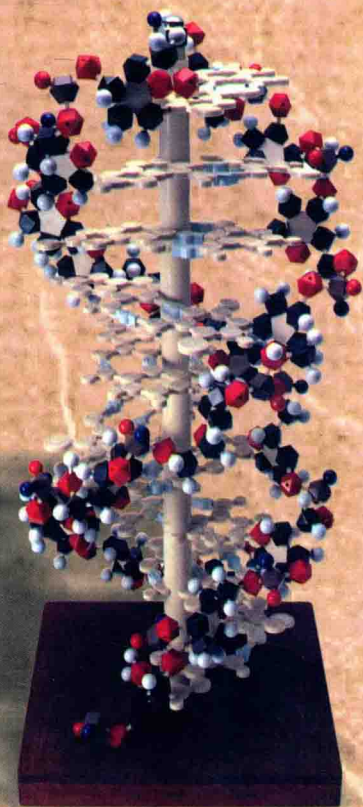




生命科学概论

郁达 杨志刚 沈宗根【编著】

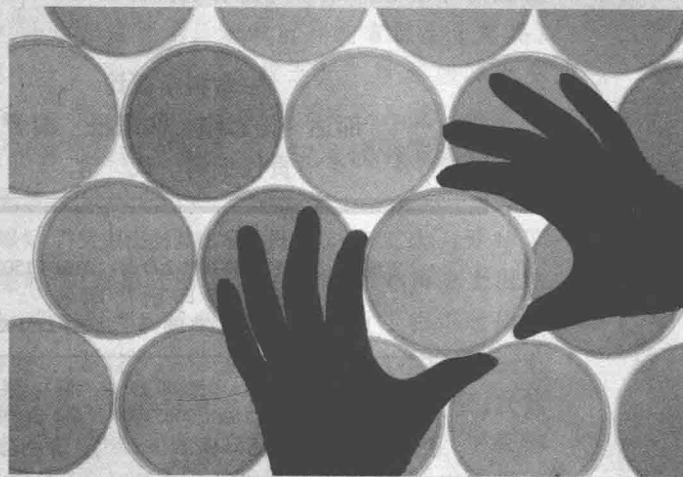
 苏州大学出版社



虞山科技丛书

郁达 杨志刚 沈宗根【编著】

生命科学概论



◆ 苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生命科学概论/郁达,杨志刚,沈宗根编著. —苏州:
苏州大学出版社,2003.9

(虞山科技丛书/凌瑞良主编)

ISBN 7-81090-154-0

I. 生… II. ①郁…②杨…③沈… III. 生命科
学-概论 IV. Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 068023 号

生命科学概论

郁达 杨志刚 沈宗根 编著

责任编辑 倪 青

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市干将东路200号 邮编:215021)

常熟高专印刷厂印装

(地址:常熟市元和路98号 邮编:215500)

开本 850 × 1168 1/32 印张 28.25(共六册) 字数 706 千

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-81090-154-0/N · 1 定价:84.00 元
(共六册)

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话:0512-67258802

《虞山文库》总序

许 霆

虞山,以“十里青山半入城”的姿态与文化历史名城常熟融合,对常熟文化的形成与发展影响巨大,并进而成为常熟的别名和常熟文化的标志。商末,周太王长子泰伯、次子仲雍让国避奔江南,建立“勾吴”,泰伯、仲雍相继成为首领。仲雍死后葬于常熟卧牛山,仲雍又名虞仲,山遂以虞为名。春秋时期的言偃生于常熟,北学中原,成为孔门七十二贤人中的“十哲之九”,晚年回归故土传道讲学,“道启东南”,“文开吴会”,死后葬于虞山东麓。仲雍和言偃,昭示了常熟文化源头的深邃和博大,标志着吴地早期文明曙光终于开启出一个区域文化的圣地。

