

PU TONG SHENG WU XUE

普通生物学

主 编 陈兰英

副主编 侯玉杰 刘瑞芳

赵安芳 屈二军

地震出版社

普通生物学

主 编 陈兰英

副主编 侯玉杰 刘瑞芳

赵安芳 屈二军

地震出版社

图书在版编目(CIP数据)

普通生物学/陈兰英主编. —北京:地震出版社, 2004.8

ISBN 7-5028-2557-6

I. 普… II. 陈… III. 普通生物学-高等学校-教材 IV. Q1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 081782 号

地震版 XT200400239

普通生物学

主 编 陈兰英

副主编 侯玉杰 刘瑞芳

赵安芳 屈二军

责任编辑: 周为莺

责任校对: 张晓梅

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 88421706

门市部: 68467991

传真: 68467991

总编室: 68462709 68423029

传真: 68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销: 全国各地新华书店

印刷: 河南新丰印刷有限公司

版(印)次: 2004 年 8 月第一版 2004 年 8 月第一次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

字数: 380 千字

印张: 14.875

印数: 0001 ~ 2200

书号: ISBN 7-5028-2557-6/Q·3 (3183)

定价: 26.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

《普通生物学》编委会

主 编 陈兰英

副主编 侯玉杰 刘瑞芳

赵安芳 屈二军

编 委 姬晓娜 朱 涛

前 言

当今，生命科学正以前所未有的深度和广度迅速发展，新信息、新成就日新月异，层出不穷。

随着生物技术的迅速发展，使人们对生命科学刮目相看。本来绚丽多彩的生命世界强烈吸引着青少年的好奇心；对生命奥秘的探索，对人体自身的思考，又激发了学生的科学兴趣。但这些都被应试教育带来的模拟考试和练习题的汪洋大海淹没了。而进入大学的学生们面对生命科学在社会经济和发展中所显示的重要作用，在更高层次上认识到了生命科学对今后的生活和工作的重要，希望在大学能多学一些生命科学知识。

随着教育改革的深化，人们教育思想的根本点——培养什么样的人也在发生变化，工科专业不再仅仅是“工程师的摇篮”。知识经济社会需要大学生不仅仅具有一定的专业训练基础，而且应具有更为全面的知识结构，成为具有更为积极的应付挑战的能力和更高的整体素质的人才，因此，在高校不仅生物类专业的学生在学习专业课程之前需要系统学习生命科学的基本知识，而且非生物类专业学生也应该具有一定的现代生命科学知识，这已在高教界达成共识。在教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”和“新世纪初高等教育教学改革项目”的推动下，全国各类高校先后为非生物类专业的学生开设了生命科学类基础课程。为此，我们也应时代的需要，编写了《普通生物学》一书。该书可作为生物工程专业专业基础课教材，也适合用作非生物专业的公共课教材。

本书是在原校编教材的基础上经进一步修改而成的。内容以生物学基础知识为主，共分为七章：第一章内容包括生命的基本特征、生物学的发展简史等；第二章主要介绍细胞的分子组成、结构与功能；第三章讲了生物的不同生殖方式，重点介绍高等生物的生殖和发育；第四章主要介绍遗传变异的细胞和分子基础、

基本规律以及与生物进化的关系；第五章主要介绍多姿多彩的生物世界，重点讲动、植物的特征；第六章为生物与环境的相互关系；第七章介绍生物工程技术的基本知识和应用。

全书的编写任务由数位教师集体承担，并有相应分工：第一章由陈兰英编写；第二章由姬晓娜编写；第三章由朱涛编写；第四章由赵安芳编写；第五章的一至三节由侯玉杰编写；第五章的第四节和第六章由刘瑞芳编写；第七章由屈二军编写。最后由陈兰英教授负责统稿、审阅，并对部分内容作了一些调整和修改。

本书的编写得到了国家自然科学基金委员会的王钦南教授、林志亮教授的关心和指导；河南师范大学的徐存栓教授、卢龙斗教授和厦门大学的李祺福教授和刘广发教授等对本书的编写提出了宝贵意见；在本书的出版过程中，平顶山工学院的李生平院长、教务处王春阳处长、周恒涛科长都给以大力支持，在此一并致以深深地感谢。

