



高职高专“十一五”规划教材

★ 生物技术系列

普通生物学

员冬梅 徐启红 主编

PUTONG
SHENGWUXUE



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

★生物技术系列

普通生物学

员冬梅 徐启红 主编

PUTONG
SHENGWUXUE



化学工业出版社

·北京·

本书为高职高专生物技术类“十一五”规划教材,以生物体的基本结构和生命活动的基本规律为重点,以生物的进化为主线贯穿始终。编写内容由生物的基本特征和生命的起源切入,从微观的生命物质、细胞结构,深入到生物体的组成、代谢、生殖、遗传变异与进化,最后到宏观的生物世界、生态系统,包括了细胞生物学、个体生物学和生态学等内容。内容简明、新颖、图文并茂,既重视基础性和科学性,又适应高职高专发展方向,突出知识的应用性、实用性和实践性。

每章章前设有“学习目标”,章后有针对关键性问题提出的具有启发性的思考题,以引导学生明确学习目的,掌握重点知识,提高分析能力。本书还安排了一定量的实训内容,以便加深学生对理论知识的理解,并培养学生的实验操作能力。

本教材可供高职高专生物技术类各专业以及农林院校、医学院校专科学生使用,同时也可作为相关领域科研工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

普通生物学/员冬梅,徐启红主编. —北京:化学工业出版社, 2007. 8

高职高专“十一五”规划教材★生物技术系列

ISBN 978-7-122-00567-0

I. 普… II. ①员…②徐… III. 普通生物学-高等学校: 技术学校-教材 IV. Q1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 113299 号

责任编辑:李植峰 梁静丽 郎红旗
责任校对:顾淑云

文字编辑:张春娥
装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京中科印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张17½ 字数436千字 2007年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00元

版权所有 违者必究

高职高专生物技术类“十一五”规划教材 建设委员会委员名单

主任委员 陈电容

副主任委员 王德芝

委员 (按姓氏笔画排序)

王云龙	王芳林	王幸斌	王德芝	李崇高	李敏骞	吴高岭	员冬梅
辛秀兰	宋正富	张 胜	张 海	张文雯	张温典	张德新	陆 旋
陈 红	陈电容	陈忠辉	陈登文	周庆椿	郑 瑛	郑 强	赵凤英
赵书芳	胡红杰	娄金华	钱志强	黄根隆	崔士民	程云燕	

高职高专生物技术类“十一五”规划教材 编审委员会委员名单

主任委员 章静波

副主任委员 辛秀兰 刘振祥

委员 (按姓氏笔画排序)

王利明	王幸斌	王晓杰	卞 勇	叶水英	包雪英	兰 蓉	朱学文
任平国	刘振祥	关 力	江建军	孙德友	李 燕	李双石	李玉林
李永峰	李晓燕	李晨阳	杨贤强	杨国伟	杨洪元	杨福林	邱玉华
余少军	辛秀兰	宋京城	张文雯	张守润	张星海	张晓辉	张跃林
张温典	张德炎	陈 玮	陈可夫	陈红梅	罗合春	金小花	金学平
周双林	周济铭	赵俊杰	胡斌杰	贺立虎	夏 红	夏未铭	党占平
徐安书	徐启红	郭晓昭	陶令霞	黄贝贝	章玉平	章静波	董秀芹
程春杰	谢梅英	廖 威	廖旭辉				

高职高专生物技术类“十一五”规划教材 建设单位名单 (按汉语拼音排序)

安徽第一轻工业学校	湖北荆门职业技术学院
安徽万博科技职业学院	湖北荆州职业技术学院
安徽芜湖职业技术学院	湖北三峡职业技术学院
安徽医学高等专科学校	湖北生态工程职业技术学院
北京城市学院	湖北十堰职业技术学院
北京电子科技职业学院	湖北咸宁职业技术学院
北京吉利大学	湖北中医学院
北京协和医学院	湖南省药品检验所
北京医药器械学校	湖南永州职业技术学院
重庆工贸职业技术学院	华中农业大学
重庆三峡职业学院	江苏常州工程职业技术学院
甘肃农业职业技术学院	江西景德镇高等专科学校
广东科贸职业学院	江西应用技术职业学院
广西职业技术学院	开封大学
广州城市职业学院	山东滨州职业技术学院
贵州轻工职业技术学院	山东博士伦福瑞达制药有限公司
河北承德民族师范专科学校	山东东营职业学院
河北承德职业技术学院	陕西杨凌职业技术学院
河北旅游职业学院	上海工程技术大学
河南安阳工学院	四川工商职业技术学院
河南工业大学	苏州农业职业技术学院
河南科技学院	武汉软件工程职业学院
河南漯河职业技术学院	武汉马应龙药业有限公司
河南濮阳职业技术学院	武汉生物工程学院
河南三门峡职业技术学院	浙江大学
河南信阳农业高等专科学校	浙江金华职业技术学院
黑龙江农业职业技术学院	浙江经贸职业技术学院
呼和浩特职业学院	浙江医药高等专科学校
湖北大学知行学院	郑州牧业工程高等专科学校
湖北恩施职业技术学院	郑州职业技术学院
湖北黄冈职业技术学院	中国食品工业(集团)公司

