



教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材

功能食品学

刘静波 林松毅 主编

夏文水 主审



化学工业出版社

教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材

功能食品学

刘静波 林松毅 主编
夏文水 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

内 容 提 要

从当前国内外发展状况看,功能食品研发焦点围绕在功能性食品评价、有效成分检测和鉴别、功能因子高效分离与制备及其生物活性稳态化等。本教材特色是集中在功能性食品评价技术的研究、功能性食品有效成分检测和鉴别技术的研究、食品功能因子高效分离与制备关键技术的研究、功能因子生物活性稳态化技术等国内外最新的研究成果。全书详细论述了功效成分基本理论、功能活性成分高效分离与制备技术、功能性成分生物活性的稳态化技术、功能性食品评价技术、功能性有效成分检测和鉴别、典型功能性食品的生产技术等内容。

本书被教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐为特色教材,可供高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、生物工程、生物技术、营养、医疗、生化及其相关专业的本科生、研究生参考教材,同样也适用于从事功能食品研究、开发、教学、生产及销售工作人员工作所需。

图书在版编目 (CIP) 数据

功能食品学/刘静波,林松毅主编. —北京:化学工业出版社,2008.2

教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材

ISBN 978-7-122-01988-2

I. 功… II. ①刘…②林… III. 疗效食品-食品化学-高等学校-教材 IV. TS201.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 010060 号

责任编辑:赵玉清

文字编辑:尤彩霞

责任校对:周梦华

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张13½ 字数343千字 2008年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

《功能食品学》编写人员名单

主 编：刘静波 林松毅

副主编：郭顺堂 赵谋明 王昌禄 迟玉杰 张丽萍 刘玉明

参加编写人员（按汉语拼音排序）：

车振明	西华大学
迟玉杰	东北农业大学
冯颖	沈阳农业大学
郭顺堂	中国农业大学
林松毅	吉林大学
刘静波	吉林大学
刘玉明	中国海洋大学
邱芳萍	长春工业大学
王昌禄	天津科技大学
张东杰	黑龙江八一农垦大学
张丽萍	黑龙江八一农垦大学
赵谋明	华南理工大学

主 审：夏文水

江南大学

前 言

功能食品研发已经成为国际食品科技界的前沿和热点问题之一。随着社会的进步、经济的发展和人民生活水平的不断提高,人们对食品的追求已不再局限于解决温饱、享受美食、满足口腹之欲。尤其是对于因社会、生存环境、职业等因素造成的亚健康状态人群,一些慢性病患者,处于生长发育期的儿童,全身器官系统功能逐渐低下的老年人群,越来越希望通过膳食获得某些特殊功效。人们期望直接通过膳食起到预防疾病,或者促进身体健康的作用。特别在现代慢性疾病日趋严重的今天,人们对食品的这种期望更为强烈。功能性食品就是在此背景下诞生并迅速发展起来的,它除了具有一般食品皆具备的营养价值和感官功能外,还具有调节人体生理活动、促进健康的效果,如延缓衰老,改善记忆,抗疲劳,减肥,美容,调节血脂、血糖、血压等方面。从当前国内外发展状况看,重点围绕在功能性食品评价、有效成分检测和鉴伪、功能因子高效分离与制备及其生物活性稳态化等问题。

在高等学校食品科学与工程专业、食品质量与安全专业等相关专业本科培养方案中已经明确《功能食品学》为专业必修/限选课程,同时也是营养与功能食品研究方向的硕士/博士研究生的学位必选课程。为了更好地满足相关专业的功能食品学课程内容的的基本要求,本教材特色主要体现在对功能性食品评价技术的研究、功能性食品有效成分检测和鉴伪技术的研究、食品功能因子高效分离与制备关键技术的研究、功能因子生物活性稳态化技术的研究方面予以提供国内外最新的研究成果,并在教材编写过程中力求做到知识体系更加完善、教材结构体系更加完整、专业适用层次更加清晰、理论研究与操作性更加鲜明。因此,本教材被教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐为特色教材。

本教材适用于食品科学与工程、食品质量与安全等相关专业的本科生教学,同样适用于食品科学与工程、农产品加工与贮藏等相关专业等营养与功能食品研究方向的硕士/博士研究生教学需要。

本书编写出版得到了2006~2010教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会和化学工业出版社的大力支持和帮助,被教指委列为推荐教材,也得到了吉林大学等高校同仁们的关心和鼓励,再次向给予本书支持和帮助的所有人员表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,不妥疏漏之处,恳请各位专家、学者批评指正。