常熟文化发展绵延不绝。南北朝昭明太子的“文选”,开始了常熟文化发展的自觉时代;自唐代陆器高中状元,常熟历史上出过8个状元483个进士;北宋时郑时性嗜书好藏书,开了明清时代常熟出版、藏书兴盛的先河,赵琦美与脉望馆、瞿氏与铁琴铜剑楼、毛晋与汲古阁都对中国文化史作出过重大贡献;元代的黄公望,以其绘画理论和创作开创了明清山水画的新纪元;明清之际以王翬为首的“虞山画派”、以钱谦益为代表的“虞山诗派”、严澂的琴学理论和虞山琴派,还有虞山书派、虞山印派等,都达到全国一流水平,影响一时风气;近代以来,黄人的文学史论、曾朴的谴责小说等,表明常熟文化在求新变革时吐故纳新的活力。基于这种深厚的文化

底蕴,常熟当代文明,更是显示了勃勃生机。

常熟高等专科学校就坐落在人文荟萃的虞山脚下,接受着常熟深厚博大的传统文化和生生不息的现代文明的滋养。学校在与地方经济和文化的互动发展中获得不竭的创造精神,塑造崭新的主体形象,确立自身的价值目标。学校有一批人文和理工学人,更是为常熟的传统文化甘泉所浸润,以虞山的人格精神塑造品行,用致远的人生追求敬业乐教。宋人朱熹在《丹阳公祠堂记》中说言偃为人,“必当敏于闻道而不滞于形器,岂所谓南方之学,得其精华者,乃自古而已然也耶”。明末龚立本纂修《常熟县志》15卷,其中《风俗志》说常熟士人“贫不负诺,富不易交,吐纳风流,意气横溢。表人胜士,千里命驾者比比,人物显晦殊途,或矜名节,或树勋庸,或敦学术”,这都揭示了常熟传统文化中独特的人格精神。这种精神是常熟文化生生不息的产物和动力,也是常熟文化走向现代文明的底蕴和财富。常熟高等专科学校的学人,在市场经济发展的大潮中,自觉地从立足的虞山福地的传统人格精神中汲取营养,坚持自强不息、敏捷好学、达美达诚的学风,在学术园地和育人园圃播种、耕耘和收获,形成了一批学术探索和教学研究成果,这是可喜可贺的。

常熟虞山,由于其深厚的文化积淀和不断的文化传承,已经成为一种文化创造的意象。正因为如此,我们愿意把这批初步的成果以“虞山文库”为名,汇集出版。我们无意创造学派,而意在宣示精神,表明当代学人对传承人文传统、创造现代文化使命的一种担当。我们衷心希望这项工作能够继续下去,能有更多的成果充实文库,承当起当代学人文化建设的重任。

2003年4月

目 录

第一章 绪论

- 第一节 生命的概念 (1)
- 第二节 生命科学的产生和发展 (4)
- 第三节 21 世纪的生命科学 (7)

第二章 生命的基本单位——细胞

- 第一节 细胞组成的物质基础 (9)
- 第二节 细胞的形态结构 (29)
- 第三节 细胞的生命活动过程 (36)
- 第四节 细胞的分裂、分化及衰老死亡 (40)
- 第五节 癌 (42)

第三章 生殖与发育

- 第一节 受精和胚胎发育 (46)
- 第二节 从试管动物到试管婴儿 (54)

第四章 呼吸

- 第一节 动物呼吸器官对陆地生活的适应 (57)
- 第二节 人的呼吸系统 (59)

第三节	植物与环境的气体交换	(63)
-----	------------------	------

第五章 吸收和排泄

第一节	植物对矿物质的吸收	(66)
第二节	动物对营养物质的消化和吸收	(67)
第三节	生物处理代谢废物的策略	(68)
第四节	陆生哺乳动物如何排浓尿	(69)

第六章 循环系统

第一节	有生命的水柱	(73)
第二节	血液循环	(74)

第七章 应激

第一节	趋性	(79)
第二节	感受器、效应器和神经系统	(79)
第三节	激素的作用	(87)

第八章 视觉

第一节	眼睛的构造	(89)
第二节	视觉信息的传递与加工	(91)

第九章 适应

第一节	动物对环境温度的适应——体温调节	(93)
第二节	脊椎动物对环境供能的适应——血糖调节	(94)
第三节	奖赏效应与成瘾	(96)
第四节	生物的模式行为	(97)

