



十五

普通高等教育「十五」国家级规划教材

生物学概论

李堃宝
褚建君
缪晓玲

Essential Biology

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育「十一五」国家级规划教材

生物学概念

Shengwuxue

Gailun

李堃主

褚建君

缪晓玲



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内 容 提 要

本书以生命现象与生命活动为主线,根据生命的主要结构层次,按照分子—细胞—代谢—个体—群体—生物圈的顺序,来介绍生物有机体的结构与功能、稳态、发育、遗传、适应、进化与生态等方面的基本概念与原理。本书共7篇26章,分别介绍了细胞和遗传、生物的结构与功能、生命活动的调节、生殖与发育、生物多样性、生命自然史以及生物与环境。为了提高教学适用性,本书特配数字课程,将彩图和拓展性知识放于其上,更凸显了生物学知识丰富的特点。

本书可作为高等学校生物科学类、农林、医学专业的专业基础课教材,通过学习可使学生掌握生物学的全貌和普遍规律,为后续专业课程的学习奠定基础。

图书在版编目(CIP)数据

生物学概论/李堃宝,褚建君,缪晓玲编著. --北京:高等教育出版社,2011.6
ISBN 978-7-04-032450-1

I. ①生… II. ①李… ②褚… ③缪… III. ①生物学—概论—高等学校—教材 IV. ①Q-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第226176号

策划编辑 王 莉 孟 丽 责任编辑 孟 丽 封面设计 张志奇 责任印制 田 甜

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 100120
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司
开 本 787×1092 1/16
印 张 26.25
字 数 650 000
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2011年6月第1版
印 次 2011年6月第1次印刷
定 价 45.00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 32450-00

前 言

生物学是一门古老的科学。在若干世纪前,人类就开始研究生物,并且希望解答世界上最迷人的生命之谜。在亚里士多德时代甚至古代中国和古代埃及文明已对生命有相当的知识 and 理论。早期的生物学只是关于器官的形态描述以及以形态特征为依据的分类学。

生物学又是一门新的科学。生命现象的许多重要本质直到最近才被揭示出来。20 世纪后半叶开始,数学、物理和化学等方法被广泛应用于生物学,使生物学发生了革命性变化。


现代生物学转向研究细胞、细胞内物质及酶系统、核酸等生物大分子的结构和功能,从而进入了“分子生物学”时代。进入 21 世纪,国际生命科学领域的最大项目——人类基因组计划提前完成,标志着分子生物学的惊人发展。人类在探索生命本质的征途上跨入“后基因组时代”。

随着分子生物学的发展,达尔文的生物进化理论也获得飞速发展,当前已发展成现代达尔文主义。现代综合进化理论首先根据分子生物学的成就来说明变异的性质和来源,然后指出变异通过繁殖方式组成个体的基因型和群体的遗传组成,进而阐明物种的形成机制。然而,大量考古学研究的新发现充分揭示出生物进化的突发性和自发性,进化速度和形态离散性是自然选择理论无法解释的。

作为 21 世纪自然科学的领头学科,生物学自身发展将会有更大的突破。另一方面,随着高等教育规模的不断发展,各类院校对生物学的教学内容、教学侧重点等提出了不同的要求。即便是同一所大学,对不同专业的生物学内容的要求也不一样。

编者认为,生命活动是生物整体活动的表现,不是组成生命系统各层次结构和活动的简单叠加。生物界是一个整体,具有普遍适用的规律。作为一本生物学概论,应该包括微观生物学和宏观生物学两方面的内容。

本书是作为高等院校生物、农林、医学院系教学大平台中的一门专业基础课程,目的旨在使同学们掌握有关生物学的全貌和普遍规律的知识,为他们学习后续专业课程奠定基础。考虑到专业培养计划中的课程安排,本书更着重介绍动物学、植物学、进化理论及生态学方面的知识,起到拾遗补阙的教学功能。

全书共分 26 章,由李堃宝、褚建君和缪晓玲合作编写而成。第一、二、三章由缪晓玲编写,第四、六、八章及十六章由褚建君编写,其余各章全由李堃宝编写。本书特配数字课程,其上有较多电子资源,在正文中以标出,供师生选择使用。

本书是编者在 10 余年从事生物学教学工作的基础上修订完稿的。上海交通大学生命学院领导和高等教育出版社对本书出版提供了大力支持。本书还得到上海交通大学教务处出版基金的资助,在此一并致以深深的谢意。国家级教学名师林志新教授、张惟杰教授提供了不少珍贵资料和宝贵建议,特此感谢。尽管如此,本书能否达到编者的初衷,还有待实践验证。错误和不当之处恳请读者批评指正。

李堃宝 褚建君 缪晓玲

2011 年 4 月 9 日

目 录

绪论	(1)	五、为什么说 21 世纪是生命科学的世纪	(4)
一、什么是生物科学	(1)	六、生物学与人类社会	(6)
二、生物学的分科	(1)	七、生命的基本特征	(7)
三、生物学的历史和发展	(1)		
四、生物学的研究方法	(3)		

