

食品功能成分的 制备及其应用



SHIPIN GONGNENG CHENFEN DE ZHIBEI JIQI YINGYONG

主 编 张美莉
副主编 吴继红
赵 镭
吴 敬
高聚林



中国轻工业出版社

食品功能成分的制备及其应用

主 编 张美莉
副主编 吴继红
赵 镭
吴 敬
高聚林



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品功能成分的制备及其应用/张美莉主编. —北京:
中国轻工业出版社, 2007. 1

ISBN 7-5019-5610-3

I. 食... II. 张... III. 食品-生物活性-化学成分-制备 IV. TS218

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 105939 号

责任编辑: 涂润林 责任终审: 滕炎福 封面设计: 刘 鹏
版式设计: 马金路 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印 刷: 利森达印务有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 11.5

字 数: 298 千字

书 号: ISBN 7-5019-5610-3/TS · 3256 定价: 26.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119817 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

60252K1X101ZBW

前 言

人类社会已步入 21 世纪，随着时代的变迁，人们的生活方式发生了巨大的变化，饮食结构也正在随之而改变。快节奏的生活方式、膳食结构的不平衡导致糖尿病、高血脂、高血压、动脉粥样硬化等“富贵病”的人群在不断增高。因此，特别需要一些在人体正常生理条件下能有效防御现代社会“文明病”，不同年龄群在特殊生理状态下能延年益寿、健康成长，在特殊生活方式下能抗疲劳、增强免疫力等的功能性食品。功能食品是食品的一个种类，它既具有一般食品的共性，又具有调节机体功能的作用，但不以治疗为目的。功能食品之所以能发挥生理调节作用，是因为在功能性食品中存在着某些生理活性物质——功能性成分。功能成分系指能通过激活酶的活性或其他途径，调节人体机能的物质。功能成分的制备方法是生产功能食品的基础，也是关键，基于此我们编写了此书。目前关于功能因子的生理活性、功能食品生理特性及检测技术、功能性食品评价的图书比较多见，我们的着眼点在于食品功能成分的制备方法及其在食品加工中的应用，特别适合于从事功能食品教学、功能食品加工和研究的研究人员和有关保健食品生产企业技术人员参考。

全书共分九章，内容包括了活性多糖、活性肽、活性蛋白、活性脂类、自由基清除剂、功能性色素、功能性甜味剂及活性微量元素等主要功能因子的制备技术及在食品中的应用，重点介绍了某些功能成分的各种制备技术，特别是一些新技术应用于功能因子的制备。

尽管编写人员有着多年的教学和科研经验，编写过程中倾注

了大量的心血，但由于时间仓促，编者水平有限，书中难免有诸多不足之处，恳请读者批评指正，谨表谢意！

编者

2006 年 4 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 功能食品的概念、特征及分类	1
第二节 功能食品中的生理活性物质	3
第三节 功能食品的发展概况及发展趋势	6
第四节 功能成分的制备技术	11
第二章 活性多糖的制备及其应用	18
第一节 膳食纤维	19
第二节 真菌活性多糖和植物活性多糖	44
第三节 动物活性多糖	72
第三章 活性肽的制备及其应用	88
第一节 酪蛋白磷酸肽	88
第二节 高 F 值低聚肽	93
第三节 谷胱甘肽	98
第四节 降血压肽	109
第五节 大豆多肽	117
第四章 活性蛋白质的制备及其应用	131
第一节 免疫球蛋白	131
第二节 乳铁蛋白	138
第三节 金属硫蛋白	145
第四节 大豆蛋白质	151
第五章 活性脂的制备及其应用	174
第一节 多不饱和脂肪酸	174
第二节 单不饱和脂肪酸	180
第三节 磷脂	187

第六章 自由基清除剂的制备及其应用	196
第一节 自由基清除剂的种类及其作用机理	196
第二节 黄酮类化合物	199
第三节 茶多酚	208
第四节 超氧化物歧化酶	214
第五节 β -胡萝卜素	225
第六节 维生素 C	234
第七节 维生素 E	237
第七章 功能性色素的制备及其应用	245
第一节 番茄红素	245
第二节 玉米黄质	251
第三节 葡多酚	256
第四节 叶绿素	261
第八章 功能甜味剂的制备及其应用	269
第一节 功能性单糖	269
第二节 功能性低聚糖	280
第九章 必需微量元素的特性及其应用	321
第一节 硒	322
第二节 铬	334
第三节 锌	340
第四节 铁	348