《普通生物学》编写人员

主 编：员冬梅（三门峡职业技术学院）

徐启红（漯河职业技术学院）

副 主 编：赵俊杰（濮阳职业技术学院）

贺立虎（杨凌职业技术学院）

张 海（呼和浩特职业学院）

编写人员（以姓氏笔画为序）

员冬梅（三门峡职业技术学院）

张 海（呼和浩特职业学院）

陈 玮（三门峡职业技术学院）

赵俊杰（濮阳职业技术学院）

贺立虎（杨凌职业技术学院）

徐启红（漯河职业技术学院）

常立峻（郑州职业技术学院）

出版说明

“十五”期间,我国的高职高专教育经历了跨越式发展,高职高专教育的专业建设、改革和发展思路进一步明晰,教育研究和教学实践都取得了丰硕成果。但我们也清醒地认识到,高职高专教育的人才培养效果与市场需求之间还存在着一定的偏差,课程改革和教材建设的相对滞后是导致这一偏差的两大直接原因。虽然“十五”期间各级教育主管部门、高职高专院校以及各类出版社对高职高专教材建设给予了较大的支持和投入,出版了一些特色教材,但由于整个高职高专教育尚未进入成熟期,教育改革尚处于探索阶段,故而现行的一些教材难免存在一定程度的不足。如某些教材仅仅注重内容上的增减变化,过分强调知识的系统性,没有真正反映出高职高专教育的特征与要求;编写人员缺少对生产实际的调查研究和深入了解,缺乏对职业岗位所需的专业知识和专项能力的科学分析,教材的内容脱离生产经营实际,针对性不强,新技术、新工艺、新案例、新材料不能及时反映到教材中来,与高职高专教育应紧密联系行业实际的要求不相适应;专业课程教材的编写缺少规划性,同一专业的各门课程所使用的教材缺乏内在的沟通衔接等。为适应高职高专教学的需要,在总结“十五”期间高职高专教学改革成果的基础上,组织编写一批突出高职高专教育特色,以培养适应行业需要的高级技能型人才为目标的高质量教材不仅十分必要,而且十分迫切。

“十一五”期间,教育部将深化教学内容和课程体系改革作为工作重点,大力推进教材向合理化、规范化方向发展。2006年,教育部不仅首次成立了高职高专40个专业类别的“教育部高等学校教学指导委员会”,加强了对高职高专教学改革和教材建设的直接指导,还组织了普通高等教育“十一五”国家级规划教材的申报工作。化学工业出版社申报的200余本教材经教育部专家评审,被列选为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,为高等教育的发展做出了积极贡献。依照教育部的部署和要求,2006年化学工业出版社与生物技术应用专业教育部教改试点高职院校联合,邀请50余家高职高专院校和生物技术相关企业作为教材建设单位,共同研讨开发生物技术类高职高专“十一五”规划教材,成立了“高职高专生物技术类‘十一五’规划教材建设委员会”和“高职高专生物技术类‘十一五’规划教材编审委员会”,拟在“十一五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员,在深入调研、整体规划的基础上,编写出版一套生物技术相关专业基础课及专门课的教材——“高职高专‘十一五’规划教材★生物技术系列”。该批教材将涵盖各类高职高专院校的生物技术及专业、生物化工工艺专业、生物实验技术专业、微生物技术及应用专业、生物科学专业、生物制药技术专业、生化制药技术专业、发酵技术专业等专业的核心课程,从而形成优化配套的高职高专教材体系。该套教材将于2007~2008年陆续出版。目前,该套教材的首批编写计划已顺利实施。首批编写的教材中,《化学》、《细胞培养技术》和《药品质量管理》已列选为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。

该套教材的建设宗旨是从根本上体现以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位的教育理念,满足高职高专教学改革的需要和人才培养的需求。编写中主要遵循以下原则:①理论教材和实训教材中的理论知识遵循“必需”、“够

