

21 世纪素质教育系列教材
文化素质课系列

大学 生物

编著 宋林 韩威 孙承詠。

基础

(第2版)



中国人民大学出版社

21 世纪素质教育系列教材

文化素质课系列

大学生物基础

(第 2 版)

编著 宋 林 韩 威 孙承詠

中国人民大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大学生物基础/宋林等编著. 2 版.
北京: 中国人民大学出版社, 2006
(21 世纪素质教育系列教材·文化素质课系列)
ISBN 7-300-07080-9

I. 大…
II. ①宋…②韩…
III. 生物学-高等学校-教材
IV. Q

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 010449 号

21 世纪素质教育系列教材

文化素质课系列

大学生物基础 (第 2 版)

编著 宋 林 韩 威 孙承詠

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)		010-62511239 (出版部)
	010-82501766 (邮购部)		010-62514148 (门市部)
	010-62515195 (发行公司)		010-62515275 (盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	北京东方圣雅印刷有限公司		
开 本	787×965 毫米 1/16	版 次	2002 年 10 月第 1 版 2006 年 2 月第 2 版
印 张	29.75	印 次	2006 年 2 月第 1 次印刷
印 数	574 000	定 价	29.00 元

版权所有 侵权必究

印装差错 负责调换



总 序

素质教育的概念，在最初的时候，是针对理工院校学生缺乏人文知识的训练而提出的。作为一所以社会科学、人文科学、经济和管理科学为重点大学，中国人民大学虽然在文史哲等人文学科领域在全国具有优势，但同样存在着学生缺乏自然科学训练而带来的知识结构偏差。为了纠正乃至克服这种偏差，早在 20 世纪 80 年代的“教学方案”中，我们就尝试设置了“文化基础教育学群”，包括中国通史、世界通史、自然科学概论、社会科学概论等课程。并且，逐渐由全校性选修课改为指定选修课或必修课。1993 年，在中共中央和国务院制定的《中国教育改革和发展纲要》指导下，我校对“教学方案”作了较大的调整，把培养学生的素质和能力作为一项重要目标明确地提出来。在全校范围内，提倡开设中国历史、自然科学概论和当代新兴科学介绍等课程。历史、文学、哲学、美学、科技等课程，逐步构成了具有我校特色的“通识基础课”。中国传统文化概论、当代科学技术概论、社会科学研究方法等，亦分别成为公共必修课。

1999 年是我国教育思想和教育制度改革的一个重大转折点。在这一年，《中共中央国务院关于深化教育体制改革全面推进素质教育的决定》发表，加强素质教育，全面提高学生的综合素质，培养适应 21 世纪需要的合格人才，成为教育界共同努力的目标。同样是在这一年，我校的“教学方案”进行了较大的调整，

素质教育系列课程成为全校公共必修课的重要组成部分。按照“教学方案”的规定，作为全校公共必修课的素质教育课，分为自然科学课、人文素质课和艺术教育课三个系列，学生必须分别修满3学分、6学分、3学分。至此，我们关于素质教育的方向已经确定，思路已经明晰。

教材建设是建设好素质教育系列课程的关键。我们在设计素质教育系列课程的同时，便已着手组织相应教材的编写工作。呈现在读者面前的这套文化素质课系列教材，正是我们组织编写的21世纪素质教育系列课程教材的一部分。

此套系列教材是按照《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》的精神而编写的，目的在于根据中国人民大学在文史哲等人文学科具有的优势，克服原有的教学思路和管理体制带来的学生知识结构偏差的弊病，期望通过此套教材，培养学生的人文关怀意识和科学实证精神，提高学生的人文素养和科学素质，使这些学科的知识真正成为学生素质的有机组成部分，培养学生的创新精神和实践能力。此套丛书分为四个部分，即哲学智慧（中国、西方）、文明史（中国、西方）、文学作品选读（中国古代、西方）和大学理科课程（物理、生物、化学）。这样的课程配置，可以使学生既掌握了人文知识的精华，又学习了理科科学缜密的思维方法和严谨的作风。参加这套丛书编写的教师，都是我校相关学科的教学科研骨干。在确定提纲和编写教材的过程中，参编教师、学校教学管理部门和出版社进行了多次研讨，力争使教材体现素质教育精神。

