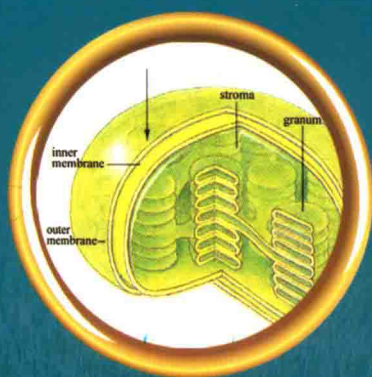


农林生物科学 通论

管康林 金松恒 朱向涛 编著

NONGLIN SHENGWU KEXUE TONGLUN



农林生物科学通论

管康林 金松恒 朱向涛 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP)数据

农林生物科学通论 / 管康林, 金松恒, 朱向涛编著.
—杭州: 浙江大学出版社, 2013. 3
ISBN 978-7-308-10963-5

I. ①农… II. ①管… ②金… ③朱… III. ①农业科学—生物学—高等学校—教材②林业—生物学—高等学校—教材 IV. ①S18②S718

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 000536 号

农林生物科学通论

管康林 金松恒 朱向涛 编著

责任编辑 王元新
封面设计 林智广告
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 杭州中大图文设计有限公司
印 刷 浙江省邮电印刷股份有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 27.75
字 数 673 千
版 印 次 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-10963-5
定 价 58.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

序

生命科学是农学和林学的基础,这个观点已得到学术界广泛的认同。人们普遍把农林和医并列,作为生命科学基础理论联系实践应用的极为重要的领域。至于,生命科学如何发挥好基础学科的作用?生命科学和农学林学之间,交叉汇集在哪些层面?它们之间是如何互为依托、互相支撑的?正在或将要从事农学或林学方向研究的年轻人应该具有什么样的生命科学基础方面的准备?对于这一系列问题的回答,可能是见仁见智,不同的农学家、林学家或生物学家,或许会给出彼此相去甚远的答案。

《农林生物科学通论》这本书,它在国内可视为首次提出,作者敢于全面概略,将生物科学与农林及环境科学合编尚属少见。作为生命科学基础,本书选择了:生命起源,生物进化,基因工程,生物固氮,光合作用,呼吸代谢与产物,微生物学等几个部分,与《农学概论》及《林学概论》并列,本书又扩展了《海洋生物学》,《人类与环境》以及《园林与植物园》几个章节。表面看来,内容十分庞大而复杂:仔细读去,其中贯穿着管康林教授在大约半个世纪中,对生物科学与农林科学的体验和思索。本书抓住了两头:久远隽永的生命课题——“起源”和“进化”为一头,充满现代气息的“基因工程”、“海洋”、“环境”为另一头,而《总论》史料丰富且贯穿各学科关系。本书的论述风格,并不拘泥于基础知识的演绎和论述,而是更着重于信息的归纳、分析和传播。

今后一段时间内,许多高校可能考虑设立一批通识课程。和以往已经开设的公共课、基础课和专业课都不相同,通识课的目标和内容,更着眼于对大学生人文精神的培育,更注重从社会人文乃至自然宇宙的视角来理解和认识不同的学科与专业。可以期待,《农林生物科学通论》这本书,将会被众多授课教师和青年学生选择,作为相关通识课程的教科书或参考书。

张惟杰 谨识

(上海交通大学 生物学教授)

前 言

现代生物学(biology)亦叫生命科学(life science),已有 250 多年历史。在这期间,大体经历了三个发展阶段,即古典生物学、实验生物学和分子生物学。有人说,21 世纪是生命科学时代,这并不意味着它独领风骚,而只是对复杂生命现象的广泛深入研究及其对人类社会的贡献有了更大的可能与前景。

生物学的发展有赖于物理、化学的理论和技術以及对农业与医学的需求。生物学的研究从宏观到微观,再从分工到综合逐步认识生物界的生物多样性与生命本质。20 世纪是实验生物学全面发展时期,形成了自己的理论体系,农业生物学也由此产生。21 世纪是生命科学基因工程兴起时期,它将给农业和医学带来新面貌,转基因动植物、干细胞培养与克隆器官应运而生。

农业自古代人类定居从事种养殖开始,随后逐步得到发展直至今日。农业包括农林牧副渔,是人类赖以生存和社会进步的物质基础,并在长期实践过程中形成的统一整体。林业虽有相对独立性,但仍是农业的重要组成部分。农业科学也是以农林牧副渔为基础的应用科学,它大体经历了传统农业、近代农业和生物技术时代农业。海洋生物也是生物学的重要组成部分,而海洋渔业资源利用又属农业,所以,生物学与农业的关系最为密切。