用”、“管用”的原则；②依据企业对人才的知识、能力、素质的要求，贯彻职业需求导向的原则；③坚持职业能力培养为主线的原则，多加入实际案例、技术路线、操作技能的论述，教材内容采用模块化形式组织，具有一定的可剪裁性和可拼接性，可根据不同的培养目标将内容模块剪裁、拼接成不同类型的知识体系；④考虑多岗位需求和学生继续学习的要求，在职业岗位现实需要的基础上，注重学生的全面发展，以常规技术为基础，关键技术为重点，先进技术为导向，体现与时俱进的原则；⑤围绕各种具体专业，制订统一、全面、规范性的教材建设标准，以协调同一专业相关课程教材间的衔接，形成有机整体，体现整套教材的系统性和规划性。同时，结合目前行业发展和教学模式的变化，吸纳并鼓励编写特色课程教材，以适应新的教学要求；并注重开发实验实训教材、电子教案、多媒体课件、网络教学资源等配套教学资源，方便教师教学和学生学习，满足现代化教学模式和课程改革的需要。

在该套教材的组织建设和使用过程中，欢迎高职高专院校的广大师生提出宝贵意见，也欢迎相关行业的管理人员、技术人员与社会各界关注高职高专教育和人才培养的有识之士提出中肯的建议，以便我们进一步做好该套教材的建设工作；更盼望有更多的高职高专院校教师和相关行业的管理人员、技术人员参加到教材的建设工作和编审工作中来，与我们共同努力，编写和出版更多高质量的教材。

化学工业出版社 教育分社

前 言

普通生物学是研究生命现象和生命规律的一门基础科学,它包含生物学的多个分支学科,是生物学的一个缩影和通论。生物学作为一门基础科学,传统上一直是农业和医学的基础,涉及种植业、畜牧业、养殖业、医疗、制药、卫生等。随着生物学理论与方法的不断进步,它的应用领域也在不断扩大。现在,生物学的影响已经扩展到食品、化工、环境保护、能源、冶金以及机械、电子技术、信息技术等诸多领域。了解和学习生物学知识是认识生物界的前提,只有认识和了解生物界的客观规律,才能更好地促进人与自然的和谐统一,推动社会和经济的可持续发展。

《普通生物学》定位于高职高专生物技术类专业的专业基础课教材,适用于以能力培养为目标的高职高专教育。其目的是使学生了解生物界的基本概貌、普遍规律以及生物科学的发展动态,掌握生物科学的基本知识和基本技能,为学生学好专业知识、形成职业能力打下坚实的基础;同时树立进化的、辩证的、发展的和相互联系的观点,有利于提高学生独立思考问题、分析问题的能力,为全面提高学生的素质服务。

本教材的编写依据教育部高职高专人才培养目标和生物技术类专业培养方案的要求,坚持以就业为导向、以能力为本位的指导思想,以“应用”为主旨和特征构建课程和教学内容,突出知识的应用性、实用性和实践性,充分体现高等职业教育特色,实现职业能力培养和学生的可持续发展。

本教材以生物体的基本结构和生命活动的基本规律为重点,以生物的进化为主线贯穿始终。具体内容从生物的基本特征和生命的起源切入,从微观的生命物质、细胞结构深入到生物体的组成、代谢、生殖、遗传变异与进化,最后到宏观的生物世界、生态系统,包括了细胞生物学、个体生物学和生态学等内容。编写中力求简明扼要、内容新颖、图文并茂,既重视基础性和科学性,又适应高职高专发展方向,具有以下特点。

1. 本教材在内容取舍上进行了精心的选择,突出“基础、必需、够用”,并注重与生物技术类各专业相关课程的衔接,兼顾了学生的可持续发展。

2. 坚持科学性和思想性相统一的原则,编写内容突出科学性,并力求反映当代生物学研究的先进科学成果。坚持辩证唯物主义思想贯穿教材始终,如生物体结构与功能的统一性观点、分类教学的进化观点、解剖教学的动态观点等。

3. 强化传授知识和培养能力相结合。教材编写立足于教学改革,加强知识的具体应用,强化学生的技能训练。结合教学内容,安排相应的实训内容,教师可根据教学实际,选择安排实训任务,以培养学生创造性的思维能力和实践能力。

4. 在编写内容上,突出高职特色,内容新颖,按职业岗位标准所需要的知识、能力要求选择教学内容,突出知识的应用性、实用性和实践性,并充分体现本学科所涉及的新知识、新内容和新方法。

