

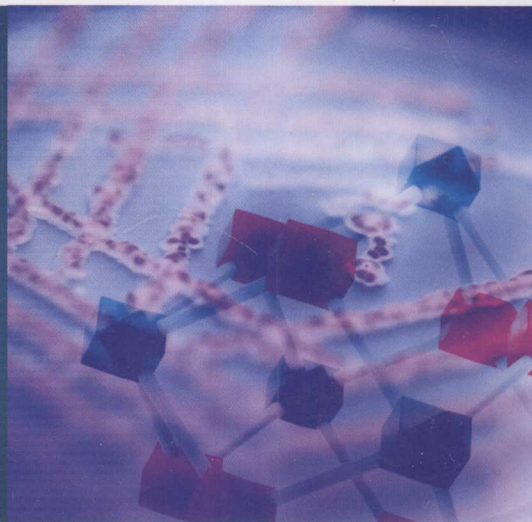


高等学校重点规划教材

功能性食品科学

GONGNENGXING
SHIPINKEXUE

主编◎于长青 王 颖



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

功能性食品科学

主 编 于长青 王 颖
副主编 臧延青 杨 君 钱丽丽
郭希娟 刘妍妍 姚 笛

 哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

随着人们生活水平的提高,营养、安全、健康已成为食品开发的主题,研究食物功效成分、开发功能性食品已成为国内外食品研究瞩目的热点。功能性食品是当今国际食品科学与工程领域的前沿,被誉为 21 世纪的食品,是时代对传统食品的深层次要求,也是人类自身健康的需要。

本书主要介绍国内外功能性食品的发展历史、发展概况、理论基础、制备技术、功能评价,及不同人群的特定功能性食品的开发,内容全面、理论联系实际,具有很强的现实性和指导性。

本书可作为食品科学各专业学生的相关教材及参考用书,也可供相关专业的教师及研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

功能性食品科学/于长青,王颖主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2013.8
ISBN 978-7-5661-0653-7

I. ①功… II. ①于… ②王… III. ①疗效食品
IV. ①TS218

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 187475 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 21.75
字 数 540 千字
版 次 2013 年 8 月第 1 版
印 次 2013 年 8 月第 1 次印刷
定 价 46.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

随着食品工业的快速发展和人们消费水平及对食品认识的提高,人们对食品的要求不再是单单提供新陈代谢和机体生长所必需的营养物质,而是更加关注食品在调节人体机能、促进身体健康等方面的作用。人们愈来愈注意到饮食对自身健康水平的影响,消费需求从具有色、香、味、形俱佳的食品转向具有合理营养和保健的功能性食品。同时,现代生物与医药技术的发展及其在食品学科中的广泛而深入的应用也为满足这一需求提供了坚实的科学基础。开发功能性食品的根本目的,就是要最大限度地满足人类自身的健康需要。

功能性食品科学,是食品科学与预防医学相关内容相互融合而成的一门综合学科,涉及功能性食品化学、营养学、生物学、工程学和管理学等内容。功能性食品经历了三代的发展:第一代功能性食品是根据基料的成分推断产品的功能,没有经过验证,缺乏功能性评价和科学性;第二代功能性食品是指经过动物和人体实验,证实其确实具有生理调节功能;第三代功能性食品是在第二代功能性食品的基础上,进一步研究其功能因子结构、含量和作用机理,保持生理活性成分在食品中以稳定形态存在。

当前,以功能性食品科学为代表的食品学科群正发生着深刻的变化,食品科学应该作为健康学科和健康产业而被重新认识和定位,并主动与医学、生命科学进一步结合,相关科学研究也逐步达到细胞、分子水平的构效、机理等研究。鉴于此,本书在功能食品原理部分突出了医学背景知识的介绍,而在功能食品评价部分则突出了动物实验和人体试食实验的介绍,因此,综合了各学科知识对功能性食品作了系统全面的分析介绍。

本书是根据我国高等院校功能性食品课程教学和科研的需要,结合国内外功能食品研究与开发的现状和发展趋势,吸收新的理论和技术成果,由黑龙江八一农垦大学于长青教授主持编写完成。编写分工为黑龙江八一农垦大学:于长青编写第四章;王颖编写第一章;臧延青编写第三章、第六章;钱丽丽编写第十一章、第十三章;郭希娟编写第二章、第五章;刘妍妍编写第九章、第十章;姚笛编写第十二章、第十四章。黑龙江旅游职业技术学院:杨君编写第七章、第八章。