生物学是农林业和医学的理论基础,也是直接服务的对象,而今较之过去有更大的可能了。其中,如微生物学、遗传学、植物生理学和现代生物技术的许多成就是很明显的例子,本书给予了应有的论述。人类只有一个生存的地球家园,在世界人口不断增长对土地和粮食的需求以及工业化进程对资源利用与环境破坏加剧所造成的危害已成为未来人类共同关心的头等大事。这些都促进了在联合国和各国政府参与下由各部门、各学科联手解决的人类与环境恶化的重大问题,农业与生物科学则首当其冲。

中国现代生物学始于 20 世纪之初,开创于 20~30 年代,发展于 50~60 年代,成长壮大在 80~90 年代。我们这一代人承上启下地对当代社会大变革和科学技术大发展,感受至深、科学技术是人类共同的财富。科学总是在前人基础上不断地探索与前进!所以,本书不是只着眼于学科的最新进展与成就,而是重视它的历史性和基础性,以传统生物学观点与大农业思想来总

结生物、农林有关的研究成就与问题,内容极其庞大而丰富,总共 13 章。总论《科学史》一章,提纲挈领地表达了近代生物学的发展,使几代人的生物、农林科学技术知识的创造发明得到了浓缩与衔接。

本书编写始于新世纪之交,原意是为浙江林学院(浙江农林大学前身)生命学科初建时提供暂时性教材或参考书,为加强林学院教学的生物基础知识,采用生物—农林学科合编方式,是一种尝试。现在新版书名改为《农林生物科学通论》,其内容已做了大幅度增补并增加了“园林与植物园”一章,使它成为农林大学生命科学基础教材的组成部分,是很需要的。然而,我们应该看到在 20 世纪前半期,生物学与农林学各自都在发展自己的专业学科,彼此以专业为界,互相不来往。所以,过去的农林院校不设生物学课,致使生物基础很薄弱。

时至 20 世纪后期,当传统生物学渐趋成熟和分子生物学兴起,它不仅冲击着生物学本身,也将冲击着农林科学。随之,有些高校将生物学系改名为生命科学学院,生命科学以其强大的包容性和渗透性出现在自然科学面前,自此生物与农林的自守专业也被打破了。所以,近些年来,生命科学的自编基础教学在农林院校很快得到发展与加强,本书就是这样的一种产物。关于生命科学的特有命题——“生命起源”与“生物进化”更具公共的生物知识性被入编,作为农林生物科学的基础内容也是非常重要的。

本书可作为农林大学的生命科学、生物技术、农学、林学和园林专业的综合性教材,它不仅加强了生物学的基础教育,而且有效地与各专业知识结合。本书也可作为高校非专业类的生命科学的公共课,老师可以灵活地选择章节讲授,留给學生更多的自学知识和思考空间。

本书由国家自然科学基金(30901144)和浙江农林大学天目学院重点教学改革项目联合资助出版,特此感谢!

管康林

2012. 11

目 录

第一章 绪论:科学史	1
第一节 生物科学发展简史	2
第二节 生物科学与农林业的关系	11
第三节 中国近代生物学史	16
第二章 生命起源	27
第一节 神创论与自生论	27
第二节 地球化学发生说	30
第三节 天外生命说	35
第四节 生命起源的宇宙观	40
第三章 生物进化	49
第一节 进化论	49
第二节 生物进化地质史料	56
第三节 生命演化规律	67
第四节 人类由来与进化	75
第四章 基因工程	82
第一节 基因工程的基础知识	82
第二节 基因工程的酶学与载体	90
第三节 基因克隆	99
第四节 DNA 测序方法	109
第五节 基因工程的应用	115
第五章 生物固氮	126
第一节 固氮生物	126
第二节 固氮酶与固氮机理	130
第三节 固氮基因与固氮基因工程	134
第四节 生物固氮与氮素循环	141

第五节	生物固氮在农林业上的利用	144
第六章	光合作用	151
第一节	光合作用秘密初揭	151
第二节	光合作用机理研究	154
第三节	光合作用与农林业	165
第四节	微藻光合放氢与利用	169
第七章	呼吸代谢与产物	177
第一节	呼吸代谢途径	177
第二节	呼吸代谢与发酵工业	181
第三节	生物多糖	189
第四节	代谢工程	196
第八章	微生物	205
第一节	微生物发展史	205
第二节	细菌与其他菌体	209
第三节	病 毒	219
第四节	真 菌	224
第五节	微生物的进化与分类	230
第九章	农学概论	237
第一节	中国近代农业史	237
第二节	种植业	240
第三节	养殖业	249
第四节	农业生物技术	255
第五节	工厂化高效农业	263
第六节	未来的中国农业	267
第十章	林学概论	276
第一节	世界与中国森林	276
第二节	造林学与森林经理	286
第三节	林业生物学	289
第四节	生态学与森林生态学	299
第五节	热带雨林	308
第十一章	海洋生物学	326
第一节	海洋环境与功能	326
第二节	海洋生物	333



