



药食兼用资源 与生物活性成分

张连富 吉宏武 主 编
任顺成 副主编



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

药食兼用资源与生物活性成分

张连富 吉宏武 主编
任顺成 副主编



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

药食兼用资源与生物活性成分/张连富, 吉宏武主编. —北京:
化学工业出版社, 2005. 7
ISBN 7-5025-7501-4

I. 药… II. ①张…②吉… III. ①食品营养②疗效食品-生物
活性 IV. ①R151.3②TS218

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 086738 号

药食兼用资源与生物活性成分

张连富 吉宏武 主编

任顺成 副主编

责任编辑: 杨立新

文字编辑: 向 东 林 媛

责任校对: 李 林

封面设计: 尹琳琳

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
化学与应用化学出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 479 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7501-4

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

改革开放以来，我国在社会的各个方面都得到了长足的发展，人民群众的生活水平得到了显著提高，这为整个食品工业提供了前所未有的发展机遇。与此同时，由于工业发展、人口增加过快而造成的生存环境恶化、空气与水资源污染加剧及饮食搭配不科学等原因，我国居民罹患恶性肿瘤、高脂血症、高血压病、动脉硬化、糖尿病、肥胖症等疾病的比例逐年上升，发病对象也逐渐向低龄化发展；国民收入的增加和消费水平的提高，又使得人们有更强的消费能力，足以支付有益健康的功能性食品相对较高的开支。所有这些都构成了功能性食品行业快速发展的强大动力，而药食兼用资源则是功能性食品生产的最重要的原料。但一段时间以来，国内一些健康食品生产企业追求短期利益，片面利用人们对药食兼用资源的认可，盲目夸大产品的功效，最终使消费者对功能性食品类产品产生了信任危机，功能性食品生产加工行业受到了伤害。为此，对传统药食兼用资源，特别是其中的功效成分进行科学认识、准确定位变得尤其重要。

药食兼用资源是指那些在人们长期的生产、生活实践中，广泛作为食物原料来利用，但同时又具有一定的预防或者治疗某些疾病作用，部分具有类似药物的某些特性的农、林、水产资源。“医食同源”理论是我国劳动人民几千年生产、生活经验的积累，是先人集体智慧的结晶。现代医学实践表明，这些药食兼用资源中蕴涵着丰富的具有增强身体防御机能、调节人体生理节律、预防某些疾病的发生或降低其发病危险、促进病人健康恢复等生理活性的成分，是功能性食品开发的主要原料，其开发利用前景非常广阔。

《药食兼用资源与生物活性成分》作者张连富、吉洪武、任顺成三位博士都是致力于该研究领域的年轻学者，他们在注重实用性与科学性的基础上，广泛采信国内外相关研究的最新成果并结合自己的科研实践，对慢性疾病的化学预防机制以及包括菌类、根茎类、叶类及花草类、果类及种子类、藻类、动物类资源在内的多种常见、常用药食两用资源的特性与分布，功能性成分的化学性质、分离纯化方法、生物活性作用的生理基础，产品开发注意事项等内容做了比较详尽的介绍。全书内容新颖、论述严谨、文笔流畅，兼具科学性和实用性，是一部相当不错的药食兼用资源研究、开发领域的学术专著。值其即将出版之际，本人欣然命笔，乐以为序。

丁霄霖

2005年8月

前言

“民以食为天”，饮食的进步在很大程度上标志着一个民族的综合素质与社会发展水平。中国的饮食文化曾经对世界饮食科学的发展做出过重要贡献，特别是在饮食促进健康、药食兼用食物资源利用方面所取得的成就更为世人所瞩目。但由于近代在经济、文化及科学技术等领域的发展相对滞后，我国现代饮食科学水平，特别是在对传统药食兼用资源中功效成分的科学认识及合理利用方面，落在了一些发达国家的后面。改革开放二十多年来，随着我国经济社会发展水平的迅速提高，人民群众已经开始注意改变过去一些不太合理的饮食习惯，“吃得科学，活得健康，活得长久”已经成为人们的普遍追求。为此，对传统药食兼用资源，特别是其中的功效成分进行科学认识、准确定位变得尤其重要。

药食兼用资源是指那些在人们长期的生产、生活实践中，广泛作为食物原料来利用，但同时又具有一定的预防或者治疗某些疾病作用，部分具有类似药物的某些特性的农、林、水产资源。从现代营养学、天然药物化学等现代观点来分析，这些药食兼用资源除具有营养功能之外，同时还兼有性能不同的保健作用，这种作用源于其自身所含有的功能性成分（活性成分）。关于药食兼用品种的范围，在我国历代医书中的认识有所不同，一般认为这是个不确定的概念。截止目前，国家卫生部公布了三批共 77 种药食两用中草药名单，这 77 种资源也就成为了功能性食品开发的主要原料。