第一篇 细胞和遗传

第一章 生物体的物质基础	(13)	一、生物催化剂——酶	(39)
第一节 生物体的元素和分子组成	(13)	二、能量分子——ATP	(41)
一、生物体的元素组成	(13)	三、绿色植物的光合作用	(41)
二、生物体的分子组成	(14)	四、生物氧化	(45)
第二节 生物小分子	(14)	五、蛋白质的生物合成	(48)
一、水	(14)	第三节 细胞增殖与周期调控	(52)
二、单糖	(15)	一、细胞周期	(52)
三、氨基酸	(16)	二、有丝分裂	(54)
四、核苷酸	(18)	三、减数分裂	(56)
五、脂质	(19)	四、细胞周期的调控	(56)
第三节 生物大分子	(21)	第四节 细胞的分化、衰老与死亡	(58)
一、蛋白质	(21)	一、细胞的分化	(58)
二、核酸	(23)	二、细胞分化的特征和过程	(58)
三、多糖	(24)	三、分化细胞的发育潜能	(60)
第二章 细胞	(27)	四、细胞质决定子	(60)
第一节 细胞的基本结构及其功能	(27)	五、细胞的衰老与死亡	(61)
一、原核细胞和真核细胞	(28)	第五节 细胞凋亡	(63)
二、质膜及细胞表面结构	(31)	一、细胞凋亡的概念与生物学意义	(63)
三、细胞核与染色体	(35)	二、凋亡细胞的特征	(64)
四、细胞器	(36)	三、基因调控细胞凋亡	(66)
第二节 细胞代谢	(39)	四、细胞凋亡的信号途径	(67)
		第六节 干细胞与癌细胞	(68)
		一、干细胞	(68)
		二、癌细胞	(70)

第三章 遗传与变异	(74)	三、转基因技术的安全性问题	(85)
第一节 孟德尔遗传的基本规律	(74)	第四节 遗传疾病	(85)
一、分离定律	(75)	一、遗传疾病的特征和分类	(85)
二、自由组合定律	(76)	二、遗传疾病的诊断与治疗	(87)
第二节 基因的分子生物学基础 ●	(77)	第五节 人类基因组计划 ●	(89)
一、基因的本质	(77)	一、概述	(89)
二、DNA结构和复制	(77)	二、人类基因组作图	(89)
三、基因结构与表达调控	(77)	三、人类基因组计划研究进展	(89)
四、基因突变	(77)	四、人类基因组研究的伦理问题	(89)
五、基因的相互作用及其与环境的 关系	(77)	五、与人类基因组相关研究成果	(89)
第三节 基因工程技术和应用	(77)	第六节 蛋白质组学 ●	(90)
一、基因工程的操作	(78)	一、概述	(90)
二、基因工程的应用	(83)	二、蛋白质组学研究技术	(90)

第二篇 生物的结构与功能

第四章 高等植物的结构与功能	(93)	二、同化物的运输	(130)
第一节 植物的组织	(93)	第五章 高等动物的结构与功能	(132)
一、分生组织	(93)	第一节 动物结构的整体性	(132)
二、成熟组织	(95)	一、动物的组织	(132)
三、维管束、维管组织和维管系统	(101)	二、动物器官和系统	(142)
第二节 被子植物的形态、结构和 功能	(103)	三、稳态	(144)
一、根	(103)	第二节 动物体内的物质运转	(145)
二、茎	(111)	一、消化与吸收	(145)
三、叶	(118)	二、呼吸	(157)
四、花、果实和种子	(123)	三、循环	(165)
第三节 植物体内物质的运输	(128)	四、排泄	(173)
一、水分和无机盐在植物体内的 运输	(128)		

第三篇 生命活动的调节

第六章 植物激素	(185)	三、细胞分裂素类	(188)
第一节 植物激素概述	(185)	四、脱落酸	(189)
一、生长素类	(185)	五、乙烯	(189)
二、赤霉素类	(187)	第二节 植物生长调节剂	(190)

