

化学

生活

健康

丛书

迟锡增 主编

微量元素 与人体健康



化学工业出版社

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

微量元素与人体健康/迟锡增主编. - 北京: 化学工业出版社, 1997.3

(化学·生活·健康丛书)

ISBN 7-5025-1844-4

I. 微… II. 迟… III. 微量元素-关系-健康 IV. R151.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 04885 号

化学·生活·健康丛书

微量元素与人体健康

迟锡增 主编

责任编辑:叶 露 尹 明 侯奎荣

封面设计:郑小红

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京密云云浩印制厂印刷

三河市延风装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 9.25 插页 2 字数 219 千字

1997 年 3 月第 1 版 1997 年 3 月北京第 1 次印刷

印 数: 1-5000

ISBN 7-5025-1844-4/TQ·963

定 价: 15.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买化工版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

“化学”是一门既古老又年轻的科学。人类社会发展到今天,“化学”这门科学不仅仅是停留在科学家、工程师、教授手中的学问,而且已渗透到人们生活的方方面面,可以说当今世界是一个无处没有化学的世界。人们的衣食住行有化学,学习、工作中有化学,娱乐、健康、物质文明中也有化学。现代科学技术的发展既为化学创造人类物质财富开辟了广阔无垠的前景,也为化学贴近生活、提高生活质量、促进人体健康提出愈益丰富的新课题。化学科学在应用领域里的实际发展业已被世人公认,它除了创造物质财富,还能清洁环境,美化生活,营造氛围,使人们的生活更为丰富多彩、健康、愉快。

不可否认的另一面是,人们生活中不时会遇到化学污染、化学中毒、化学过敏、化学引发的燃烧、爆炸等问题,令一些人有些“谈虎色变”之感。这种理解有失偏颇,至少有些片面。本套丛书就是帮助人们认识,进而掌握、利用化学这门科学的科学普及读物。

《化学·生活·健康》丛书涉猎广泛,内容丰富,贴近生活,文字深入浅出,通俗易懂,雅俗共赏。家庭购置,既实用又富品位;中学化学教师参阅,有助于活跃课堂气氛,提高教学效果;广大青少年阅读,可以增长知识,开阔视野。

本丛书第一批推出 11 个分册,它们是:《纤维、纺织品、服装与饰品》、《家庭用药须知》、《常见疾病的食疗与食补》、《微量元素与人体健康》、《调味品、食品添加剂与人体健康》、《家庭急救

指南》、《家庭防虫灭鼠》、《胶粘剂的妙用》、《居室美化与人体健康》、《生活皮革品的选购与保养》、《家庭安全用电》。

《微量元素与人体健康》由迟锡增主编,参加编写的人员有迟锡增(第一章、附录)、裘凌沧(第二章)、闫军(第三章、第五章)、褚天铎(第四章)、韩宏伟(第六章)、孟兰香(第七章)、于魁一(第八章)、韩郁平(第九章)、李玉珍(第十章)。

编者

1997年1月

目 录

第一章 总论	1
1.1 引人瞩目的新兴学科——微量元素	1
1.2 人体健康与元素	2
1.2.1 生命元素	2
1.2.2 元素在人体健康中的作用	4
第二章 人类活动空间(环境)中微量元素与人体健康的关系	8
2.1 环境的概念	8
2.1.1 生物圈与环境	8
2.1.2 古代东方对环境与生命关系的认识——“天人合一”论	9
2.1.3 现代西方对环境与生命关系的认识——“内、外环境”和 “内稳态机制”	10
2.2 生命元素存在的普遍性	11
2.3 元素分类的必要及片面性	12
2.3.1 宏量、常量、微量和痕量元素	12
2.3.2 必需与非必需、有益与有害、营养与毒性元素	13
2.4 内、外环境中元素三维分布的不均匀性	15
2.5 外环境元素空间分布的不均匀性	16
2.5.1 水中元素的分布	16
2.5.2 土壤元素分布的不均匀性	18
2.6 内环境元素空间分布的不均匀性	18
2.6.1 植物体元素空间分布的不均匀性	19
2.6.2 人体脏器间及地区间铜量的差异	20
2.7 内、外环境元素时间分布的不均匀性	20
2.7.1 现代人和原始人人体中元素的变化	20

