胰岛素。1966 年美国生物化学家尼伦伯格 (Marshall W. Nirenberg, 1927—) 破译了生物界通用的 64 个遗传密码, 获 1968 年诺贝尔生理学或医学奖。1973 年美国生物化学家科恩 (Stanley Cohen, 1922—) 开创了体外重组 DNA 并成功转化大肠杆菌的先河, 这一年被称为基因工程 (gene engineering) 元年, 1986 年获诺贝尔生理学或医学奖。1981 年中国在