刘静波

于吉林大学

2007年12月17日

目 录

第一章 绪论	1	五、牛磺酸的吸收与代谢	42
第一节 功能食品的定义与定位	1	六、蔗糖聚酯的吸收与代谢	42
一、功能食品的定义	1	七、L-肉碱的吸收与代谢	43
二、功能食品的定位	2	八、番茄红素的吸收与代谢	43
第二节 功能食品的特征与分类	3	九、儿茶素化合物的吸收与代谢	44
一、功能性食品的特征	3	十、超氧化物歧化酶的吸收与代谢	46
二、功能性食品的分类	4	十一、姜黄素的吸收与代谢	47
第三节 功能食品的发展历程	5	十二、大蒜素的吸收与代谢	47
一、功能食品发展的历史沿革	5	十三、橄榄油或橄榄的 BPs 化合物的吸收 与代谢	48
二、我国功能食品的发展历程	6	十四、柑橘类黄酮以及类柠檬苦素化合物的 吸收与代谢	48
第四节 国内外功能性食品的研究焦点 问题	6	十五、葡萄来源的生物活性物质的吸收与 代谢	49
研究焦点一：国家“十一五”技术攻关 内容与要求	7	十六、芝麻及亚麻木酚素化合物的吸收与 代谢	49
研究焦点二：功能食品的开发策略问题 ..	12	十七、蜂花粉的吸收与代谢	50
第五节 功能性食品法规与管理	13	十八、菊粉的吸收与代谢	50
一、保健食品管理的法律法规与标准	13	第三章 功能活性成分高效分离与制备 技术	52
二、功能食品的管理	15	第一节 制备功能活性成分的原料与选择 ..	52
第二章 功效成分基本理论	23	一、制备功能活性成分的原料	52
第一节 功效成分的分类	23	二、选择功能活性成分原料的注意事项 ..	54
第二节 功效成分的生物学功能	24	第二节 功能性动植物基料粉碎	55
一、蛋白质、多肽和氨基酸	24	一、机械方法	55
二、功能性糖类物质	27	二、物理方法	56
三、功能性脂类成分	29	三、生化方法	56
四、功能活性成分的功效性质及其来源 ..	31	四、化学方法	56
第三节 功能食品的保健原理	33	第三节 功能性成分提取技术	57
一、增强免疫功能	33	一、原料基质性质与提取	57
二、辅助改善记忆	34	二、原料基质性质与溶解度	57
三、抗氧化和延缓衰老	34	三、提取效率与影响因素	58
四、辅助调节血脂	35	四、提取方法	60
五、降低血糖	35	第四节 功能性成分高效分离纯化技术	73
六、辅助降血压	36	一、功能性成分分离纯化的基本原理	74
七、改善生长发育	36	二、高效制备的技术设计	75
八、减肥	37	三、高效分离纯化方法	76
第四节 功效成分的吸收与代谢	37	第五节 功能性成分浓缩技术	82
一、大豆多肽的吸收与代谢	38	一、蒸发浓缩干燥	82
二、大豆异黄酮的吸收与代谢	38		
三、人参皂苷的吸收与代谢	40		
四、膳食纤维的吸收与代谢	41		

二、升华浓缩干燥	82	一、感官检验	134
三、辐射浓缩干燥	83	二、理化检验	134
第六节 功能活性成分的高效分离与制备		三、营养成分的分析检验	134
实例	83	四、有毒和有害成分的分析检验	135
一、食用菌灰树花功能活性多糖的制备		五、食品微生物检验	136
工艺	83	第二节 功能性食品的功能活性成分检验	136
二、菜籽多肽的制备工艺	84	一、对功效成分检验方法的要求	136
第四章 功能性成分生物活性的稳态化		二、自行建立测定方法的考察项目	137
技术	86	三、功效成分的常用检验方法	137
第一节 功能性食品加工的单元操作	86	第三节 功能活性成分的纯度检查	138
一、冷杀菌技术	86	一、已知功能活性成分分子式的纯度	
二、无菌包装技术	87	检验	139
三、挤压蒸煮	87	二、对聚合或复(缀)合物功能活性	
四、纳米技术	87	成分的纯度检验	139
五、现代生物技术	87	第四节 功能性食品的稳定性检验	139
第二节 功能因子活性保持技术	88	一、功能食品稳定性检验的必要性	139
一、提取过程中的活性保护措施	88	二、功能食品稳定性检验的方法	139
二、加工成型过程中的活性保护措施	89	三、稳定性检验的要求	140
三、包装环节中的活性保护技术	99	第五节 功能活性成分的鉴别	140
第三节 功能性成分的成型技术	99	一、相对分子质量的测定	140
一、制粒技术	99	二、组成特征的研究	141
二、压片技术	101	三、活性成分的结构鉴定	141
三、胶囊制造技术	101	四、功能活性成分结构的研究方法	142
第四节 功能食品微胶囊包埋保护技术	103	第七章 典型功能性食品的生产技术	144
一、维生素微胶囊包埋保护技术	104	第一节 糖类功能性食品	144
二、蛋清高 F 值寡肽微胶囊包埋保护		一、膳食纤维的生产技术	144
技术	112	二、真菌活性多糖的生产技术	153
第五章 功能性食品评价技术	116	三、大豆低聚糖的生产技术	163
第一节 功能性食品的功能学评价	116	第二节 肽与蛋白质类功能性食品	167
一、功能性食品的功能学评价问题	116	一、谷胱甘肽的生产技术	167
二、功能学检验和评价的机构	116	二、蛋清高 F 值寡肽的生产技术	174
三、功能学评价的基本要求	117	三、大豆多肽的生产技术	176
四、影响功能学评价结果的因素	119	四、超氧化物歧化酶的生产技术	179
五、功能学检验的程序和方法	119	第三节 油脂类功能性食品	187
第二节 功能性食品的毒理学评价	131	一、EPA 和 DHA 的生产技术	187
一、毒理学评价的主要内容	131	二、大豆磷脂的生产技术	196
二、影响毒理学评价的因素	132	三、卵磷脂的生产技术	200
第六章 功能性有效成分检测和鉴别	134	四、大豆脑磷脂的制备与测定	206
第一节 同类普通食品的检验	134	参考文献	207

