

生活中的 化学

微量元素 与健康

江元汝 编著



中国建材工业出版社

HuaXue

生活中的化学——

微量元素与健康

江元汝 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

微量元素与健康: 人体保健化学 / 江元汝编著. —北京: 中国建材工业出版社, 2004.6

(生活中的化学)

ISBN 7-80159-627-7

I. 微... II. 江... III. 微量元素—关系—健康—普及读物 IV. R591.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 043049 号

内 容 简 介

《生活中的化学》丛书从人们的衣食住行入手, 以高中化学知识为平台, 以化学基础知识为经线, 用人们生活中广泛关注且实用的问题为纬线, 阐述生活领域中化学原理的实际应用与人们在实际中的种种误区。本册《微量元素与健康》主要讲述人体中的化学、化学元素与人体健康以及饮食与疾病、营养与免疫、营养与肿瘤、营养与健美、长寿等人体健康保健专题。供各界人士包括各专业的学生, 透过生活中的化学这个窗口, 对化学在生活中以及在相关领域中的重要作用有一个正确的认识与了解。

生活中的化学—微量元素与健康

江元汝 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 850 mm × 1168 mm 1/40

印 张: 10.75

字 数: 262 千字

版 次: 2004 年 9 月第 1 版

印 次: 2004 年 9 月第 1 次

印 数: 1~5000 册

书 号: ISBN 7-80159-627-7/TQ·004

定 价: 18.00 元

网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 68345931



前 言

21 世纪是信息与生命科学的世纪。在过去的一个世纪里，以新能源、新材料、环保、生命科学等为代表，科学技术日新月异，已经极大地改变了我们生存的世界。“化学是 21 世纪的中心学科，是一门实用的和创造性的学科”，化学与能源、信息、材料、环保、国防、生物工程、医药卫生、资源的综合利用以及人们的衣食住行都有着密切的关系。它是一门社会迫切需要与实用的创造性学科。人类生活的各个方面，社会发展的各种需要都与化学息息相关。化学与众多新兴的交叉学科将极大地改变传统的化学科学的范畴与意义，改变并将更大程度地改变社会和个人的生存、发展及生活方式。社会的发展和公民生活中化学无处不在，无所不有。

在现代的生活中，化学渗透在我们的衣食住行之中，我们不仅要生存，还要不断地提高生活的质量。人的综合素质很多方面表现出的是科学素养，而其中化学综合素质又是非常重要的一部分。其不仅与人们的生活质量密切相关，而且也反映出社会的发展与个人生活的进步是与科学技术以及化学科学的发展密切相关连的。

“衣、食、住、行”是人们在日常生活中最基



本的需要，是人们从事社会活动的基本保证。随着生活水平日益提高，人们已不再仅仅满足于吃饱穿暖，而是追求更高层次的享受，讲究“吃出水平、穿出个性、住得舒适、行得方便”。现代科学技术的发展也为美化人们的生活提供了更广阔的天地。化学的发展与人类的文明有着密不可分的关系，就人类的生活而言，衣、食、住、行、用中处处都有化学，从“非典”到禽流感，在各种城市传染病流行的时候，在我们遇到人畜共患疾病的困惑时，在食物受到农药、激素、生长素污染时，在我们受到现代建筑综合症干扰时，这些与化学有密切关系的问题，也许我们稍加注意就可以避免或者最大程度地减小其危害。在生活日益现代化的今天，我们在享受化学带给我们的方便与舒适的同时，我们也发现日用化学品、农药、医药、食品添加剂等与生活密切相关的用品，需要应用化学知识合理地去选择；从饮食健康到穿戴美容、从营养保健到污染毒物、从庭院美化到家用电器等无不与化学密切相关。因此，在 21 世纪，每个公民都应该而且需要学习化学，需要具有一定的化学知识和用化学的眼光观察世界、处理问题的意识。

《生活中的化学》丛书就是从人们日常生活的衣食住行入手，以高中化学知识为平台，尽可能浅显地阐述生活领域中与人们密切相关的若干问题的化学原理。该丛书以化学基础知识为经线，用人们生活中广泛关注且实用的问题为纬线，阐述生活领域中化学原理的实际应用与人们在实践中的种种误



区，尽力达到科学性与普及性的结合，学术性与公众性的结合。通过学习，人们可以透过生活中的化学这一窗口，对化学在生活中以及相关的领域中的重要作用有一个正确的认识与了解，从而提高化学素养，开拓视野，提高综合科学素质，正确选择、合理地使用日用化学品，生活保健品，预防各种疾病，提高生活质量。