5. 每章章前设有“学习目标”,章后有针对关键性问题提出的具有启发性的思考题,以引导学生明确学习目的、掌握重点知识、提高分析能力。

6. 注重可读性,文字简明扼要,深入浅出,图文并茂。

本教材可供高职高专生物技术类各专业以及农林院校、医学院校专科学生使用，同时也可作为相关领域科研工作人员的参考书。

本教材第一章、第二章、第四章（植物部分）和实训 1、4、5、6 由漯河职业技术学院徐启红编写；第三章、第九章的第一、二、三节和实训 2、3 由三门峡职业技术学院员冬梅编写；第五章和实训 7、8、9、10 由呼和浩特职业学院张海编写；第六章由郑州职业技术学院常立峻编写；第七章和实训 11、12 由濮阳职业技术学院赵俊杰编写；第八章的第一、二、三节由杨凌职业技术学院贺立虎编写；第四章（动物部分）、第八章的第四和第五节、第九章的第四和第五节由三门峡职业技术学院陈玮编写。全书由员冬梅、徐启红统稿。在本书编写过程中，得到有关院校领导和专家的大力支持和帮助，化学工业出版社对本书进行了认真的审核，并提出了许多宝贵的建议，在此一并表示衷心的感谢。

由于水平有限，不当之处在所难免，恳请广大读者和专家批评指正。

编者

2007 年 4 月

目 录

第一章 绪论	1	三、植物系统	75
一、生物学的研究对象与内容	1	第三节 哺乳动物的器官系统	75
二、生命科学的发展	3	一、皮肤系统	75
三、生物与人类的关系	6	二、运动系统	76
四、学习普通生物学的意义和要求	7	三、消化系统	77
思考题	7	四、循环系统	79
第二章 生命的起源与生命的物质基础	8	五、呼吸系统	80
第一节 生命的起源	8	六、排泄系统	81
一、原始的地球和最早出现的生物	8	七、生殖系统	82
二、生命化学演化学说	9	八、神经系统	83
第二节 生命的物质基础	10	九、内分泌系统	85
一、组成生物体的化学元素	10	思考题	87
二、组成生物体的化合物	11	第五章 生物的营养、呼吸和调控	88
思考题	17	第一节 生物的营养	88
第三章 生命的基本单位——细胞	18	一、绿色植物的营养与体内运输	88
第一节 细胞的形态结构和功能	18	二、动物的营养与体内运输	91
一、细胞的基本概述	18	第二节 生物的呼吸	99
二、真核细胞的结构与功能	20	一、陆生植物的气体交换	99
三、生物膜与物质的跨膜运输	27	二、动物的气体交换——呼吸	100
四、细胞连接	32	第三节 生命活动的调控	106
第二节 细胞的新陈代谢	33	一、植物生命活动的调控	106
一、酶——生物催化剂	34	二、动物生命活动的调控	112
二、细胞呼吸	36	思考题	116
三、光合作用	41	第六章 生物的生殖和发育	117
第三节 细胞分裂、分化、衰老与凋亡	45	第一节 生物生殖的基本类型	117
一、细胞分裂	45	一、无性生殖	117
二、细胞的分化与全能性	52	二、有性生殖	118
三、细胞的衰老与凋亡	53	三、无性生殖与有性生殖比较	121
四、脱离正常轨道的细胞——癌细胞	56	第二节 被子植物的生殖与发育	121
思考题	57	一、花粉粒的产生	122
第四章 生物体的构成——组织、器官和系统	59	二、胚囊的形成	123
第一节 组织	59	三、开花及传粉	124
一、植物组织的基本特征和功能	59	四、花粉发育和受精	125
二、动物组织的基本特征和功能	63	五、胚的发育	128
第二节 被子植物的器官系统	67	六、种子和果实	130
一、植物营养器官的形态和结构	67	七、被子植物的生活史及世代交替	131
二、植物生殖器官的形态和结构	73	第三节 人和高等动物的生殖与发育	133
		一、雄性生殖系统	133