第一章 绪 论

功能性食品 (functional foods) 代表着 21 世纪食品的一种发展潮流。它的诞生及发展不仅反映了现代人们对自身健康的一种觉醒; 而且也是人类面对现代文明所带来的一些“危机”(生活压力增加、环境污染加剧以及化学品的广泛使用等) 的一种对策, 同时也反映了人们一种返璞归真、重新崇尚“药食同源”的理念。

功能性食品的研究与开发是近年来食品领域的发展前沿。随着社会的进步、经济的发展和人民生活水平的不断提高, 人们对食品的追求已不再局限于解决温饱、享受美食、满足口腹之欲。尤其是对于因社会、生存环境、职业等因素造成的亚健康状态人群和一些慢性疾病患者, 处于生长发育期的儿童, 全身器官系统功能逐渐下降的老年人群, 越来越希望通过膳食获得某些特殊功效。人们期望直接通过膳食起到预防疾病, 或者促进身体健康的作用。特别在现代慢性疾病日趋严重的今天, 人们对食品的这种期望更为强烈。功能性食品就是在此背景下诞生并迅速发展起来的, 它除了具有一般食品皆具备的营养价值和感官功能外, 还具有调节人体生理活动、促进健康的效果, 如延缓衰老, 改善记忆, 抗疲劳, 减肥, 美容, 调节血脂、血糖、血压等方面。

第一节 功能食品的定义与定位

一、功能食品的定义

1. 功能食品定义

功能食品在国际上尚不存在统一的名称和定义, 如表 1-1 所示。

表 1-1 不同国家对功能食品的定义

国家	称谓	定义
中国	保健食品(大陆)	表明具有特定保健功能的食品, 即适宜于特定人群使用、具有调节机体功能、不以治疗疾病为目的的食品
	特殊营养食品(台湾)	强化某一类营养素, 用于特殊状况的营养需求补充的食品
美国	健康食品 设计食品 功能食品 药物食品 营养药效食品	含有生物活性物质, 可有效预防/治疗疾病, 增进人体健康的食品
日本	特殊营养食品	以能够补充营养成分为目的, 适合乳儿用、幼儿用、孕妇用、病人用的特殊用途食品, 可作明确的标示, 以供人们挑选
欧盟	特殊营养食品	含有特殊营养成分或经过特殊的生产加工工艺, 使其营养价值明显区别于一般食品的一类食品

目前, 欧洲对功能食品的定义基本上已得到国际普遍的公认, 即为“如果能较好地确证一种食品除提供通常的营养效果之外, 还能以一种促进机体健康或降低疾病风险的方式有益

地影响机体中的一种或一种以上的靶功能 (target functions), 那么这种食品可以被认为是一种功能食品”, 也有健康食品 (functional foods) 和保健食品 (health food) 等名称。

功能性食品是以一种或多种可食性天然物质 (植物、动物、微生物及其代谢产物) 及其功能因子为主要原料, 按相关标准和规定的要求进行设计, 经一系列食品工程技术手段和工艺处理加工而成, 既具有一般食品的营养和感官特性, 又对人体具有特定生理调节和保健功能的一类食品。

2. 功能食品必须具备的基本条件

日本功能食品专家千叶英雄认为, 功能食品还必须具备 6 项基本条件, 即: ①制作目标明确 (具有明确的保健功能); 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。

3. 功能食品的保健效果应达到的标准

功能食品欲达到预期的保健效果还应该满足下列标准, 即:

- ①功能食品应该可改善人群的膳食, 以及维持/促进健康;
- ②功能食品或其组分的保健效果应该有一个清楚的医学以及营养基础;
- ③根据医学以及营养知识, 应该可定义功能食品或其一种组分的适合日摄取量;
- ④根据经验, 功能食品或其组分应该安全 (服用);
- ⑤根据功能食品的物化性质以及定性/定量分析测定方法, 其组分应该非常明确;
- ⑥与那些相类似食品中的营养组分相比, 功能食品的营养组分应该没有明显的损失;
- ⑦功能食品应该包含于日常膳食当中, 而不是仅偶尔被摄食;
- ⑧产品应该以一种正常食品的形态出现, 而不是其他形态, 如丸药或胶囊;
- ⑨功能食品及其组分不应该是那些仅用作一种医药的食品或其组分。

二、功能食品的定位

目前, 健康已成为全世界人民共同关注的话题。健康状况衡量可分为疾病、亚健康、健康三种水平, 如图 1-1 所示。功能食品的定位是力求使人们的亚健康状态恢复至健康状态, 如图 1-2 所示。