十年树木，百年树人。素质教育是一个长期的过程，大学生文化素质的培养和提高，也是一个需要多方面努力的事情。我们期望通过这套教材的编写和出版，能够为此做出贡献。

中国人民大学教材工作委员会



目 录

绪论.....	(1)
第一章 生命的重要物质基础	(20)
第一节 糖类	(20)
第二节 蛋白质	(29)
第三节 核酸	(47)
第四节 脂类	(60)
第五节 维生素	(61)
第二章 生命的结构基础——细胞	(66)
第一节 细胞的形态与结构	(67)
第二节 细胞代谢	(88)
第三节 细胞的增殖.....	(108)
第四节 细胞分化与衰老.....	(118)
第三章 生命的延续——遗传.....	(129)
第一节 孟德尔遗传学说.....	(129)

第二节	染色体遗传学说·····	(139)
第三节	数量性状的遗传·····	(158)
第四节	细胞质遗传·····	(163)
第五节	基因的本质·····	(167)
第四章	生命的形态建成——发育生物学·····	(184)
第一节	几种研究发育生物学的模式生物·····	(186)
第二节	高等植物的胚胎发育·····	(199)
第三节	动物的生殖过程·····	(208)
第四节	发育机制理论·····	(224)
第五章	生命的防御体系——免疫系统·····	(230)
第一节	免疫系统·····	(230)
第二节	免疫反应类型及免疫反应发生·····	(249)
第三节	抗原·····	(252)
第四节	免疫应答·····	(259)
第五节	免疫缺陷·····	(263)
第六章	神经科学基础·····	(270)
第一节	神经系统·····	(270)
第二节	神经系统的基本结构·····	(286)
第三节	神经元的信息传递·····	(299)
第四节	脑的高级功能·····	(314)
第七章	生物的行为·····	(326)
第一节	觅食行为·····	(327)
第二节	生殖行为·····	(334)
第三节	领域行为·····	(344)
第四节	迁徙行为·····	(348)
第五节	学习行为·····	(349)
第六节	社会行为·····	(352)
第七节	利他行为·····	(358)
第八章	生命与环境——生态系统·····	(362)
第一节	生物与环境·····	(363)
第二节	种群生态学·····	(367)
第三节	群落生态学·····	(380)
第四节	生态系统生态学·····	(388)

第五节 生物多样性保护·····	(398)
第九章 生命的起源、进化·····	(403)
第一节 生命起源的几种假说·····	(403)
第二节 人类起源·····	(410)
第三节 生物的进化·····	(413)
第十章 生物技术与应用 ·····	(429)
第一节 生物技术的内容·····	(430)
第二节 生物技术的应用及生物安全问题·····	(450)
参考书目·····	(461)
后记·····	(464)



绪 论

生物学 (biological sciences) 是研究生命现象的科学, 即是研究生物各个层次的种类、结构、功能、行为、发育、起源、进化以及生物与周围环境关系等的科学, 今天统称生命科学。生物学属于自然科学的基础科学。

既然生物学是研究生命现象的科学, 那么生命是什么就是生物学首先要回答的基本问题。关于这个问题, 迄今为止在生物学界没有统一的答案, 不同的学者是从不同的角度来认识生命的。但是, 从目前人类对错综复杂的生命现象归纳出来的地球上所有生命的共同属性, 我们可以得到生命所具有的共同基本特征。

一、生命的基本特征

1. 化学成分的同性

从元素的角度来看, 所有生命的构成元素的种类和含量基本相同, 它们都是普遍存在于无机界的普通元素, 其中最主要的并且占细胞重量 99.35% 的元素有六种, 它们分别是 C、H、O、N、S、P, 而 C、H、O、N 占 96%, 如果加上 P、S、K 和 Ca, 则为 99.6%, 其他元素含量的总和不到 1%。

从分子的角度来看, 所有生命体中存在的有机分子的种类基本相同, 如碳水化合物 (carbohydrates)、脂类 (lipids)、蛋白质 (proteins)、核酸 (nucleic

acids)、维生素 (vitamins) 等有机小分子和有机大分子。尽管不同种类的生命体所含有的上述有机分子的数量和组成不同,但是构成这些有机分子的基本单体却是基本相同的,如蛋白质分子不外乎是由 20 种氨基酸 (amino acids) 组成而已。