本书在注重实用性与科学性的基础上，作者大量采用了国内外药食兼用资源中生物活性成分研究的最新成果，以使读者对资源的特性与分布、功能性成分的化学性质、分离纯化方法、生物活性作用的生理基础、产品开发注意事项等内容有一个全面、系统的认识。

本书可以作为有关大专院校食品科学与工程专业、农产品储藏与加工专业、水产科学专业等的教材，也可供从事药食兼用资源开发及功能性食品生产的专业技术人员、从事相关研究工作的研究生等阅读使用。

参加本书编写的有：江南大学食品学院张连富博士（绪论、第一章、第二章部分章节、第三章、第四章部分章节、第五章部分章节），湛江海洋大学食品科技学院吉洪武博士（第四章部分章节、第六章、第七章）和河南工业大学粮油食品学院任顺成博士（第二章部分章节、第五章部分章节）。编写过程中得到了三所高校相关部门的大力支持，江南大学提供了部分出版资助；我国著名食品科学家、江南大学食品学院博士生导师丁霄霖教授百忙之中为本书作序；江南大学研究生李明、隋伟、杜彦山、鲍士宝、张文斌、胡兴娟、王莲芳及窦春霞等同学协助搜集了部分资料，在此谨向他们一并致以衷心的感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，难免存在不妥之处，敬请读者给予批评指正。

张连富

2005 年 8 月 于江苏无锡

内 容 提 要

本书系统地介绍了多种常见、常用药食兼用资源及其生物活性成分。全书共七章，第一章简单介绍了一些常见慢性疾病的发病原因，癌症与饮食的关系，免疫功能与营养，肥胖与饮食控制以及疗效食品的发展历史、分类及生产加工工艺。第二章到第七章系统地阐述了包括菌类、根茎类、叶及花草类、果实及种子类、藻类、动物类资源在内的多种药食兼用资源的特性与分布，功能性成分的化学性质、分离纯化方法、安全毒理学分析，生物活性作用的生理基础，产品开发利用的注意事项等内容。

本书对食品科学相关的大中专在校生、教师具有较高的参考价值；对相关企业研发人员，特色产品产地管理部门的干部和科技人员也是一本实用性很强的参考用书。

目 录

绪论	1	六、疗效食品的发送系统	39
一、药食兼用资源的概念	1	七、疗效食品的加工	40
二、现代科学知识对药食兼用资源的认识	2	第二章 菌类	41
三、生物活性成分与化学预防	2	第一节 黑木耳	41
四、药食兼用资源是生物活性成分的主要来源	3	一、黑木耳的主要化学成分及生物活性成分	41
第一章 饮食与疾病	5	二、黑木耳及黑木耳多糖的生物活性	42
第一节 心血管疾病 (CVD) 危险与饮食	5	三、黑木耳的开发利用	44
一、心血管疾病的发病原因	5	第二节 香菇	44
二、几种主要抗氧化成分	8	一、香菇的化学成分	45
第二节 饮食与癌症	12	二、香菇的药理作用	47
一、饮食与癌症的关系	12	三、香菇的安全毒理学分析	50
二、致癌物质及其代谢激活	13	四、香菇的开发利用	50
三、必需营养素和非必需营养素	14	第三节 灵芝	51
四、特定的营养物质和非营养物质的作用机理	15	一、灵芝的化学成分	52
五、小结	22	二、灵芝的药理作用	56
第三节 免疫功能与营养	22	三、灵芝的安全毒理学分析与禁忌	60
一、维生素	23	四、灵芝的开发利用	61
二、脂类物质	26	第四节 茯苓	62
三、氨基酸	27	一、茯苓的化学成分	63
四、嘌呤核苷和嘧啶核苷	28	二、茯苓的药理作用	65
五、谷胱甘肽	28	三、茯苓的安全毒理学分析	69
六、矿物质	28	四、茯苓发酵培养工艺	69
七、小结	29	五、茯苓的开发利用	70
第四节 饮食控制与肥胖	29	第五节 灰树花	71
一、传统食品与非传统食品	29	一、灰树花的化学成分	72
二、调节体脂的潜在因素	30	二、灰树花深层发酵菌体 (多糖) 制备工艺	73
三、用于体脂控制的功能性食品	33	三、灰树花的药理作用	74
四、小结	33	四、灰树花的安全毒理学分析	77
第五节 疗效食品	34	五、灰树花的开发利用	77
一、简介	34	第六节 姬松茸	78
二、疗效食品的发展历史	34	一、姬松茸的化学成分	79
三、疗效食品的使用范围	35	二、姬松茸菌丝体液体发酵及多糖制备工艺	80
四、疗效食品的分类	35	三、姬松茸的药理作用	80
五、疗效食品的生产工艺和特殊的营养素	36	四、姬松茸的安全毒理学分析	84