第十章 疾病与免疫

- 第一节 什么是免疫 (99)
- 第二节 体液免疫和细胞免疫 (100)
- 第三节 细胞免疫与器官移植 (102)

第十一章 生物节律与生物钟

- 第一节 生物节律 (103)
- 第二节 生物钟 (105)

第十二章 生物进化

- 第一节 生物进化的证据 (107)
- 第二节 生物进化的理论 (112)
- 第三节 生物进化的方式 (117)
- 第四节 非匀速进化 (118)
- 第五节 生物“进化树” (119)

第一章 绪 论

第一节 生命的概念

一、生命的本质

哲学家难以回答“人是什么？”美学家难以回答“美是什么？”生物学家也难以回答“生命是什么？”生命是什么？或者说生命与非生命的本质区别是什么？这是生命科学最基本的问题。

在古代，自然哲学家就已经十分关注生命本质的问题。但是，“生命”作为一个一般概念提出来是在 19 世纪初叶。

19 世纪的著名生物学家多是从活力论观点认识生命的，例如：比夏 (Bichat, 1771—1802 年) 把生命定义为抵抗死亡的机能的总和。居维叶 (Cuvier, 1769—1832 年) 和李比希 (Liebig, 1803—1873 年) 把生命理解为：同物理和化学力的对抗，物理和化学力作用的结果是破坏性的，而生命的作用在于形成和维护有机体的结构与功能。巴斯德根据其对发酵作用的研究结果，坚持把发酵归之于微生物的生命活动。19 世纪也有人尝试依据生命的特征来描述生命，如：贝尔纳 (Bernard, 1813—1878 年)，在他的《论动植物共有的生命现象》中论述了生命的 5 种特征：组织、繁殖、营养、生长以及对疾病和死亡的敏感性。

机械论观点则用物理和化学的定律来研究生命现象，生命问题说到底是物理和化学现象。例如，在 19 世纪中有路德维希 (Ludwig, 1816—1895 年)、赫姆霍兹 (Helmholtz, 1821—1894 年)

等人阐述这种观点,这种观点对现代分子生物学家影响较大。另外,对于生命的本质问题的探讨更多地来自于物理学家。如:玻尔(Bohr,1885—1962年),1932年在“光和生命”的演说中指出:想借对原子的认识透彻了解生命现象是绝对不可能的,生命也许有某些特征尚未为人们掌握。薛定谔(Schrodinger,1887—1961年)1945年在题为《什么是生命》的小册子中说:目前的物理和化学虽然还缺乏说明在生物体中发生的各种事件的能力,然而丝毫没有理由怀疑它们是不可能用物理和化学去说明的。薛定谔还认为:通过生物学研究有可能发现新的物理学定律。受这一极富诱惑力的预言的驱动,不少物理学家离开了他们本来的研究领域,转而致力于研究生命科学问题,尽管这种研究至今未能发现新的物理学定律,却促进了生物学向分子水平的发展。

对生命本质的认识,虽然还在不断地发展,但至今尚未有一个普遍接受的定义,还需要人们的不断努力。

二、生命的特征

虽然我们还难以给生命下确切的定义,但我们可以从生命和非生命的区别来讨论生命的特征。

1. 生长 生长是生物普遍具有的一种特征,主要表现在量和体积的增加。如幼苗长成大树,小孩长成大人等。它是“活的”、“有生命的”。虽然一些物质也能生长,如:冰晶、食盐晶体、冰柱等,但它们是表面附加同类物质。而生物体是由内部长大,即吸收环境物质后经自身改造形成的物质。

2. 繁殖 生命靠繁殖得以延续。可以通过生殖细胞或通过身体的一部分来完成,这种生命的延续,从系统发育的过程看,生命的耐久力是非常大的,虽然个体最终会衰老死亡,但它通过繁殖可以把生命延续下去。有人把生命理解为同疾病和死亡的对抗,理解为同物理、化学等非生命力的对抗,这是依据之一。