本书的编写也是一次改革的尝试，由于我们能力有限，书中缺点和错误在所难免，恳请专家、同仁和读者批评指正。

陈兰英
2004年6月

目 录

第一章 绪论.....	(1)
第一节 生命科学与生命的基本特征.....	(1)
第二节 生命科学的发展.....	(2)
第三节 为什么要学习生命科学.....	(5)
第二章 生命的结构与功能单位——细胞.....	(8)
第一节 细胞的化学组成.....	(8)
第二节 细胞的形态结构	(22)
第三节 细胞的生命活动过程	(28)
第四节 细胞的分裂、分化、衰老与死亡.....	(33)
第三章 生殖和发育.....	(42)
第一节 无性生殖	(42)
第二节 有性生殖	(46)
第三节 高等植物的生殖和发育	(49)
第四节 人和动物的生殖和发育	(56)
第四章 生物的遗传、变异和进化.....	(66)
第一节 遗传的细胞学基础	(66)
第二节 遗传的分子基础	(71)
第三节 遗传学的基本定律	(81)
第四节 基因在生物遗传中的作用	(86)
第五节 生物的变异与进化	(90)
第五章 生物世界.....	(101)
第一节 生物分类.....	(101)
第二节 郁郁葱葱的植物世界.....	(105)

第三节 灿烂多姿的动物世界..... (134)

第六章 生物与环境..... (165)

第一节 个体与环境..... (165)

第二节 种群生态..... (171)

第三节 群落生态..... (176)

第四节 生态系统..... (180)

第七章 生物工程技术..... (192)

第一节 生物工程技术概述..... (192)

第二节 农业生物工程..... (196)

第三节 工业微生物工程..... (200)

第四节 医药生物工程..... (206)

第五节 环境生物工程..... (215)

参考文献..... (229)

第一章 绪 论

第一节 生命科学与生命的基本特征

地球因生命的存在而显得丰富多彩，人们因热爱生命而喜爱生命科学。

随着人类社会的进步和物质生活的日益丰富，人类更加珍爱生命，追求健康，更加重视对生命奥秘的探索和对生命科学的学习。

一位博学的老师说：面对最优秀的大学生，讲授世界上最精彩的生命科学，是一种荣幸和享受。

一位聪慧的孩子说：热爱生命而热爱生命科学是一份天然，我对生命及生命科学的感觉有三，其一是神秘，其二是神妙，其三是神圣。

那么，什么是生命科学呢？

一、生命科学 (Bioscience)

生命科学也叫生物学 (Biology)，是研究生物体的生命现象和生命活动规律的科学，是自然科学的基础科学之一。广义的生命科学还包括生物技术、医学、农学、生物与环境、生物学与其他学科交叉的领域。地球上生物的种类繁多，包括动物、植物、微生物和人类。虽然它们具有不同的形态结构、生理功能、生活方式，但它们都是以细胞作为统一的基本结构单位。绚丽多彩的生物都具有区别于非生物的基本特征。

二、生命的基本特征

(一) 细胞 (cell) 是组成生物体的基本单位

目前所发现的生物中，除了病毒、亚病毒（包括类病毒、朊病毒等）之外，所有的生物体都是由细胞构成的，复杂的生物体可由成千上万的细胞所构成，如人体、高大的树木等；简单的生物可只由一个细胞构成，如细菌、单细胞藻类等。

(二) 新陈代谢 (metabolism)

新陈代谢是维持生物体生长、繁殖、运动等生命活动过程的化学变化的总称。它包括物质代谢和能量代谢两个方面，并由既矛盾又统一的两个过程组成：一个是生物体从外界环境摄入物质，经过一系列转化与合成过程，将其转变成自身的组成物质，并储存能量，这个过程叫做同化作用。另一个是生物体将其自身的组成物质进行分解，释放其中所储藏的能量，以用于合成新的物质、变成热量维持一定的体温，以及供其他生命活动所需；分解所产生的废物则排出体外，这一过程叫异化作用。同化作用和异化作用是相互矛盾的。但是这两个作用又是同时进行，相互依存的。两个过程贯穿生物的一生。