五、姬松茸的开发利用	84	第七节 魔芋	114
第七节 红曲米	85	一、魔芋精粉的营养成分	115
一、红曲的生物活性基础	85	二、魔芋葡甘露聚糖的化学组成	115
二、Monacolin-K 与 Mevinolinic Acid	85	三、魔芋的生理功能	116
三、红曲米作为功能性食品配料使用 潜力	86	四、魔芋葡甘露聚糖的生产方法	117
第八节 冬虫夏草	86	五、魔芋在食品加工中的应用	118
一、冬虫夏草的化学成分	86	第八节 人参	118
二、冬虫夏草的主要活性成分	87	一、人参中的主要有效成分	118
三、冬虫夏草的生理功能	88	二、人参的生理功能	119
四、冬虫夏草的保健品与药品市场 开发	90	三、人参的开发利用	124
第三章 根茎类资源	91	第九节 山药	125
第一节 薄荷	91	一、山药中的营养成分及生物活性 成分	125
一、薄荷的化学成分	91	二、山药的生理功能	125
二、薄荷的生理功能	92	三、山药的开发利用	126
第二节 大蒜	93	第十节 首乌	126
一、大蒜的主要成分	94	一、白首乌的化学成分	127
二、大蒜中生物活性成分的生理 功能	95	二、白首乌的生理功能	127
三、大蒜中功能性成分的提取分离	98	三、首乌的开发利用	128
四、大蒜加工产品的应用	99	第十一节 百合	129
第三节 生姜	100	一、百合的化学成分	129
一、姜的生理功能	101	二、百合的生理功能	132
二、姜的主要功能性成分	102	三、百合的开发与利用	133
三、生姜与干姜主要化学成分的 比较	103	第四章 叶类及花草类资源	135
四、姜精油及姜树脂的提取方法及理化 性质	103	第一节 茶叶	135
五、姜加工制品的开发	104	一、茶叶的化学成分	135
第四节 甘草	104	二、茶叶的生理功能	138
一、甘草中的生物活性成分	105	三、茶叶加工与综合利用	144
二、甘草甜素的生理功能	106	第二节 芦荟	146
三、甘草甜素、甘草次酸、甘草黄酮的 提取分离	108	一、芦荟的化学成分	147
四、甘草制品的应用	108	二、芦荟的生理功能	148
第五节 葛根	109	三、芦荟的开发与利用	150
一、葛根中活性成分	109	第三节 银杏与银杏叶	150
二、葛根中黄酮类物质的分离	110	一、银杏的化学成分	150
三、葛根淀粉的分离	110	二、银杏的生理功能	155
四、含葛根的功能性食品的开发	111	三、银杏的毒副作用	156
第六节 马齿苋	111	四、银杏加工与开发利用	156
一、马齿苋的形态特征及营养成分	111	第四节 鱼腥草	157
二、马齿苋中的生物活性成分	111	一、鱼腥草的营养成分及其含量	157
三、马齿苋的药理功能及营养保健 作用	112	二、鱼腥草中的主要功能成分	157
四、马齿苋的开发利用	114	三、鱼腥草的药理作用	158
		四、鱼腥草在食品中的应用	158
		第五节 蒲公英	159
		一、蒲公英中的营养成分及主要生物 活性成分	159
		二、蒲公英的生理功能	160
		三、蒲公英的开发利用	160
		第五章 花、果实和种子	161