从能量的角度来看,所有生命体的生命活动所需要的能量形式基本相同,都是以高能化合物三磷酸腺苷即 ATP (adenosine triphosphate) 作为能量的贮存和利用形式的。

从遗传物质的角度来看,所有生命体的遗传物质基本相同,绝大多数的生命是以脱氧核糖核酸 (deoxyribonucleic acid, DNA) 作为遗传物质的,只有少数生命的遗传物质是核糖核酸 (ribonucleic acid, RNA)。并且,所有遗传物质所载有的遗传密码是生物界所通用的,各种生物用遗传密码编制自己的基因程序,并按照基因程序来实现生命个体的生长、发育、生殖、遗传等生命活动。

2. 严整有序的结构

构成生命体的元素以及由这些元素组成的有机分子在生命体中并不是杂乱无章地无序堆砌,而是严整有序地分布在生命体中。

对于单细胞生命来说,构成细胞的各个结构是排列有序的,在这些结构上的大分子也是排列有序的;对于多细胞生命体来说,由细胞组成不同组织,由不同组织构成器官,由不同器官组成系统,再由不同的系统构成结构复杂的生命体,这些组织、器官和系统都是严整有序地排列在生命体中,执行它们各自的生物学功能。

此外,生物界在种群、群落和生态系统等方面也表现出是一个多层次的有序结构。

3. 新陈代谢

生物是一个开放系统,生物和其周围的环境不断进行着物质和能量的交换。环境中的一些物质被生命体摄入后,经过生命体内一系列生物化学反应——新陈代谢 (metabolism) 后,最后成为终产物被生命体排出体外。除病毒外所有的生命都具有新陈代谢功能。

新陈代谢包括两个相反的过程:一是组成代谢 (anabolism),即从外界摄入物质和能量,将它们转化为生命本身的物质和储存的能量 (ATP);一个是与组成代谢相反的分解代谢 (catabolism),即分解生命物质,释放能量以供生命活动所需。

4. 应激性和运动

生命体能接受外界刺激而发生合目的的反应,反应结果使生命体“趋吉避

凶”，这就是生命体的应激性（irritability）。如植物茎尖的向光性、变形虫的化学趋性，等等。应激性是生物的普遍特性。动物的感觉器官和神经系统是应激性高度发展的产物。

运动是生命体的另一个特征。动物的运动是显著的，植物的运动虽不显著，但并非不存在。植物叶细胞中的胞质环流（cyclosis）、高等植物中由于膨压变化和生长引起的运动均是植物运动的具体表现。

5. 稳态

无论外界环境变化如何，所有生命体内都有特殊的机制来调节体内状态，使之处于相对稳定，这一特征被称为稳态（homeostasis）。热血动物的体温调节机制使得其体温恒定就是最好的例证。稳态是生命体内新陈代谢活动得以正常进行的根本保障。

6. 生长发育

除病毒外所有的生命体都有生长发育过程。单细胞生命体的生长是其细胞体积和重量的增加；多细胞生命体的生长除细胞体积和重量的增加外，还有细胞数量的增加，并且在生长过程中，还伴随着细胞的分化和形态的建成，亦即发育过程。

7. 繁殖和遗传

对现存的生物来说，生物来源于生物，任何一个生命个体并不能永远活着，生命个体通过复制机制形成新的生命个体，这就是生命的繁殖特征。生命依靠繁殖而延续。

生命在繁殖过程中将其特性传给后代，这就是遗传。

生命的繁殖方式有两种：无性繁殖和有性繁殖。前种方式后代的特性与亲代完全相同，后种方式后代的特性是亲代父本和母本两套遗传物质相互作用的结果，与亲代并不完全相同，这就是“变异”。这种变异是可遗传的，没有这种可遗传的变异，生物就不可能进化。

8. 适应性

适应性指的是能提高生命体在某些特定环境中生存能力的属性。生命体的适应性可以是结构上的，可以是功能上的，可以是行为上的，也可以是三者的综合。例如鸟类翅膀的结构适合飞翔、鱼类的纺锤体型有利于水中游泳等。生物的对其生存环境的适应是自然选择的结果。