(三) 生长 (growth)、发育 (development) 和生殖 (reproduction)

任何生物体在其一生中都要经历从小到大的生长过程,这是由于同化作用大于异化作用的结果。单细胞生物的生长主要靠细胞大小和内含物质量的增加。多细胞生物的生长,主要靠细胞的分裂增加细胞的数目。此外,生物体的一生,从生殖细胞形成、卵受精、受精卵分裂,再经过一系列形态、结构和功能的变化,才能形成一个新的个体,再经过性成熟,然后经衰老而死亡。这一总的过程叫做发育。当生物生长发育到一定大小和一定程度时,就可能产生后代,使个体数目增多,种族得以延续,这种生命功能叫做生殖。生殖保证了生物种的连续性,增加了生物的数量。

(四) 遗传 (heredity)、变异 (variation) 与进化 (evolution)

生物生殖所产生的后代常常与亲代相似,这种现象叫做遗传。但是,后代与亲代之间,后代个体之间,也有不同之处,这种现象叫做变异。有遗传,才能保证生物种的特性的相对稳定;有变异,才能产生物种的新性状,使物种发展变化。遗传、变异,加上自然选择的长期作用,导致了整个生物界的向上发展,即由低等到高等,由简单到复杂逐渐演变,这就是生物的进化。在进化过程中,形成了生物的适应性和多种多样的类型。遗传、变异和进化,构成了生物的发展史。

(五) 应激性 (irritability) 和运动 (movement)

生物体对刺激发生反应的特性叫做应激性。外界环境中的光线、温度、声音、电流、化学物质、食物、机械刺激和地心引力等的改变都可构成刺激。大多情况下,生物体都以某种形式的运动对刺激做出回答。不同生物其应激性的表现形式不同,单细胞生物常常以趋性对环境变化做出反应。如眼虫有正趋光性,即朝有光的方向运动。植物则以地上部分的向上生长对光做出反应,以根的向地生长对地心引力做出反应,这些是一种不平衡生长运动。动物则通过感受器、神经系统和效应器的协同作用形成运动,以完成各种生命活动,如摄取合适的食物,对不良刺激做出适当反应等。生物具有应激性和运动,就能很好地适应环境。

(六) 内环境稳定 (homeostasis)

生物体内部都含有一定的液体,分布在细胞内和细胞外。细胞外的液体就是生物体的内环境。当内环境发生某种变化时,生物体就会行使一定的调节功能,以使这种变化减至最小。内环境稳定可使生物体能够摆脱外环境的约束,从而进行正常的活动。

当我们了解了生命的基本特征后,就不难回答什么是生命这一问题了。用一句简单明了的话来讲,具有以上共同特征的物质存在形式就是生命。

第二节 生命科学的发展

一、生命科学的发展概况

生命科学是一门历史悠久的学科,它起源于古代,形成于近代,高度发展于现代。

远古时期原始人以采集和狩猎为生,以后逐渐转向农牧业生产。在实践中,他们接触到形形色色的动、植物,看到了生物的生生死死,产生了万物皆变的朴素的唯物主义思想性质

的生命观。但由于对变化莫测的生命现象无法解释，而又产生了万物有灵的原始宗教观念。

16 世纪之前，生物科学的形成和发展，以我国和古希腊最突出，产生和发展了以农学和医学为主的实用生物学。在我国，约 6000~7000 年前农业已经达到相当高的水平，5000~6000 年以前已发展原始畜牧业，3000 多年前已开始室内养蚕，牛痘的应用比西方早 800 多年，且有大量著作记载：春秋战国的《诗经》中就记载了 260 多种动物和 350 多种植物；西汉的《尔雅》记载动植物 1000 多种，并进行了初步分类；北魏的《齐民要术》较系统地总结了公元 6 世纪前我国农业技术上的成就，是我国古代的一部农业百科全书；宋元时期的《梦溪笔谈》除了生物分类、形态地理分布、驯养等生物学知识外，还有解剖学、生理学和医药方面的资料，被称为“中国科学史上的坐标”；秦汉时的《黄帝内经》较系统的论述了人体的结构与生理，介绍了疾病的有关知识；汉代的《神农本草经》载有 365 种药物；明代著名学者李时珍的《本草纲目》记载药物 1892 种，李时珍的分类和进化思想使之成为林奈和达尔文之前生物界的巨人。