本书运用了许多真实事例，将化学对我们生活质量的影响进行了生动有趣、深入浅出的讲述，如：了解药品、食品及保健品与化学的关系；营养与健康的关系；化学在人们日常生活中的地位；各种生活用品的功效和副作用；关注周围环境如居室、服装、日用品等的污染状况，并能够做出符合科学的选择，或采取天然保健食品达到有效的保健效果等。书中强调，这些与个人生活紧密相连的化学物品的污染对健康的影响是潜移默化、日积月累的，强调“有害、有毒”的概念是与物质的量密切相关的，人们常识中的营养物质有时甚至是在代际之间传播的。通过具体事例说明——化学知识在生活中随处可遇，而正确的化学理念对人体健康、人们的生活质量都有重要的作用。

本书适合高中以上文化水平的公民阅读，也可作为高等院校素质教育系列课程中化学选修课的教材。

本书有何盈盈、郭育涛、陈斌、田安祥、邢远清、张思敬、孟小荣、白光辉、周华凤等参与了部分章节的编写，崔延清、阮静、薛震等同学帮助校



对了部分文稿。在此一并致谢！

鉴于生活中的化学内容极为广泛，因此内容取舍的不妥乃至错误之处，在所难免，真诚希望专家和读者多多赐教。同时对书中所引用文献资料的中外作者致以衷心的感谢！

编著者

2004年2月



目 录

第一章 人体中的化学	1
1.1 生命进化的化学过程	1
1.2 人体中的化学元素	4
1.3 人体中化学元素的功能.....	15
1.4 人体中化学元素的结构与性能的 关系.....	18
1.5 人体内化学元素的浓度平衡控制.....	21
1.6 人体中化学元素的相互作用.....	35
1.7 人体中的化学反应.....	40
1.8 生命在于平衡.....	56
第二章 化学元素与人体健康	58
2.1 常量元素与人体健康.....	58
2.2 微量元素与人体健康.....	72
2.3 与元素有关的疾病.....	88
2.4 有害微量元素	103
第三章 饮食与疾病	127
3.1 饮食与心血管系统疾病	127
3.2 饮食与消化系统疾病	143



3.3	饮食与运动系统疾病	153
3.4	饮食与神经系统健康	155
3.5	饮食与呼吸系统疾病	169
3.6	现代人的饮食病——糖尿病	176
第四章	营养与免疫	184
4.1	食物影响免疫功能的机理	184
4.2	免疫刺激性化学因子	186
4.3	蛋白质与免疫	188
4.4	脂类与免疫	191
4.5	糖类与免疫	196
4.6	维生素与免疫	197
4.7	微量元素与免疫	210
4.8	增强免疫力与不安全化学物质的 关系	217
第五章	营养与肿瘤	222
5.1	肿瘤与癌症	222
5.2	癌症种类及发生部位	225
5.3	突变和肿瘤的发生与发展 (癌的生成机理)	226
5.4	影响肿瘤发生的主要因素	229
5.5	食物中含有的致癌物质	234
5.6	具有抗癌作用的食物成分	242
5.7	预防各种癌症的食品	255
5.8	肿瘤的早期警号	263



5.9 营养与肿瘤	265
5.10 预防肿瘤的膳食准则与生活指南	272
第六章 营养与健体美容	280
6.1 肥胖的定义与标准	281
6.2 肥胖的原因与危害	287
6.3 减肥的措施	292
6.4 饮食与瘦弱	303
6.5 饮食与身高	305
6.6 饮食与美容	314
第七章 营养与抗衰长寿	344
7.1 生命的衰老进程	346
7.2 影响人体衰老的因素	354
7.3 自由基与衰老	359
7.4 长寿的营养需要与膳食指南	364
7.5 天然抗衰老食品	379
7.6 延缓和逆转衰老进程的饮食策略	389
第八章 健康的标志	395
8.1 健康的标志	395
8.2 “亚健康”	398
8.3 保持健康	400



第一章 人体中的化学

大自然中一切物质都是由化学元素组成的，人体也不例外。化学元素组成人体中重要的生命有机化合物，并在人体内进行着众多的化学反应，维持正常的新陈代谢。各种化学元素在人体中各有不同的功能。人体通过呼吸、饮水和进食，与自然界进行着物质交换和能量交换，并达到某种动态平衡。所以生命过程就是生物体发生的各种物质转化以及能量转化的总结果。在生命活动过程中，化学元素和营养物质通过食物链循环转化，再通过微生物分解返回自然。

地球是由无生命阶段慢慢演化为有生命阶段的。生命起源于化学，经过十几亿年漫长的化学进化时期以后才出现原始生命物质——单细胞生物，然后又经历了 30 多亿年的生物进化时期，大约在 300 万年前地球上出现了原始人类。人类是高等动物，因此，人体中充满着化学。本章将主要介绍人体由哪些化学元素组成的，组成元素的主要功能，以及人体中主要的化学反应和元素的平衡关系。