第一章 绪 论

随着食品工业的迅速发展和人们消费水平的提高，食品消费观念不断发生变化，人们已越来越注意到饮食对自身健康水平的影响，消费趋势从具有色、香、味和形均佳的食品转向具有合理营养和保健功能的功能性食品，对食品的研究和开发提出了更高的要求，功能食品的概念也就在这一基础上发展起来了。

第一节 功能食品的概念、特征及分类

一、功能食品的概念及特征

（一）功能食品的概念

功能食品（functional food）是指具有特定营养保健功能的食品，即适宜于特定人群食用，具有调节机体功能，不以治疗疾病为目的的食品。功能食品在我国也称保健食品（health food）。

目前世界各国对功能食品的定义略有不同，但基本看法是一致的：功能食品是不同于一般食品又区别于药品的一类特殊食品；功能食品具备一般食品的共性，又具有独特的效应，即具有所谓平衡和调节生理节律、保健祛病、增强体质的功能。20世纪80年代末，日本对功能食品的定义是：“食品成分中具有对身体的防御、节律的调节、疾病的防止和康复等身体状态的调节功能，为了充分体现这些功能而设计、加工的食品。”

（二）功能食品的基本特征

我国《保健食品管理办法》中明确规定了功能食品的基本特征和要求。

1. 功能食品必须是食品，具备食品的法定特征

食品的法定特征包括：①供人食用或者饮用的成品或原料（含药食两用物品、不含以治疗为目的的物品）；②食品应当无毒无害；③符合应有的营养要求；④具有相应的色、香、味等感官性状。

2. 功能食品必须具有特有的营养保健功效

这是功能食品与一般食品的根本区别。它至少应具有一种调节人体机能的作用。其功能必须经动物或人群功能试验，证明其功能明确、可靠。功能不明确、不稳定者不能作为功能食品。

3. 功能食品必须有明确的适用人群对象

功能食品由于具有调节人体的某一个或几个功能的作用，因而只有相应功能失调的人群食用才有保健作用。如低脂高钙食品适宜于老人，不适宜于儿童；减肥食品只适宜于肥胖人群，不适宜过于消瘦的人群等。

4. 功能食品必须与药品相区别

功能食品不以治疗为目的，不能取代药物对病人的治疗作用，不追求短期临床疗效，无需医师的处方，对食用人群无剂量的限制，对适用对象在作为食品的正常食用量下，保证食用安全等。

5. 功能食品配方组成和用量必须具有科学依据

功效成分是功能食品功能作用的物质基础，一种功能可能由多种功效成分产生，不同的功效成分产生同一个功能的机理可能不同，在人体内的代谢也往往不同，对人体其他功能的影响也可能不一样。因此，只有明确了功效成分，才有可能根据不同人身体情况选用适合自己的功能食品。对于新一代功能食品，不仅要求功效成分明确，而且要求功效成分含量明确，这样才能更科学地食用和保健。

6. 功能食品必须具有法规依据

功能食品有一个严格的界定，它必须有特定质量指标与检测

方法，由卫生部指定的专门单位进行功能性评价及检验。同时，在我国还必须经过一套严格的申报手续和审批过程。

二、功能食品的分类

国际上对功能食品尚没有统一的分类标准，可以根据不同消费对象进行分类，也可根据不同的保健功能进行分类，还可根据产品的形式如片剂、粉剂、胶囊或口服液等进行分类。

（一）根据消费对象进行分类

（1）用于普通人群的功能食品；

（2）用于特殊生理需要的人群（婴幼儿、青少年、孕妇、哺乳期妇女、老年人等）的功能食品；

（3）用于特殊工种人群（井下、高温、低温、运动员等）的功能食品；

（4）用于特殊疾病人群（心血管病、糖尿病、肿瘤、胃肠疾病等）的功能食品；

（5）用于特殊生活方式的人群（休闲、旅游、体育、登山、宇航、娱乐等）的功能食品。

（二）根据保健功能特点进行分类

主要包括免疫调节、延缓衰老、改善记忆、促进生长发育、抗疲劳、减肥、耐缺氧、抗辐射、抗突变、抑制肿瘤、调节血脂、改善性功能、调节血糖、改善胃肠功能、解毒、改善睡眠、美容、改善营养性贫血、改善视力、促进泌乳、调节血压、改善骨质疏松等功能食品。