第一节 八角茴香	161	一、沙棘的营养素含量及药用成分	197
一、八角茴香油的组成与性质	161	二、沙棘中活性物质的生理功能	198
二、八角茴香油的提取	161	三、沙棘产品的开发	201
第二节 大豆	163	第十二节 酸枣	201
一、大豆中的主要营养成分及生物活性物质	163	一、酸枣的化学成分	201
二、大豆多肽	163	二、酸枣的生理活性	201
三、大豆皂苷	165	三、酸枣的开发利用	202
四、大豆磷脂	167	第十三节 番茄与番茄红素	202
五、大豆异黄酮	167	一、自然界中的番茄红素	202
六、大豆植物甾醇	168	二、人体中的番茄红素	204
七、大豆低聚糖	170	三、番茄红素的生理功能	205
第三节 枸杞	171	四、番茄红素的开发应用	208
一、枸杞中的化学成分	171	第十四节 杏仁	208
二、枸杞的生理功能	173	一、杏仁的化学成分	209
第四节 红花	175	二、杏仁的药理作用	210
一、红花中的化学成分	175	三、杏仁的安全毒理学分析与禁忌	212
二、红花的生理活性	176	四、杏仁的开发利用	213
第五节 金银花	177	第十五节 桃仁	213
一、金银花中的化学成分	178	一、桃仁的化学成分	213
二、金银花的生理功能	179	二、桃仁的药理作用	215
三、金银花的开发利用	180	三、桃仁的安全毒理学分析与禁忌	217
第六节 菊花	181	四、桃仁的开发利用	217
一、菊花中的主要化学成分	181	第十六节 莲子	218
二、菊花的生理功能	182	一、莲子的化学成分	218
第七节 决明子	182	二、莲子的药理作用	220
一、决明子中的主要化学成分	183	三、莲子的安全毒理学分析与禁忌	222
二、决明子的生物活性功能及其机理	183	四、莲子的开发利用	222
第八节 罗汉果	185	第十七节 薏苡仁	223
一、罗汉果中各营养成分的含量	185	一、薏苡仁的化学成分	223
二、罗汉果中的生物活性成分	186	二、薏苡仁的药理作用	225
三、罗汉果的生理功能	186	三、薏苡仁的安全毒理学分析与禁忌	227
四、罗汉果在功能性食品开发中的利用	187	四、薏苡仁的开发利用	228
第九节 葡萄籽	187	第十八节 赤豆	228
一、葡萄籽油	187	一、赤豆的化学成分	229
二、花青素与低聚原花青素	189	二、赤豆的药理作用	230
三、白藜芦醇	192	三、临床应用	230
四、葡萄籽中蛋白质的开发利用	194	四、赤豆色素的安全毒理学分析	230
第十节 荞麦	194	五、赤豆的开发利用	230
一、苦荞麦的生物学术特性及其在我国的分布	195	第十九节 黑芝麻	231
二、苦荞麦的营养特性	195	一、黑芝麻的化学成分	232
三、苦荞麦中的生物活性成分	195	二、黑芝麻的药理作用	233
四、苦荞黄酮的生理功能	195	三、黑芝麻的开发利用	234
五、苦荞黄酮的临床应用	196	第二十节 乌梅	235
第十一节 沙棘	197	一、乌梅的化学成分	236
		二、乌梅的药理作用	237

三、乌梅的安全毒理学分析与禁忌	239	一、胎盘的化学成分	269
四、乌梅的开发利用	239	二、胎盘的生理功能	270
第六章 藻类资源	241	三、胎盘的加工、利用及其展望	271
第一节 藻类化学组成特征	241	第三节 蜂蜜	271
第二节 海藻	243	一、蜂蜜的化学成分	272
一、海藻种类、分布	243	二、蜂蜜的生理功能	273
二、海藻的基本成分	243	三、蜂蜜加工与利用	275
三、海藻中的活性成分	245	第四节 蛇	277
四、海藻的生理功能	252	一、蝮蛇	277
五、藻类食品加工现状	254	二、乌梢蛇	280
第三节 微型藻类	256	三、蛇的加工与利用	281
一、螺旋藻	256	第五节 水生动物	281
二、其他微藻	261	一、牡蛎	281
三、微藻的开发利用	262	二、金枪鱼	284
第七章 动物类资源	263	三、鳖	286
第一节 昆虫类	263	四、乌龟	287
一、蚂蚁	263	五、鲍鱼	288
二、其他昆虫	265	六、海马	289
三、昆虫食品的开发与利用	268	主要参考文献	291
第二节 胎盘类	269		

绪论

一、药食兼用资源的概念

食物是人类赖以生存和繁衍的首要资源。远古时期，当人类的祖先走出森林时，所有的动物、植物都是他们猎食的对象——无论动物的肢体，还是植物的根、茎、叶、花或者果实，一切吃后能充饥的东西，都是食物。随着时间的推移，人们有关食物的经验或者教训也在不断积累，并借此总结出了一套有关吃的理论：当身体有不适（如腹泻、创伤等）时，如果吃了某种东西有缓解或者治疗作用（如止泻、止痛，创口愈合等），那么这种东西就被当作药物，以后遇有类似情况时可以再次食用；如果吃了某种东西后导致中毒甚至死亡，则会被总结为毒物，以后注意谨慎食用此类食物。可见，药物与食物是由同一来源发展而成，人类的医药文化与饮食文化是同步发展、互相渗透、相辅相成的。这一现象在我国传统文化中表现特别明显。

在我国传统文化中，药物与食物的关系是十分复杂又辩证统一的，这主要源自古代的“医食同源”及后来的“药食同源”理论。所谓“医食同源”，主要是说医学起源于生活，医事活动与食事活动有关，传统医学与食物疗疾是同步发展起来的；所谓“药食同源”，主要是说人们对食物与药物的认识是同步的，它们有着共同的渊源，食性理论与药性理论互相一致，同出一理。所谓药食兼用资源，是指那些在传统医学、现代医学及营养学（包括中医营养学）概念上的食物类物质，它们主要用来充作食物来消费，或者作为食品制造、加工的原料，但也往往用作食疗目的，以人体保健为其开发利用的宗旨的一些动植物及微生物资源。