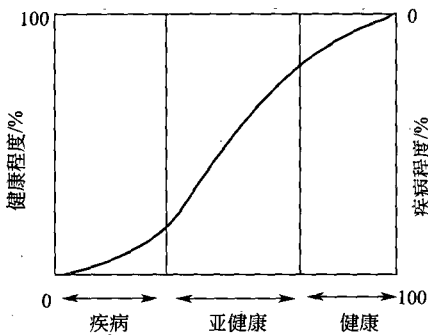


图 1-1 健康及疾病的概念

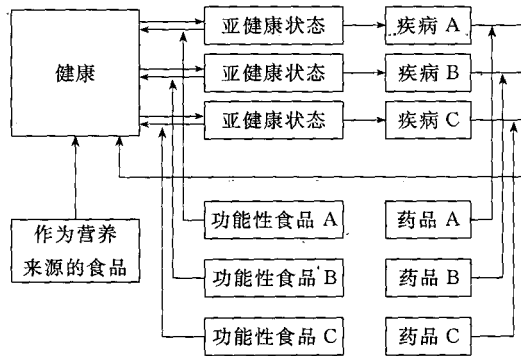


图 1-2 功能性食品的定位

1. 正确理解功能食品的要素

(1) 在属性方面 功能食品必须是食品, 必须无毒、无害, 符合应有的食品要求, 而且在日常膳食中渴望达到的消费量就能显示效果。

(2) 在成分和加工方面 可以是含有某种成分的天然食品，或者是食物中添加了某些成分，或者是通过食品工艺技术去除了其中某种成分的食品。

(3) 在功能方面 功能食品在功能方面不仅具有明确的、具体的，而且经过科学验证是肯定的保健功能。通常是针对某方面功能需要调节的特定人群而研制生产的，所以可能只适用于某些特定人群，如限定年龄、性别或限定遗传结构的人群，不可能对所有人都有同样作用。

(4) 其他方面 不以治疗为目的，不能取代药物对病人的治疗作用，而且功能食品的特定功能也不能取代人体正常的膳食摄入和对各类必需营养素的需求。

2. 功能食品与一些营养食品存在差异

人体维持健康当然少不了一定的营养食品，然而营养食品不能使人体的亚健康状态向健康状态转变，而功能食品却可以。另外，中国、日本以及韩国把很多常见的食品确认为是一类健康食品。当然，健康食品与功能食品两者的概念也会有所差异，功能食品务必是一类健康食品，而健康食品的范畴往往大于功能食品。图 1-3 所示的是功能性食品术语与其他相关术语的内涵范围差异。

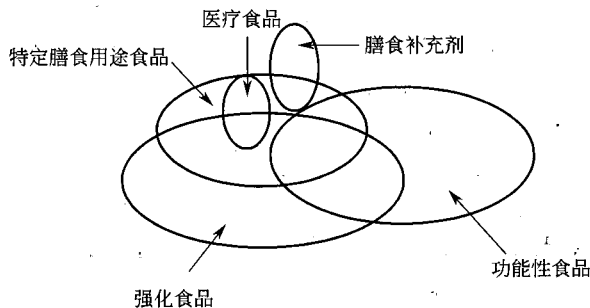


图 1-3 功能性食品的术语与其他相关术语间的内涵差异

3. 功能食品与药品的定位是显著不同的

功能食品定位与药品定位显著不同，功能性食品定位是力求使人们的亚健康状态恢复至健康状态，然而药品的定位却只是对已出现的疾病进行治疗。其差异主要表现在以下几点。

① 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。功能食品重在调节机体内环境平衡与生理节律，增强机体的防御功能，以达到保健康复的目的，而不追求短期临床疗效。

② 功能食品要达到现代毒理学上的基本无毒或无毒水平，对适用对象在正常摄入范围内不能带来任何不良反应，食用是安全的。而作为药品，则允许一定程度的不良反应存在。

③ 功能食品无需医生的处方，对食用人群无剂量的限制，可按机体的正常需要自由摄入。

总之，需要从适用人群方面来认识功能食品定位与普通食品以及药品的定位是有区别的。普通食品为一般人所服用，人体从中摄取各类营养素，并满足色、香、味、形等感官需求；药物为病人所服用，以达到治疗疾病的目的；而功能食品通过调节人体生理功能，促使机体由亚健康状态向健康状态恢复，达到提高健康水平的目的。

第二节 功能食品的特征与分类

一、功能性食品的特征

按照我国目前对保健食品的相关规定和标准要求，可将其特征归纳为以下几个方面。

① 功能食品首先必须是食品。具备食品的法定特征，要求所选用原料和辅料中农药、兽药和生物毒素的残留限量应符合相应国家标准或行业标准的规定。

② 功能食品至少应具有调节人体机能作用的某一种功能，并通过相应国家标准或行业标准规定要求的动物或人群功能试验，证明功能因子确实有效，具有明显、稳定的调节人体机能的作用。

③ 功能食品中除所含有的功能因子 (functional factor) 应达到可靠的有效含量外，还应含有类属食品 (相应的普通食品) 应有的营养素。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。至于在现代技术条件下不能明确功效成分的，应确定与保健功能有关的主要原料的名称，至于营养素的种类和含量目前没有统一规定。

④ 产品在外观和感官特性上，应具有类属食品的基本特性 (组织状态、口感和滋味、气味)，能为消费者所接受。

⑤ 产品的配方设计和生产工艺科学合理。原料中所含有的或所添加的功能因子应明确其化学结构和特性，在加工、储藏和运输过程中具有良好的稳定性。因为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，避免对身体造成不良影响。功能不明确、不稳定者不能作为功能食品，而且特定功能食品并不能取代人体正常的膳食摄入和对各类所必需的营养素的要求。

⑥ 产品应具有良好的食用安全性，保证对人体不产生任何急性、亚急性或慢性危害。功能性食品要达到现代毒理学上的基本无毒或无毒水平，对适用对象在正常摄入范围内不能带来任何毒副作用，食用是安全的。

⑦ 产品应表明适合食用的人群和合理的摄入量。功能食品通常是针对需要调整某方面机体功能的特定人群而研制生产的，一般需按产品说明 (或标签) 规定的人群食用量，不存在所谓“老少皆宜”的功能食品。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，不适宜于消瘦的人群等。

⑧ 产品必须通过卫生部国家食品和药品监督管理局批准。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程序。