第二节 功能食品中的生理活性物质

一、生理活性物质的分类

功能食品之所以能发挥生理调节功能，是因为在功能性食品

中存在着某些生理活性物质，这些生理活性物质目前已确定的主要有以下 10 类。

1. 活性多糖

活性多糖包括植物活性多糖（膳食纤维、枸杞多糖、银杏多糖、魔芋葡甘露聚糖等）、真菌活性多糖（香菇多糖、金针菇多糖、灵芝多糖、云芝多糖、银耳多糖、黑木耳多糖、冬虫夏草多糖等）、微生物活性多糖、动物酸性黏多糖等。

2. 功能性甜味剂

功能性甜味剂类包括功能性果糖、多元糖醇、功能性低聚糖（水苏糖、棉子糖、帕拉金糖、乳酮糖、低聚果糖、低聚木糖、低聚异麦芽糖、壳聚糖等）和低能量非营养性甜味剂（甜味素、环己基氨基磺酸钠、糖精钠等）。

3. 活性脂

活性脂类主要包括多不饱和脂肪酸、磷脂和胆碱等。多不饱和脂肪酸主要有 EPA（二十碳五烯酸）、DHA（二十二碳六烯酸）、亚油酸、 α -亚麻酸、 γ -亚麻酸、花生四烯酸等。

4. 活性肽

活性肽主要包括酪蛋白磷肽、活性多肽、活性短肽、高 F 值低聚肽等。

5. 活性蛋白质

活性蛋白质类主要包括免疫球蛋白（IgG、IgA、IgE、IgD、IgM）、铁蛋白（Lf）、溶菌酶（Lz）、过氧化物酶（Lp）和抑制胆固醇蛋白质（大豆 7S 和 11S 蛋白质）等。

6. 功能性矿物质及微量元素

功能性矿物质及微量元素包括钙、铁、锌、硒、锗、铬等。

7. 自由基清除剂

自由基清除剂类包括酶类清除剂（超氧化物歧化酶、过氧化氢酶、谷胱甘肽过氧化物酶等）和非酶类清除剂（维生素 E、维生素 C、 β -胡萝卜素、黄酮类化合物、多酚类化合物等）。

8. 功能性色素

功能性色素类包括番茄红素、 β -胡萝卜素、玉米黄质、葡萄多酚和姜黄素等。

9. 活性菌

活性菌类包括乳酸杆菌、双歧杆菌等。

10. 其他活性物质

其他活性物质类包括大蒜素、植物甾醇等。

二、生理活性物质的作用

生理活性物质的主要活性作用概括如表 1-1 所示。

表 1-1 生理活性物质的主要营养保健作用

类别	生理活性物质	主要营养保健作用
活性多糖	植物多糖	抗衰老、抗辐射、调节免疫功能、降血糖、降血脂、促进胃肠蠕动、防止便秘等
	真菌多糖	调节免疫功能、抗肿瘤、抗凝血、抗衰老等
	动物酸性黏多糖	调节体内阳离子浓度、防细菌感染、抗病毒、抗凝血、降血压、增加血管弹性等
活性肽	酪蛋白磷肽	促进钙的吸收和利用
	降血压肽	降低高血压病人血压、减肥等
	谷胱甘肽	抗氧化、调节免疫功能等
	易消化吸收肽	促进消化吸收
活性蛋白质	免疫球蛋白	增强免疫作用
活性脂	ω -3 脂肪酸	防止动脉粥样硬化、调节免疫功能、促进大脑发育、改善记忆等
	γ -亚麻酸	降低血脂、防止动脉硬化、抗炎作用、增强胰岛素作用
	磷脂、胆碱	参与构成生物膜、促进脂肪代谢、降低血胆固醇、防止动脉粥样硬化、促进神经传导、提高大脑活力等