按照中医食养与食疗学的观点，食物分四气（寒、热、温、凉）、五味（辛、甘、苦、酸、咸）归经。食物在体内代谢主要是在中焦脾胃生化系统中进行，食物的主要作用是补气益血、协调阴阳。根据中医的经典理论，认为人的疾病是由于阴阳失调造成的，所以可以根据某一特殊食物的阴阳偏性来进行调整，进而达到养生健体、治疗疾病的目的。食疗学沿用《易》学天、地、人三才理论对饮食做开放性的宏观研究，认为饮食不单是一个体内的动态物质运动过程，还与周围环境息息相关，是一个因时、因地、因人、因社会而异的开放系统，因此食疗学强调辩证用膳、辩证施食，因时、因地、因人而异。由此看来，我国的中医食疗与药物治疗有许多一致之处，即将阴阳、五行、脏腑、经络、病因、病机、治则、治法等中医理论同食学紧密地结合在一起，赋予食物以药物的性能，很多滋补食物（中医概念上的药食两用品种，即现在所说的药食兼用资源）于是就有了对健康人可以养生保健，对有疾病的人可以治疗与康复的双重功能。

在我国的历史医书中，药物与食物有着千丝万缕的联系，不但药物与食物的作用有时难以区分，甚至就一些品种来说（比如当归），其到底归于药物还是食物，医家也往往各有所论。如成书于春秋战国时期的《黄帝内经》，提出了食养的概念，认为“药补不如食补”。《素问·脏器法时论》提出“毒药攻邪，五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充”的治疗与食养原则，并且论述了药物与食物对人体相得益彰、互相补益的配

合关系。东汉时期的《神农本草经》刊载了 365 种药物的药性特征，并将其分为上、中、下三品，上品共 120 种，为药中之君，主养命，以应天，无毒，多服久服不伤人，欲轻身益气，不老延年者，本上经；中品 120 种，为药中之臣，主养性，以应人，有毒无毒斟酌为宜，欲遏病补虚羸者，本中经；下品 125 种，为佐使，主治病，以应地，有毒，不可久服。自唐以后，食疗专著大量涌现，《千金药方》、《食医心鉴》、《食物本草》、《食经》、《本草纲目》等，都对后世食疗的研究和发展产生了很大影响，特别是清代药圣李时珍的《本草纲目》，入选药物 1892 种，是中药研究的经典著作，其中有相当一部分是用作食物或者药食兼用品种来消费的。

二、现代科学知识对药食兼用资源的认识

现代医学主要是指一般概念上的西方医药学。按照西方的观点，对于一些物质的认识不存在既是食物又是药物的概念，这两类物质是明确分开的，要么是食物，起营养身体的作用；要么是药物，起预防或者治疗疾病的作用。但如果从人体保健的角度来考察、来看待某些食物或者天然药物，人们会发现某些特定物质会与一般食物或者药物不同，比如维生素类成分，它既不是严格意义上的食物，也不是严格意义上的药物。如果它是作为食物原料中的一种天然成分，与食物中的其他成分一起被人食用，则其为“食物”，如果它以一种单体的形式，在特定的情况下，被病人摄入以治疗因为此类维生素缺乏而产生的疾病，则其为“药物”。

营养学是以食物、食物中的各种营养素及其成分为研究对象，以上述成分对人体的作用、它们之间的相互作用、它们同人的健康与疾病的关系，以及人体食入、消化、吸收、运输、利用及排泄这些物质的过程为研究内容的一门综合性学科。营养学研究发现，食物中可供人体摄入的营养素共有 40 多种。

按照营养学的观点，人体生命活动需要多种营养素，最主要的有水、蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素、矿物质等六大类。这六大类物质在人体生理活动中均具有重要功能，而且各类物质的需求量会因为个体差异、年龄、性别及生理状态的不同而有所变化。当某类或某种营养物质在体内缺乏时，就会产生暂时的或者长期的营养缺乏症，从而影响到肌体的健康。在这种状态下，就应该考虑在食物中加强营养（多吃富含该营养物质的食物）或者改善肌体消化吸收而加以补充。市场上常见的营养强化食品（在食品中添加了某一特定营养成分，使其含量高于正常状态）、特种食品（根据某些特定人群的特殊营养需要而特别生产的一种食品，如适合糖尿病人的食品等）就是根据这些需要设计的。由于有特殊的营养需求，用来生产这些食品的原料也就与一般的食品原料不同，而被看成是具有补充营养作用的食物品种，富含多不饱和脂肪酸（适合儿童、老人）的深海鱼类、富含短链脂肪酸（适合术后病人）的核桃、富含维生素的山楂、酸枣、胡萝卜以及富含矿物质的海藻等，即属此类；另一方面，当人们对某种营养物质摄入过量时，就会造成这一成分在体内的过度蓄积，到了一定程度，也会发生所谓营养过剩现象，这同样会使人体致病。比如有人因为摄入的碳水化合物、脂肪过多，使这些物质代谢所产生的热量在体内以脂肪的形式蓄积，人体过于肥胖，使血液中血脂浓度、血糖浓度等高于正常值，进而引发动脉粥样硬化、冠心病、高血压等多种急、慢性疾病，最终危及人体健康。