第三节 海洋生态系统	347
第四节 海洋生物资源的开发	356
第十二章 人类与环境	371
第一节 生物圈与生态系统	371
第二节 大气层、水域和土壤	382
第三节 生物多样性与自然保护区	392
第四节 森林、草原、沙漠	398
第十三章 园林与植物园	411
第一节 古典园林与现代园林	411
第二节 盆景艺术	414
第三节 植物园	422

第一章 总论:科学史

生物学是研究生物世界、生命活动规律及生命本质的一门综合性科学,又称生命科学(life science)。其任务是探索生命起源、生物进化和物种形成;研究生物体的形态结构、新陈代谢、生长发育、遗传变异的规律以及对生物界的分类理序。同时,还要研究生物学理论在农林业、医学、环境保护、工程技术等领域的应用,所以,它也是农林科学与医学的一门基础科学。

自古以来,人类的生存与发展就是有赖于自然环境和以掠取野生动植物资源为生,而后逐步走上种养殖为主的农事活动。人类农业文化史,自新石器后期,从原始农具制作到动植物驯化至少有7000~8000年历史。世界各国的社会发展虽不平衡,但都经历了漫长的手工农业生产劳动,并积累了农业、医术和生物学知识直到近代科学产生。由此可见,农业与生物学知识既古老又先进,两者密不可分。

但是,农业与生物学在发展过程中又有自己的目的和任务,农业是生产性、应用性的,而生物是自然性、基础性的,为完成各种研究和利用的深化,必然产生了科学和生产内部的分工,也就出现了分支学科与行业。然而,生物科学和农林业科学在实验生物学大发展时期有过很大分离而平衡发展。自20世纪后期分子生物学兴起,它的理论与技术以强大的包容性和应用性开始向农林业渗透,获得了有效的结合与沟通。所以,当今高等农林院校的专业设置也都重视生命科学的课程,本书《农林生物科学通论》就是在这样的背景下编写的。

每一部科学的发展史,都是由各个阶段组成的,有几本生命科学史图书值得一读:W. 科尔曼的《19世纪的生物学和人学》和G. E. 艾伦的《20世纪的生命科学史》,都是剑桥大学科学史丛书。如果说19世纪生物学本质上停留在形态描述与分类阶段,那么20世纪则开始转入以实验分析为主线。艾伦之书主要讲述了胚胎,遗传,普通生理学,生物化学和分子生物学的产生、发展及其相互渗透的关系,现代生物学的概况、特点和发展趋势。L. N. 马格纳是一位美国生物学者,她的《生命科学史》比较全面地描绘了生命科学的产生与发展的过程。全书14章,分别介绍了生物学的起源、古希腊的科学和哲学、文艺复兴时期的科学革命,以及解剖学、胚胎学、细胞学、微生物学、动物及人体生理学、进化论、遗传学和分子生物学的产生与发展。这些都给我们提供了有益的史料。

中国近代自然科学起步较晚,始于清末民初。现代生物科学开创于20世纪20~30年代,发展于50~60年代,壮大于80~90年代。《中国大百科全书》生物卷(贝时璋主编1991)所编写的生物史,从古代到现代,并对20世纪国内和国外各分支学科的发生与发展作了简要介绍,但不够系统。好在这些年来,国人生物学科的各分支学科都重视自身的科学

发展历史的建立,并从不同角度作了表达。本书共13章,由各分支学科与专业题目组成,以综合观点来论述生命科学与农林业及环境科学的各个方面,并特设“总论:科学史”一章,不仅丰富了科学史内容,而且贯穿了各学科关系。

第一节 生物科学发展简史

现代生物学始于18世纪,以林奈分类学为标志,迄今已有250多年,大体经历三个发展时期,即:①古典生物学(始于18世纪),以分类学、形态解剖学、胚胎学和进化论为主导的学科建立与发展;②实验生物学(始于19世纪后期),以巴斯德的微生物发酵原理和孟德尔的豌豆遗传定律为标志,随之走上微生物学、遗传学、生理学、细胞学和生物化学等学科的全面发展;③分子生物学,以1953年沃森和克里克的DNA双螺旋分子结构的发现和70年代DNA分子重组的基因工程为标志,建立起分子生物学理论与技术,导致今日生命科学的飞跃发展。

一、古典生物学时期

1. 林奈分类法

瑞典人林奈(K. Linne, 1707—1778),在他1735年出版的《自然系统》一书中创立了一种对动植物分类学的双名制的命名法,简称“双名法”,很快得到同行的赞同。这个双名法给每种动物、植物起两个名称,一个是属名,一个是种名,连起来就是物种的学名,统一用拉丁文表达,如水稻学名, *Oryza sativa* L. 从此世界上成千上万种生物都给予统一命名,并署上新种发现者姓氏的英文缩写字母。由属归科,科、属、种则是分类学中最常用的术语。林奈把前人的动植物分类知识系统化了,并以形态和生殖器官作为分类物种的特性标准,也抓住了生物遗传学与变异性的本质。这项工作基本完成了生物的人为分类,结束了过去的混乱局面。