二、生命科学发展历程

研究自然科学发展史的学者，通常将自然科学的发展划分为三个阶段：16

世纪以前为古代时期的自然科学；16 世纪至 19 世纪为近代时期的自然科学；20 世纪为当代（或现代）自然科学。

1. 古代时期的生命科学

16 世纪以前生命科学的主要特征是收集、积累和整理资料，并未形成独立的科学研究体系，有关生命科学问题的研究基本上是在农业、医学等科学体系中进行的。

人类在地球上生存的近四百万年历史中，99% 以上的时间是原始社会的历史，而原始农业、畜牧业只是在一万多年以前才出现，因此，原始人类对生命现象的认识也只能停留在观察农作物的生长与自然气候之间的相关性以及筛选适合于人类食用的动物这一水平上。到了公元前 3 世纪左右，两河流域（幼发拉底河和底格里斯河流域）文化时期，农业和畜牧业的发展水平已有了相当的提高，人类已经培育出小麦、大麦和亚麻等许多农作物品种，同时医学也有了一定的发展，尽管医疗活动仍然与巫术迷信活动混杂，但有了相应的治疗方法和药方的记载。

中国古代医书《黄帝内经》（成书于公元前 5 世纪至公元前 3 世纪）对人体内脏部位、大小、长短及功能有了一定的认识，并指出人体的生理功能与生活条件及精神状态有密切关系，对男女的生长发育过程、特征也有比较切实的描述。《黄帝内经》是中医理论的奠基性著作，它强调了人体的整体性，运用阴阳和五行这些朴素的唯物主义和辩证法的思想，形成了研究人体生理和病理的脏腑学说和经络学说。此外东汉名医张仲景所著的《伤寒杂病论》提出了“辨证施治”的基本原则，为我国的临床医学打下了很好的基础。《黄帝内经》和《伤寒杂病论》是我国古代医学最重要的医学文献。所有这些表明，古代中国的医学自成体系，有独特的理论和方法，在医疗实践中表现出特有的效能。同样中国古书《尔雅》将植物区别为草本和木本，将动物分为虫、鱼、鸟、兽、畜，并使用了“鼠属”、“牛属”等名称。北魏农学家贾思勰在《齐民要术》（约成书于公元 533 年至 544 年）中，全面总结了秦汉以来中国黄河中下游地区的农业生产经验，其中含有丰富的生物学知识，如粟的品种分类、作物与环境的某些关系、一些作物的性别以及人工选择的某些成就等。

在西方古希腊文明时期，自然科学（如数学、物理学）有了长足的发展，并且已经有了各自的研究体系和基本的研究方法，但是对生物的研究才刚刚开始。古希腊哲学家亚里士多德（Aristotle，公元前 384—前 322）研究了大约 500 多种动物，至少对其中的 50 种做过解剖观察，并进行了分类，提出了 8 种动物分类方法，其中的“级进分类”法是以动物的形态、胚胎和解剖学上的差异作为标

准的，大体是按照从低级动物到高级动物的顺序排列，同时也注意到了等级之间的连续性，如他将动物分为有血动物和无血动物两大类，前者又分为有毛胎生四足类、卵生四足类；后者分为软体类、甲壳类、有壳类、昆虫类。他的著作《动物志》、《动物的结构》、《动物的繁殖》是世界上最早的动物学研究成果。当然亚里士多德没有动物进化的思想，他认为低等动物是高等动物的退化（“灵魂”上的退化），尽管如此，亚里士多德的工作开创了生物分类研究的先河。希波克拉底（Hippocrates，公元前460—前377）建立了希腊医学，创立了在西方影响很大的“四体液说”，提出了健康与病态理论。认为人体中的黑胆汁、黄胆汁、血液和黏液调和则人体健康，失调则人体生病。古希腊的医学很重视人体解剖，这对后来西方医学的发展有深远的影响。属于毕达哥拉斯学派的阿尔克迈翁（Alcmaeon）发现了视觉神经，认识到人的大脑是感觉和思维的器官，提出了后来长期流行于欧洲的“人体是一个小宇宙”的学说。他推论：脑子是智力的中心，灵魂是生命的源泉。他根据毕达哥拉斯的宇宙对立物之间和谐的原则做出论断：人的健康在于身体内部对立物（即干湿、暖冷、甜苦）之间的平衡。古希腊后期的埃拉西斯特拉图斯（Erasistratus）从他的解剖学知识出发提出了人体生理模型：人吸进空气后，空气经过肺进入心脏，在心脏中空气转变为“活力灵气”，“活力灵气”是人体活力之所赖，“活力灵气”随动脉流向全身，进入大脑后转变为“灵魂灵气”，“灵魂灵气”通过神经系统使人体各个部分产生感觉并控制动作。埃拉西斯特拉图斯的理论后来被古罗马人加伦（C. Galen，公元129—199）发展成“三灵气说”。加伦认为，人从食物中所摄取的营养至肝脏内变成静脉血，静脉血带着“自然灵气”经过心脏右侧流向全身又沿原路返回，流经心脏的静脉血一部分穿过心脏隔膜上的细微孔道进入心脏左侧，从那里流经肺与空气接触，并带上“活力灵气”转变为动脉血，动脉血循动脉流向全身也沿原路返回，流经大脑的动脉血中的“活力灵气”在大脑内转变为“灵魂灵气”，经过神经系统而支配全身的感觉和运动。“三灵气说”一直统治着欧洲，直至16、17世纪血液循环发现以后才为人们所摒弃。