2.7.2 新生和成年的人和动物含铜量差异	21
2.7.3 随年龄而变化的元素含量	21
2.7.4 人体元素的昼夜变化	21
2.8 外环境元素发生学分布的不均匀性	21
2.8.1 不同岩石含铜量差异	21
2.8.2 不同岩石、母质上发育土壤含铜量差异	22
2.8.3 不同土壤类型含铜量差异	22
2.9 内环境元素基因型分布的不均匀性	22
2.9.1 动植物体内元素基因型差异	22
2.9.2 人体内元素的基因型差异	23
2.10 内环境元素三维分布不均匀性的综合表现	24
2.10.1 头发元素的性别、年龄、种族和发色间差异	24
2.10.2 植物不同生育期各部位元素的时、空态变化	25
2.11 内、外环境元素变化的三维相关性	26
2.11.1 外环境系统中元素的“横向”相关性	27
2.11.2 内环境系统中元素的“横向”相关性	28
2.12 内、外环境系统间的“纵向”相关性	29
2.12.1 生物圈中内、外环境间元素“纵向” 相关性总的概念	29
2.12.2 外环境与植物不同器官间元素的“纵向”相关性	29
2.13 内、外环境元素变化的有序性	31
2.13.1 国外提供的重要线索	32
2.13.2 我国近期研究的进展—— 生命元素丰度周期变化节律	33
2.14 生命元素周期变化节律的意义	36
2.14.1 宇宙和地球元素丰度周期变化节律的差异	36
2.14.2 生命元素丰度周期变化节律与健康	36
2.15 元素生物效应的多重性	41
2.15.1 现代西方的研究	41
2.15.2 近期中国的进展	42

2.16	周期表元素生物效应研究的意义、局限性及展望	44
2.16.1	意义	44
2.16.2	当前元素生物效应研究的局限性	45
2.16.3	元素生物效应研究的展望	46
2.17	环境元素丰缺与生命健康的关系	49
2.17.1	生物无机化学的“同一性”与元素阈值	49
2.17.2	生物无机化学的“相关性”与元素阈值	49
2.18	食物链是生物和人与环境元素联系的纽带	50
2.18.1	生命离不开环境元素	50
2.18.2	动物和人不能从环境中直接摄取元素	50
2.18.3	生物地球化学食物链	52
2.18.4	大骨节病区硒的生物地球化学食物链模型	54
2.19	“以质补量、以质取胜”的元素平衡系统调控策略	55
2.20	生物调控途径	56
2.20.1	育种要从“高产为主”移向“质量并重”逐步到 “优质为主”	56
2.20.2	将“种什么吃什么”改变为“吃什么种什么”	56
2.21	生物地球化学调控途径	59
2.21.1	活性调控	59
2.21.2	元素调控	60
2.21.3	生物调控	61
2.22	技术调控途径	62
2.22.1	化肥和农药	62
2.22.2	环境保护与治理	63
2.22.3	因势利导,化弊为利	63
2.22.4	从营养健康角度优化食品加工	63
2.22.5	科学合理地强化食品	64
2.23	行政调控措施	64
2.23.1	进一步优化食物生产	65
2.23.2	化肥生产、调配要因地制宜	66

2.23.3 重视扬长避短、化弊为利	67
2.23.4 立法执法与正确导向相结合	68
第三章 膳食中微量元素与人体健康的关系	70
3.1 概述	70
3.1.1 食品中的微量元素	70
3.1.2 食品中微量元素的作用	71
3.1.3 食品中微量元素的来源	72
3.1.4 水质中的微量元素	74
3.1.5 加工食品过程中的微量元素	74
3.1.6 食品中的放射性同位素	74
3.2 人体必需的微量元素	75
3.2.1 “一对伴侣”——钙和磷	75
3.2.2 微量元素的“老大”——铁	75
3.2.3 “有山就有瘦瓜瓜”——碘	80
3.2.4 植物中的叶绿素——镁	81
3.2.5 多了少了都致病——氟	83
3.2.6 “不显眼的”营养素——锌	84
3.2.7 铁的“助手”——铜	86
3.2.8 “多彩的元素”——铬	87
3.2.9 “后起之秀”——硒	88
3.2.10 “害人的幽灵”——钴	89
3.2.11 钼	90
3.2.12 锰	91
3.2.13 镍	91
3.3 有毒及有害的金属元素	92
3.3.1 “尾随人类的恶魔”——铅	92
3.3.2 “液体杀手”——汞	95
3.3.3 镉	97
3.3.4 砷	98
3.3.5 锡	100

