

● 吴谋成 编著

功能食品

研究与应用



化学工业出版社

功能食品研究与应用

吴谋成 编著

化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

功能食品研究与应用/吴谋成编著. —北京: 化学工业出版社, 2003. 10
ISBN 7-5025-4847-5

I. 功… II. 吴… III. 疗效食品-食品加工-研究
IV. TS 218

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 090876 号

功能食品研究与应用

吴谋成 编著

责任编辑: 王蔚霞

文字编辑: 周 侗

责任校对: 陈 静

封面设计: 于 兵

*

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)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

中国纺织出版社印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 366 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4847-5/TS·123

定 价: 30.00 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

前 言

被人们称为“21 世纪的食品”的第三代功能食品（保健食品）有别于第一代、第二代功能食品，它是食品营养与功能研究的热门课题，是当今的研究前沿与方向。

功能食品的功能在于其活性成分对人体生理节律的调节。功能食品的研究与生理学、生物化学、营养学及中医药等多种学科的基本理论相关。因此功能食品的应用基础研究是多学科的交叉。应用多学科的知识，采用现代科学仪器和实验手段，以体内试验和体外试验相结合，从分子、细胞、器官等分子生物学水平上研究功能因子的作用机理，探索功能成分的量效和构效的关系，准确评价功能食品的功效，研究功能活性因子的稳定性和在功能食品中有效态势的保持，从而开发出一系列为国内外所公认的具有知识产权的创新性功能食品产品，对推动中国功能食品的升级换代具有重要意义。

编写此书的目的在于抛砖引玉。一是在食品资源与功能的应用基础研究中，如何应用现代的创新科学技术、多学科交叉知识，探讨更好、更有效的研究技术和方法。二是在应用基础研究的基础上，如何开发出真正属于第三代的功能食品。

本书是作者及华中农业大学食品科学技术学院食品资源与功能研究室在长期从事功能食品多项课题的研究、总结经验和收集大量资料的基础上，进行总结编写而成的。本书参考了作者多年来的讲稿以及杨娟、曾晓波、李小定、王忠民、吴时敏、薛照辉、阮征、倪学文、周泉城等博士的博士论文。此外，感谢邓泽元博士撰写了第七章～第十五章的各类功能食品，作者只做了有关的增删。

在功能食品的应用基础研究中，得到了科技部、湖北省科技厅长期的科研资助。在此谨向他们致以最衷心的感谢！

由于知识和水平及时间所限，本书存在疏漏及不妥之处，敬请读者批评指正。

吴谋成

2003年7月于狮子山

内 容 提 要

被人们称为“21 世纪的食品”的第三代功能食品（保健食品），是食品营养与功能研究的热门课题，是当今的研究前沿与方向。本书着重阐述了第三代功能食品的研究方法和应用，共十五章，分两篇。上篇对第三代功能食品的概念、发展方向、各类功能活性成分及其性质与结构的研究方法、功能评价、提取、分离纯化、制备进行了详细的阐述；下篇对各生理阶段人群的营养及常见病，各类功能食品进行了介绍。本书内容具科学性和实用性，对进一步开发功能食品提供基本方向和手段。

本书可供食品、营养、医药、卫生、生化等领域的科研人员、生产管理人员参考，也可供大专院校相关专业师生参考。

目 录

上篇 功能食品的研究

第一章 功能食品	1
第一节 食品的分类与功能食品的概念	1
一、世界各国对特殊用途食品的概念与分类	1
二、功能（健康）食品的内涵	5
第二节 活性成分与活性物质	6
一、活性成分	6
二、活性物质	6
三、各类活性物质的应用范围	7
第三节 功能食品的发展历史和发展方向	8
一、功能食品的发展历史	8
二、功能食品研究与发展方向	10
第二章 各类功能活性成分	12
第一节 膳食纤维	13
一、膳食纤维的化学组成与结构	14
二、物化特性	16
三、生理功能	17
四、膳食纤维的来源、主要品种及制备	18
五、膳食纤维的摄入量	20
六、膳食纤维在食品中的应用	21
第二节 功能性低聚糖	21
一、功能性低聚糖的主要生理功能	21
二、几种主要的功能性低聚糖	22
第三节 活性多糖	27
一、概述	27
二、枸杞多糖	43