总体来说，16世纪以前生命科学没有形成独立的、系统的科学研究体系，研究生命活动规律的科学家多为哲学家、医学家和博物学家，研究成果主要集中在医学、农学著作中，研究方法多是根据有限的解剖学知识进行推测，根据对生命活动现象的观察进行推理，提出各种假说。

2. 近代时期的生命科学

在16世纪至19世纪这一时期，出现了许多与生物学有关的重大发现和发明，生物学形成了自己独特的理论和研究方法，从而成为一门独立的科学。

意大利文艺复兴时期的艺术家、自然科学家达·芬奇 (L. da Vinci, 1452—1519), 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等, 绘制了前所未有的精确的解剖图, 首次提出一切血管都起始于心脏。16 世纪血液循环的发现彻底否定了加伦的“三灵气说”。首先是比利时医生 A. 维萨里 (A. Vesalius, 1514—1564) 的著作《人体的构造》首次否定了加伦的关于人的左右心室之间的纵隔上存在细微孔道的观点, 恢复了解剖学在医学中的地位, 也可以说是他创立了近代解剖学。紧接着是维萨里的同学西班牙医生塞尔维特 (M. Servetus, 1511—1553) 发现了人体小循环, 即今天所说的肺循环, 指出静脉血是从右心室通过肺部再到达左心室的, 静脉血是在肺部中被空气所净化后成为动脉血的。然后是英国医生哈维 (W. Harvey, 1578—1657) 发现人体血液大循环, 至此人体血液循环系统完全统一起来。

1628 年, 哈维在其所撰写的《论心脏与血液的运动》一文中证明了血液在人体中是沿着下述路线作循环运动的: (1) 动脉血自左心室流出沿着动脉血管流遍全身, 静脉血通过静脉系统由身体末端流向心脏 (经右心房流入右心室); 在右心室的作用下静脉血自右心室流出, 通过肺动脉流入肺部, 在那里受空气的作用变成动脉血, 然后再由肺静脉流入左心房, 再进入左心室。(2) 在动脉末端和静脉末端必然存在着看不见的微小血管将它们沟通, 这样才能使来自动脉的血液进入静脉, 最后回到心脏, 完成一个大循环。(3) 心脏在血液循环中处于中心地位, 心脏是血液循环的动力, 心脏在收缩时将血液排出, 在舒张时使血液流入, 犹如一个水泵不断地推动着血液运动。哈维的发现不仅科学地描述了人体的血液循环运动, 解释了生命现象的生理基础, 而且扫除了“灵气”在血液运动中的作用, 为科学的生理学奠定了基础, 同时哈维还将实验方法引入了生理学研究, 因此哈维被称为近代生理学之父。哈维的血液循环理论在 1660 年由意大利解剖学家 M. 马尔皮基 (M. Malpighi, 1628—1694) 观察到蛙肺里连接动静脉的毛细血管所证实。

1668 年, 雷迪 (F. Redi, 1626—1697) 通过蝇卵生蛆的对比实验首次为反对生命自然发生学说提出了证据。

1677 年, 列文虎克 (A. van Leeuwenhoek, 1632—1723) 发现了微生物和人的精子。

1735 年, 林奈 (C. van Linnaeus, 1707—1778) 的《自然系统》出版。林奈将自然界的植物、动物、矿物分成纲、目、属、种, 首次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, 标志着生物分类法逐渐具有科学性和系统性。18 世纪生物分类法的形成廓清了当时生物分类学中存在的同名异