当然,林奈分类法开初是不完善的,它把自然物分为植物、动物、矿物三大界,把动植物各分成纲、目、属、种4个阶元。法国动物学家G. 居维叶关于各种器官的形态结构与功能之间相关理论更促进了分类阶元多特征概念的发展。随着新种的不断增加,属的变动也较大而引起混乱。因此,有人将归纳法引入分类,而分类重点从林奈的属转到较高级的科(family),成为最稳定的分类阶元。

2. 细胞学说

19世纪生物学的重大成就是细胞学说和进化论的创立。细胞(cell)的概念最先由英人胡克(H. Hooke, 1635—1703)在《显微图像》一书中提出。他用自制显微镜观察软木切片,发现由密集的蜂窝状小室组成,称之为细胞。荷兰人列文虎克(A. Leeu Wenhook, 1632—1723)也用自制的显微镜观察到污水中细菌和微小原生动物。他们都是认识微观世界的先驱者,但是还未揭开细胞的实质。

1838年,德国植物学家施来登(M. Schleiden, 1804—1881)发表《论植物的发生》文章,指出细胞是一切植物的基本单位,细胞由细胞壁、细胞质和细胞核组成。次年,动物学家施

旺(T. Schwann, 1810—1882)发表了《显微研究》论文,阐明动物和植物的基本结构单位是细胞;有机体虽然各不相同,但是,它们都有细胞分裂和新细胞形成的发生规律。经过他们的工作总结,从此细胞学说正式诞生了。

细胞学说建立后的主要进展是原生质理论的建立,以及动植物细胞有丝分裂、减数分裂一致性的证实。1839年浦肯野把动物胚胎细胞内的物质称为原生质,同年,H. 莫尔发现植物原生质。1844—1846年,C. W. 内格利和莫尔提出植物细胞通过分裂形成,但并不排除细胞游离形成。然而,动植物细胞有丝分裂的过程直到19世纪80年代才被两位德国细胞学家E. A. 施特拉斯布格和W. 费勒明所论证。

3. 达尔文进化论

查理·达尔文(Charles Darwin, 1809—1882)所处的时代,正是自然科学走向发展,物种进化思想渐趋成熟。在这之前,提出生物进化的人有布丰(G. L. de Buffon 1707—1788)、C. 达尔文的祖父E. 达尔文(Erasmus Darwin, 1731—1802)、拉马克(J. B. Lamarck, 1744—1829)和圣提雷尔(E. G. Saint Hilaire, 1772—1844)等;同时代的有赖亦尔(C. Lyell, 1794—1875)、华莱士(A. R. Wallace, 1823—1913)、赫胥黎(T. H. Huxley, 1825—1895)等。达尔文自剑桥大学毕业后,有机会参加英国贝格尔(Beagle)号航海科学考察,历时5年,使他走上了成名之路。

1836年,达尔文考察结束回到伦敦,专心攻读有关书籍,整理研究所收集的资料,也参加有关科学讨论,饲养家鸡、家鸽进行变异与选择观察等活动。历经23年之久完成了《物种起源》(The origin of species by means of natural selection)巨著(1859)。他在书本的首句就写了他毕生难忘的航海考察:“当我作为一个自然学者在皇家军舰‘贝格尔号’航行时,在南美洲看到某些事实,有关于生物的地理分布和古代与现存生物的地质关系,我深深地被这些所打动。这些事实似乎是神秘而神奇的物种起源问题的曙光……”

达尔文进化论的核心内容:①自然界的物种从低等到高等发生逐步演化;②物种演化的动力是物竞天择,生存斗争,适者生存,不适者淘汰;③遗传与变异,遗传是物种的稳定性所在,而变异则是发生演化的源泉。达尔文的渐变论中不排斥突变因素。进化论对人类产生了巨大影响,它得到大多数科学家和社会哲学家的支持与赞同,但也遭到宗教界和部分科学家的反对。的确,进化论所及问题很大,且不完善,需要后人补充与论证。

4. 胚胎学

胚胎发育是预先形成或是从无结构状态分化而成,早先就有争论。例如17世纪的生物学家马尔比基(M. Malpighi)和列文虎克都是坚信先成论的人;有些先成论者认为胚胎存在于精子中,所以发育无非是已存幼体的长大。这也与中国古代说人是“秉父精母血”而成的观点是一致的。

直到18世纪后叶,德国胚胎学家沃尔夫(C. F. Wolff, 1733—1749)通过观察提出植物的根、茎、叶的发生都是由顶芽分化发育而来的;生物是从受精卵逐步分化发育而来,受精卵内没有已经形成的胚胎,如鸡血管与肠的形成也有一个过程,不是一开始就存在的,这就是后成论。德国胚胎学家贝尔(K. E. Baer)通过比较观察提出高等动物胚胎发育要经过与低等动物相似的阶段,只有到后期才出现特殊性状。这后来被概括为“个体发生重演系统发生”说,由于贝尔的出色工作与《动物胚胎学》著作(1828),使他成为近代胚胎学的奠基人。