三、香菇多糖	46
四、灰树花多糖	56
五、葡萄多糖	67
六、红景天多糖	68
第四节 活性多肽与活性蛋白质	70
一、降血压肽	72
二、大豆多肽	76
三、谷胱甘肽	80
四、菜籽多肽	81
五、免疫球蛋白	84
六、其他植物多肽	85
第五节 功能性植物多酚	85
一、植物多酚的分类和化学结构特征	87
二、植物单宁的提取、分离纯化和制备	89
三、植物多酚的组成与结构表征	91
四、植物单宁的生理药理活性的化学和生物学基础	93
五、植物单宁的生理和药理活性	94
第六节 功能性维生素	98
一、维生素 A	98
二、维生素 A 原	100
三、维生素 E	102
四、维生素 C	104
五、维生素 B ₁	106
六、维生素 B ₂	107
七、维生素 B ₆	107
八、维生素 B ₁₂	108
第七节 油脂中的功能性成分	109
一、功能性脂肪酸	109
二、植物甾醇	114
三、磷脂	117
四、二十八烷醇	120
五、角鲨烯	121
第三章 功能活性成分的性质及结构的研究方法	123

第一节 活性成分的物化性质	123
一、相对分子质量的测定	123
二、组成特征的研究	126
第二节 活性成分的结构鉴定	130
一、结构的一般概念	130
二、一、二、三级结构的研究内容	130
三、功能活性成分结构的一些研究方法	131
第三节 香菇蛋白多糖 Le-3 的一级结构分析	133
一、香菇蛋白多糖 Le-3 的组成	133
二、香菇蛋白多糖 Le-3 结构中糖、肽链的连接方式	134
第四章 功能活性成分的功能评价	139
第一节 功能评价常用的统计方法	139
一、数据处理的基本概念和参数	139
二、 t 显著性检验法	141
第二节 功能食品中活性成分的功能研究方法与评价	145
一、评价功能食品功效的基本要求	145
二、生物活性评价的基本原则和结果判定	146
三、生物活性评价的研究方法	147
第三节 功能食品中活性成分的功能研究方法与评价实例	155
一、灰树花多糖的抗肿瘤功能及机理研究	155
二、菜籽肽的抗氧化活性研究	170
第五章 功能活性成分的提取、分离纯化与制备	182
第一节 功能活性成分的提取技术	182
一、功能活性成分的提取技术	183
二、功能活性成分提取技术的研究方法	185
三、液液分离及固液分离	186
第二节 分离纯化技术和方法	187
一、初步分离纯化	187
二、高度分离纯化	196
第三节 功能活性成分的制备	198
一、蒸发浓缩干燥	198
二、升华浓缩干燥	198
三、辐射浓缩干燥	199

第四节 产品纯度检查	199
一、树脂柱检查纯度	200
二、高效液相色谱检查纯度	200
三、其他方法检查纯度	200
第五节 功能活性成分的提取、分离纯化与制备实例	200
一、食用菌灰树花功能活性多糖的提取、分离纯化与纯度鉴定	200
二、菜籽多肽的提取、分离纯化与纯度鉴定	202

下篇 功能食品的应用

第六章 各生理阶段人群的营养及常见病	210
第一节 婴幼儿和儿童的营养及常见病	210
一、婴幼儿的生理特点	210
二、婴幼儿的营养特点	212
三、婴幼儿和儿童的常见病	216
第二节 老年人的营养与常见病	219
一、老年人的生理变化	219
二、老年人的营养特点	221
三、老年人的常见病	222
第七章 益智功能食品	233
第一节 学习与记忆的基本概念	233
一、学习与记忆的定义	233
二、巴甫洛夫条件反射学说	234
三、学习和记忆的分类	235
四、记忆障碍	239
五、学习和记忆过程的调制	240
六、一些营养素对学习记忆的影响及其对记忆障碍的治疗	244
第二节 益智功能食品	248
一、大豆磷脂	248
二、二十二碳六烯酸	252
第八章 增强免疫的功能食品	253
第一节 免疫的基本概念	253
一、抗原	253
二、抗体	255