二、功能性食品的分类

功能性食品因其原料和功能因子的多样性，使其产品类型多样而丰富，在人体生理机能的调节作用、产品生产工艺、产品形态等方面表现各不相同，因此，功能性食品的分类有多种方法，我国多是按调节人体机能的作用来分类。

1. 按所选用原料不同分类

功能性食品按所选用的原料不同，在宏观上可分为植物类、动物类和微生物 (益生菌) 类。目前可选用原料的种类主要在卫生部先后公布的“既是食品又是药品”的名录和“允许在保健食品添加的物品”以及“益生菌保健食品用菌名单”中选择。

2. 按功能性因子种类不同分类

功能性食品按功能性因子种类不同，可分为多糖类、功能性甜味料类、功能性油脂类、自由基清除剂类、维生素类、肽与蛋白质类、益生菌类、微量元素类以及其他 (如二十八烷醇、植物甾醇、皂苷) 类功能性食品。

3. 按保健作用不同分类

功能性食品按保健作用不同, 卫生部 2000 年 1 月 14 日颁发卫法监发 [2000] 第 20 号“卫生部关于调整保健食品功能管理和审批范围的通知”中将受理功能明确为即免疫调节、延缓衰老、调节血脂、调节血糖、调节血压、改善记忆、改善视力、改善胃肠功能、促进生长发育、辅助抑制肿瘤、改善骨质疏松、抗疲劳、促进泌乳、改善营养性贫血、耐缺氧、抗辐射、抗突变、改善睡眠、美容、减肥、清咽利喉、解毒和对化学性肝损伤有辅助保护作用等 23 类。

据报道, 目前保健食品的功能评审受理范围已由卫生部转由国家食品药品监督管理局 (SFDA) 管理, 只有 27 类功能正式作为保健食品功能受理: 增强免疫功能, 抗氧化功能, 辅助改善记忆功能, 辅助降血糖功能, 改善睡眠功能, 改善营养性贫血功能, 对化学性肝损伤有辅助保护功能, 祛痤疮功能, 祛黄褐斑功能, 改善皮肤水分功能, 改善皮肤油分功能, 缓解视疲劳功能, 促进泌乳功能, 清咽功能, 增加骨密度功能, 缓解体力疲劳功能, 对辐射危害有辅助保护功能, 减肥功能, 辅助降血脂功能, 改善生长发育功能, 调节肠道菌群功能, 促进消化功能, 通便功能, 对胃黏膜有辅助保护功能, 促进排铅功能, 提高缺氧耐受力功能, 辅助降血压功能, 补充营养素功能。

4. 按产品形态不同分类

功能性食品按产品形态不同, 可分为饮料类、口服液类、酒类、冲剂类、片剂类、胶囊类和微胶囊类等功能性食品。目前, 我国市场上的保健食品的产品属性, 有的是传统的食品属性, 如保健酒、保健茶等, 也有的是以胶囊、片剂等以往人们认为的药品属性形式, 可以说我国保健食品产业的发展赋予了食品以胶囊和片剂、冲剂等新的产品属性。据 2001 年我国报批的保健食品中, 以胶囊、片剂为多, 且 42.1% 保健食品含有中药成分, 70% 产品采用非食品形态。

第三节 功能食品的发展历程

一、功能食品发展的历史沿革

目前“功能食品”已成为一个国际性术语。自它诞生起很多国家或地区的官方及学术界都非常重视它的发展, 而且寄予了极大的希望。其中, 欧洲一些国家及国际生命科学学会欧洲分会 (ILSI) 对功能食品的国际化作作了较大的贡献。ILSI 所提出的对功能食品定义的建议、研发功能食品的科学依据和思路得到了全世界公认, 成为功能食品的主流。

19 世纪 60 年代, 日本率先提出保健食品, 日本厚生省提出定义是: “保健食品是具有与生物防御、生物节律调整、防止疾病、恢复健康等有关的功能因子, 经过设计加工, 对生物体有明显调整功能的食品”。

1984~1986 年期间, 在日本教科文部赞助的有关食品功能的系统分析以及开发项目的有关报告中首次引入“功能食品”术语。

1989 年 4 月厚生省进一步明确了功能食品的定义: “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。”

1995 年 9 月, 由联合国粮农组织 (FAO)、世界卫生组织 (WHO)、国际生命科学研究所以 (ILSI) 共同举办的东西方功能食品第一届国际科研会在新加坡举行, 会议制定了功能食品的生产规章, 讨论了地区功能食品工作网及关于功能食品共同感兴趣的问题及其研究领域, 比较

集中在有利于脑营养功能的益智食品、延缓衰老的食品和控制糖尿病的饮食等研究领域。

1996年,日本学者 Arai 陈述道:“任何一种功能食品应该用于一种处于有预兆阶段的疾病的预防,而不是作为已处于发展阶段的疾病的治疗。”尽管日本最早提出并发展了功能食品,然而自己却不采用该名称,而改用“特定保健用食品”(FOSHU)。不过,日本特定保健用食品的发展经验是目前“功能食品”国际主流的雏形和基础。

鉴于功能食品全球化的发展趋势以及有效管理的需要,2001年日本吸取欧洲功能食品研发的经验,采用崭新的“保健营养功能食品”名称。目前,美国重点发展婴幼儿食品、老年食品和传统食品。日本重点发展的是降血压、改善动脉硬化、降低胆固醇等与调节循环系统有关的食品。