一、生长促进剂	(190)	二、反射	(221)
二、生长抑制剂	(190)	三、本能	(221)
三、生长延缓剂	(191)	四、节律行为	(221)
第七章 动物的调节与控制	(192)	五、动机行为	(221)
第一节 神经系统	(192)	第二节 后天性习得行为 ^①	(221)
一、神经系统的进化	(192)	第三节 社会行为 ^②	(221)
二、脊椎动物的神经系统	(193)	一、优势等级	(221)
三、神经冲动的传导	(198)	二、领域行为	(221)
四、突触与突触传递	(201)	三、利他行为	(221)
五、反射与反射弧	(204)	四、攻击行为	(221)
第二节 感觉器官 ^③	(205)	第四节 动物的通信 ^④	(221)
一、皮肤感受器	(205)	一、化学通信	(221)
二、侧线器	(205)	二、机械通信	(221)
三、平衡器和听觉器	(205)	三、辐射通信	(221)
四、化学感受器	(205)	四、蜜蜂的通信	(221)
五、光感受器	(205)	第十章 免疫	(222)
第三节 激素和内分泌系统	(205)	第一节 抗原	(222)
一、内分泌系统的概述	(205)	一、抗原的概念和特性	(222)
二、无脊椎动物的激素	(208)	二、完全抗原和不完全抗原	(223)
三、昆虫激素	(208)	第二节 有机体的三道防线	(223)
四、脊椎动物的激素	(210)	一、天然免疫	(223)
五、激素分泌的调节	(217)	二、获得性免疫	(225)
第八章 植物的运动 ^⑤	(220)	第三节 免疫系统	(226)
第一节 向性运动 ^⑥	(220)	一、免疫器官	(226)
一、向光性	(220)	二、免疫细胞	(227)
二、向重力性	(220)	三、免疫分子	(228)
三、向化性	(220)	第四节 获得性免疫的类型	(229)
四、向水性	(220)	第五节 免疫应答	(229)
第二节 感性运动 ^⑦	(220)	一、感应阶段	(229)
一、感震运动	(220)	二、反应阶段	(230)
二、感夜运动	(220)	三、效应阶段	(231)
第三节 阳光跟踪 ^⑧	(220)	第六节 获得性免疫的工作原理 ...	(231)
第九章 动物的行为 ^⑨	(221)	一、体液免疫	(231)
第一节 先天性定型行为 ^⑩	(221)	二、细胞免疫	(233)
一、趋性	(221)	第七节 克隆选择学说	(234)
		第八节 免疫学的实际应用	(235)
		一、免疫技术用于疾病预防和治疗 ...	(235)

- 二、免疫技术用做科研手段…………… (235)
- 第九节 与免疫系统有关的疾病 … (237)
- 一、过敏 …………… (237)
- 二、自身免疫疾病 …………… (238)
- 三、免疫缺陷病 …………… (238)
- 四、获得性免疫缺乏综合征…………… (238)

第四篇 生殖与发育

- 第十一章 生殖…………… (243)
- 第一节 生殖形式…………… (243)
- 一、无性生殖…………… (243)
- 二、有性生殖…………… (244)
- 三、孤雌生殖和童体生殖 …………… (247)
- 四、雌雄同体和性别逆转 …………… (247)
- 五、性别决定…………… (248)
- 六、世代交替…………… (253)
- 第二节 高等动物的有性生殖
过程 …………… (254)
- 一、配子发生…………… (254)
- 二、精子和卵子的结构 …………… (254)
- 三、受精…………… (254)
- 第十二章 动物的发育…………… (255)
- 第一节 动物的胚胎发育…………… (255)
- 一、卵裂期…………… (255)
- 二、囊胚…………… (256)
- 三、原肠胚期…………… (257)
- 四、神经胚…………… (257)
- 五、器官发生…………… (259)
- 第二节 胚后发育…………… (259)
- 一、生长和再生…………… (259)
- 二、变态…………… (261)
- 第三节 人类的胚胎发育 …………… (263)
- 一、着床…………… (263)
- 二、胚胎外膜…………… (263)
- 三、胎盘…………… (263)
- 四、胚胎发育…………… (263)
- 五、出生…………… (263)
- 六、哺乳…………… (263)
- 七、出生后发育…………… (263)
- 八、衰老…………… (263)
- 第十三章 发育的机制…………… (264)
- 第一节 发育理论…………… (264)
- 一、预成论和渐成论…………… (264)
- 二、细胞发生率…………… (264)
- 第二节 胚胎细胞命运的决定…………… (265)
- 一、胚胎发育的极性…………… (265)
- 二、细胞质决定子…………… (265)
- 三、命运图…………… (265)
- 四、镶嵌型发育和调整型发育…………… (266)
- 五、发育的分子机制…………… (269)
- 第三节 胚胎诱导…………… (280)

第五篇 生物多样性

- 第十四章 生物的分类系统…………… (285)
- 第一节 生物分类的原则…………… (285)
- 一、人为分类和自然分类…………… (285)
- 二、物种和种的命名法…………… (285)
- 三、分类阶梯…………… (286)
- 第二节 分类学的进展…………… (286)
- 第三节 生物的分界…………… (288)
- 第十五章 微生物 …………… (291)
- 第一节 微生物的概念和特点 …………… (291)
- 一、种类多、分布广、代谢类型多样 …………… (291)
- 二、繁殖快、代谢能力强…………… (291)