本教材可供高等院校食品科学与工程、食品质量与安全、粮食工程等相关专业的师生教学使用,对营养、医药、生化、化工等学科的师生、相关领域的科研、生产单位从业人员和管理决策人员也有重要的参考价值。

由于内容较多,涉及面广,编者水平有限,在编写过程中疏漏、错失在所难免,恳请广大同仁和读者批评指正。

编 者
2013年3月

目 录

第一章 功能性食品概述	1
第一节 功能性食品的概念及分类	1
第二节 功能因子	10
第三节 功能性食品资源	25
第四节 功能性食品加工新技术	37
第五节 功能性食品评价	49
第二章 抗衰老功能性食品	65
第一节 衰老的机理及影响因素	65
第二节 延缓衰老功能性食品的设计与开发	73
第三节 延缓衰老类功能性食品的评价	80
第三章 降血脂功能性食品	90
第一节 脂类与人体健康	90
第二节 辅助降血脂的功能食品的开发	98
第三节 辅助降血脂功能性食品的评价	106
第四章 降血糖功能性食品	112
第一节 糖尿病概论	112
第二节 降血糖功能性食品的设计与开发	115
第三节 辅助降血糖的功能性食品的评价	129
第五章 调节血压功能性食品	132
第一节 血压与人体健康	132
第二节 调整血压功能性食品的设计与开发	142
第三节 调节血压功能性食品的评价	151
第六章 减肥功能性食品	155
第一节 肥胖症概述	155
第二节 减肥功能性食品的开发	160
第三节 减肥功能性食品的评价	168
第七章 抗肿瘤功能性食品	171
第一节 肿瘤概述	171
第二节 抗肿瘤功能性食品的设计与开发	173
第三节 抗肿瘤功能性食品的评价	191
第八章 增强免疫力功能性食品	199
第一节 免疫概述	199
第二节 增强免疫力功能性食品的设计与开发	205
第三节 增强免疫力功能性食品的评价	212

第九章 抗疲劳功能性食品	217
第一节 疲劳产生的机理.....	217
第二节 抗疲劳功能性食品的设计与开发.....	226
第三节 抗疲劳功能性食品的评价.....	234
第十章 改善胃肠功能的功能性食品	237
第一节 胃肠功能与人体健康.....	237
第二节 改善胃肠功能性食品的设计与开发.....	245
第三节 改善胃肠功能性食品的评价.....	253
第十一章 中老年功能性食品的开发	256
第一节 中老年人的生理与膳食特点.....	256
第二节 中老年低热能功能性食品的开发.....	259
第三节 改善骨质疏松功能性食品的开发.....	263
第四节 改善更年期综合征功能性食品的开发.....	268
第五节 改善睡眠功能性食品的开发.....	273
第六节 改善老年痴呆症功能性食品的开发.....	276
第十二章 儿童功能性食品的开发	282
第一节 儿童的生理营养特点.....	282
第二节 儿童补铁功能性食品的开发.....	286
第三节 儿童补钙功能性食品的开发.....	289
第四节 增智功能性食品的开发.....	294
第五节 改善视力功能性食品的开发.....	299
第六节 促进生长发育功能性食品的开发.....	302
第七节 抗龋齿功能性食品的开发.....	306
第十三章 男性功能性食品的开发	311
第一节 护肝功能性食品的开发.....	311
第二节 保护前列腺功能性食品的开发.....	316
第三节 缓解慢性肾衰竭功能性食品的开发.....	320
第四节 改善性功能功能性食品的开发.....	324
第十四章 女性功能性食品的开发	327
第一节 改善营养性贫血功能性食品的开发.....	327
第二节 促进乳汁分泌功能性食品的开发.....	332
第三节 更年期功能性食品的开发.....	336
参考文献	341

第一章 功能性食品概述

随着物质文明程度的提高、社会和科技的不断发展和进步,“吃饱、吃好”已经不能满足人类对现代食品的要求,人们开始追求食品对健康的促进作用和对机体的生理调节功能,从而达到健康和预防疾病的目的(即食品的第三功能)。人们在食品这三种功能的要求和消费观念的引导下,20世纪70年代市场上出现了功能性食品(即保健食品)。