19 世纪后,胚胎学家不再满足于对胚胎过程的描述,开始用实验方法探讨发育机制,即胚胎发育原因的分析。德国鲁克斯(W. Roux,1850—1924)做了一个实验:在蛙的受精卵分裂成两半时,用烧红的针尖刺杀其中一半。结果被烧杀的细胞不再分裂,健康的细胞继续分裂,但只能发育成半个胚胎。他认为细胞的遗传潜能经分裂而减弱,因而不能发育成完整的胚胎,鲁克斯的这种看法称为镶嵌学说。和鲁克斯同时期的杜里野(Driesch,1867—1941)用海胆受精卵做实验,在海胆卵分裂为二或四个分裂球时,通过强烈振荡而使分裂球分开,让它们分别发育,每个都发育成完整的小海胆。这说明器官系统不是先成的,同时也说明细胞分裂并不使细胞失去遗传潜能,只是鲁克斯的烧杀分裂细胞影响了健康分裂球的发育所致。但是,限于当时实验条件和认识还不能完全解释胚胎细胞发育的实质。现在认为生物的性状由受精卵携带的遗传信息确立,这既包括了预先论也含有渐成论。

5. 生理学

早期生理学的经典工作首推英国医生哈维(W. Havey,1578—1657)的血液循环理论。当时哈维没有显微镜,不曾看见毛细血管。他证明血液循环的实验主要是:①通过结扎手臂的实验,证明静脉血是单向向心脏流的;②用动物实验,证明心脏半小时泵出的血量就超出了这个动物全身的血量。这些事实只有用血液循环才能解释。他的《心血运动》一书(1628)具有超前意识。

随后,直到 19 世纪中叶,法国生理学家贝尔纳(C. Bernal,1813—1878)发现胰液作用、肝脏的糖元合成功能、血管收张的神经作用并提出生理功能的综合观念。他的《实验医学研究导论》(1865)奠基了现代实验生理学的方法论基础。瑞士生理学家哈勒(A. Von. Haller,1708—1777)研究各种器官及器官系统的形态与功能,特别是肌肉的应激性和神经的感受性。他的《生理学纲要》(8 卷,1757—1766)体现了这门学科的近代精神。德国弥勒(E. P. Muller,1801—1851)用直流电在蛙腿的离体神经肌肉上测定引起肌肉收缩的条件,成为电生理的开创者。他深入研究切断神经后根与前根的实验发现导致失去知觉或肢体麻痹的不同结果,他对耳听和发声结构与功能也有研究。弥勒的《人体生理学手册》(1833)也是经典之作。

在弥勒之后,德国生理学的工作一度出现了以物理—化学定律来阐述生命现象的趋势和哲学上还原论的倾向。1847 年,4 位德国生理学家——路德维希、亥姆霍兹、布吕克和杜希瓦—蕾蒙相聚,一致表示应在化学—物理学基础上建立生理学。但限于当时的生理学水平,用物理学手段是很难开展工作的而不了了之,只有用电学方法研究肌肉收缩和神经冲作出了一定结果。然而,物理学的还原论比活力论更有作为在以后对推动分子生物学的发展上作出了更大贡献。

二、实验生物学时期

1. 遗传学

遗传学(genetics)是人类知识中最新成就和最古老问题的奇妙结合体。自古以来,人们知道“种豆得豆、种瓜得瓜”,而且在农业上积累了对动植物选育种的经验,但不知其理。生物之繁殖曾困惑过早期哲学家,直到 19 世纪后期和 20 世纪前期,现代遗传学理论由孟德尔和摩尔根所奠定。

奥地利人孟德尔(G. Mendel,1882—1884)因家境贫寒,青年时进布隆修道院当牧师,后

在维也纳大学进修学习四年,既学神学,也学物理、数学与自然科学,显示出很高天分。孟德尔在当牧师时还兼任教布隆高级中学的物理学和博物学。他从1857年开始在布隆修道院内进行长达8年的豌豆杂交试验。他选用7组纯种豌豆性状进行杂交,这些性状既是遗传表现型又是基因型,是成功关键的因素。1865年他发表了《植物杂交试验》的划时代论文,提出遗传学的两个基本定律,即分离律(3:1)和自由组合律(9:3:3:1),并否定了当时流行的融合遗传,确认颗粒遗传物质的存在。在科学思想方法上,还开创了生物数理统计之先河。很遗憾,孟德尔的论文未能立即引起人们的关注,几乎没有人能理解孟德尔对遗传学的出色实验设计与数学方法。直到1900年,荷兰H. De Vries、德国K. Correns和奥地利E. Von Tschermark三位学者分别在各自的工作中发现了孟德尔试验的伟大创见而引起高度重视,并为此奠定了实验遗传学的基础。