3.3.6 铋	100
3.4 其他金属元素	101
3.4.1 钛	101
3.4.2 钒	101
3.4.3 银	101
3.4.4 铋	102
3.4.5 铍	102
3.4.6 锶	102
3.4.7 钡	102
3.4.8 硼	103
3.4.9 锆	103
3.4.10 钴	103
3.4.11 钨	103
3.4.12 碲	104
第四章 蔬菜水果中微量元素与人体健康的关系	105
4.1 膳食结构中瓜、果、菜的相对重要性	105
4.2 蔬菜瓜果中的微量元素	108
4.3 提高蔬菜微量元素含量的农业途径	114
4.4 蔬菜水果缺乏微量元素的表现	119
第五章 保健品中微量元素与人体健康的关系	122
5.1 概述	122
5.1.1 何为保健品食品	122
5.1.2 保健品的发展趋势	122
5.1.3 保健品不是万能的食品	123
5.2 “神奇”的食品	123
5.2.1 苜蓿(叶)粉	123
5.2.2 焦糖蜜	124
5.2.3 骨粉	124
5.2.4 人参	124
5.2.5 海带	124

5.2.6 芝麻	125
5.2.7 向日葵籽	125
5.2.8 麦胚	125
5.2.9 整小麦粒	126
5.2.10 酵母类	126
5.2.11 酸奶	126
5.3 “天然”的代用食品	127
5.3.1 “咖啡”的代用品	127
5.3.2 “鸡蛋”的代用品	127
5.3.3 “肉类”的代用品	127
5.3.4 “牛奶”的代用品	127
5.3.5 “色素”的代用品	127
5.4 其他保健品	128
5.4.1 干杏仁	128
5.4.2 麸皮	128
5.4.3 亚麻仁	128
5.4.4 乳清粉	129
5.4.5 花生	129
5.4.6 粗糖	129
5.4.7 海藻	130
5.4.8 白云石	130
5.4.9 干肝粉	130
5.4.10 大豆粉	130
5.4.11 香蕉片	131
5.4.12 玉米粉	131
5.4.13 棉籽	131
5.4.14 鸡蛋	132
5.4.15 蜂蜜	132
5.4.16 乳酸杆菌	132
5.4.17 卵磷脂	133

5.4.18 小米	133
5.4.19 干蘑菇	133
5.4.20 绿豆芽	133
5.4.21 洋葱	134
5.4.22 南瓜子	134
5.4.23 王浆	134
第六章 化妆品中微量元素与人体健康的关系	135
6.1 化妆品的功能和分类	135
6.1.1 什么是化妆品	135
6.1.2 化妆品与皮肤	136
6.1.3 化妆品的分类	139
6.2 化妆品中的微量元素	140
6.2.1 化妆品中限用物质的微量元素化合物	141
6.2.1.1 氟化物	141
6.2.1.2 锌	143
6.2.1.3 硼酸	144
6.2.1.4 汞化合物	145
6.2.1.5 碘酸钠(NaIO_3)	145
6.2.1.6 二硫化硒和吡啶硫酮锌	145
6.2.1.7 硝酸银(AgNO_3)	146
6.2.2 作为着色剂使用的微量元素化合物	146
6.2.2.1 染料	148
6.2.2.2 颜料	148
6.2.2.3 乙酸铅	150
6.2.3 禁止用作化妆品原料的有毒微量元素及其化合物	150
6.2.3.1 汞及其化合物	150
6.2.3.2 金盐	152
6.2.3.3 铷及铷化合物	152
6.2.3.4 氢氟酸及其正盐、络合物及氢氟化物	152
6.2.3.5 钡盐	153