3. 原生质 生物体都由原生质构成。“原生质”一词的本意

为生命的原始物质和首要物质,主要包括细胞膜、细胞质和细胞核三部分。主要的化学成分为脂类、蛋白质、核酸。研究原生质就是研究生命。

4. 细胞 细胞是生物体的基本结构单位,生物体通过细胞的活动完成各种生理功能。生物的生长发育实际上就是细胞生长、分裂与分化的过程。细胞的病变就是细胞功能的失常。细胞作为生命活动的基本单位主要体现在:① 一切有机体都由细胞构成,细胞是构成有机体的基本单位。② 细胞具有独立的、有序的自控代谢体系,细胞是代谢与功能的基本单位。③ 细胞是有机体生长与发育的基础。④ 细胞是遗传的基本单位,细胞具有遗传全能性。

5. 新陈代谢 新陈代谢是生命的基本特征之一,是维持生物体生长、繁殖、运动等生命活动过程的化学变化的总称,简称“代谢”。生物体是一个开放的系统,同周围的环境不断地进行着物质和能量的交换。新陈代谢失调会引发疾病,新陈代谢停止,则意味着生命的终止,生物体将会解体。

6. 调节 生物体内新陈代谢是在高度自动、非常精细的调节下进行的,这也是生命的一个基本特征。代谢产物的种类和数量都是通过反馈调节机制精密控制的。现在,最高级的自动控制装置的精度也比不上生物调控系统,如:一个人体温升高 1°C 或者血液成分稍许改变,就意味着生病。

7. 应激性 生命的另一重要特征是应激性,即生物有机体能对由于环境变化引起的刺激作出相应的反应。如:烫手后的应激反应是避让,绿色植物的向光性等。

三、特殊的生命——病毒

根据生命的特征,我们可以判定某物是否有生命。表现出生命特征的物体就是生物。但是,当我们以这样的原则去判断病毒时,答案就不那么正确了。病毒没有细胞结构,也不含完整组织的

原生质,在它侵入寄主细胞之前不能繁殖,连新陈代谢活动都没有。这样看来,它不具备生命的特征,但它的身体构成是两大生命物质——蛋白质和核酸。它一旦侵入寄主细胞,把核酸整合到寄主细胞的核酸中并表达,就大量繁殖自己。

生物学家通过研究病毒知道,生命与非生命之间并没有绝对的界限。

第二节 生命科学的产生和发展

一、人类早期对生物学知识的认识和应用

生物学与人类的生产、生活有密切的关系,医学和农业的实践经验是生物学知识的源泉。原始人从狩猎、采集学会辨别什么可食,什么不可食,从而对其取食对象的动植物的基本解剖特征和行为特性就有了较深刻的认识。

随着文字的发明,以及农业和医学的发展,人类开始探讨各种有关生物学的知识,进一步促进了生物学知识的累积、传播和应用。例如:古希腊的自然哲学中对生命起源的探讨,主要代表是泰利斯(Thales)、阿那克西曼德(Anaximander)、阿那克西米尼(Anaximenes)等。自然哲学家对自然问题非常感兴趣,世界本原、生命起源、物质结构是他们着重探讨的问题。他们不是用宗教、神化的方式说明自然,而是依据生产、生活中的经验进行类推,因而产生了一些很有价值的科学思想。亚里士多德(Aristotle)则把生物学问题的哲学思辨引向了生物学研究,为以后生物学的发展奠定了基础。亚里士多德的主要生物学著作有《动物志》、《动物的运动》、《动物的繁殖》等。这些著作不是简单地论述各种动物的形态习性、身体构造、对人的用途等,而是进行了真正意义上的科学研究,有比较,有分类,有分析,有推理。在分类上,他创立了“种”和“属”的概念。

中国古代的生物学家则更偏重于实用。本草著作是中国古代生物学成就的主要代表,另外还有农学《齐民要术》,园艺书《竹谱》等。这些著作中反映的生物学成就,主要在动植物的鉴定及分类方面。如:李时珍的《本草纲目》记载了1 200种植物,分5部29类。清代吴其浚《植物名实图考》收载植物达1 714种。我国古代对生物学的认识仅仅停留在经验的传授,没有进一步引向科学的研究。