1.1 生命进化的化学过程

研究各种生命现象是人类生存的需要，而探索生命现象的奥妙又会追溯到生命的起源。恩格斯说



过：“生命的起源必然是通过化学途径实现的”。现代自然科学研究证明，这一论断完全正确。生命的进化与化学的进化同步！由无机物形成小分子有机物，由小分子有机物形成有机高分子，又由有机高分子形成分子集合体，并进而形成生命的基本结构单位——细胞。这中间经历了多种多样的化学变化，在一系列量变和质变过程中，生命产生了。

1953年，美国化学家 Miller S.L 实验模拟原始地球上大气成分，用 H_2 、 CH_4 、 NH_3 和水蒸气等，通过加热和火花放电，合成了氨基酸。随后，通过模拟地球原始条件的实验又合成了生命体中许多重要生物高分子，如嘧啶、核糖、脱氧核糖、核苷酸、脂肪酸等等。1965年和1981年，我国又在世界上先后首次人工合成了牛胰岛素和酵母丙氨酸转移核糖核酸。蛋白质和核酸的形成是无生命到有生命的转折点。

生命的化学进化过程包括四个阶段：

- (1) 无机小分子物质生成有机小分子物质；
- (2) 有机小分子物质形成有机高分子物质；
- (3) 有机高分子物质组成分子体系；
- (4) 从多分子体系演变为原始生命。

原始生命是最简单的生命形态，它至少要能进行新陈代谢和自我繁殖才能生存和繁衍。生命的进化可以理解为生命与环境长期相互作用的结果，是通过量变到质变来实现的。地球的年龄约为46亿年，而人类的出现距今约300万年。

地球上的生命，以及它的最高级形式——人类



自身，可以说是物质在一个相当漫长的历史长河中从低级向高级，从无生命向有生命的发展进化过程的产物。地球本身经历了元素的进化（由宇宙中最丰富的元素氢通过核反应合成各种各样的元素，以构成星体本身），分子的进化（由原子间的反应生成分子，由分子间的反应生成更复杂的分子，聚合物分子以及生物聚合物分子）和生物的进化（由最原始的细胞的出现进化到人）。

人体，结构精巧，功能高超，无与伦比。例如，仅仅 1.5 kg 重的人脑，其神经元件之多、其记忆容量之大，其活动之随心所欲，是任何电子计算机望尘莫及的。

人体，大自然的这一杰作，由好几百万亿细胞构成。细胞和细胞之间含有细胞间质。许多形状相似，功能相同的细胞及其细胞间质结合起来，构成了我们的身体中四种基本组织：上皮组织、结缔组织、肌肉组织和神经组织。这四种组织的不同配合，构成了人体内骨骼，肌肉、脑、心、肺、肝、肾等“器官”。许多作用相近的器官结合成为一个“系统”，完成某一方面的全套功能。人体内有八大“系统”（运动系统、循环系统、呼吸系统、消化系统、泌尿系统、神经系统、内分泌系统和生殖系统）。

骨骼是人体的支架，与肌肉共同构成运动系统，使我们能走路、说话，完成各种劳动和运动动作。血液携带氧气和营养物质，通过心脏和血管（动脉，毛细血管、静脉）组成的循环系统，输送



到身体细胞间的组织液中，人体的细胞浸在“生命之海”的组织液，从组织液里吸取氧气和营养物质，同时把细胞新陈代谢过程中产生的二氧化碳和废物排到组织液中，再由血液循环带走。血液中的氧气来自呼吸系统——肺与大气的交换，同时在这一交换过程中把二氧化碳呼出，血液中的葡萄糖、氨基酸、蛋白质、脂肪酸等营养物质，则来自经口摄入的食物，由消化系统加以消化、吸收。来自肺部的血带足了氧气，来自小肠的血富含营养物质，流过肾脏的血液则把从组织细胞带来的废物通过尿排泄出去。血液循环、呼吸，消化、泌尿系统保证个体生命活动的正常进行。生殖系统则养育下一代，保证种族的延续。神经系统和内分泌系统则是人体内的自动调节系统，分别通过神经冲动和激素，控制全身各器官的活动，使它们互相间巧妙地协调配合，使人体成为一个整体，并与内、外界环境的变化保持动态平衡。

1.2 人体中的化学元素

地球表层存在的 92 种稳定的化学元素，它们分布在自然界中岩石圈、水圈、大气圈。人类在漫长的生物进化过程中，在地面的岩石圈、水圈、大气圈构成的环境中生活，必须与环境进行物质交换，于是有选择地吸收了几十种化学元素构成人体有效的机制，赖以维持生命。用现代分析测试技术对人体组成进行分析，在人体中已经发现了 81 种元素，但迄今已发现具有重要营养与生理功能，得