在西方，古希腊对生物学贡献最突出的是亚里士多德（Aristotle）和希波克拉德（Hippocrates）。亚里士多德在大量观察和解剖动物的基础上，对 540 种动物进行了分类。希波克拉德已认识到疾病是由环境和生活条件引起的，而不是灵魂所致。

从生命科学的重要成就而言，16 世纪主要反应在医药学和农学方面，具有经验性和适用性的特点，常常采用形态描述、分类、解剖等方法，使形态分类和解剖学知识得到迅速发展。

5 世纪到 15 世纪，在封建制度统治下的欧洲，被称为科学文化的黑暗时代，科学成了神的奴仆，一切学术都不发达。

16~18 世纪，随着欧洲文艺复兴运动和资本主义的迅速发展，真正的实验自然科学以崭新的面貌问世，生命科学有了新的发展。此期间，维萨里（Vesalius）用科学方法解剖人体，为解剖学奠定了基础；哈维（Harvey）发现了血液循环，并且将力学和化学定量实验应用到研究之中，奠定了生理学基础；胡克（Hooke）用自制的显微镜观察并首次描述了细胞，打开了生物微观世界的大门；林奈（Linnaeus）建立了第一个科学的生物分类系统，并创立了生物命名的双名制，从而为分类学成为一门独立的学科奠定了基础；沃尔弗（Wolff）借助于实验技术研究了鸡胚发育，提出胚胎渐成论，建立了胚胎科学；拉马克（Lamarck）提出了物种进化的思想等。但在学术观点上，唯心主义仍占统治地位，尤其是“神创论”和“物种不变论”较流行，这些观点随着 19 世纪以后生命科学的发展才逐渐被摒弃。

19 世纪是科学的世纪，生命科学也得到了全面发展，其中，施莱登（Schleiden）和施旺（Schwann）创立的细胞学说，指出细胞是一切生物体结构和功能的基本单位，在细胞水平上说明了生物体基本结构的一致性；达尔文确立的生物进化学说，科学地论证了物种是变化的，生物是进化的，阐明了生物进化的机制，推翻了唯心主义形而上学的“特创论”、“物种不变论”等对生物学的长期统治，第一次把生物学完全放在科学基础上，达尔文也因此成为科学上的巨人；孟德尔（Mendel）提出的遗传理论揭示了生物遗传的基本规律，并且把数量统计方法运用到生物学中，推动生物学朝着精密化方向发展。所以，以上三种理论被称为现代生命科学的三大基石。20 世纪，特别是 50 年代以后，现代数学、物理、化学、计算机等新理论和方法的广泛渗入，带来了生物科学的巨大变革和发展。生命科学已从静态的、定性描述学科向动态的、精确定量学科转化，实验生物学走向了全面发展的新阶段。

1900 年孟德尔遗传学理论的重新发现和证实，揭开了现代遗传学的序幕。1926 年摩尔根（Morgan）基因论的提出，标志着现代遗传学的正式建立。遗传学的建立在胚胎学与进化论

之间架起了桥梁，直接推动细胞学的发展，促使生物学研究从细胞水平向分子水平过渡，并为生物学实现新的大综合奠定了基础。1941 年比德尔（Beadle）和塔特母（Tatum）提出“一种基因一种酶”学说，把基因和蛋白质的功能结合起来。1944 年阿福里（Avery）等用细菌做材料进行实验、1952 年赫希（Hershey）等进行噬菌体感染实验，证明了 DNA 是遗传信息的载体。二战期间德尔布吕克（Delbruck）创建了“噬菌体研究组”，对大肠杆菌和噬菌体的结构和增殖做了许多定量的研究，对其后 DNA 双螺旋结构的确立及分子遗传学的发展起了重大推动作用。1953 年沃特森（Watson）和克里克（Crick）共同完成了 DNA 双螺旋结构分子模型的建立，这是 20 世纪以来生命科学中最伟大的成就，由此开创了从分子水平阐明生命活动本质的新纪元。之后，生命世界中分子运动规律的核心——中心法则的提出，生命世界统一的遗传密码的破译等，从分子水平上证实了生命世界统一的发展联系，由此，生命科学进入了分子生物学时代。