物和异名同物的混乱现象。生物分类研究是生物学中的一项基础性工作，其对于改造物种、发现和鉴别新种是必不可缺的。

1759年，德国胚胎学家沃尔夫（C. F. Wolff, 1733—1794）在其著作《发生论》中根据植物器官与鸡胚的发育，阐述了发育的渐成特性，主张后成论，反对先成论。

1771年，英国化学家普里斯特利（J. Priestley, 1733—1804）用实验证明了绿色植物可以净化空气。

1777年，法国化学家拉瓦锡（A. L. Lavoisier, 1743—1794）确认了动物的呼吸过程是一种缓慢的燃烧过程。

1791年，意大利解剖学家伽伐尼（L. Galvani, 1737—1798）证明了用静电刺激蛙神经能引起与神经连接的肌肉的收缩，从而发现了神经的电传导现象。

1796年，英国医学家真纳（E. Jenner, 1749—1823）最先在欧洲采用牛痘接种法预防天花，实现了人体的主动免疫。

1802年，法国生物学家拉马克（J. B. de Lamarck, 1744—1829）和德国博物学家特雷维拉努斯（G. Treviranus）分别采用了生物学（biology）这个术语。

1805年法国动物学家、比较解剖学家和古生物学家居维叶（G. Cuvier, 1769—1832）提出各器官形态结构与功能相对的理论，用比较解剖学的方法研究绝灭动物的化石遗骨，并提出了灾变理论。

1809年，拉马克的《动物哲学》出版，书中系统地论述了生物进化的思想，提出“用进废退、获得性遗传”是生物物种进化的机制。

1838年德国植物学家施莱登（M. Schleiden, 1804—1881）在其所发表的著名论文《植物发生论》中指出，细胞是一切植物结构的基本单位，这篇论文的发表标志着细胞学说的形成；1839年，另一位德国人施旺（T. Schwann, 1810—1882）发表了论文《关于动植物的结构与生长的一致性的显微研究》，首次提出“细胞学说”（cell theory）这一名称，并指出“细胞是有机体，整个动物和植物都是细胞的集合体。它们按照一定的规律排列在动植物体内”。1858年，德国医生和细胞学家菲尔肖（R. Virchow, 1821—1902年）在《细胞病理学》一书中提出“细胞来自细胞”这一名言。1880年，魏斯曼（A. Weissmann, 1834—1914年）指出，所有现在的细胞都可以追溯到远古时代的一个共同的祖先，换句话说，细胞是连续的，有历史的，是进化而来的。至此，一个完整的细胞学说就形成了。19世纪细胞学说的诞生，证明了有机体在构造和发育上的统一性，即细胞是一切生命活动结构和功能的基本单位，驳斥了认为胚胎发育只是原有微型生物长大的“机械论”，为进一步阐明胚胎发育中器官形成的机制指明了方向。

1838 年,德国生理学家贝尔纳(C. Bernal, 1813—1878)发现并验证了肝脾内的糖原生成作用、血管舒缩神经的作用、胰液的消化作用,提出了“内环境稳定”的概念。

1850 年,德国生理学家亥尔姆兹(H. van Helmholtz, 1821—1894)测定出神经传导速度。

1852 年至 1855 年,德国生物学家雷马克(R. Remak, 1815—1865)和菲尔肖分别指出了细胞分裂的普遍特性。

1857 年,法国微生物学家巴斯德(Louis Pasteur, 1822—1895)证实了乳酸发酵是由微生物物质引起的。

1858 年,英国生物学家达尔文(C. R. Darwin, 1809—1882)和华莱士(A. R. Wallace, 1832—1913)联合发表了论文《论物种形成变种的倾向:兼论自然选择法所引起的变种和物种的续存》,首次提出了自然选择学说;1859 年达尔文的《物种起源》一书出版。19 世纪生物进化论的完成,实现了生物物种知识的大综合,也标志着长期统治生物物种起源的“目的论”和“神创论”受到了挑战和彻底清算。