续表

类别	生理活性物质	主要营养保健作用
自由基清除剂	非酶类清除剂	抗氧化、防止过氧化物质的产生、活血化瘀、扩张血管、增加冠脉和脑血流量、降低血胆固醇、抗衰老、抗肿瘤、降血糖等
	酶类清除剂	促进过氧化物质的转化、清除脂类过氧化自由基等
功能性甜味剂	功能性果糖、糖醇	在体内吸收慢，一旦吸收在体内代谢快，不会引起血糖水平波动，适合作为糖尿病病人用甜味剂
	功能性低聚糖	不提供能量或能量很低，活化肠内双歧杆菌，不会引起牙齿龋变
	低能量非营养性甜味剂	非糖物质，不会引起龋齿；能量低，适合作为糖尿病、肥胖、心血管病病人用甜味剂
活性菌	乳酸杆菌	调节肠道功能、促进消化吸收、防止便秘、降血脂、防动脉粥样硬化、抑菌、抗肿瘤等
	双歧杆菌	
其他	葡萄色素	抑菌、抗氧化、降血脂、抗肿瘤等
	大蒜素	抗感染、降血糖、降血脂、预防肿瘤等

第三节 功能食品的发展概况及发展趋势

一、国内外功能食品发展概况

功能食品是社会经济发展、科技进步、人们生活水平提高到一个新的历史阶段的必然产物，因而其发展水平与各国和地区经济技术发展水平相一致。

综观各国功能食品的发展历程，大多经历了三个阶段，即初级起步阶段、迅速发展阶段和规范提高阶段。随着科学技术的进

步，功能食品的科学性、功能性不断提高，产品不断更新换代，形成了三代功能食品。

(1) 第一代功能食品 第一代功能食品为初级功能食品，仅根据食品中的营养素成分或强化的营养素来推知该类食品的功能，未经严格的实验证明或严格的科学论证。这代功能食品大多建立在经验基础上或传统的养生学理论之上。这代功能食品包括各类强化食品及滋补食品。

(2) 第二代功能食品 第二代功能食品指经过动物和人体实验证明其具有某种生理调节功能的食品。第二代功能食品比第一代功能食品有了较大的进步，其特定的功能有了科学的实验基础。为了保证其功能的稳定、可靠，其生产工艺要求更科学、更合理，以避免其功效成分在加工过程中被破坏或转化。

(3) 第三代功能食品 在第二代功能食品的基础上，还需要确知具有该项功能的功能因子（或有效成分）的化学结构及其含量。第三代功能食品应具有明确的功效成分，含量应可以测定，作用机理清楚，研究资料充实，临床效果肯定等特点。

(一) 国外功能食品的发展状况

德国早在第一次世界大战后，开始发展保健食品，1927 年成立了饮食改善协会，又于 1944 年创立了世界第一家饮食改善学校，专门培养食品改善和营养方面的人才，该校的毕业生广泛分布于食品工厂、食品商店、医院、社区等有关部门，对促进德国的保健食品发展起了积极作用。德国的保健食品由专业生产厂家和传统食品生产厂家生产，目前保健食品生产厂家近千家，其中 Eden 公司和 Schoenen - berger 公司为知名大型专业生产企业，其产品达 2500 余种，产品市场占有率超过 10%。在保健食品消费阶层上，主要是城市居民和较高收入者，其中 10% 的人定期消费保健食品。在德国各类保健食品中，自然食品（谷物类食品、面包、果汁、动植物油脂）占 50%，低热量、低盐、低糖食品占 20%，维生素食品与保健茶（如菊花茶、茴香茶等）占

20%，其他占10%。

美国是世界上功能食品工业发展较早的国家之一，其历史可追溯到20世纪20年代初期。1936年，美国就成立了全国健康食品协会，开始了健康食品的起步阶段。但是，美国健康食品的真正快速发展，还是近30年的事。随着国民收入的增加，消费水平日益提高，在健康方面的投资普遍加大。据资料统计，美国1970年保健食品的总销售额仅为1.7亿美元，1980年为17.7亿美元，1983年达34亿美元，14年间提高了20倍。到了20世纪90年代后期，销售额已突破700亿美元，10多年又增加了20倍。由于健康食品销售额的增加，许多食品企业开始转向生产保健食品，目前生产企业总数已超过600余家，大型批发企业180多家，经营品种15000种以上。

日本的功能食品起步虽然较晚，其历史不过20余年，但发展速度很快，大有后来居上之势。1987年日本文部省和农林水产省第一次在政府有关文件中使用了“功能食品”这一名词，这类食品从此开始逐渐被政府认可，并得到重视。同年政府有关部门又先后成立了一些机构，加强了政府对这类食品的管理和指导。从此，功能食品在日本得到迅速发展，形成了日本食品工业中一个独特高速成长的领域，仅1987年功能食品销售总额就达5000亿日元，仅次于美国，是德国的两倍以上，1991年其销售总额达到10000亿日元。日本现有功能食品生产企业3000~4000家，产品有3000余种，主要产品有蜂王浆、小球藻、大麦胚芽油、维生素C和维生素E制品、植物蛋白、豆乳、鱼油、钙类食品、乌龙茶等。销售渠道采用专营店、超市、药店等多种形式。