6.2.3.6 砷及砷化合物	153
6.2.3.7 铅及铅化合物	153
6.2.3.8 铍及铍化合物	154
6.2.3.9 铊及铊化合物	155
6.2.3.10 硒及硒化合物	155
6.2.3.11 铬、铬酸及铬酸盐	156
6.2.3.12 铋及铋化合物	156
6.2.3.13 碘	156
6.2.3.14 碲及碲化合物	157
6.2.3.15 镉及镉化合物	157
第七章 饰物、玩具、餐厨具中微量元素与人体健康的关系	158
7.1 概述	158
7.2 人体对微量元素的接触、吸收、排泄以及积蓄	159
7.2.1 消化道吸收	159
7.2.2 呼吸道吸收	160
7.2.3 皮肤吸收	160
7.2.4 影响吸收的因素	160
7.3 必需微量元素的功能、缺乏与有害作用	162
7.3.1 必需微量元素的功能及缺乏	162
7.3.2 必需微量元素的有害作用	162
7.4 饰物、玩具、餐厨具中微量元素与人体健康	164
7.4.1 有害微量元素的毒性	164
7.4.2 饰物、玩具中微量元素与人体健康	165
7.4.3 餐厨具中微量元素与人体健康	167
第八章 药物中微量元素与人体健康的关系	170
8.1 药物组成中的微量元素	170
8.2 微量元素药物体内作用的特点	172
8.2.1 药物的体内过程	173
8.2.2 药物的作用机理	173
8.2.3 影响药物作用的因素	174

8.2.4	微量元素的体内过程	175
8.2.5	微量元素的作用机理	179
8.3	微量元素与人体健康	180
8.3.1	微量元素是健康的保护神	180
8.3.2	补充微量元素的制剂	181
8.4	中国古代对矿物药的认识	182
8.4.1	炼丹术与求长生不老	182
8.4.2	应用矿物药防病治病	184
8.5	中药中微量元素的作用	186
8.5.1	中药中的微量元素	186
8.5.2	中药微量元素的研究内容	189
8.6	国外微量元素制剂的生产与应用	191
8.7	微量元素药物的研究展望	193
第九章	微量元素与疾病	198
9.1	铁的营养失调与疾病	199
9.1.1	世界性的缺铁性贫血	199
9.1.2	青春期女性慢性萎黄病	202
9.1.3	缺铁吞咽困难综合症	202
9.1.4	现代妇女综合症	203
9.1.5	铁过量或铁中毒	204
9.2	碘的营养失调与疾病	205
9.2.1	碘缺乏病	205
9.2.2	高碘甲状腺肿	208
9.2.3	碘过敏与碘中毒	209
9.3	锌的营养失调与疾病	210
9.3.1	缺锌性侏儒症	210
9.3.2	厌食症与异食癖	212
9.3.3	缺锌与智力低下	213
9.3.4	缺锌与性迟熟和男性不育症	213
9.3.5	肠原性肢皮炎	214

9.3.6 缺锌时伤口不易愈合	215
9.3.7 锌中毒	215
9.4 硒的营养失调与疾病	216
9.4.1 克山病	216
9.4.2 大骨节病	216
9.4.3 硒能抗衰老吗	216
9.4.4 缺硒与白内障	218
9.4.5 硒中毒	219
9.5 氟的营养失调与疾病	220
9.5.1 缺氟与龋齿	220
9.5.2 地方性氟中毒	222
9.6 铜的营养失调与疾病	224
9.6.1 小儿缺铜综合症	224
9.6.2 低血铁-低血铜-低血清蛋白综合症	225
9.6.3 缺铜与白癜风	226
9.6.4 缺铜与少白头	226
9.6.5 铜中毒	227
9.7 钴的营养失调与疾病	228
9.7.1 缺钴与恶性贫血	228
9.7.2 钴中毒	230
9.8 锰的营养失调与疾病	230
9.8.1 锰缺乏症	230
9.8.2 锰中毒	233
9.9 钼的营养缺乏与疾病	233
9.9.1 钼缺乏症	233
9.9.2 钼中毒	234
9.10 铬的营养失调与疾病	235
9.10.1 铬缺乏症	235
9.10.2 铬中毒	236
9.11 微量元素与防癌	237