半个多世纪以来,功能性食品的研究、开发和食用在全球范围内引发重视。在功能性食品的研究与开发、学科体系的形成和人才培养及产品的生产与营销、功能 and 安全性评价方面都得到了不断完善和发展。功能性食品是新时代对食品工业的深层次要求,开发功能性食品的根本目的,就是要最大限度地满足人类自身的健康需要,相信21世纪将是功能食品的世纪。

第一节 功能性食品的概念及分类

一、功能性食品的概念

1. 定义

功能食品(Functional Food)在我国也称保健食品(Health 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。在学术与科研上,称谓“功能性食品”更科学些,至于生产销售单位,可继续沿用“保健食品”这个名词。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 符合应当有的营养要求;
- ④ 具有相应的色、香、味等感官性状。

(2) 功能食品必须要有特有的营养保健功效

特有的营养保健功效是功能食品与一般食品的根本区别。功能食品至少应具有一种调节人体机能的作用,其功能必须经必要的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

一般需按产品说明(或标签)规定的人群食用,这是功能食品与一般食品另一个重要不同。一般食品提供给人们维持生命活动所需的各种营养素,是男女老幼皆不可少的,而功能食品由于具有调节人体的某一个或几个功能的作用,因而只有某个或几个功能失调的人群

食用才有保健作用,那些该项功能良好的人食用这种功能食品就没有必要,甚至食用后会产生不良反应,不仅起不到保健作用,反而有损于身体健康。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。

(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,否则,可能会对身体造成不良影响。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。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。

(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。

功能性食品是新时代对传统食品的深层次要求,在世界范围内,功能性食品极受欢迎,原因包括以下几个方面。

①随着科学技术的飞速发展,人们搞清或基本搞清了许多有益健康的功效成分、各种疾病的发生与膳食之间的关系,使得通过改善膳食条件和发挥食品本身的生理调节功能,达到提高人类健康的目的成为可能。

②老龄化社会的形成,各种老年病、儿童病以及成人病发病率上升引起人们的恐慌。

③营养学知识的普及和新闻媒介的大力宣传,使得人们更加关注健康和膳食的关系,对食品、医药和营养的认识水平得以提高。

④国民收入的增加和消费水平的提高,使得人们具有更强的经济实力用来购买相对昂贵的功能性食品,从而形成了相对稳定的特殊营养消费群。

2. 功能性食品与药品的区别

功能性食品与药品有着严格的区别,不能认为功能性食品是介于食品与药品之间的一种中间产品或加药产品。

功能性食品与药品的区别,主要体现在以下几个方面。

(1) 药品是用来治病的,而功能性食品不以治疗为目的,不能取代药物对病人的治疗作用。功能性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。

(2) 功能性食品要达到现代毒理学上的基本无毒或无毒水平,在正常摄入范围内不能带来任何毒副作用,而作为药品,则允许一定程度的毒副作用存在。

(3) 功能性食品无需医生的处方,没有剂量的限制,可按机体的正常需要自由摄取。

二、功能性食品的分类

由于功能性食品的原料和功能因子(Functional Factor)多种多样,对人体生理机能的调节作用,以及产品的生产工艺和产品形态也各不相同,因此,市场上功能性食品琳琅满目,种

类繁多。目前,国际上对此类食品没有统一的分类标准,我国功能食品规范制定的时间较晚,至今尚无一个公认的分类系统,主要有以下几种分类方法。

1. 以食用人群和服务对象来分类

- (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、乳母、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。

2. 以调节机体功能的作用特点来分类

功能食品主要包括免疫调节、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。

3. 以产品的形式来分类

- (1) 普通食品所固有的形式(糖果、酒、饮料、奶等)的功能食品;
- (2) 片剂、粉剂、胶囊、口服液、袋泡茶等形式的功能食品。

4. 根据科技含量进行分类

(1) 第一代产品(强化食品)