三、容易变异、适应性强	(291)	三、裸子植物	(317)
第二节 病毒 ^①	(291)	四、被子植物	(323)
一、病毒的发现	(291)	五、植物类群演化的趋势	(324)
二、病毒的特点和定义	(291)		
三、病毒的结构和种类	(291)	第十七章 动物	(326)
四、病毒的感染	(291)	第一节 动物分类的主要依据	(326)
五、病毒的进化	(291)	一、细胞分化状况	(326)
六、类病毒	(291)	二、体形的对称状况	(326)
七、朊病毒	(291)	三、胚层	(326)
八、病毒与疾病	(291)	四、卵裂	(326)
第三节 原核生物 ^②	(291)	五、口和体腔	(327)
一、细菌	(291)	六、体节	(327)
二、放线菌	(291)	第二节 动物界	(328)
三、其他原核生物	(291)	一、原生动物门(Protozoa)	(328)
第四节 古核生物(古生菌) ^③	(291)	二、海绵动物门(Spongia)	(331)
第五节 真菌 ^④	(291)	三、腔肠动物门(Coelenterata)	(331)
一、运动真菌	(291)	四、栉水母门(Ctenophora) ^⑤	(333)
二、接合菌	(291)	五、扁形动物门(Platyhelminthes)	(334)
三、子囊菌	(292)	六、纽虫门(Nemertinea) ^⑥	(338)
四、担子菌纲	(292)	七、线虫动物门(Nemathelminthes)	(338)
五、冬虫夏草	(292)	八、轮虫门(Rotifera) ^⑦	(339)
第十六章 植物	(293)	九、环节动物门(Annelida)	(339)
第一节 植物的多样性及分类的		十、蛭虫门(Echiurida) ^⑧	(341)
主要依据	(293)	十一、软体动物门(Mollusca)	(341)
一、植物的多样性	(293)	十二、节肢动物门(Arthropoda)	(343)
二、植物分类的主要依据	(294)	十三、苔藓动物门(Bryozoa)、腕足动物门	
第二节 低等植物	(294)	(Brachiopoda)和帚虫动物门	
一、藻类植物	(294)	(Phoronida) ^⑨	(347)
二、地衣植物	(304)	十四、棘皮动物门(Echinodermata)	(347)
第三节 高等植物	(305)	十五、半索动物门(Hemichordata)	(347)
一、苔藓植物	(305)	十六、脊索动物门(Chordata)	(348)
二、蕨类植物	(310)	第三节 动物种系的进化	(360)

第六篇 生命自然史

第十八章 生命的起源	(365)	一、神创论	(365)
第一节 有关生命起源的假说	(365)	二、灾变论	(365)

三、自然发生论	(365)	一、人类的起源	(376)
四、宇宙论	(365)	二、现代人类的起源和进化	(376)
五、新自然发生学说	(365)		
第二节 生命起源的研究	(366)	第二十章 进化理论	(377)
一、生物大分子的发生	(366)	第一节 拉马克学说	(377)
二、原始生命体的发生	(368)	第二节 达尔文学说	
第三节 细胞的起源和演化	(369)	——自然选择	(377)
一、从非细胞形态到细胞形态	(369)	第三节 现代达尔文主义	
二、原始细胞及代谢方式	(369)	——现代综合进化论	(378)
三、从原核细胞到真核细胞	(370)	一、现代综合进化论的发展	(378)
四、从单细胞到多细胞	(371)	二、现代达尔文主义的主要内容	(379)
第十九章 生物的进化	(374)	三、综合进化论的难题	(382)
第一节 生物进化的历程	(374)	第四节 分子进化的中性学说——非	
一、从无生物到生物	(374)	达尔文主义进化学说	(383)
二、从异养生物到自养生物	(374)	一、中性学说产生的学术背景	(383)
三、从无性生殖到有性生殖	(374)	二、中性学说的主要内容	(385)
四、从水生到陆生	(374)	三、中性学说面临的两大难题	(386)
第二节 生物进化的证据	(375)	四、达尔文主义和中性学说的关系	(386)
一、古生物学的证据	(375)	第五节 间断平衡进化论	(387)
二、比较解剖学的证据	(375)	第六节 系统论观点	(387)
三、胚胎学的证据	(375)		
四、生理学和生物化学的证据	(375)	第二十一章 物种和物种的形成与	
第三节 鸟类起源与进化	(375)	绝灭	(389)
一、鸟类起源于兽脚类恐龙	(375)	第一节 物种的形成方式	(389)
二、鸟类起源于初龙类	(375)	一、渐变式	(389)
三、中国中生代鸟类化石	(375)	二、跳跃式或称暴发式	(390)
四、早期鸟类系统演化	(375)	第三节 适应和生物进化的形式	(391)
第四节 人类的起源和进化	(376)	第四节 物种绝灭	(392)

第七篇 生物与环境

第二十二章 环境分析	(397)	第三节 环境梯度、耐受性和	
第一节 环境的概念	(397)	适应性	(397)
第二节 生态因素及其生态		一、环境梯度	(397)
作用	(397)	二、耐受性和生态幅	(397)
一、主要生态因子的生态作用	(397)	三、限制因子	(397)
二、生态因子作用的一般特征	(397)		