虽然生物学知识的来源可追溯到史前时期,文献记载也有数千年的历史,但直到18世纪仍大体停留在对生物的事实资料的简单记述阶段。由于生物的多样性和复杂性,加上宗教迷信的影响等原因,生物学作为一门系统的自然科学的建立,远远滞后于数学、物理学、化学等学科。

二、生物科学的形成、建立与发展

16世纪荷兰人詹森父子(H. Janssen & Z. Janssen)试制成了复式显微镜,17世纪英国人虎克(R. Hooke)用自制显微镜首先观察到了植物组织的细胞结构。自16世纪至18世纪,欧洲兴起了包括动物、植物的收集、考察和分类研究的博物学。18世纪瑞典博物学家林奈(C. Linnaeus)综合前人的工作,创立了以等级从属单位分类和双名法命名物种的科学分类系统,其《自然系统》一书,代表了博物学阶段生物学研究的巨大成就。

19世纪初生物学从博物学中脱胎而出,成为一门新兴的独立学科。生物学的许多重要的理论体系和分支学科也都是在19世纪建立的。例如:施莱登(M. Schleiden)和施旺(T. Schwann)于1838—1839年提出了细胞学说,这是细胞学发展的基础,指出细胞是生物体的基本单位,说明了生物基本结构的统一性。达尔文(C. R. Darwin)提出了生物进化论,使人们理解了生物发展史。孟德尔(G. Mendel)在豌豆杂交实验的基础上提出了自由组合定律,遗传学就是在此定律的基础上发展起来的。

科学诞生的基础是实践经验,但实践经验需科学家去总结、提高才能成为科学知识。科学家与常人的不同之处,在于他们有:①超人的洞察力:能从复杂的现象中总结出本质性的、规律性的认识。②对自然有强烈的好奇心:努力探讨各种自然现象的原因。③丰富的想像力:设想和构建各种可能的答案。④智慧和技术:用精巧的实验检验他们设想的各种答案和假说。每当产生一个科学问题,就会有一大批人投入到对它的探讨之中,这些人是群众,也是无名英雄。每位科学家成功的背后,都有一大批为科学作出贡献而史书上不曾留名的无名英雄。

三、现代生命科学的建立和发展

在 20 世纪,由于物理学、化学等自然科学的渗透,各种先进研究设备和方法的应用,使生物学的发展更为迅速。

20 世纪 40 年代,遗传学与生物化学在微生物学领域结合起来。比德尔(G. Beadle)等提出了“一个基因一个酶”学说,把基因与蛋白质功能联系起来。1944 年艾弗里(O. Avery)等证明引起细菌遗传转化的物质是 DNA。1952 年赫尔希(A. Hershey)等用放射性同位素示踪证明噬菌体的遗传物质是 DNA。这些研究成果成为分子生物学的先导。1953 年,沃森(J. Watson)和克里克(F. Crick)参考富兰克林(R. Franklin)和威尔金斯(M. Wilkens)的 DNA X 射线衍射照片提出了精确的 DNA 分子双螺旋结构模型,从分子结构与功能的角度解释了 DNA 的两大功能:复制和储存遗传信息。这一成就被认为是分子生物学诞生的标志。1958 年克里克提出了遗传信息传递的“中心法则”。这一成果为破译遗传密码的研究起到了组织指导的重要作用。

20 世纪下半叶,生物学进入了分子学时代,它主要研究生物大分子物质(主要是蛋白质和核酸)的结构、性质与功能,从分子水平阐述生物现象。生物学的研究经历了从个体到器官、组织、细胞、生物大分子这些阶段,这是由宏观向微观方向的深入。分子生

物学的诞生被称为生物学革命。它是在现代物理与现代化科学的科学背景下,细胞学、遗传学、微生物学、生物化学等学科发展的共同结果。按研究线路不同,有3个学派对分子生物学的诞生作出了重要贡献,它们分别是:结构学派、生化学派和信息学派。