二、雌性生殖系统	135	二、我国生物多样性概述	212
三、受精	139	三、生物多样性的保护	214
四、胚胎发育	141	思考题	215
思考题	144	第九章 生物与环境	216
第七章 生物的遗传、变异和进化	145	第一节 个体与环境	216
第一节 遗传学的基本定律	145	一、环境与生态因子	216
一、分离定律	145	二、生态因子对生物的影响	217
二、自由组合定律	148	第二节 种群生态	221
三、孟德尔遗传的延伸	149	一、种群的概念和特征	221
四、遗传的染色体学说	153	二、种群数量及其制约因素	223
五、基因的连锁与交换	154	第三节 生物群落	224
六、性染色体和伴性遗传	156	一、生物群落的概念和特征	224
第二节 遗传的分子基础	159	二、生物群落的结构	225
一、遗传物质——DNA	159	三、生物群落的类型和分布	226
二、遗传信息的表达	163	四、生物群落的演替	228
三、基因表达的调控	167	第四节 生态系统	229
四、人类基因组计划	169	一、生态系统的概念和组成	229
第三节 生物的变异	171	二、生态系统的营养结构	231
一、染色体畸变	171	三、生态系统中的能量流动	232
二、基因突变	173	四、生态系统的物质循环	234
第四节 生物的进化	177	第五节 人口、资源与生态平衡	236
一、达尔文与进化论	178	一、人口问题与生态环境	236
二、生物进化的证据和历程	179	二、资源问题与生态环境	238
三、人类的起源和进化	182	三、生态平衡和人类社会可持续发展的策略	241
思考题	183	思考题	243
第八章 生物的多样性及其保护	184	第十章 实训指导	244
第一节 生物的多样性及分类	184	实训1 生物组织中还原糖、脂肪、蛋白质的鉴定	244
一、生物的多样性	184	实训2 光学显微镜的使用、细胞观察与生物绘图技能训练	246
二、生物的分类	187	实训3 生物临时装片的制作与细胞有丝分裂的观察	249
第二节 原核生物界 原生生物界 真菌界	190	实训4 徒手切片的制作	251
一、原核生物界	190	实训5 植物组织、器官结构的观察	252
二、原生生物界	193	实训6 动物的基本组织观察	255
三、真菌界	194	实训7 叶绿体色素的提取、分离及理化性质	257
第三节 植物界	197	实训8 植物呼吸速率的测定	258
一、苔藓植物	197	实训9 萘乙酸对植物根、芽生长的影响	259
二、蕨类植物	199	实训10 反射与反射弧的分析	260
三、裸子植物	201	实训11 DNA的粗提取与鉴定	261
四、被子植物	203	实训12 果蝇唾液腺染色体制片与观察	263
第四节 动物界	204	参考文献	265
一、无脊椎动物	205		
二、脊椎动物	208		
第五节 生物多样性的保护	211		
一、生物多样性保护的重要性	211		

第一章 绪 论

学习目标

1. 掌握生命科学的定义，了解生物学的研究内容；
2. 掌握生命的基本特征；
3. 了解生物学的发展趋势及生物学与人类的关系。

一、生物学的研究对象与内容

1. 生命科学的定义

生物学 (Biology) 是研究自然界所有生物的起源、演化、生长发育、遗传变异等生命活动的规律和生命现象的本质，以及各种生物之间、生物与环境之间的相互关系的科学。生物学又称生命科学 (Life Science)，它是自然科学的基础学科之一。广义的生命科学还包括生物技术、生物与环境以及生物学与其他学科交叉的领域。

地球上现在已知的生物已达到 200 多万种，据估计实际应有 200 万~450 万种；已经灭绝的种类更多。从北极到南极，从高山到深海，从冰雪覆盖的冻原到高温的矿泉，都有生物的存在。这些生物具有多种多样的形态结构，其生活方式也变化多端。

从生物的基本结构单位——细胞的水平来考察，有的生物还不具备细胞形态；在已经具有细胞形态的生物中，有原核细胞构成的，也有真核细胞构成的；从组织结构看，有单细胞生物和多细胞生物。而多细胞生物又根据组织器官的分化和发展分为多种类型：从营养方式来看，有光合自养、吸收异养、腐蚀性异养、吞食异养等；从生物在生态系统的作用看，有生产者、消费者、分解者等。

生物学家根据生物的发展历史、形态结构特征、营养方式以及它们在生态系统中的作用等，将生物分成若干界。对于生物界的划分历史上也有多种提法，现在比较通用的是 1969 年生态学家魏泰克 (R. H. Whittaker) 提出的将生物界划分为五界，即原核生物界 (Monera)、原生生物界 (Protista)、真菌界 (Fungi)、植物界 (Plantae)、动物界 (Animalia)。这种划分法没有将病毒纳入其中，但从现代生物学的角度不应忽略它，因此在本书中也将病毒界列入其中，见表 1-1。

表 1-1 生物谱系表

界	性 质	说 明
病毒界	非细胞生物	含有自我复制遗传结构，一种病毒只有一种核酸
原核生物界	原核生物	细胞结构水平低，无核、膜、仁，除少数外，多为营寄生或腐生
原生生物界	真核生物	细胞有核、膜、仁，多为单细胞生物，少量为简单多细胞生物
真菌界	真核生物	细胞有核、膜、仁，由单细胞或多细胞的菌丝体组成
植物界	真核生物	由若干有细胞壁的细胞群构成，绝大多数行光合作用
动物界	真核生物	由若干无细胞壁的细胞群构成，是能主动获取食物的类群