三、补体	259
四、免疫系统	260
第二节 免疫应答	263
一、两类吞噬细胞的作用——非特异性免疫	264
二、淋巴细胞的特异性免疫功能	266
第三节 衰老的免疫学说	269
一、胸腺的退化与免疫衰老	269
二、衰老过程中的细胞免疫	270
三、衰老过程中的体液免疫	271
四、衰老对巨噬细胞功能的影响	271
第四节 与免疫有关的营养素	272
一、蛋白质与免疫功能	272
二、维生素与免疫功能	272
三、微量元素与免疫	276
第五节 增强免疫保健功能食品	278
一、蛋黄免疫球蛋白	278
二、花粉(蜂花粉)	280
第九章 提高运动能力的功能食品	284
第一节 运动时能量供应及其调节	284
一、影响肌肉中能源物质动用的因素	284
二、运动时的能量供应	285
第二节 运动性疲劳及其机理	288
一、运动性疲劳的定义	288
二、中枢疲劳及其机理	289
三、神经-肌肉接点疲劳及其机理	289
四、肌肉疲劳及其机理	289
第三节 评价疲劳和运动能力的一些常用指标	292
第四节 营养素和运动能力	293
一、糖与运动能力	293
二、脂肪与运动能力	295
三、蛋白质和运动能力	296
四、维生素	296
五、无机盐	297

第十章 延缓衰老的功能食品	299
第一节 衰老的机理	299
一、自由基学说	299
二、代谢失调学说	303
三、脑中心学说	303
第二节 影响衰老的因素	306
一、内在因素	306
二、外在因素	306
第三节 评价延缓衰老功能食品的常用指标	307
一、脑、肝 MAO-B 活性	307
二、过氧化脂质和脂褐素	307
三、超氧化歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶	308
四、羟脯氨酸	308
五、动物生存试验	308
第十一章 调节血糖功能食品	310
第一节 胰岛素与糖尿病	310
一、胰腺	310
二、胰岛素	313
三、糖尿病	317
第二节 营养与糖尿病	322
一、碳水化合物、脂肪、蛋白质与糖尿病	322
二、矿物质、维生素与糖尿病	323
第三节 降糖功能食品	324
一、甘露糖醇	324
二、蜂胶	324
第十二章 降血脂功能食品	328
第一节 高血脂与冠心病	328
第二节 血浆脂蛋白的分类、组成及其功能	329
一、血浆脂蛋白的分类	329
二、血浆脂蛋白组成	330
三、血浆脂蛋白的代谢、功能和性状	332
第三节 调节血脂功能食品	334
一、功能性油脂	334

二、含皂苷、多酚、黄酮类等活性成分的功能性食品	335
三、肽类降脂功能食品	335
第十三章 减肥功能食品	336
第一节 肥胖症的概念、病因及危害	337
一、肥胖症的概念与分类	337
二、肥胖症的病因	338
三、肥胖症的危害	339
第二节 肥胖症与代谢异常及功能障碍	340
一、能量代谢	340
二、脂肪代谢	341
三、氨基酸代谢	343
四、糖代谢异常	344
五、内分泌变化	346
第三节 减肥食品的研究与开发方向	347
第十四章 改善贫血功能食品	350
第一节 贫血的原因与类型	351
一、贫血的原因	351
二、贫血的类型	351
第二节 缺铁性贫血	353
一、铁缺乏症的三个阶段	353
二、缺铁性贫血的病因	354
三、缺铁性贫血的预防与治疗	356
第三节 失血性贫血	356
一、急性失血性贫血	356
二、慢性失血性贫血	357
第十五章 改善胃肠道功能的功能食品	358
第一节 改善胃肠道菌群的功能食品	358
一、正常的肠道菌群	358
二、胃肠道菌群失调及其影响因素	360
三、胃肠道菌群的功能	361
四、微生态制剂及其生理功能	362
五、改善胃肠道菌群的功能性食品的评价指标	363
六、主要的益生菌保健功能食品	368

第二节 润肠通便功能食品	371
一、排便与便秘	371
二、润肠通便的功能食品	372
附录一 保健食品管理办法	374
附录二 保健食品评审技术规程	379
附录三 食品安全性毒理学评价程序	385
附录四 保健食品通用卫生要求	392
附录五 保健食品标识规定	394
附录六 中华人民共和国食品卫生法	401
参考文献	410

上篇

功能食品的研究

第一章

功能食品

第一节 食品的分类与功能食品的概念

功能食品 (functional food) 一词, 是目前有关食品词汇中最常见的词汇之一, 受到国内外广泛重视。它对调整中国食品工业和产业结构, 开发新型产品, 促进人民身体健康, 增强人民体质, 均有着重要的意义。