三、生物活性成分与化学预防

一种食品，无论其以天然状态还是加工后的状态存在，只要可以令人信服地证明其能够在一个或多个方面改善或者维持人体健康状态，或者可以降低人体患某些疾病的危险，都可以被看作是功能性食品。而功能性食品中的具有生理功能的组分，则通常被称作生物活性成分。也有学者认为，食物的生物活性成分是指那些确实存在于天然食物

中，而且采用正常的食品加工工艺不使其性质发生改变，食后能对人体代谢及高级生命活动有调节作用的物质。虽然描述的方法不尽相同，但其要义却是基本一致的。

近二三十年来，人们对生物活性成分的分离提取、结构鉴定及生理功能评价等进行了许多探索性的研究，不断地有一些天然存在的生物活性成分被人们从其天然存在的母体中分离出来，再进一步加工成方便人们使用的形式，用于改善、维持人体的健康状态或者减少某些特定的慢性疾病的发病危险。一般人们将这种“有确定的化学结构和确切的生理活性的天然存在（或人工合成，但其在化学结构上与天然存在物质相一致）物质用于改善、维持人体的健康状态或者减少某些特定的慢性疾病的发病危险的实践”称为化学预防。

四、药食兼用资源是生物活性成分的主要来源

如前所述，药食兼用资源是那些在传统医学、现代医学及营养学（包括中医营养学）概念上的食物类物质，但也往往用作食疗目的，是以人体保健为其开发利用的宗旨的一些动植物及微生物资源，生物活性成分是其具有保健作用的物质基础。因此，在活性成分的研究、发掘过程中，充分利用我国劳动人民长期积累的生活经验，把工作的重点放在药食兼用资源、特别是国家卫生部门已经行文认可的药食兼用资源上，应成为当前工作的重中之重。因为这样做一则可以少走不必要的弯路，达到事半功倍的效果，二则由于这些资源的食用安全性经过了长期检验，所得到的活性成分安全性相对较好，具有更好的应用前景。

本书作者在简述几种常见慢性疾病的化学预防知识的基础上，对部分已经国家卫生部批准的药食兼用资源及常见的食用资源进行了简要介绍，期望能对读者了解这方面的知识有所帮助。

第一章

饮食与疾病

第一节 心血管疾病 (CVD) 危险与饮食

尽管自 20 世纪 70 年代起, 心血管疾病导致的死亡率在许多国家呈下降趋势, 但是在全世界范围内, 因与此相关的疾病而死亡的比率仍占死亡总数的 51% 以上。比如在英国, 每年有 17 万人死于心肌梗死, 英国健康服务中心每年用于与 CVD 有关疾病的资金达 5 亿英镑之多。尽管人们已经采取了许多干预项目和健康促进活动, 这些统计数字还是让人难以接受, 其部分原因可能是人们对于此疾病生化过程的发病机理缺乏完全的理解。比如, 即使是“经典”的 CVD 危险因素——吸烟、血中胆固醇浓度高和高血压等, 也仅能对此类疾病的 50% 进行解释。因此, 医学和营养学上认为能够降低发生 CVD 危险的因子对于降低发病率几乎没有效果也就不足为怪了。然而, 最新的生物化学、传染病学和细胞培养研究的成果显示, 在一些原本不能合理解释的 CVD 发病案例中, 其可能的原因是某些具有抗氧化能力的微量营养成分吸收不足, 这些微量营养成分包括维生素 E、维生素 C 和 β -胡萝卜素等。此类营养成分和其他潜在的活性成分是否对一些食品有功能作用从而降低了 CVD 的危险, 是本部分讨论的重点。

一、心血管疾病的发病原因

(一) “饱和脂肪致病假说”所面临的问题

血液中胆固醇浓度的增高被认为是 CVD 危险的一个重要标志, 这种观点首先来自于对七个国家的居民进行的流行病学调查。这些调查发现饱和脂肪酸的消费量和由 CVD 导致的死亡率之间有显著的相关关系, 这一发现随后引申出了 CVD 病因的“饱和脂肪假说”, 即认为饱和脂肪酸消费水平高的人群, 血液中胆固醇浓度偏高, 而高血液胆固醇浓度与由 CVD 导致的死亡率具有显著相关性。遗憾的是, 该次对七国居民进行的调查是惟一申明饱和脂肪摄入量与 CVD 危险间有显著相关性的研究, 而该研究的方案设计可能由于对象选择偏见而存有缺陷。此外, 在通过饮食和药理学的方法来降低血液胆固醇含量的试验中, 几乎没有一例降低了 CVD 的发生或者总的死亡率。这说明该理论对 CVD 致病原因的解釋不能令人满意。