病毒是一种非细胞生命形态，它由一个核酸长链和蛋白质外壳构成，病毒没有自己的代谢机构，没有酶系统。因此病毒离开了宿主细胞，就成了没有任何生命活动，也不能独立进行自我繁殖的化学物质。一旦进入宿主细胞，它就可以利用细胞中的物质和能量以及自身具有的复制、转录和翻译的能力，按照它自身核酸所包含的遗传信息产生与它同样的新一代病毒。病毒基因同其他生物的基因一样，也可以发生突变和重组，因此也是可以演化的。因为病毒没有独立的代谢机构，不能独立的繁殖，因此被认为是一种不完整生命形态。近年来发现了比病毒还要简单的类病毒，它是小的 RNA 分子，没有蛋白质外壳，但它可以在动物身上造成疾病。这些不完整生命形态的存在说明无生命与有生命之间没有不可逾越的鸿沟。

除病毒界和原核生物界外，其他四界都是真核生物。原核细胞和真核细胞是细胞的两大基本形态，它们反映了细胞进化的两个阶段。把具有细胞形态的生物划分为原核生物和真核生物，是现代生物学的一大进展。原核细胞的主要特征是没有线粒体、质体等膜细胞器，染色体只是一个环状的 DNA 分子，不含组蛋白及其他蛋白质，没有核膜。原核生物主要是细菌。

真核细胞是结构更为复杂的细胞。它有线粒体等膜细胞器，有包以双层膜的细胞核把核内的遗传物质与细胞质分开。DNA 是长链分子，与组蛋白以及其他蛋白质组合成染色体。真核细胞可以进行有丝分裂和减数分裂，分裂的结果是复制的染色体均等地分配到子细胞中。原生生物是最原始的真核生物。

从类病毒、病毒到植物、动物，各种生物拥有众多特征鲜明的类型。各种类型之间又有一系列的中间环节，形成连续的谱系。同时由营养方式决定的三大进化方向，在生态系统中呈现出相互作用的空间关系。因而，进化既是时间过程，又是空间发展过程。生物从时间的历史渊源和空间的生活关系上都是一个整体。

2. 生命的基本特征

虽然生物种类多、数量大，并且生物间存在着千差万别，然而生物和非生物之间还是存在着本质的区别，归纳起来，生命的基本特征有以下几点。

(1) 化学成分的同源性 从构成生命体的元素成分看，都是由普遍存在于无机界的 C、H、O、N、P、S、Ca 等元素构成，并没有生命所特有的元素。而组成生物体的生物大分子的结构和功能，在本质上也是相同的。例如各种生物的蛋白质的单体都是氨基酸，种类不过 20 种左右，它们的功能对所有的生物都是相同的，并且在不同的生物体内其基本代谢途径也是相同的等。再如 DNA（脱氧核糖核酸）是已知几乎全部生物的遗传物质（少数为 RNA，即核糖核酸），由 DNA 组成的遗传密码在生物界一般是通用的。还有各种生物都是以高能化合物 ATP（腺苷三磷酸）作为传能分子等。所有这些都是生物体化学成分同源性的体现。化学成分的同源性同时也深刻地揭示了生物的统一性。

(2) 严整有序的结构 生物体不是由各种化学成分随机堆砌而成的，而是具有严整并且有序的多层次结构。病毒以外的一切生物都是由细胞组成的，细胞是由大量原子和分子所组成的非均质系统。除细胞外，生物体还有其他结构单位。细胞之下有各种细胞器以及分子、原子等，细胞之上有组织、器官、器官系统、个体、生态系统、生物圈等。生物的各种结构单位按照复杂程度和逐级结合的关系而排列成一系列的等级，这就是结构层次。较高层次上会出现许多较低层次所没有的性质和规律。每一层次的各个结构单元都有自己特定的结构与功能，它们有机协调构成复杂的生命系统。

(3) 新陈代谢 生命体是一个开放的系统，任何生物都在时刻不停地与周围环境进行着

物质交换和能量转换,一些物质被生物体吸收并经一系列的变化后成为代谢产物而排出体外,从而实现生物体自身的不断更新,以适应体内外环境的变化,这一过程就是新陈代谢。新陈代谢包括两个作用相反但又相互依赖的过程,即合成代谢与分解代谢。前者是生物体从外界摄取物质和能量,将其转化为生命本身的物质,并把能量储存起来;后者是分解生命物质,释放出其中的能量以供生命活动所需,并把废物排出体外。新陈代谢是一切生物赖以生存的基本条件。新陈代谢失调生命就会受到威胁,新陈代谢一旦停止,生命即告结束。

(4) 生长发育 生物能通过新陈代谢的作用而不断地生长发育。一方面,每一细胞从产生开始要经历一系列的发育过程,另一方面,生物体的生长通常要依靠细胞的分裂、增长而得以实现。多细胞生物的受精卵经过反反复复的细胞分裂过程变成一个幼小的个体,而后又不断地长大成为成熟的个体。