美国人摩尔根(T. H. Morgan, 1866—1954)的研究成果是与果蝇材料相联系的。果蝇有四对染色体,其中一对为性染色体,雄性:xy,雌性:xx,容易繁殖与观察,确是研究的好材料。摩尔根实验室通过大量的果蝇杂交与突变观察,为遗传的染色体基础和连锁群中基因的排列提出了实验证据。

1928年,摩尔根出版了《基因论》(The Theory of the Gene)一书。基因论认为:“个体的种种性状起源与生殖质连在一起,形成若干连锁群的成对的要素(基因);生殖细胞成熟时,每一对的两个基因依孟德尔第一定律而彼此分裂,于是每个生殖细胞只含一组基因;不同连锁群内的基因依孟德尔第二定律而自由组合;相应的连锁群内的成员基因之间有时也发生有秩序的交流;交换的频率可以提供有关每个连锁群内成员间线性排列的证据,同时也表明相互之间的相对位置。”

这样摩尔根基因论充分肯定了孟德尔定律,并且提出了连锁与交换定律,确认遗传性状由染色体上的基因所决定。因此,通过摩尔根和他的学生的工作与理论总结给现代遗传学奠定了坚实基础,并对分子遗传学和细胞学的发展产生了巨大影响。然而,基因论的超前思想,后来竟遭到苏联农学家李森科的反对,也波及当时中国。

2. 微生物学

微生物(microorganisms)是一大类形态微小、结构简单的低等微生物的总称,包括病毒、细菌、真菌、类菌体、放线菌和原生动物。人类与微生物关系密切,既利用又斗争。现代微生物学则始于19世纪中后期的巴斯德等人的工作。法国人巴斯德(L. Pasteur, 1822—1895)最先研究了晶体酒石酸的立体异构现象和酵母的乳酸与酒精的发酵原理并建立分离培养方法。随后他研究动物与人类疾病,揭示了炭疽病对禽兽的发生和狂犬病对人体的危害,用免疫法原理制备疫苗得到防治。微生物的开创性工作当时除了巴斯德外,还有K. Koch的疾病的病源说与细菌琼脂培养技术, Gram(1884)的细菌革兰氏染色法,为现代微生物奠定了基础。

真菌(fungi)是一类营腐生和寄生的真核生物,大多对人类有益,也有致病菌,在自然界具有清扫“垃圾”之功。其中,酵母、乳酸菌和霉菌为民间所用而今这一类真菌在酿酒和食品发酵业中有其广泛用途。自1929年Fleming发现青霉菌(*Penicillium chrysogenum*)产生青霉素以来,抗生素的药物研究发展得很快,有效地防止了肺结核病传染和促进了许多疾病的治疗。蘑菇类食用菌栽培产业是世界性的而今菌类多糖生化研究也取得了进展。

细菌(bacteria)是单细胞原核生物,广布生物圈而无处不在。细菌的致病性首先受到人

类关注。特别是流行性疾病,例如,在 20 世纪中前期发生禽畜上的猪瘟、鸡瘟、布氏杆菌病、马传染性贫血病、口蹄疫、炭疽病;人体的霍乱(弧菌)、伤寒(立克次氏体)、白喉(杆菌)、天花(病毒)、鼠疫(杆菌)、肺结核(肺炎球菌)等,尽管那时对病毒与细菌概念还没有完全区分,但人类终于战胜了它们。

细菌的营养方式有光能自养、光能异养、化能自养、化能异养多种,决定了它们的生活习性和作用。生物固氮菌、硝化细菌和反硝化细菌在氮素循环过程中起着十分重要的作用。在现代发酵工业上,不少有用的微生物菌种被筛选和诱导,例如枯草杆菌(*Bacillus*)生产淀粉酶,链霉菌(*Streptomyces*)产生链霉素,甘蓝黄孢单菌(*Xanthomona*)产生黄原胶等,并由此形成相应的酶发酵工程、抗生素发酵工程和菌多糖发酵工程与产业。

病毒(viruses)是不具细胞形态、颗粒很少而有赖于宿主生活和遗传复制的生命体。病毒是过滤性的,不容易捕获到它。直到 1935 年,美国化学家 W. M. Stanley 分离出烟草花叶病毒(TMV)的结合蛋白,由核酸和蛋白质组成。这是病毒史上的一项重要工作。病毒有植物病毒、动物病毒和人体病毒;噬菌体是侵染细菌的病毒,这就增加了病毒感染的复杂机理。某些动物病毒发生也会传染给人体,如新近流行的 SARS 和禽流感病毒(H_5N_1)等。