为了说明功能食品的概念, 它与普通食品和目前各国流行的健康食品、功能食品、营养食品、改善食品等有哪些区别, 先阐述一下各国对各食品类别的看法。

各国对普通食品的概念都是相同的, 它有两个功能, 第一功能是营养功能, 即提供人体所需要的基础营养素, 以满足人体生存的需要。第二功能是感官功能, 即满足人们对色、香、味、形嗜好的要求, 增强人们对食品的食欲。除此之外, 还有一大类具有特殊用途的食品, 即具有第三功能的食品, 世界各国对此类具有特殊用途的食品有不同的分类。

一、世界各国对特殊用途食品的概念与分类

1. 日本对特殊用途食品的概念与分类

日本最初把商业销售的特殊用途食品分成五类。

- ① 自然食品（天然食品）。如蜂蜜、薏米等。
- ② 治疗食品。如低热量食品、钙调整食品。
- ③ 健康食品。如营养补充食品、增进健康食品。
- ④ 健美食品。控制体重、具健美效果食品。
- ⑤ 纯净食品。指无任何添加剂食品。

这些有特殊用途的食品亦称为健康食品。后来，又出现了“功能食品”这一名词。它最早出现在 1963 年日本厚生省的文件中。定义为“功能食品是具有与生物防御、生物节律调整、防止疾病、恢复健康等有关功能因子，经设计加工，对生物体有明显调整功能的食品”。其特点如下。

- ① 由通常食品所使用的材料或成分加工而成。
- ② 以通常形态和方法摄取。
- ③ 标有生物调整功能的标签。

1989 年 4 月，日本厚生省对功能食品做了进一步说明，“其成分对人体能充分显示身体防御功能，调节生理节律以及预防疾病和促进康复等有关调节功能的工程化食品”。

1991 年日本厚生省生活卫生局食品保健处发布的“卫新第 72 号”文件将普通食品以外的食品统称为“特殊营养食品”。特殊营养食品分为两类，一类为强化食品，另一类为特别用途食品。特别用途食品又分为四类，一为病人用食品，二为孕妇、产妇、乳母用奶粉，三为乳儿用配方奶粉，四为特定保健用食品（food for specified health use, FOSHU）。并将特定保健用食品定义为：“凡附有特殊标志说明属于特殊用途的食品，在饮食生活中摄取本品，可望达到某种特定保健目的食品”。

据日本千叶英雄教授的意见，功能食品必须具备如下 6 项条件。

- ① 制作目标明确。
- ② 含有已被阐明化学结构的功能因子（或称有效成分）。
- ③ 功能因子在食品中稳定存在，并有特定存在的形态和

含量。

- ④ 经口服摄取有效。
- ⑤ 安全性高。
- ⑥ 作为食品为消费者所接受。

2. 欧美各国对特殊用途食品的概念与分类

欧美各国对具有第三功能的食品称之为健康食品或营养食品，如德国将这类食品称之为改善食品。它们的分类同样存在着交叉。

在美国，1994年，美国国会通过了《膳食补充剂健康与教育法》（Dietary Supplement Health and Education Act, DSHEA），对膳食补充剂的规定是一种旨在补充膳食的产品（而非烟草），它可能含有一种或多种如下膳食成分：维生素、矿物质、氨基酸、草本（草药）或其他植物或以上成分的一种浓缩品、代谢物、组成物、提取物或混合物等。它用以增加每日总摄入量来补充膳食的食物成分。膳食补充剂可以制成任何形式，如胶囊、软凝胶、粉状物、浓缩物或提取物，但必须标明是膳食补充品而不是食品添加剂、常用食品或餐饮品。

1995年，美国食品工艺学家协会在芝加哥召开了以保健品作为主要议题的新型食品 and 食品工业发展方向研讨会，仍未能确定功能食品明确的、权威的定义。此类功能食品的名称有以下几种。

设计食品（designer foods）。经过设计加工，具有某种生理功能，能预防和治疗某种疾病的食品，如低脂食品和强化食品等。

功能食品（functional foods）、药物食品（pharmafoods）、营养药物食品（nutraceuticals）、医用食品（medical foods）等。此类食品是指任何提供医疗或健康为目的的食品，包括预防和治疗疾病的食品。

3. 其他国家特殊用途食品的概念与分类

加拿大营养科学局（CBN）将功能食品定义为：功能食品是日常膳食的一部分，外观与传统食品相似，除基本营养功能外，还具有生理学益处或减少慢性疾病危险的食品。

澳大利亚与新西兰当局（ANIFA）对功能食品描述为：外观