第二十三章 种群生态学 ^①	(398)	第二十五章 生态系统 ^①	(401)
第一节 种群概念及基本特征 ^①	(398)	第一节 生态系统的基本概念及 特征 ^①	(401)
第二节 种群的动态 ^①	(398)	一、生态系统的概念	(401)
一、种群的数量统计	(398)	二、生态系统的组成与结构	(401)
二、种群的增长模型	(398)	第二节 生态系统的能量流动 ^①	(401)
三、种群数量的调节	(398)	一、食物链和食物网	(401)
第二十四章 群落生态学 ^①	(399)	二、营养级和生态金字塔	(401)
第一节 群落的概念 ^①	(399)	三、生态效率	(401)
第二节 群落内生物的种间 关系 ^①	(399)	四、生产量和生物量	(401)
一、竞争	(399)	第三节 生态系统中的物质 循环 ^①	(401)
二、捕食	(399)	一、物质循环的一般特征	(401)
三、共生和合作	(399)	二、生物地球化学循环	(401)
四、寄生	(399)	三、有害有毒物质的循环	(401)
五、化学互促和化学对抗	(399)	第四节 生态系统的信息流动 ^①	(401)
第三节 群落的种类组成 ^①	(399)	一、信息的概念及其特征	(401)
一、根据各个种在群落中的作用来划分 群落成员型	(399)	二、生态系统信息流动过程中的 环节	(401)
二、群落种类组成的数量特征	(399)	三、信息化的生态系统	(401)
第四节 植物的生活型和群落 结构 ^①	(399)	第二十六章 保护生物多样性 ^①	(402)
一、植物的生活型	(399)	第一节 生物多样性的概念	(402)
二、群落的结构	(399)	一、遗传多样性	(402)
第五节 群落的演替 ^①	(399)	二、物种多样性	(402)
一、群落演替的定义	(399)	三、生态系统多样性	(402)
二、演替系列	(399)	四、景观多样性	(402)
三、演替顶极学说	(399)	第二节 生物多样性的丢失及其 原因 ^①	(402)
四、群落演替类型	(399)	一、栖息地破坏、破碎化和改变	(402)
第六节 群落对干扰的反映 ^①	(399)	二、外来物种的引入	(402)
一、干扰的定义	(399)	三、掠夺式的过度利用	(402)
二、干扰的作用和中度干扰假说	(400)	四、污染和有毒物质的产生	(402)
三、斑块动态	(400)	五、连锁效应和协同效应	(402)
第七节 群落的主要类型及其分布 规律 ^①	(400)	第三节 生物多样性的价值 ^①	(402)
一、影响陆地生物群落分布的因素	(400)	参考文献	(403)
二、陆地生物群落类型	(400)		

结 论

一、什么是生物科学

生物学(biology)或生物科学(biological science)是研究生命的科学,是研究生命现象的本质及探讨生物发生、发展及其活动规律的科学,因此,又称为生命科学(life science)。它是研究生物体的形态、构造、行为、机能、演变及其与环境间相互关系等问题的学科。

生物学的研究对象是生物,不仅要研究肉眼看不见的微生物,也要研究自然界的动物、植物,还要研究人类自己,因为人类也是一种生物。生物学还要研究小至生物大分子的基因行为,大至地球表面的生物圈(biosphere)动态,延伸至玄古生命的发生和宇宙中生命存在等问题。

二、生物学的分科

生物学涉及生命活动的方方面面,因此它的分支学科很多。最早建成的分支学科是按生物类群或研究对象划分的学科,包括植物生物学、动物生物学、微生物学和人类学。这些学科又可再划分为更细的学科,如藻类学、原生动物学、昆虫学、鱼类学等。微生物学所研究的对象不是一个自然类群,包括的种类甚为庞杂,可划分为病毒学、细菌学、真菌学等。

根据研究角度的不同,生物学可分为:分类学、形态学、生理学、胚胎学、古生物学、遗传学、生态学等。分类学研究生物分类的方法和原理;形态学研究动植物和微生物的整体及其组成部分的外形和结构;生理学研究生物物理和生物化学功能;胚胎学研究生物个体发育;古生物学研究古地质时代中的生物及其发展;遗传学研究生物遗传和变异的规律;生态学研究生物与生物之间、生物与环境之间的关系。

根据研究范围不同,生物学可分为:生物化学、生物物理学、分子生物学、细胞生物学、组织生物学、器官生物学、个体生物学、群体生物学等。生物化学主要应用化学的理论和方法来研究生命现象,在分子水平上阐明生命现象的化学本质;生物物理学应用近代物理学的理论、方法和技术以及现代分子生物学技术研究生命物质的物理性质和生命现象中的物理运动规律及物理因子与生命体系的相互作用;分子生物学研究核酸、蛋白质等生物大分子的形态结构特征及其功能的重要性和规律性;细胞生物学研究细胞的形态、结构、功能、发育及生活史等。

以上所述只是生物学分科的主要格局,实际上,分支学科要比上述的多;各分支学科互相渗透,其界限并不那么清楚,例如,物理学、化学和数学的方法不仅用于生物物理学等交叉学科,而且广泛地用于多个分支学科,如分子生物学、细胞生物学、发育生物学、生理学等;很多学科都已深入到分子层次,如分子细胞生物学、分子生态学等。总之,在生物学的发展过程中,一方面,新的学科不断地分化出来;另一方面,这些学科又互相渗透而走向融合。这种情况反映了生物学极其丰富的内容和蓬勃发展的前景。