根据现有生物技术,对病原体通过病毒数据库和芯片可以检查并用电镜观察其形状。SARS 冠状病毒就是 2003 年春夏在中国及世界各地传染的一种呼吸道感染的流行性疾病,很快被确认,通过隔离治疗得到控制,国际死亡率为 6.9%。SARS 的基因组是 RNA 在感染细胞后,直接通过自身的 mRNA 合成蛋白质和酶催化 RNA 转录合成大量的病毒 RNA。前几年,SARS 疫苗已被研制,以预防该疾病发生和传染。艾滋病至今还难以治疗。因为艾滋病病毒(HIV)属于逆转录病毒而且侵染 T 细胞和巨细胞,迅速复制后随血液遍及全身,导致免疫功能下降无法恢复。

3. 呼吸代谢(生理生化)

呼吸代谢(respiratory metabolism)是所有生命活动的基础代谢,包括物质代谢和能量代谢。这项工作主要是在 20 世纪 30~50 年代在组织水平和细胞水平上得到有效研究,并由此推动了生理学、酶学和生物化学的迅速发展。酶学的研究始于尿素酶、胃蛋白酶和胰蛋白酶的分离与鉴定并证明它们是蛋白质。随后发现酶除了大分子蛋白外,还有许多种辅酶配合起作用。酶的反应原理和动力学的研究又促进了代谢途径的开展。

1937 年,Krebs 因发现生物氧化的三羧酸循环(TCA)而命名 Krebs 循环;1940 年为 Embden、Meyerhof 和 Parnas 三位科学家对糖酵解途径(glycolysis pathway)所作的贡献而命名 EMP 途径。另外,为表彰德国人 O. Warburg 在呼吸氧化酶类和细胞生理的研究上所作的贡献,而命名他制造的微量呼吸压力仪为瓦布格微量呼吸压力仪。

在代谢途径的研究过程中,能量的产生和转化又是引人注意的问题。1935 年,德国生物化学家 K. 洛曼分离与测定 ATP 分子式。1941 年,F. A. 李普曼引入高能磷酸键($\sim P$)概念。1949 年,美国生物化学家 E. P. 肯尼迪和 A. L. 莱宁格报道了线粒体含有三羧酸循环所需的全部酶系统,并且与磷酸化联系,产生大量 ATP,而糖酵解作用则在细胞质中进行。以后线粒体就成为能量代谢研究的主要材料。

三大物质的基础代谢和各种呼吸氧化还原酶类、维生素、辅酶、辅助因子以及它们之间的相互关系与次生代谢及能量代谢是相当复杂的,而代谢的调节已在动植物体,特别在人体生理和微生物发酵工程中得到有效的运用。直到 20 世纪 70 年代,它的前沿高分子蛋白

质和核酸代谢及其基因表达研究与分子生物学相结合。

4. 光合作用(植物生理)

光合作用的宇宙作用意义非常重大,据估计,地球上每年植物与藻类通过光合作用同化 CO_2 约 $7 \times 10^{11} \text{ t}$,折合有机物为 $5 \times 10^{11} \text{ t}$,同时释放出相应的氧气,以保持大气气体组成的平衡。这一切都是人类与动物赖以生存的物质源泉。

20 世纪中前期光合作用的重点研究在于叶绿体的结构与功能以及叶绿素的吸收光谱。随着叶绿体(chloroplast)的超显微结构和生理功能的了解,光合作用进入光反应和暗反应的机理研究。1955 年,美国化学家卡尔文(M. Calvin)光合作用实验室积累多年的工作,应用标记 CO_2 同位素示踪和酶化学技术确认了 CO_2 还原成糖的生化途径,即 C_3 途径或 Calvin 循环,为光合作用的暗反应固定 CO_2 机理获得重大突破。1966 年,Hatch 和 Slack 证实甘蔗固定 CO_2 的 C_4 途径,由于 C_4 植物比 C_3 植物具有较高的光合效率而受到植物生理学家和育种学家的兴趣。

光合作用的光反应,即色素的光能吸收、传递、转换成生物能的过程与它的组成成分,称为光系统。光系统有 PS I、PS II 和它相偶联的光合链 Z 图模式直到 70 年代才基本搞清楚。目前,光系统的结构,即光合内囊体膜上的结构与功能和光能电子转换进入分子水平的研究,方兴未艾。

20 世纪世界粮食与人口同步增长,光合作用原理在农业上的应用功不可没。如今的高光效育种从矮秆密植、杂交稻到将玉米 C_4 光合基因导入水稻获得转基因稻及其综合培育的超级稻都是为了提高作物的光能利用率,一般从 1% 提高到 2%~3%。近年来,海洋菌藻类的光合作用功能与微藻光合放氢和细胞工程制氢前景得到重视。

5. 细胞学

细胞是生命科学的最核心内容,因为生命机体的一切代谢活动,器官发生与遗传信息传递及繁殖都与细胞有关。因此,在 20 世纪的细胞学研究中,很快集中在生理、生化和遗传学并沿着三条路线进行取得显著成绩。

第一,显微镜研究揭示了亚细胞结构与细胞分裂行为,进而从超显微结构对细胞器生理功能的了解。第二,生理生化研究阐明了各种各样细胞的化学成分、生化反应与生理功能。第三,遗传学研究,从孟德尔定律、摩尔根基因论到染色体减数分裂的 DNA 复制,揭示了遗传信息传递的本质。