目前,生物学的发展朝着两个方向发展,即向微观方向的发展——分子生物学和向宏观方向的发展——生态学,传统生物学各分支学科在新的科学技术支持下,无论在理论还是在应用上,都在迅猛发展,使人有理由相信21世纪将是生物学世纪。

第三节 21 世纪的生命科学

一、生命科学可望成为21世纪的带头学科

在科学发展的历史上,各门学科并非齐头并进,总有一门或一组学科走在其他学科前面,从理论观念、思维方式或科研方法上对其他学科产生重要影响,人们称之为带头学科。

近代科学的带头学科是力学。现代科学的带头学科是物理学。21世纪的带头学科是什么?很多人看好生命科学。自然界物质的运动形式有机械运动、物理运动、化学运动、生命运动。机械运动最简单,因而力学最早得以走向成熟,成为带头学科。现代科学对物理和化学运动的研究已有长足进展,进军最复杂的生命运动已是科学发展之必然。从20世纪下半叶以来,生命科学的文献在科学文献中所占的比重及从事生命科学研究的科学家人数都在迅速增长。现代科学技术的发展对生命科学的发展起了重要作用,生命科学的发展也将对科学技术的进一步发展产生重要的影响。

宇宙本是统一的整体,传统科学却把它分成物理世界和生命世界两大部分,自然科学也分为物理科学与生命科学两大部分。两者之间似乎存在着不可逾越的鸿沟,生命科学的发展可以填平

这个鸿沟,从而阐释自然界的统一性、精神与物质的统一性。

生命现象中还有许多重大问题人们不得其解,例如:①人工制备不对称有机物分子,D型和L型的机会是均等的,但在生物体中只产生特定的构型。②遗传密码是怎样形成的?③酶的催化能力为什么那么强?④生物体内环境的调节控制为什么那么好?另外,生命科学研究也正在进入人的精神世界,人们在严格科学实验的基础上研究人脑的活动,包括思维、情感,神经科学、心理学、语言学、哲学和计算机科学交叉起来形成了一门新的学科——认知科学。

生命科学的发展不仅会促进自然科学的统一,而且会促进自然科学与人文科学的统一。

二、生命科学与社会可持续发展

人类所面临的许多严重问题包括人口爆炸、粮食短缺、环境污染和资源枯竭等全球性问题,困扰着人类社会的发展,可持续发展已成为全球的呼声。在这种大背景下,人们对生命科学寄予了很大希望。有以下5方面的问题需要人们共同去探讨。

1. 生命科学与农业可持续发展。
2. 生命科学与能源问题。
3. 生命科学与人类的健康长寿。
4. 生命科学与维持地球生态平衡。
5. 生命科学与伦理道德问题。

第二章 生命的基本单位——细胞

16 世纪末至 17 世纪初,在磨镜片技术发展的基础上,人们开始用组合镜片放大观察细小物体,这就是显微镜的雏形。1665 年,英国人虎克(Hooke, 1635—1703 年)用自制显微镜观察软木的切片,发现是由蜂窝状小室组成,他把这些小室称为“cell”(细胞)。以后,人们进一步改进显微镜,并以生活材料观察,观察到了细胞核、细胞质等物质。从此生物学家形成了一个概念,各种生物体都是由细胞作为基本结构单位而构成的。典型代表是德国植物学家施莱登和动物学家施旺。他们把上述思想在论文中表达出来,指出“动物和植物结构的基本单位都是细胞”。这便是细胞学说的提出。

在实践中,围绕着细胞的研究,一直是生命科学中各个分支学科——遗传学、动物学、微生物学等研究的重要内容。因此,对细胞的认识,也是进入生命科学的起点。这一章将从细胞的分子组成开始,介绍细胞的成分、结构、代谢、生长、分化、衰老和死亡。

第一节 细胞组成的物质基础

一、生物体的元素组成

现代物理学和化学告诉我们,地球上万物都是由基本的粒子——原子组成,原子总共有 100 多种,这就是元素周期表中的 100 多种元素。生物体也是由各种元素组成的,组成生物体的元素约