三、生物学的历史和发展

生物学和任何其他自然科学一样是在人类生产活动的基础上产生的,并且随着生产力的发

展而发展。

早在3 000多年前,我国开始进行室内养蚕。宋朝(公元10世纪)开始接种人痘来预防天花。《诗经·尔雅》中记载了200多种动物和植物。汉朝出版的《神农本草》记载了365种药用植物。公元6世纪北魏贾思勰所著的《齐民要术》,总结了我国劳动人民对动、植物杂交育种和定向培育的经验,成为我国古代农书的瑰宝。北宋沈括著的《梦溪笔谈》,对化石作了很多论述,他的古生物学和地质学的科学思想比西方早400年。明朝杰出学者李时珍的名著《本草纲目》,记载了药名1 892种,并对植物进行了分类,在他的著作中体现出了强烈的进化思想。

在西方,古希腊学者亚里士多德(Aristotle)描述了500多种动物并予以分类,并对某些类别的动物进行了解剖和胚胎发育的观察。古罗马的卢克莱修(Lucretius)明确提出了生物是由大地产生的这一观点。文艺复兴时期,意大利的列奥纳多·达·芬奇(Leonardo Di Ser Piero Da Vinci)由于艺术创作的需要,研究了人体解剖、肌肉活动、心脏跳动、眼睛的结构与成像以及鸟类的飞翔机制,绘制了前所未有的精确的解剖图,首次提出一切血管均起始于心脏的观点。16世纪欧洲资本主义形成以后,生产力得到了发展,自然科学摆脱了神学的统治,生物学得到了较快的发展。A. 维萨里(A. Vesalius)用科学方法解剖人体,奠定了解剖学的基础;W. 哈维(W. Harvey)发现了血液循环,奠定了生理学的基础;显微镜的发明和应用,促进了生物学的发展。R. 胡克(R. Hooke)发现了细胞壁,列文虎克(A. van Leeuwenhoek)发现了活细胞,随之细胞学说建立。1735年,瑞典植物学家C. von 林奈所著《自然系统》第一版出版,把自然界的植物、动物、矿物分成纲、目、属、种,首先实现了植物与动物分类范畴的统一,其后又使用了国际化的双名制。1859年,C. R. 达尔文(C. R. Darwin)出版了他的《物种起源》。这本书成为生物学划时代的著作。该书科学地论证了生物进化的事实,并阐明了生物可能的进化机制。1866年,G. L. 孟德尔(G. L. Mendel)发表了他的《植物杂交实验》,提出了生物遗传的基本规律;1926年,T. H. 摩尔根(T. H. Morgan)发表了他的《基因论》,使细胞遗传学得到了发展。1941年,G. W. 比德尔(G. W. Beadle)和E. L. 塔特姆(E. L. Tatum)提出了“一个基因一个酶”学说,把基因和蛋白质的功能结合起来。1944年,O. T. 埃弗里(O. T. Avery)首次证明脱氧核糖核酸(DNA)是遗传物质。1953年,J. D. 沃森(J. D. Watson)和F. H. C. 克里克(F. H. C. Click)共同完成了DNA双螺旋结构分子的模型,由此开创了从分子水平阐明生命活动本质的新纪元。

概括起来,生物学的发展大体上经历了三个阶段:

(一) 描述生物学阶段(19世纪中叶以前)

在这个阶段,人们对动物、植物和微生物做了大量的形态结构的观察,描述、记载各种类型生物,寻找他们之间的异同和进化脉络。

(二) 实验生物学阶段(19世纪中叶到20世纪中叶)

从19世纪中叶起,生物学研究逐渐由表及里,向理解生命现象的内在规律、探索生命过程的运行机理深入。单纯的形态解剖、观察描述已不能满足研究需要。显微镜技术的发展,包括电子显微镜的出现等,使人们能清楚地看到细胞和细胞器的精细结构,甚至看到生物大分子的排布。与此同时,越来越多的化学分析手段和物理检测手段被运用于生物学实验中。通过对实验的严格设计和精心安排,人们对生命活动的运行规律的认识,已可精细到分子水平。由此衍出生理学、生物化学、生物物理学等新的交叉分支学科。

此阶段的重要事件包括:孟德尔遗传学的出现,有机物的人工合成,蛋白质、核酸等生物大

分子的发现,对生物氧化等代谢过程的理解,对人体几大系统运行机制的阐明等。而沃森和克里克的 DNA 双螺旋结构模型的提出,标志着实验生物学阶段的顶峰和向下一阶段的转折。

(三) 分子生物学阶段(20 世纪中叶以后)

DNA 双螺旋结构模型的提出,标志着 DNA 最终被确认为遗传的物质基础,大约在 1970 年,生物技术(biotechnology)这个名词的出现,标志着生物学的知识和技术正在被大规模地运用于产业化的生产。人们可以通过对 DNA 大分子的操作,实现遗传物质的转移。1972 年,第一例基因工程实验宣告成功,科学家把抗四环素质粒(一种可自主复制的 DNA 分子)转入大肠杆菌(*Escherichia coli*)中,使受体菌获得新的遗传性状——对四环素的抗性。