(5) 遗传、变异及进化 任何生物个体都不可能长期生存,它们必须通过生殖产生子代而使生命得以延续。生物不仅能繁殖出其后代,而且亲代的各种性状还可以在子代中得到重现,这种现象就是遗传。但亲代与子代之间、子代的个体与个体之间各种性状的改变也时有发生,此即变异。生物的遗传是由基因决定的,而基因就是 DNA 片段。基因的改变(基因突变)或基因组合的改变(基因重组)都会导致生物体表型的变异。

生物体还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,经过了多细胞生物形成,各生物物种产生,以及高等智能生物——人类出现等重要的发展阶段后,从而形成了今天庞大的生物体系。

(6) 应激性和适应性 生物体在生活过程中都能够对外界环境的刺激产生相应的反应,这就是应激性。外界环境中的光、电、声、温度、化学物质等的变化等,都能够成为刺激源。藻类的趋光性、植物根的向水性和向地性等都属于应激反应,应激反应能使生物趋利避害,有利于个体和种族的生存与繁衍。

每一种生物都有自身特有的生活环境,它的结构和功能总是适合于在这种环境条件下的生存与延续。当外界环境条件发生变化时,生物体能随之改变自身的特性或生活方式,借以维持正常的生命,生物的这种特性叫做适应性。如沙漠干旱地带的仙人掌类植物的叶变成了针刺状,而茎则变成了肥厚肉质,从而很好地保持了体内的水分。

应激性和适应性是生命的基本特性,这些特性一旦消失,生物将很难生存。

二、生命科学的发展

1. 生命科学的发展概况

生命科学的发展大致经历了以下三个主要阶段。

① 从古代到 16 世纪左右是生命科学的准备和奠基时期。在远古年代,人们对生命现象的认识常常是和与疾病斗争、农牧业、禽畜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,由此人们积累了动物、植物和人类自身的解剖、生长、发育与繁殖等方面的知识。到古希腊时代,人们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》一书中详细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反映了那个时代的特点,观察和哲学参半、描述和思辩混合。其后西方进入了漫长的中世纪年代,科学的发展受到了极大的阻滞。

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,均记录了大量的对动物、植物的观察和分类研究。但总体看,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 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。目前, 普遍认为现代生命科学系统的建立始于 16 世纪。其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) 出版了《人体结构》一书, 这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。1628 年, 英国医生哈维 (William Harvey) 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, 生命科学也进入了辉煌发展阶段。生命科学各个重要分支已相继建立, 其中以细胞学、进化论和遗传学为主要代表, 构成了现代生命科学的基石。1665 年英国的物理学家罗伯特·胡克 (Robert Hooke) 用自制的简陋的显微镜观察了软木薄片, 发现了许多呈蜂窝状的小室, 并将其命名为“cell”。瑞典科学家林奈于 18 世纪 50 年代创立了科学的分类体系, 廓清了当时生物分类的混乱局面。19 世纪初, 在法国一些生物著作中正式出现了“生物学”一词。1838 年德国植物学家施莱登 (M. J. Schleiden) 提出细胞是一切植物结构的基本单位, 并且是一切植物赖以发展的根本实体。1839 年德国动物学家施旺 (Theodor Schwann) 把这一学说扩大到动物学界, 从而形成了细胞学说, 即: 一切植物、动物都是由细胞组成的, 细胞是一切动植物结构和功能的基本单位。1859 年 11 月 24 日, 达尔文 (Charles Darwin)《物种起源》的正式出版标志着生物进化论的产生和确立。细胞学说、生物进化论是 19 世纪生物科学史上的重大事件, 它们共同揭示了生物界的统一性及其发展规律, 是生物发展史上的里程碑。恩格斯将它们和能量守恒与转换定律并称为 19 世纪人类自然科学的三大发现。在 19 世纪中期, 法国科学家巴斯德 (Louis Pasteur) 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。19 世纪中后期到 20 世纪初期孟德尔 (Gregor Mendel) 遗传定律的发现和摩尔根 (Thomas Hunt Morgan) 的基因论宣告了现代遗传学的创立。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, 进而推动了 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。

③ 20 世纪中叶以后, 生命科学出现了不同分支学科与跨学科间的大交汇、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。1953 年沃森 (J. D. Watson) 和克里克 (F. Crick) 发现了 DNA 双螺旋结构, 标志着分子生物学的建立。分子生物学的建立是生命科学进入 20 世纪最伟大的成就。从此, 以基因组成、基因表达和遗传控制为核心的分子生物学的思想和研究方法迅速地深入到生命科学的各个领域, 极大地推动了生命科学的发展。由此于 1990 年启动了“人类基因组计划”, 它和“曼哈顿工程”、“阿波罗登月计划”并称 20 世纪三大科学计划。到 2003 年, 人类基因组 30 多亿个碱基序列已全部被测定, 接着人类进入了破译遗传密码、研究基因功能的后基因组时代。