二、现代生命科学的发展趋势

几十年前，许多科学家根据自然科学发展尤其是生命科学迅猛发展的态势就作出预测：21 世纪将是生命科学的世纪。21 世纪初现代生命科学发展的趋势，是生命现象及其本质的研究不断深入和扩大，向微观和宏观的两极发展。其特点在于：

（一）分析与综合的统一

发展迅猛的分子生物学虽然对于深刻阐明生命现象起了很大作用，但在研究生命科学中的复杂问题时，生物学的传统分析方法已经不能满足需要。生命体无论是从宏观或微观层次上都有复杂问题的性质，只有用系统和综合的观点去分析生命系统，才能理解生命的非线性特征及其微观和宏观现象。综合建立在分析的基础之上，分析正是为了更好的综合，二者是辩证的统一。

（二）多学科相互渗透

生命现象复杂多样，因此在研究中产生了不同的分支学科，与此同时，各分支学科之间以及生命科学与数、理、化诸学科之间的相互渗透，也越来越甚。通过多学科之间的渗透融合，将从不同层次而又有机结合地揭开生命奥秘。

（三）生命世界多样性和生命本质一致性的统一

早期对生命科学的研究一直是观察生命科学的多样性。从生命现象的表面观察日益深入到生命活动本质的阐明，是生命科学发展的必然趋势，也正是现代生命科学的特点。这一任务的完成将产生统一的生命观和统一的生命科学，因此，本世纪将是统一生命科学的世纪。

（四）基础研究与应用的统一

分子生物学兴起不到半个世纪里所取得的成果，已在工业、农业、医药等方面产生了巨大的作用。随着生物工程技术及其产业化发展，生命科学基础研究成果转化为生产力的前景是不可估量的。

三、21 世纪生命科学发展前景

科学家对 21 世纪初生命科学发展热点的预测，大致有以下几个方面：

（一）基因组研究

这包括人类和模式生物基因组全序列测定，基因组结构与功能的比较研究。

（二）基因组与细胞的研究

这包括细胞的基因组是如何在时间和空间上有序表达的；基因表达产物如何逐级装配成能行使生命活动的基本结构体系和各种细胞器，及其装配过程的调控程序和机理；基因表达产物——活性因子和信号分子如何调节细胞的生命活动的。

（三）脑科学研究

主要从多级水平上研究神经网络的结构及其神经信息的处理机制，进一步阐明脑的工作原理和神经系统的发育。

（四）行为科学

是进入探索人的智力、性格及行为模式的分子遗传学机制，认知过程的心理机制和行为量化研究阶段。

（五）从分子水平上开展对遗传、发育和进化的统一为目标的综合理论研究

遗传、发育和进化的共同基础是基因。从生物世代相继的纵向上揭示基因的结构和功能间的关系，在个体发育的横向上阐明遗传信息到性状发育的关系。

（六）生态学研究

以人类为主体，更加注重生态、经济、社会和科技的综合效益。在微观和宏观相结合、理论和控制策略研究相结合的基础上，进行自然科学和社会科学相结合的综合性研究，进一步向着定量化、模型化、工程化和系统化的方向发展。