（二）我国功能食品的发展状况

我国的功能食品源远流长，有着几千年的悠久历史。我国自古就有“药食同源”、“药补不如食补”之说，功能食品可能起源于我国的“药食同源”学说和养生学理论的“食养、食疗、食补”学说。但是，当时的功能食品偏重于实践经验，缺少功能

机制的研究。我国现代功能食品的发展始于 20 世纪 80 年代初, 1984 年中国保健品协会成立后, 功能食品的生产和销售以前所未有的速度飞速发展。到 1991 年, 我国功能食品生产企业近千家, 产品不下 2000 种, 年产值 25 亿人民币, 到了 1994 年, 有关企业已超过 3000 家, 产品 3000 余种, 年产值达 300 亿人民币, 大约占食品生产总值的 10%。1996 年 3 月, 卫生部发布了《保健食品管理办法》, 其中规定了我国保健食品的定义, 并对保健食品的研制、生产、审批、销售和广告宣传做出了明确规定。此后, 卫生部和国家技术监督局一系列有关功能性食品的法规性文件先后发布并实施, 政府有关部门对功能食品的生产 and 经营依法进行了整顿, 使我国功能食品的发展走上了法制化轨道。目前, 我国功能食品已经进入新的发展阶段, 并且已经在人们的膳食结构和健康中发挥着越来越重要的作用。

二、我国功能食品发展中存在的问题及发展趋势

(一) 我国功能食品发展中存在的问题

1. 产品科技含量不高

从目前我国功能食品的水平来看, 多数尚属第二代产品, 功能雷同较多, 大多数集中在免疫调节、抗疲劳和调节血脂等方面, 普及型产品多, 专用型产品少。产生以上情况的原因主要在于部分企业急功近利的短期行为严重, 宁愿投入巨额资金进行广告宣传, 不愿投入资金对产品进行研制, 特别是食用效果追踪的研究。

2. 获得批准的功能食品多, 投入市场的产品少

一方面由于我国功能食品的研究, 目前大多数尚停留在实验室试验阶段, 在科技成果转化过程中存在着较大差距。另一方面我国目前功能食品生产企业规模化水平不高, 大多数企业属于中小企业, 据调查, 投资百万元以下企业占 41.39%, 10 万元以下者占 12.5%。这些企业由于投资不足, 设备简陋, 工艺

落后，造成功能食品工业化批量生产较少，上市率低下。

3. 对功能食品的管理和监督不严

目前市场上不可避免地出现了一些鱼目混珠、真伪难辨的产品，如保健食品与药品、补药混淆不清，在食品中随便加药；夸大不实的宣传、虚假广告的误导；样品与批量产品成分不同，有效成分减少等。这与我国功能食品管理中评审、审批管理与日常监督管理结合不够有关。此外，地方保护主义也是造成功能食品上马失控的原因之一。

4. 国民对功能食品的认识尚存在偏差

国民对功能食品的认识存在两个极端，一方面，部分消费者缺乏营养与食品保健知识，不能科学地选择功能食品，盲目追求时髦，“保健跟着广告走”，听信不实事求是的广告宣传。另一方面，由于少数伪劣假冒产品混入市场，加之一些虚假广告充斥于各种媒体，使部分消费者对功能食品产生怀疑，以至于对其一概拒绝。

（二）我国功能食品的发展趋势

我国拥有中医药的巨大宝库和几千年的饮食养生的保健文化，食疗、药膳、药食同源理论和经验，利用药食同源的理论及以中医中药理论所形成的独特的养生保健配方，开发各种传统功能食品和自然资源产品以及生命科学研究成果提供的新资源，走一条具有中国特色的发展之路，具有广阔前景。随着我国国民经济的发展和人民生活水平的普遍提高及现代“文明病”在大中城市的日益普遍，各类人群对健康的迫切追求，加之我国食品生产技术的提高，生产规模的扩大，管理监督体系法制化、科学化和规范化，我国不仅是功能食品最大的研究开发市场，而且也是最大的消费市场，对世界功能食品的发展必将作出巨大贡献。