2. 现代生命科学的发展趋势

生命科学与人类生存、健康及社会发展密切相关。现代生命科学基础研究中最活跃的前沿主要包括分子生物学、细胞生物学、神经生物学、生态学, 并由这些活跃的前沿引申出诸如基因组学、蛋白质组学、结构基因组、克隆、脑与认知、生物多样性等重要领域。未来 20~30 年内, 科学家将解读大量生物物种的遗传密码, 在生命科学的主要领域 (例如神经、免疫、胚胎发育和农业生物技术等方面) 取得突破性进展, 并使人类认识自身和生命起源与

演化的知识超过过去数百年。各国对生物学研究的投入越来越大,生命科学对社会的产出也在迅速增加。

① 未来 10~20 年分子生物学仍然是生命科学的主导力量,基因组学及其后续研究将成为生命科学的战略制高点。分子生物学的诞生使传统生物学研究转变为现代实验科学。分子生物学在微观层次对生物大分子的结构和功能正深入到对细胞、发育和进化以及脑功能的分子机制探索。细胞周期、细胞凋亡和程序化死亡、蛋白质降解是近几年关注的焦点。随着人类基因组计划等“大科学工程”的实施,生物学界出现了大规模的集约型研究,步入了大规模、高通量研究的时代。

② 对生命科学的研究必将出现多学科融合。数学、理论与实验物理、化学、信息科学和仪器工程等与生命科学的交叉融合将推动生物学自身以及自然科学其他学科的发展。今后的生物学研究对技术和设备将有更为迫切的需求,方法与仪器的创新将仍是揭示生命奥秘的窗口和突破口。在“后基因组时代”,许多在过去被视为基础研究的工作刚开始就与应用紧密联系在一起,企业也更多地介入前期研究工作,研究成果向产业化转化的速度会更快。

③ 生命科学的飞速发展必将带动许多相应的技术和应用研究的发展。基因工程、蛋白质工程、发酵工程、酶工程、细胞工程、胚胎工程等生物工程将趋于成熟并逐渐普及。这些技术的新进展将会给农业、医疗与保健带来根本性的变化,并对信息、材料、能源、环境与生态科学带来革命性的影响。

④ 生命科学的研究是大规模的跨单位、跨地区、跨国家的联合研究。现代生物学家研究的视野已经从一两个基因或蛋白质的行为扩展到了成千上万个基因或蛋白质的表现,关注的对象已不再停留于一条代谢途径或信号转导通路,而是提升到了细胞活动的网络和生物大分子之间复杂的相互作用关系。生命科学研究内容的深入和范围的加大,使多个实验室间的合作研究方式成为当前的主要潮流,大规模的跨单位、跨地区、跨国家的联合研究成为主要方式。

此外,复杂系统理论和非线性科学的发展,正促使生物学思想和方法论从局部观向整体观拓展,从线性思维走向复杂性思维,从注重分析转变为分析与综合相结合。新兴的学科增长点不断涌现,一个理论上的大综合和大发展的时期即将来临。

3. 21 世纪生命科学发展展望

生命科学是在分子、细胞、整体以及系统等各个层次水平上探讨生物体生长、发育、遗传、进化以及脑、神经、认知活动等生命现象本质并探索其规律的科学,是自然科学中最具挑战性的学科。20 世纪后叶分子生物学的突破性成就,使生命科学在自然科学中的地位起了革命性的变化,现已聚集起更大的力量、酝酿着更大的突破走向 21 世纪。生命科学的发展和进步也向数学、物理学、化学、信息、材料及许多工程科学提出了很多新问题、新思路和新挑战,带动了其他学科的发展和提高,生命科学将成为 21 世纪的带头学科。从现在起到今后的 10~15 年内,生物学在其本身发展和其他学科的影响下,必将经历重大转变。一方面在微观层次上对生物大分子的结构和功能,特别是基因组的研究取得重大突破后,正深入到后基因组学时代,通过功能基因组学和比较基因组学的研究,对基因、细胞、遗传、发育、进化和脑功能的探索正在形成一条主线,随之而来的转录组学、蛋白质组学、代谢组学、结构生物学、计算生物学、生物信息学、系统生物学等方面的研究也将在生命科学中成为重要角色。另一方面,在宏观层次上对生命的起源与进化、分类学、生态学、生物资源与可持续发展以及生物复杂性等方面的研究也将取得重要进展。特别是通过微观与宏观、分析与综合、单个基因与整体、个体与群体等多方面的结合,以及多种新技术的应用,生命科学