2003年12月,全球华人功能食品科技大会在中国深圳举行,会议讨论了国际功能食品的现状、功能食品的科学评价等。

二、我国功能食品的发展历程

我国功能食品的发展历史悠久,但关于食疗的资料较为分散,又偏重于实践经验,缺少功能机制的研究,加之在祖国医学理论指导下注重研究食品的“健身、养生”、“防病治病”等功效作用,这与现代营养学存在着较大差距,因而限制了功能食品的发展。

我国的功能食品研究步伐相对滞后,尽管1995年公布了《功能食品管理办法》条例,然而离目前功能食品主流还存在较大的差距。

现阶段,我国功能食品仍然存在低水平重复现象,产品的市场竞争力较差;基础研究不够;主要采用非传统的食品形态,价格偏高;管理机制不完善,监督管理难度较大;竞争手段欠合理,缺少诚信,夸大产品功效等问题。

21世纪我国功能食品的发展趋势主要围绕在:大力开发第三代功能食品;加强高新技术在功能食品生产中的应用;开展多学科的基础研究与创新性产品的开发;重视对功能食品基础原料的研究;产品向多元化方向发展;实施名牌战略等。

总之,纵观我国功能食品的发展,大体经历了初级起步阶段、迅速发展阶段和规范提高阶段,开发和生产的功能食品大致可分为三代。

第一代功能食品:为初级功能性食品,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。

第二代功能食品:要求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,强调科学性与真实性。目前我国市场上的功能食品大多属于此类。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。

第三代功能食品:不仅需要经过人体及动物试验证明其具有某种生理功能,而且需要确知具有某种保健功能的功能因子(或有效成分),以及该因子的结构、含量、作用机制和在食品中的稳定性。这类产品在我国市场上不多见,是今后功能食品研究和开发的重点。

第四节 国内外功能性食品的研究焦点问题

随着人们生活节奏日趋加快、生活压力不断剧增、饮食习惯显著变化,人们经常表现出诸多不适的症状,如疲劳、沮丧,以及更为常见的厌烦;工业高度机械化、家务活不断减

少、以车代步等体力锻炼严重不足，将导致很多人群出现心虚、头昏、肥胖，甚至高血压、高血脂等诸多现代疾病；大气污染日趋严重、化学肥料广泛使用、精加工食品的普及等现象将广泛地引起很多人群摄入常量营养素过高，微量营养素或其他有益的非营养素过低等营养失衡现象的不断涌现，对功能食品的需求也将越来越多。因此，功能食品的设计和开发是一个关键课题，也是一个科学性挑战，必须依赖于与食物成分的目标功能、可能性调节相关的基础科学知识。功能食品本身不是可以普遍适用的，以食物为基础的方式必定要受到本土化考虑的影响。相反，用于功能食品的科学基础上的方式则有普遍性。

功能性食品的研究和开发路线与方法通常都从以下几个方面着手：

- ① 从动植物基料中提取、分离纯化，制备功能活性成分；
- ② 对纯化后的功能活性成分的性质及结构进行鉴定；
- ③ 确定功能活性成分的量效与构效的关系，对功能活性成分做出功能性评价；
- ④ 研究功能活性成分食用安全性；
- ⑤ 研究和开发功能性食品；
- ⑥ 考虑和研究功能活性成分的综合利用，降低环境污染，加大环境保护措施。

在研究和开发功能性食品，特别是第二、第三代功能性食品，首先必须研究功能活性成分的量效、构效和功能活性成分的保持。为此，要从富含功能活性成分的动、植物体基料中提取、分离纯化，制备功能活性成分，然后对其进行性质和结构鉴定，研究它的量效与构效，以便对功能活性成分进行功能性评价，才能在生产中有效地、有目的地开发出具有真正特殊功效的功能性食品。

研究焦点一：国家“十一五”技术攻关内容与要求

为贯彻《国家中长期科学和技术发展规划纲要》精神，全面提升我国功能食品科技创新能力，推动我国功能食品的健康发展，科技部启动了“十一五”国家科技支撑计划“功能性食品的研制和开发”重点项目，旨在通过对功能食品关键技术的研究与产业化示范，增强我国功能食品的原始创新能力和国际竞争力，提升功能食品产业的整体发展水平，规范功能食品行业的发展，提高人民身体素质和营养健康水平。

《“十一五”国家科技支撑计划“功能性食品的研制和开发”重点项目课题申请指南》中指出重点围绕功能性食品评价、有效成分检测和鉴伪、功能因子高效分离与制备及其生物活性稳态化等问题，设置共性关键技术研究类课题4个；围绕减肥、辅助降血脂、降血压、降血糖、抗氧化、改善记忆等功能性食品的产品创制与加工关键技术，设置产业化示范课题5个；围绕我国功能食品发展的重大科技战略问题，研究构建我国功能性食品中长期发展的科技支撑体系，设置战略研究课题1个。

(一) 功能性食品重大关键和共性技术研究课题4项，即功能性食品评价技术的研究；功能性食品有效成分检测和鉴伪技术的研究；食品功能因子高效分离与制备关键技术的研究；功能因子生物活性稳态化技术的研究。

(二) 功能性食品重大新产品研制开发与产业化示范课题5项，即辅助降血脂、降血压、降血糖功能食品的研究与产业化；抗氧化功能食品的研究与产业化；减肥功能食品的研究与产业化；辅助改善老年记忆功能食品的研究及产业化；功能化传统食品研究与产业化示范。