（七）人体功能，包括潜在功能的研究

这是人类探究自身的研究，不仅研究人体的正常机能，而且要探究机能异常现象的发生，探究衰老死亡的机理。

第三节 为什么要学习生命科学

一、人类社会和经济的发展需要每一公民具有生命科学的基本知识

作为新世纪的大学生，你也许会决定将来要成为一名生命科学家，进行研究并阐明人类大脑工作的复杂机理；或者去培育抗病、抗旱的小麦和水稻品种；或发现征服癌症杀手的方法。或许你会在生物技术公司工作，从事基因药物的研制。即使你不准备在生命科学或生物技术某一领域选择职业，学习生命科学也会有助于你更好地认识自己，因为人本身就是生命体。如果你是自动化、计算机、材料科学、建筑、规划设计等理工科专业的学生，通过对本课程的学习，将会促使你将所学的专业知识很好地应用于生命科学领域，因为我们所做的一切都是为了更好地适合、适应、适用于生命体，学科之间的交叉可以促进科学技术创新。如果您是理非理工类的学生，将来可能是一位社会科学家，实践中你会发现生命科学的知识将有助于你的成功。即使作为地球上的普通一公民，也

应该学习生命科学知识。当今我们已经可以看到，生命科学与人类和社会的联系比任何其他学科都更加紧密。作为 21 世纪的现代大学生如果不学习生命科学知识，如果在大学毕业后不懂得什么是 DNA、什么是蛋白质、什么是克隆这些现代生命科学的基本概念，不了解保护生物多样性的意义，不了解生物技术与人类社会及经济发展的关系，很可能成为一种遗憾。现在一些著名的大学，如美国麻省理工学院（MIT）等都已经将基础生命科学列为本科生的必修课程。

二、解决人类社会面临的重大问题需要生命科学的发展

人口膨胀、粮食短缺、疾病危害、环境污染、能源危机、资源匮乏、生态平衡被破坏以及生物物种大量消亡，是当今人类社会面临的一系列重大问题。要解决这一系列重大问题，在很大程度上有赖于生命科学的发展。生命科学对人类社会、科技、政治、经济发展的作用是全方位的。生命科学全方位的发展需要培养更多高水平的复合型科技人才，生命科学的全方位发展还要求提高全民族的科学文化素质。学习生命科学知识，有助于人们自觉地认识控制人口增长并提高人口素质、保护环境、保护生态平衡和生物多样性、节约能源和资源的重大意义；还有助于我们利用生命科学和生物技术的理论和方法，增加粮食产量，战胜各种疾病，开发利用可再生生物资源和能源等。掌握生命科学的新理论和新技术，用于解决上述人类面临的重大问题是每一公民的义务和责任。

三、生命科学的发展需要更多的有志者参与

在生命科学发展的历史中，已有众多的科学家为其做出了贡献。科学发展到今天，谁也不能确切预测生命科学将来会发展到什么程度，但有一点可以肯定，有更多的生命科学和非生命科学专业的有志者积极参与，21 世纪必将会成为生命科学取得重大突破的世纪，生命科学将会对人类社会和经济的发展做出更大的贡献。

小 结

细胞是生命的基本结构和功能单位，新陈代谢、生长、运动、遗传、变异等是生命的基本特征，DNA 是生物遗传的基本物质，生命通过繁殖而延续，生物具有个体发育和系统发育的历史，生物对各种刺激具有应激性，对其环境具有适应性。认识生命的本质首先应该了解生命的这些基本特征。

人类从在生产生活实践中认识生命，到描述并研究生命，直到在揭示生命奥秘方面取得实践性成就，其中包含了多少人的不懈努力。今天已经使生命科学在自然科学中的位置起了突破性的变化，解决人类生存与发展所面临的一系列重大问题和挑战，在很大程度上还将依赖于生命科学的发展；生命科学代表着现代自然科学的前沿，它与人类和社会的联系比其他任何科学都更加紧密。作为 21 世纪的现代大学生，无论是生命科学或非生命科学专业，都不能没有现代生命科学的基本知识。

思考题

1. 生命体具有哪些基本特征？
2. 为什么生命科学专业和非生命科学专业的大学生都需要学习生命科学？

第二章 生命的结构与功能单位——细胞

细胞 (cell) 是由膜包围着的含有细胞核 (或拟核) 的原生质组成的, 是生物体的结构和功能的基本单位, 也是生物个体发育和系统发育的基础。除了病毒、亚病毒 (包括类病毒、朊病毒等) 等非细胞生物以外, 其他生物的结构和功能单位都是细胞。