1861 年,德国生物学家舒尔策(M. Schultze, 1825—1874)证实植物与动物的生活物质和最低等生物的“肉浆”是同一种物质——原生质。

1861 年至 1864 年,巴斯德通过著名的“鹅颈瓶”实验,证实了微生物也是来自微生物,从而彻底否定了生物自然发生学说。

1865 年,奥地利遗传学家孟德尔(G. Mendel, 1822—1884)发表了论文《植物杂交实验》,提出了著名的“基因分离”和“基因独立分配”两大遗传学定律。

1866 年,德国生物学家海克尔(E. Haeckel, 1834—1919)出版了《形态学概论》,首次创用了“生态学”(ecology)的概念。

1876 年,科赫(Robert Koch, 1843—1910)提出了病原微生物“四原则学说”。1880 年至 1885 年巴斯德解决了欧洲牛羊炭疽病、鸡霍乱和狂犬病的人工免疫问题。科赫和巴斯德为现代免疫学的诞生奠定了理论和实践基础。

虽然 16 世纪至 19 世纪有 400 年的时间,但有关生物学重大理论的形成基本上是在 18 世纪、19 世纪这 200 年,即 18 世纪生物分类法的诞生、19 世纪细胞学说的诞生、生物进化论的提出和孟德尔遗传定律的发现,它们标志着生物学成为独立的科学体系,同时也反映了物理学、化学等其他自然科学的理论和研究方法被引入生物学的科学研究之中。

在 18 世纪、19 世纪这 200 年中,各门自然科学的理论和研究方法都有了长

足的进步，这是由于启蒙运动影响所致。在整个启蒙运动中，思想家们常常将“理性”与“自然”联系起来予以赞美，他们继承了中世纪自然神学家利用理性而不用《圣经》的《启示录》去发现那些真理的传统，进而发展成为用实验去证明自然规律是上帝为其创造物随意选择的，因为只有通过实验才能知道它们，仅有逻辑论据并不能揣摩出上帝的随意选择。于是，实验就成为“理由充分”的接近自然的方法，这自然导致了自然科学与自然神学的分离。

19世纪物理学和化学基本上已经成为精确的实验科学，它们的研究方法也已经引入到生物学研究领域中，但并未使生物学成为一门精确的实验科学。自19世纪80年代开始，生物学家们一直希望能够采用物理学家和化学家进行科学研究时所使用的方法，因为他们由传统的研究方法得出的结论无法得到精确的证明，他们的许多证据线索不完整，没有说服力，所以他们逐渐意识到从事物质科学研究的人指责他们的研究领域不科学是有道理的；最重要的是，生物学中的普遍规律如达尔文的自然选择学说是不能用实验来验证的。诚然，在生物学中有一个领域——生理学——一直用着实验的方法，但是在其他多数领域中，除了19世纪后期的细菌学和生物化学外，都没有使用实验的方法，充其量也不过是偶尔使用而已。1890年以前，在细胞学、胚胎学、进化论、群体研究和野外生物学等领域中，都没有实验的传统，即使是遗传研究，虽然采用杂交试验的方法，但是与其说它是一门精确的实验科学，不如说它是一种技巧，充其量只是具有实践经验的育种学家所掌握的一种技巧而已。直到20世纪，实验方法才在整个生物学领域中大批推广，造成这种局面的原因在于当时的生物学家并不掌握最先进的物理、化学实验手段，而物理学家和化学家对生命体这种复杂的研究对象一时也找不到合适的实验方法予以研究，同时在当时盛行的机械论哲学思想对物理学和化学的影响，也被带入到生物学的研究之中，从而使得在近代生物学发展时期，由实验所得出的结论并不能够解释生命活动规律。

3. 20世纪的生物学

1900年，孟德尔遗传定律分别被荷兰、德国和奥地利三位遗传学家弗里斯(H. de Vries, 1848—1935)、科伦斯(C. E. Correns, 1864—1933)和切尔马克(E. Tschermak von Seysenegg, 1871—1962)重新发现，标志着现代遗传学的诞生。

1902年美国遗传学家萨顿(Walter S. Sutton, 1877—1916)提出了染色体遗传理论。此后在20世纪前30年间，以摩尔根(T. Morgan, 1866—1945)为代表的一批科学家将孟德尔遗传定律和细胞学研究结合起来，补充了基因的连锁和交换定律，指出基因是以直线形式排列在染色体上的，这些研究成果集中反映