9.11.1 硒与防癌	237
9.11.2 铁与防癌	238
9.11.3 钼与防癌	239
9.11.4 锌和铜与防癌	239
9.11.5 其他元素与防癌	239
9.11.6 抗癌食物	240
第十章 分析仪器在微量元素分析中的应用	242
10.1 分析仪器的发 展推动微量元素的研究	242
10.2 分析仪器在微量元素研究中的作用	243
10.3 分析微量元素的多种先进仪器	245
附录 常见食物中微量元素的含量	249
附表 1 谷物及其制品中微量元素含量	250
附表 2 豆类及其制品中微量元素含量	252
附表 3 肉类及其制品中微量元素含量	254
附表 4 鱼及水产食物中微量元素含量	256
附表 5 禽蛋类及其制品中微量元素含量	258
附表 6 食油类及调料中微量元素含量	260
附表 7 蔬菜类食物中微量元素含量	262
附表 8 水果类食物中微量元素含量	266
附表 9 坚果类食物中微量元素含量	270
附表 10 饮料中微量元素含量	272
附表 11 主要食物中其他 9 种微量元素含量	274
附表 12 食物中微量元素含量排序	281

第一章 总 论

1.1 引人瞩目的新兴学科——微量元素

人的生、老、病、死都与生物分子(如蛋白质、肽、脂类、多糖、激素和维生素等)密切联系在一起,但过去对微量元素与人体健康的关系并未得到足够的认识。随着人们生活水平的逐步提高、社会的发展、科学技术的不断前进,生命科学越来越引起人们的关注。加之,微量元素分析测试技术与高性能分析仪器的的发展,测定数据的灵敏、准确、精密,促进了生物医学科学研究的深入。大量研究表明,微量元素与上述生物分子有密切关系,对人的生命过程起着调控作用。多数研究结果均表明,微量元素与人的健康、疾病、长寿、智力、美容等相关。微量元素在生物体中尽管以不同形式存在(包括各种化合物或配位体),但它们在生命代谢过程中既不能分解也不能转化为其他元素,因此,检测人体不同组织和体液中各种元素的含量,就可以在一定程度上了解人体代谢规律,进而掌握人的健康状况。此外,微量元素的研究与检测要比其他代谢物质(如蛋白质、维生素等)更为方便有利。生物医学领域中微量元素研究是一门新兴的学科,它与化学、生物学、医药学、环境科学、食品营养学等有着密切的关系,是一门多学科相互联系、相互渗透的边缘学科,是当今国际科技界研究工作令人瞩目的崭新领域。

现今,医生可根据人体组织或体液中某一元素的含量,作

为疾病诊断和治疗的依据；环境卫生和劳动卫生专家可对环境污染进行生物监测；营养学家可根据人体内对某元素的需求和现含水平，掌握人体营养状况和进行调节；毒理学家可追踪某些元素在人体内的分布、贮存、积蓄和排泄。各种学科领域可利用微量元素的研究，开展更深入的探讨。此外，人们通常也希望了解微量元素与自身健康的相关性及其内在联系，特别是微量元素在体内的缺乏、过量及失控所导致的疾病及其进一步的防治；了解如何通过合理的膳食来保证身体的健康，以及如何既满足营养所需，又避免其毒性的危害。微量元素的研究对增强人民体质为人类社会带来无限的希望，将造福于社会、造福于人民。

1.2 人体健康与元素

微量元素不像某些维生素那样能在人体内自行合成，必须通过膳食、服(或注射)药物、呼吸及皮肤渗透等从外界摄入，因此可以说在人体所需的营养中，它们往往比维生素等更为重要。

1.2.1 生命元素

人体是由化学元素组成的(表 1-1)，构成地壳的 90 多种元素在人体内几乎均可找到。但是，人体所必需的元素只不过有 25 种，而且其中大多数元素为金属元素，仅钙、钾、钠、镁 4 种元素就占体重的 1.9%，其余金属元素加起来也不到体重的 0.1%。人体中的元素可大致分为以下 4 类。

(1) 必需元素 它是在生物体内维持其正常生命活动所不可缺少的元素，如有机化合物中所含的氢、氧、氮、碳、磷、硫以及钙、铁、锌、碘等。没有它们，生物就不能生长。生物生命过程中的任一环节(如发生某一个或某一组反应)均需要这