对于细胞的研究, 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。

第一节 细胞的化学组成

一、自然界中的元素

地球上的一切生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。原子又由位于原子核中的质子与中子以及围绕原子核旋转的电子组成, 原子核中质子带正电荷, 中子不带电荷, 外层电子带负电荷, 一个原子的核内质子数和外层电子数相等, 使原子保持电荷中性。不同元素的原子核内质子数和外层电子数不同, 各个元素的原子核中的质子数, 被称为原子序数, 它是元素周期表中各个元素排列位次的依据。

有些原子, 它们的核内质子数相同, 但中子数不同, 这些原子显然有不同的质量, 但是化学性质相同, 所以仍属同一种元素, 在元素周期表中占同一个位置, 称为同位素。

氢的同位素有不同名称: 氢、氘、氚。除氢以外, 其他元素的同位素都用一个元素名称, 只是在左上角注明相对原子质量, 如: ^{14}C 、 ^{13}C 、 ^{12}C 。同位素有稳定同位素和放射性同位素之分, 放射性同位素在生命科学中有广泛的用途。

二、生物体中的元素组成

(一) 参与生物体组成的元素

参与人体组成的元素约有 30 种 (表 2-1), 这 30 种元素在元素周期表中大多集中在表的上部和中间部分。化合价为四价的碳 (C), 是生命不可缺少的极为重要的元素, 元素氮 (N) 是生物大分子蛋白质和核酸的必不可少的成分, 元素磷 (P) 在生物体能量代谢中发挥作用。每种元素在生物体的生命活动中都具有各自不同的功能。

(二) 常量元素

有些元素在生物体内含量较高, 称为常量元素, 常量元素不但含量高, 而且在生物体内也起着很重要的作用。C、H、O、N 这 4 种元素含量最高, 至少占体重的 5% 以上, 除了氢和氧形成的水分子是生物体必不可少的成分外, 这 4 种元素在一起构成了对生命至关重要的

蛋白质、核酸以及糖类、脂类等生物大分子和小分子。P 和 S 分别是核酸和蛋白质的重要组分；Ca 是骨骼和牙齿的重要组分，并且还具有传递生物信息的功能；Na、K、Cl、Ca、Mg 等对保持生物体内水盐平衡至关重要。

表 2-1 人体元素组成

常量元素			微量元素		
元素	占体重/%	占干重/%	元素	含量/mg	日推荐量
C	9.4	61.7	Fe	4500	10~18mg
H	65	5.7	F	2600	0.1~4mg
O	25.5	9.3	Zn	2000	3~15mg
N	1.4	11	Si	24	1g
			Se	13	10~200μg
P	0.22	3.3	Mn	12	0.5~5mg
S	0.05	1.0	I	11	40~150μg
Na ⁺	0.03	0.7	Mo	9	0.15~0.5mg
K ⁺	0.06	1.3	Cr	6	10~200μg
Mg ²⁺	0.01	0.3	Co	1.1	140~580μg
Ca ²⁺	0.31	5.0	Ni		
Cl ⁻	0.08	0.7	Sn		
			V		
			Sr		
			B		
			Al		

(三) 微量元素

有些元素在生物体内含量很少，一般只有百万分之一（PPm）或 10 亿分之一，但它们也是组成生物体必不可少的元素之一，这些元素被称为微量元素。如 Fe 作为血色素（血红蛋白）的主要成分；F 与牙齿的健康有重要关系；Zn、Mn 作为一些酶的主要成分；I 为甲状腺素的组成成分，这些成分的生理功能早已为世人所知。

三、生物小分子

生活细胞由各种各样的大、小分子组成。以大肠杆菌为例，其分子组成中除了水分子占 70%外，还有各种各样的生物大分子和小分子。学习各种生物分子的结构和功能，是理解生命奥秘的基础。

生物大分子和生物小分子主要是按相对分子质量来区分的。在实践工作中，有很多的技术方法可以把它们区分开。实际上，已知的生物大分子都是由生物小分子为单位组成的多聚