(三) 功能性食品发展战略研究课题1项，即功能性食品资源分析评估与科技发展战略研究。

课题 1——功能性食品评价技术的研究

1. 主要研究内容

(1) 功能因子体外生物评价技术的研究 将细胞生物学和分子生物学的理论与技术引入到功能食品评价过程中,利用细胞培养及离体实验等方法,建立功能因子体外快速评价体系。

(2) 功能因子作用机理的研究 利用现代生物学等实验手段,研究功能因子的量效关系及其安全用量,阐明功能因子的代谢途径和作用机理。

(3) 功能食品的功效关系动物模型的研究 研究功能食品动物评价体系,建立适合功能食品特点的实验动物模型。采用人工半合成饲料、对喂技术、全素代谢实验技术等营养生理学的方法,以动物实验手段集中观察、评价功能食品对机体的总体功能。

(4) 临床与社会评价体系的建立 利用循证医学和人体试食试验等手段,研究建立与药物评价方法不同的临床评价体系和社会评价体系。

2. 技术经济指标

(1) 主要针对抗氧化、减肥、辅助降血脂、降血压、降血糖等功能因子,建立 5~10 个有效、快捷的体外功能评价指标。

(2) 建立暴露评估模型和危害剂量-反应模型,确定 5~10 个功能因子的量效关系和安全性用量,并阐明其代谢途径和作用机理。

(3) 利用循证医学和人体试食试验等手段建立功能食品的评价体系。

课题 2——功能食品有效成分检测和鉴伪技术的研究

1. 主要研究内容

(1) 功能食品有效成分和标志成分及违禁添加成分的快速检测技术 应用理化方法和免疫方法等研究建立常见减肥、降压、抗疲劳等功能食品中有效成分、标志成分及违禁添加成分的快速检测技术,建立与检测方法配套的样品快速前处理技术。

(2) 功能食品有效成分和标志成分指纹图谱技术 应用理化指纹图谱技术、蛋白指纹图谱技术和生物指纹图谱等技术,研究建立不饱和脂肪酸类、多酚类、黄酮类、多糖类、蛋白类等功能因子有效成分和标志成分的指纹图谱库,快速鉴别功能食品中非原始有效成分和标志成分。

(3) 功能因子原料来源及主要高附加值食品媒介鉴伪技术研究 应用现代分子生物学技术和现代仪器分析技术,研究建立黄酮类、多糖类、多肽类、不饱和脂肪酸类等功能因子原料来源和主要高附加值功能食品的真伪鉴别技术体系。

2. 技术经济指标

(1) 建立功能食品有效成分、标志成分及违禁添加成分毛细管电泳、GC-MS、HPLC-MS 和免疫法等快速检测技术 3~5 种,配套前处理技术 3~5 种,快速检测技术灵敏度不低于 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

(2) 建立不饱和脂肪酸类、黄酮类、多糖类功能性食品有效成分和标志成分指纹图谱 2~3 套。

(3) 建立功能因子原料来源及主要高附加值食品媒介实时荧光 PCR、生物芯片、分子标记、GC-MS 和 HPLC-MS 等鉴伪技术 5~10 种,研制相关检测试剂盒 3~5 种,特异性检测灵敏度不低于 1% (质量分数)。

课题 3——食品功能因子高效分离与制备关键技术的研究

1. 主要研究内容

(1) 食品功能因子高效提取技术研究 研究蛋白、多糖、油脂、黄酮等功能因子的超声波、微波等现代高效辅助萃取技术和超临界流体萃取技术、分子蒸馏技术、膜分离技术等提取分离技术,建立多因素的传质模型,获取具有普适性的优化提取分离工艺。

(2) 功能因子工业化连续分离和高纯度制备关键技术研究 研究开发适合大规模物料反应和提取于一体的高效、连续式集成技术和装备,建立连续分离的优化工艺和参数;研究和建立连续分离和纯化的高分辨工业色谱技术、模拟移动床技术,开发适合特定功能因子分离的亲树脂和交换介质,研究开发连续分离下的进样、泵送和回收系统以及配套组件和装置。研究功能性活性物质的串联纯化技术,建立和开发生产条件下多手段集成性高纯度功能因子制备的技术。

(3) 功能因子绿色高效低成本生产技术研究 开展以细胞培养、亚临界流体(水)萃取为代表的绿色、清洁和低能耗制备和提取技术,以过热蒸汽和热泵干燥为代表的余热回收技术,以替代冷冻干燥的微波-升华干燥、真空喷雾干燥等节能干燥技术,建立食品功能因子绿色高效低成本生产的示范工艺和技术等绿色高效低成本生产技术研究。

2. 技术经济指标

(1) 建立 3~4 种食品功能因子的高效提取分离集成技术,获得 10~15 个产品的优化提取分离工艺;在分子水平上阐释生物活性物质在分离过程中的结构、性质和生物效价变化,获取具有普适性规律的提取分离模型 3~5 个。

(2) 建立 4~5 种功能因子的多式串联纯化技术,功能食品用低聚糖、多糖纯度 $\geq 90\%$,黄酮、功能性色素、活性肽纯度 $\geq 95\%$,产品能够达到国家食品药品监督管理局的相关要求。