在“饱和脂肪假说”中, 也存在一些反常的现象。比如, 在法国的一些地区, 饱和脂肪酸摄入量高的人群, 其 CVD 的发生率反而比较低; 在英国, 上流社会人员摄入的脂肪量和胆固醇量是最高的, 但是 CVD 的发生率却是最低的; 尽管亚洲人一般吸烟较少, 血压和血浆胆固醇水平也较低, 但是亚裔移民 CVD 的发病率要高于白人; 在美

国, Providene Veterans 医院对 194 个死于动脉粥样硬化的病例进行了尸体解剖, 结果表明其中仅有 10% 案例的血清胆固醇含量增高, 而大部分案例并没有发现血清胆固醇增高、糖尿病或高血压的迹象。Roseman 等也列举出了一些其他的反常——与以前的认知, 即饱和脂肪的吸收与 CVD 发生有关相矛盾——的现象, 比如, 在对 10000 名以色列男性进行的长达 5 年的跟踪调查中发现, CVD 的发生与饮食中的脂肪、饱和脂肪酸或从饱和脂肪酸得到的热量百分数无关等。

这些矛盾对 CVD 病因的“饱和脂肪假说”的可靠性提出了更强烈的质疑。然而, 如果在对 CVD 的发病案例进行的考察中, 不是以胆固醇本身, 而是以氧化了的胆固醇来作为主要危险因素来进行的话, 那么一些反常现象将得到合理的解释, 这就是下面将要提出的“抗氧化剂作用假说”。

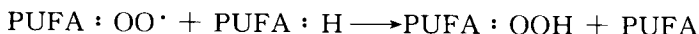
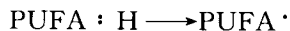
(二) CVD 的“抗氧化剂作用假说”

心血管疾病的“抗氧化剂假说”认为胆固醇在自由基调节下的氧化过程是动脉粥样硬化生成中最关键的步骤。这种假说最令人信服的地方在于它把传染病学家常用的鉴定危险因素的方法与生物化学家的机理学说结合起来, 这使得人们对影响 CVD 形成的细胞事件有一个更好的理解。

1. 自由基和胆固醇的氧化

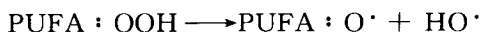
自由基是具有不成对电子的活泼分子, 它们具有破坏多种生物分子的潜能。一般认为, 自由基产生于正常的有氧新陈代谢过程, 它的产生能够对生物材料产生破坏。活性氧碎片在氧气逐步还原成水的过程中, 通过质子和铜、铁等过渡金属的二级反应而产生的。例如, 超氧阴离子可在许多氧化-还原系统(如那些涉及黄嘌呤氧化酶、乙醛氧化酶、与膜交联的 NADPH 氧化酶和细胞色素 P450 等的系统)中生成, 一般占线粒体吸收氧总量的 1%~4% 可能被用于超氧阴离子的生成, 而其中的 20% 可能被释放进入细胞而发生作用; 被激活的巨噬细胞和单核细胞也可以释放出大量的超氧阴离子。超氧阴离子这种自由基的反应活性不是很强, 所以在经金属催化反应而转变成更具反应活性的羟自由基($\text{HO}\cdot$)之前, 它可以在细胞内扩散相当长的距离。有潜在危害的自由基也普遍存在于污染物和卤化麻醉剂中。而吸烟者每呼出一口烟气, 在焦油中会形成大约 10^{14} 个自由基, 在气体中则含有大约 10^{15} 个自由基。与特定阶段相关联的有长久生命力的醌-半醌自由基通过多环碳氢化合物的氧化而生成。在含水介质中, 醌可还原氧气而生成超氧阴离子和双氧水并进一步催化双氧水转变成羟自由基。在吸烟过程中, 二氧化氮与乙醛、烯烃连续反应而生成以活性炭和氧为中心的羧基自由基($\text{ROO}\cdot$), 而且二氧化氮可与双氧水反应生成羟自由基; 被尼古丁激活的肺部巨噬细胞可能成为双氧水的供给者, 而双氧水在 Fenton 反应中被游离的铜或铁离子催化而转变成羟自由基。所以, 吸烟者作为北半球 CVD 高发人群, 承受着高浓度而长时间的自由基威胁。