到公认的对于维持生命所必不可少的元素仅有 26~28 种。表 1-1 列出了现代人 (70 kg) 的化学组成。

表 1-1 现代人的化学组成

元素	体内含量 /g	质量百分数 /%	元素	体内含量 /g	质量百分数 /%
氧 O *	43 000	61	铜 Cu *	0.072	0.000 10
碳 C *	16 000	23	铝 Al	0.061	0.000 09
氢 H *	7 000	10	镉 Cd	0.050	0.000 07
氮 N *	1 800	2.6	硼 B	<0.048	0.000 07
钙 Ca *	1 000	1.4	钡 Ba	0.022	0.000 03
磷 P *	720	1.0	硒 Se *	0.020	0.000 03
硫 S *	140	0.20	锡 Sn *	<0.017	0.000 02
钾 K *	140	0.20	碘 I *	0.018	0.000 02
钠 Na *	100	0.14	锰 Mn *	0.012	0.000 02
氯 Cl *	95	0.12	镍 Ni *	0.010	0.000 01
镁 Mg *	19	0.027	金 Au	<0.010	0.000 01
硅 Si *	18	0.026	钼 Mo *	<0.009 3	0.000 01
铁 Fe *	4.2	0.006	铬 Cr *	<0.006 6	0.000 009
氟 F *	2.6	0.003 7	铯 Cs	0.001 5	0.000 002
锌 Zn *	2.3	0.003 3	钴 Co *	0.001 5	0.000 002
铷 Rb	0.32	0.000 46	钒 V *	0.000 7	0.000 001
锶 Sr	0.32	0.000 46	铍 Be	0.000 36	
溴 Br	0.20	0.000 29	镭 Ra	3.1×10^{-11}	
铅 Pb	0.12	0.000 17			

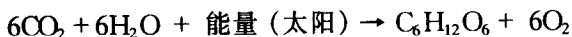
* 为人体必需元素



1.2.1 人体内化学元素的来源及特点

自然界划分为4个圈层：大气圈、水圈、岩石圈、生物圈。生物圈中的植物、动物和人类在大气圈、水圈、岩石圈构成的环境中生存发展，与各圈层之间存在物质交换和能量交换。

自然界中的生物体可以分为自养生物和异养生物两大类。自养生物可以通过二氧化碳和水在叶绿素和太阳光的作用下进行光合作用产生糖而得到养分（一般的植物和藻类属于自养生物），其化学反应式可表示如下：



所谓异养生物自己不能制造养分，必须依靠自养生物作为养分和能量的来源。人类作为高等动物属于异养生物。绿色植物、藻类是兔、牛、羊、马等食草动物的食物，而这些食草动物又是食肉动物的食物，食肉动物则成为人类的食物。食物和捕食者之间这一系列的关系，即为食物链。人类作为捕食者是处在食物链的末端，食物链中植物和动物逐级积累的各种元素，最后都以食物的形式进入人体，这是人体内化学元素的主要来源。

构成人体的元素具有下列特点：

(1) 生物体是在地球上产生的，并同环境变化一起沿着生态系统稳定地、有选择地取舍环境中的物质而进化发展的，所以构成生物体的元素都是环境中存在的，且丰度较高。

(2) 生物体所必需的元素绝大多数为轻元素，



如周期表中开头的 34 个元素中即有 21 个元素是动物生活所必需的，这样就使生物体有较轻的重量。（较重的元素仅有碘 I、钼 Mo 和锡 Sn）

(3) 生物体所必需的微量元素大多为过渡元素，这与它们核外的原子轨道中有未被填满的轨道有关。

(4) 碳、氢、氧、氮具有易形成共价键的共同性，它们能相互作用、生成大量不同形式的共价化合物。因为共价结合的强度与所结合原子的质量成反比，所以这四种元素能形成很强的共价键。

(5) 在碳的有机分子中，由于围绕每个单键结合的碳原子的电子对具有四面体构型，借碳-碳键可形成许多不同的三维空间结构，因此可形成线性、分枝状或环状的骨架。碳原子还可以和氧、氢、氮、磷和硫原子形成共价键并把不同种类的功能基引入有机物分子结构中。

(6) 碳、氢、氧等形成的许多有机化合物在生理温度（0~40℃）下具有流动性。 CO_2 常温下为气体， SiO_2 在常温下为固体，所以虽然硅与碳很相似；但从流动性来看并不能构成生命物质的骨架。

动物、植物都主要由 10 种左右元素组成。植物比动物氧的含量高，而氮、硫的含量少。这是由于植物体的细胞壁及细胞内贮藏的糖及其相关物质较多所致；此外动物体内钠较多，而植物体内钾较多。