细胞生理功能的研究促进了对激素生理工作的探求。早在 20 世纪 30~50 年代,人们结合临床试验对内分泌液器官包括肾上腺素、胰岛素和性激素的化学成分、结构与功能进行了研究,并发现了脑下垂体分泌的激素具有调节控制体内其他激素的功能。植物激素,含有生长素、赤霉素、细胞分裂素、脱落酸和乙烯五大类,主要通过根、茎、生长点等合成部位合成经汁液流动至靶细胞反应,控制着植物的生长发育与衰老。

如今,关于细胞膜、内质网、各种细胞器和细胞骨骼的结构与功能,从不同角度还在广泛而深入地开展着。染色体作为 DNA 的载体、遗传信息贮存场所以及基因重组和蛋白质对性状表达的作用将在分子生物学中得到更深入研究。

6. 生理学

20 世纪生理学在心血管、生殖、泌尿、神经、内分泌激素、免疫系统的结构与功能及其相互作用的研究都已取得很大成就。现在知道,不论在动物还是人体神经系统和内分泌系统

是两组调节器官,它们控制着机体的生长发育、成熟和衰老的代谢过程。内分泌激素包括甲状腺素、胰岛素、肾上腺皮质激素、性激素和脑下垂体分泌的激素,都是在20世纪20~30年代发现与分离的,但是,它们的生理调节过程是很复杂的。例如,血糖浓度增高对胰岛有刺激从而分泌了更多的胰岛素,为糖尿病医治提供理论基础。俄罗斯生理学家巴甫洛夫(1846—1936)建立的条件反射学说揭示了用外部信号刺激神经也能引起胃液分泌。1948年,德国生理学家 Berthold 将幼雄鸡的睾丸切除,结果鸡冠萎缩不发育,这就奠定了雄鸡性动物阉割的理论基础。

神经系统是一个复杂的信息传递与调节器官,从低等到高等动物,所有神经系统都是由神经通路即神经细胞(神经元)及其之间的连接(突触)组成。神经系统产生的信息传递有神经冲和神经递质两类。前者通过跨膜电位而传递,后者通过化学信息传递,如乙酰胆碱和去甲肾上腺素。20世纪70年代以来,发现的脑神经肽是一类神经调质的化学信息,并确认内啡肽是存在于脑内 μ 型阿片受体的内源性配体,和吗啡一样能够缓解疼痛,振奋情绪。直到90年代才揭示注射吗啡和海洛因会引起内啡肽的分泌减少,导致吸食者越来越依赖这些毒品的原因。

免疫泛指机体抗感染。早在18世末,英国医生 Jemer(1774—1823)用种牛痘方法防治天花,开创了免疫疗法。淋巴细胞的免疫功能直到20世纪50年代才被发现。人体有两类淋巴细胞,即B细胞与T细胞,它们具有很强的免疫自卫能力。自20世纪70年代各类器官的移植手术兴起,包括肾、肝、肺、心脏、皮肤、角膜等都是移植对象,开初移植成活率不高,这是免疫排斥所致。后来,由于使用抗免疫排斥药物,局面才得改观。当今,异种器官移植,即动物器官代替人的器官受到重视。为了降低猪器官的免疫排斥性,分子生物学家想法设计与改造猪的基因,这是一种未来的可能途径。艾滋病难治也是与免疫缺陷症有关。生理学与组织学、生物化学关系密切,由此构成了医学和动物饲养学的理论基础。

7. 生物学的分支学科

20世纪是实验生物学发展的全盛时期,导致分子生物学的产生与学科内部的重组。现代生命科学的分支学科很多,任其细分可达数百种,但主要门类只有十多种,有分类学、形态解剖学、动物学、植物学、微生物学、古生物学、人类学、遗传学、生理学、植物生理学、生物化学、分子生物学、生态学等。各门学科都有自己的研究领域、内容项目、理论体系和研究方法及分支学科,但又相互联系与交叉。为此,有一门普通生物学则将它们概略。

从学科相关看,分类学是生物学宏观理序,通过实验性的生理生化与遗传学揭示内在的生命活动规律,最后又在分子生物学上得到统一。古生物学为生物进化提供依据。生态学是研究生物与环境的关系,在今天工业化与环境污染日益加剧的时代,如何运用生态学知识保持环境生态平衡愈显重要。

三、分子生物学时期

1. 产生背景

分子生物学(molecular biology)是研究大分子物质——蛋白质和核酸的结构、性质与功能,从而在分子水平上揭露生命活动与遗传本质的一门新型的生物科学技术。分子生物学的诞生可视为生物学发展史上的一次飞跃,它是现代物理、化学的生物高分子结构学派和现代生物学前沿学科的细胞、遗传、微生物和生物化学等共同发展的结果。