因为聚不饱和脂肪酸(PUFA: H)分子结构中的亚甲基打断了双键结构, 特别容易受以自由基为介质的氧化反应的影响。脂过氧化的进程可以通过类似羟自由基的一个自由基开始, 伴随着一个 PUFA 的形成, 从 PUFA: H 中得到一个氢。接着就是通过双键的重排而形成一个共轭二烯烃, 它可以与氧结合而形成聚不饱和脂肪酸超氧阴离子(PUFA: $\text{OO}\cdot$), PUFA: $\text{OO}\cdot$ 依次与更多的 PUFA: H 反应生成一个过氧化聚不饱和脂肪酸(PUFA: OOH)和另一个 PUFA。自此, 该反应开始自我催化。



而在有铁或铜存在的情况下, PUFA: OOH 能经过双键的分裂和一个电子的减少

而形成更多的自由基，包括高反应活性的羟自由基。



低密度脂肪蛋白 (LDL) 是胆固醇中的一部分，在它的磷脂层中包含着高比例的 PUFA，因此它易受自由基调节过氧化反应的影响。LDL 的氧化损失了 PUFA，而提高了其他有害物质如 PUFA : OOH 和溶血卵磷脂等的含量。细胞培养实验表明这样的氧化过程改变了 LDL 的化学和物理性质，使得它更容易导致动脉粥样。这些氧化变化的结果包括以下几方面：①通过巨噬细胞的接受器受体确认和优先吸收变性的 LDL；②就其他单核细胞/巨噬细胞而言，趋药性的反应提高，导致巨噬细胞积累在特定的位置；③增强了血小板聚集的趋势；④增加了内皮细胞黏附分子的释放。因此，在动脉粥样硬化形成的进程中，PUFA : OOH 可能造成动脉壁上最初的损伤，此损伤部位将最终形成动脉粥样硬化。单核细胞所吸收的氧化了的 LDL 被吸引到这个损伤的部位，这促进了更多的单核细胞的趋药性吸引；在从单核细胞到巨噬细胞的转变过程中，氧化了的 LDL 限制了巨噬细胞的流动性，降低了其从动脉壁迁徙出的能力；氧化了的 LDL 吸收率的提高还可能会涉及到巨噬细胞向泡沫细胞的转变，这是噬菌斑的前体，而噬菌斑最终将堵塞动脉。因为巨噬细胞能够通过呼吸来氧化原有 LDL，自动催化反应可能导致粉瘤连续的增长，PUFA : OOH 浓度的提高也会促进血小板的聚集，并最终有助于血栓的形成。如果饱和脂肪酸的吸收率增高，则会增加 LDL 的量，为上述的反应提供了不断增加的底物。

LDL 在体内被氧化的机理还有待进一步澄清。氧化不太可能在血浆内发生，因为血浆内铁离子、铜离子是以铁蛋白、转铁蛋白和血浆铜蓝蛋白等的形式被束缚的，LDL 的修饰氧化被限制在血管内膜部分。虽然 LDL 能够通过脂氧化酶和磷脂酶 A₂ 而改变，但是氧自由基与铜的反应可能发挥着更加突出的作用。铜离子可以有效地促进 LDL 的体外氧化，这表明在动脉粥样硬化损伤处，从血浆铜蓝蛋白释放的铜可能会导致先生成的氢过氧化物的过氧化。这些氢过氧化物本身可能是在损伤处通过羟自由基的活动而形成的，而此羟自由基可能来自于巨噬细胞衍生的超氧阴离子和过氧化氢。LDL 在体内氧化的直接证据仍然非常少，但从主动脉损伤处提取的 LDL 确实与特殊的、专门氧化改变 LDL 的抗体反应。从尸体中分离的重度粥样硬化损伤区所获取的样品具有明显的助氧化性。

2. 抗氧化剂和胆固醇

通常情况下，人体复杂的抗氧化防御系统能够保护其细胞和胆固醇免受自由基的损害。抗氧化剂是指这样的一类物质，当其浓度比一种可氧化的底物浓度低时，也能显著地延缓或防止该氧化底物的氧化进程。人体必需的一些抗氧化剂是通过饮食获得的，这其中主要包括：

① 维生素 E 一种主要的脂溶性抗氧化剂，可以阻断多不饱和脂肪酸被自由基调节而发生脂过氧化反应的反应链；

② β-胡萝卜素和其他类胡萝卜素 类胡萝卜素是指由 C₅ 异戊二烯头尾相连，在中心部位是尾尾相连所组成的共轭多烯，这些类胡萝卜素有着相似的功能，特别在氧气分压较低的组织内；

③ 维生素 C 可以在细胞的水溶性的腔室内清除自由基，也促进维生素 E 的再生。

此外，谷胱甘肽过氧化酶、催化酶、超氧化物歧化酶等几种抗氧化酶可以使生物材料氧化过程中形成的有毒中间物被代谢掉，从而去除这些有毒物质对人体的毒害作用。这些酶通常需要微量营养辅助因子如硒、铁、铜、锌和锰等来体现它的催化活性。

Esterbauer 等的研究表明，在体外试验中，与 LDL 同时存在的抗氧化成分的浓度