分子生物学分支的出现,生物技术的发展和运用,意味着生物学进入了一个崭新的阶段。在这个阶段,人们已有可能从分子水平上认识生命的机制,并且有可能赋予已有的生物体新的性状。人们已经可以运用基因工程等技术手段,使生物表达外源基因,获得转基因水稻、克隆羊等转基因动、植物。

目前,生物学的内容已经从传统概念转变为范围广泛的生命科学,它的特点体现在学科间的高度沟通和交叉以及高技术、新仪器在生物学的各个分支学科中的广泛应用,这些特点使基础研究与实际应用之间的距离大为缩短。

四、生物学的研究方法

(一) 观察与描述法

描述法是对生物的形态结构、生命现象及其外部联系进行观察记录的一种生物学研究的基本方法。例如,分类工作者对某个动物或植物标本特征的记述,遗传学工作者对某次杂交结果的记载,生化工作者对某次实验结果的观察和记录等。18 世纪以后被记述的物种大量增加,分类学者搜集物种进行鉴别、描述的方法大为发展,林奈建立了统一的命名原则——双名法和一套规范的描述术语,人们使用这些比较精确的描述方法获得了大量动、植物分类学材料和形态学、解剖学的资料。

(二) 比较法

比较法是生物学中分析各种事物之间的异同和内在联系的一种重要方法。比较法使人们对生命现象的认识比单纯的观察描述又深入了一步。例如,分类学对不同生物器官系统的比较,概括出各级分类单位的特征;解剖学、胚胎学、生物化学和血清学中的比较研究,揭示出各类生物之间有或近或远的亲缘关系,为生物进化论提供了有力的证据,并由此产生了新的分支学科。

比较解剖学:对脊椎动物各类群的器官和器官系统的形态、结构进行解剖,加以比较,为生物进化论提供证据。

比较胚胎学:研究各类动物胚胎发育的过程并加以科学比较,为系统发生和进化论提供证据。

(三) 假说和实验

实验是人为地干预、控制研究对象,并在此条件下进行的观察。实验法是在一定的人工控制条件下,观察和研究各种生命现象及其本质的一种生物学研究的重要方法。它既可提供感性材料,又可检验认识是否正确。例如,以高茎品种豌豆与矮茎品种豌豆杂交, F_1 都是高茎植株。

F_1 自交, F_2 高茎植株:矮茎植株约为 3:1。设想控制高茎和矮茎的遗传因子分别是 TT 和 tt , 则 F_1 为 Tt ; F_1 自交, F_2 为 $1/4 TT, 2/4 Tt, 1/4 tt$; 由于高对矮为显性, 故 F_2 高茎植株:矮茎植株约为 3:1。为验证这种设想, 可使 $F_1 Tt$ 与 tt 测交。结果测交后代高茎植株:矮茎植株(即 $Tt:tt$) 约为 1:1, 从而证明上述设想正确。历史上首先是生理学, 然后是细菌学和生物化学, 以后是胚胎学、细胞学和遗传学都相继成为实验学科。现在生物学的各个分支学科几乎都引进了实验的研究方法, 由于实验常借助于精密的仪器和技术, 所以显微分光光度术、层析、电泳、分级离心、冰冻蚀刻、放射性同位素示踪、电子显微镜、质谱仪、顺磁共振、核磁共振、X 线衍射技术以及电子计算机技术等也相继被应用到现代生物科学的研究中。

用实验的方法研究客观事物, 要求根据已有的事实(来自观察或实验)提出假说, 再根据假说推导出一个可以用实验加以检验的预测, 然后实施这个实验来加以验证。

五、为什么说 21 世纪是生物科学的世纪

(一) 生命科学在 20 世纪取得了飞速的发展

20 世纪生命科学发展速度惊人, 在众多领域都有新的发现和重大突破, 出现了许多新观念、新思想、新成果和新技术。特别是 20 世纪 50 年代以来, 随着数理科学广泛深入地渗透到生物科学, 以及一些先进的仪器设备和研究技术的问世, 生物科学已经从基本上是静态的、以形态描述与分析为主的学科演化发展成动态的、以实验为基础的定量的学科。

宏观方面, 20 世纪以来, 生态学作为生命科学的一个分支, 对人类生存的大环境进行研究, 已成为生命科学中最为活跃的研究领域之一。特别是 20 世纪后期, 生命科学的宏观研究不仅是传统生态学的范畴, 而且扩展到对整个生物圈的研究。早在 1971 年联合国就制订了“人与生物圈”(MAB) 的研究计划, 谋求协调人与生物圈的关系, 合理地开发和利用生物资源, 维护和改善自然环境, 化害为利, 逐步创造出一个适于人类和其他各种生物生存的美好环境。根据这种思想, 国外一些学者提出“地球村”、“地球飞船”等说法, 说明地球是一个大家庭。1972 年联合国在斯德哥尔摩召开了人类环境会议, 发出了“只有一个地球”的呼声。这种意识不仅在自然科学, 而且在社会科学、文化及道德等方面都产生了深远的影响。