(3) 建立适应工业化规模的连续分离和制备技术,完善工业化色谱分离的材料、组件和装备,建立 4~5 种功能因子的连续分离的优化工艺和过程参数。

(4) 建立食品功能因子绿色、高效和低成本生产的示范工艺 2~3 套,示范生产线 1 条;每条生产线规模达到 3~5 吨/年,活性成分资源利用率 $> 80\%$ 。

课题 4——功能因子生物活性稳态化技术的研究

1. 主要研究内容

(1) 食品组分相互作用及功能因子活性保持技术的研究 研究主要食品成分和常用食品添加剂对一些主要功能因子活性的影响;功能因子配方中不同成分及环境因素对其活性的影响。研究功能因子配方的不同物理状态对功能因子的稳定性影响。研究食品加工中功能因子的动态稳定监控技术、互配增稳、增效等技术。

(2) 功能食品包埋保护技术的研究 针对维生素、多酚、不饱和脂肪酸、多肽等易氧化易变性的功能因子,重点开展新型微胶囊壁材开发、微胶囊成型技术、多重组装包埋技术、微乳化等包埋保护技术的研究。

(3) 功能食品稳定化储存技术的研究 为达到功能食品稳定化储存的目的,延长产品货架期,重点研究玻璃化相态变化特点,开发低温保藏技术和活性包装等储存技术。

2. 技术经济指标

(1) 建立 3~5 个能够使易氧化、易变性功能因子稳定的食品体系。

(2) 筛选出 2~3 种新包埋壁材,产品性能达到国家食品药品监督管理局的相关要求。

(3) 建立 3~5 种功能食品稳定化保存技术。

课题 5——辅助降血脂、降血压、降血糖功能食品的研究与产业化

1. 主要研究内容

(1) 功能食品素材的研究 从谷物、杂粮、传统中药材、果蔬、动物产品、菌类、藻类

和生物油脂等天然产物及其副产品中筛选出功能显著、安全性高的辅助降血脂、降血压、降血糖的功能食品素材。

(2) 功能因子的提取、分离纯化技术研究 重点研究功能食品素材中辅助降血脂、降血压、降血糖功能因子的提取、分离纯化技术。

(3) 功能因子的结构与作用机理研究 重点研究辅助降血脂、降血压、降血糖功能因子的结构与生物活性间的构效关系,研究功能因子的作用机理。

(4) 功能食品的研制与产业化 开展辅助降血脂、降血压、降血糖功能食品功能因子提取、分离及纯化的工业化生产工艺研究;研制系列产品;制定产品质量标准;建立产业化示范生产线,培育优势品牌。

2. 技术经济指标

(1) 探明 4~6 种辅助降血脂、降血压、降血糖功能因子的结构、构效关系和作用机理;开发 4~6 种功能因子绿色、高效提取新技术,生产过程无环境污染,活性成分利用率 $>80\%$ 。

(2) 研究食品载体及功能食品辅料的选择,开发出 4~6 种功能因子明确、安全性高、效果显著的辅助降血脂、降血压、降血糖功能食品,制定产品质量标准,其辅助降血脂、降血压、降血糖功能及安全性均达到国家食品药品监督管理局的相关要求。

(3) 建立辅助降血脂、降血压、降血糖功能因子提取分离的示范生产线 1~2 条,功能食品产业化示范生产线 1~2 条,培育优势品牌 1~2 个。每条功能因子提取分离的示范生产线年产 4~8t 规模,功能食品的生产能力每条生产线达到 20~30 吨/年。

课题 6——抗氧化功能食品的研究与产业化

1. 主要研究内容

(1) 抗氧化功能食品素材的研究 采用体内外评价技术,从果蔬和药食同源资源等素材中筛选具有抗氧化活性的功能因子,确定具有开发价值的功能素材,建立相应的原料分析标准,研究并确定功能素材的最佳采收期,保存条件以及原材料真伪的鉴定技术。

(2) 抗氧化功能因子提取和分离技术 创建抗氧化功能因子的定性和定量分析方法,建立抗氧化功能因子提取、分离新技术,研究鉴定相关功能因子的化学结构。建立产业化示范生产线。

(3) 功能因子的抗氧化作用机理研究和抗氧化功能食品的功能及安全性评价 采用体内和体外评价方法,在分子、细胞和动物水平上,研究抗氧化功能因子的构效关系,对抗氧化功能食品的功能及安全性毒理学进行评价,确定量效关系,明确作用机理。

(4) 抗氧化功能食品的生产技术研究和产业化 选择和确定抗氧化功能食品的食品载体、辅料,研究不同功能因子的互配与加工和储藏过程中功能因子结构和活性的保持与稳定性,确定保持高活性和良好风味与质地的抗氧化功能食品的制备技术。制定抗氧化功能食品的质量标准,建立抗氧化功能食品生产的示范基地。

2. 技术经济指标

(1) 开发功能因子明确、安全性高、效果显著的抗氧化功能食品 1~4 种,其抗氧化功能和安全性达到国家食品药品监督管理局的相关要求。

(2) 开发 1~3 种抗氧化功能因子的绿色、高效提取新技术,活性成分资源利用率 $>80\%$ 。并建立 1~3 条抗氧化功能因子提取分离的示范生产线,每条生产线规模达到 5~8 吨/年,提取物中不同功能因子的含量大于 75%。

(3) 建立 1~2 个抗氧化功能食品产业化示范基地,功能食品的生产能力每条生产线达到 10~15 吨/年,功能食品中各种功能因子含量达到有效安全剂量,制定质量标准,培育优