微观方面, 过去的生物学对生命的认识仅仅是从个体水平上对生物进行形态描述和分析, 随着科学技术的发展, 开始以实验为基础逐渐深入到生命本质的研究。今天, 人类已经能够深入到细胞内部, 对它的极其细微的结构和化学物质进行研究, 取得了许多突破性的成就。1953 年, 遗传物质 DNA 分子双螺旋结构的发现, 是生物科学发展史上的一个里程碑, 开创了现代生物学的全新时代, 奠定了分子水平上研究生命现象的基础。在新的分支学科中, 细胞生物学和神经生物学(或脑科学)的研究发展非常迅速。由此, 它们和分子生物学(包括分子遗传学)一起成为了当代生命科学研究的三大热点。20 世纪 50 年代以来, 发育生物学(developmental biology)在胚胎学的基础上得到发展, 并在 20 世纪 70 年代正式形成一个独立的学科。发育生物学综合了描述胚胎学、比较胚胎学、实验胚胎学、化学胚胎学及分子胚胎学, 是一门研究生物体从精子和卵子发生、受精、发育、生长到衰老、死亡规律的科学, 成为生命科学重要的基础分支学科之一。其研究内容和许多其他学科内容相互渗透、错综联系, 特别是和遗传学、细胞生物学、分子生物学的关系最为紧密, 并且广泛应用了现代科学技术和方法, 从分子水平、亚显微水平和细胞水平来研究分析生物体生命活动的过程及其机理。

应用方面,当今生命科学研究的另一个特点是基础研究与应用的结合,生命科学本身就与医学、农学有着不可分割的联系,它既是这些应用科学的基础,也能从应用科学中获取基础研究的源头活水,为理论研究提供重大的研究课题。科学的目的在于认识世界,技术的目的在于利用、改造和保护自然,造福人类。生命科学要转化为生产力为人类造福,必须与技术相结合,才能在生产上发挥巨大的作用。于是在20世纪70年代,分子生物学的进步及其与工程技术的结合,开辟了生物工程新领域,相继出现了基因重组技术、克隆技术、DNA和蛋白质序列分析技术、分子杂交技术、细胞和组织培养技术、细胞融合技术及核移植技术等新技术,促进了基因工程、蛋白质工程、细胞工程、酶工程、染色体工程、组织工程及胚胎工程等工程的诞生和发展,这些工程技术已在工业、农业、环保和医疗卫生等方面得到了广泛应用,并且取得了许多突破性进展。目前,生命科学基础研究的成果与实现产业化的距离比以往大大缩短,某些细胞因子从基因的发现到生物工程产品的开发,只需1~2年的时间,因此,有些科学家预言:人类将走向生物经济的时代。

(二) 自然科学的带头学科正开始从物理科学向生命科学转移

20世纪取得的这些重大成果,使生命科学得到空前的发展和完善,为21世纪生命科学的腾飞奠定了基础。随着现代生物技术的发展,以“人类基因组计划”为标志,生命科学取得了重大突破,并且成为自然科学的带头学科。

2001年2月12日,中、美、日、德、法、英等6国科学家联合发表人类基因组“工作框架图”及初步分析结果。2003年4月14日,上述6国科学家宣布人类基因组序列图绘制成功,人类基因组计划的所有目标全部实现,已完成的序列图覆盖人类基因组所含基因区域的99%,精确率达到99.99%。从此,世界生命科学研究进入了一个以蛋白质组学和生物药品开发为重点的新阶段。2005年生命科学产业的世界市场规模已超过2500亿美元。由于生命科学将为各国经济发展和人民生活质量的提高提供无限空间,新世纪伊始,各国各地区无不争相将生命科学研究与应用列为战略优先领域,投入也是显著增加。中国科学院副院长白春礼指出:“人类对物质本质和生命奥秘的探索,构成了科学进步的支柱,21世纪基础科学结构与上一世纪相比必然呈现新的态势。如果说20世纪物理科学的发展起了带头和主导作用,21世纪科学的结构重心则逐渐向生命科学转移。”

我们可以清楚地看出,导致人类社会和经济发生革命性变化的技术创新,越来越多地来自基础科学的重要突破。科学家对生命的探索则导致了生命遗传物质DNA的发现和分子生物学的诞生,使人们有可能从本质上了解生命的起源和奥秘,进而催生了具有蓬勃生命力的生物技术和产业。进入新世纪以来,蛋白质组学、生物信息学和干细胞工程研究等成为生命科学的热点领域。例如美国*Science*杂志评选出的2006年度十大科学进展中直接与生物学有关的就有“从化石中提取DNA”、“生物多样性是如何发生的”等七项。

(三) 社会的可持续发展需要生命科学作为21世纪的带头学科

以前人们对生物圈缺少认识和关心,对森林乱砍滥伐,随意开垦草原,对野生动物乱捕滥杀,并把大量的废物以及有毒物质任意倾倒和排放,致使生物圈这一人类赖以生存的大环境遭到严重破坏和污染,生物圈面临崩溃的危险。由此使人们感到21世纪人类面临的首要问题就是:人类的生存和发展。人类在地球上要生存下去,并且得到持续发展,离不开地球的环境条件和其他各种生物。因此,必须爱护地球,关爱其他生物,保持人与自然的和谐发展。另外,随着