第一代产品主要是强化食品,它是根据各类人群的营养需要,有针对性地将营养素添加到食品中去。这类食品仅根据食品中的各类营养素和其他有效成分的功能,来推断整个产品的功能,而这些功能并没有经过任何试验予以证实。目前,欧美各国已将这类产品列入普通食品来管理,我国也规定这类产品不允许以保健食品的形式面市。

(2) 第二代产品(初级产品)

第二代产品要求经过人体及动物试验,证实该产品具有某种生理功能。目前我国市场上的保健食品大多属于此类。

(3) 第三代产品(高级产品)

第三代产品不仅需要经过人体及动物试验证明该产品具有某种生理功能,而且需要查清具有该项功能的功效成分,以及该成分的结构、含量、作用机理、在食品中的配伍性和稳定性等。这类产品目前在我国市场上还不多见,且功效成分多数是从国外引进,缺乏自己的系统研究。

三、功能性食品原料

1. 药食两用的动植物品种

我国卫生部至今已批准3批共77种属于药食两用的动植物品种。另外,考虑到我国几千年传统中医理论和养生理论的特殊性,允许使用部分中草药开发功能性食品。

这77种药食两用品种包括以下几类。

(1) 种子类

枣(大枣、酸枣、黑枣)、酸枣仁、刀豆、白扁豆、赤小豆、淡豆豉、杏仁(苦、甜)、桃仁、薏苡仁、火麻仁、郁李仁、砂仁、决明子、莱菔子、肉豆蔻、麦芽、龙眼肉、黑芝麻、胖大海、榧子、芡实、莲子、白果(银杏种子)。

(2) 果类

沙棘、枸杞子、山楂、桑葚、乌梅、佛手、木瓜、黄荆子、余甘子、罗汉果、益智、青果、香橡、陈皮、橘红、花椒、小茴香、黑胡椒、八角茴香。

(3) 根茎类

甘草、葛根、白芷、肉桂、姜(干姜、生姜)、高良姜、百合、薤白、山药、鲜白茅根、鲜芦根、莴苣。

(4) 花草类

金银花、红花、菊花、丁香、代代花、鱼腥草、蒲公英、薄荷、藿香、马齿苋、香薷、淡竹叶。

(5) 叶类

紫苏、桑叶、荷叶。

(6) 动物类

乌梢蛇、蝮蛇、蜂蜜、牡蛎、鸡内金。

(7) 菌类

茯苓。

(8) 藻类

昆布。

2. 食品新资源品种

食品新资源管理的6类14个品种现已作为普通食品管理,它们也是开发功能性食品的常用原料。

(1) 油菜花粉、玉米花粉、松花粉、向日葵花粉、紫云英花粉、荞麦花粉、芝麻花粉、高粱花粉。

(2) 钝顶螺旋藻、极大螺旋藻。

(3) 魔芋。

(4) 刺梨。

(5) 玫瑰茄。

(6) 蚕蛹。

3. 用于功能性食品的部分中草药

目前卫生部允许使用部分中草药来开发发现阶段的功能性食品,例如:人参、人参叶、人参果、三七、土茯苓、大蓟、女贞子、山茱萸、川牛膝、川贝母、川芎、马鹿胎、马鹿茸、马鹿骨、丹参、五加皮、五味子、升麻、天门冬、天麻、太子参、巴戟天、木香、木贼、牛蒡子、牛蒡根、车前子、车前草、北沙参、平贝母、玄参、生地黄、生何首乌、白芨、白术、白芍、白豆蔻、石决明、石斛、地骨皮、当归、竹菇、红花、红景天、西洋参、吴茱萸、怀牛膝、杜仲、杜仲叶、沙苑子、牡丹皮、芦荟、苍术、补骨脂、诃子、赤芍、远志、麦门冬、龟甲、佩兰、侧柏叶、制大黄、制何首乌、刺五加、刺楸果、泽兰、泽泻、玫瑰花、玫瑰茄、知母、罗布麻、苦丁茶、金荞麦、金樱子、青皮、厚朴、厚朴花、姜黄、枳壳、枳实、柏子仁、珍珠、绞股蓝、胡芦巴、茜草、草蓼、韭菜子、首乌藤、香附、骨碎补、党参、桑白皮、桑枝、浙贝母、益母草、积雪草、淫羊藿、菟丝子、野菊花、银杏叶、黄芪、湖北贝母、番泻叶、蛤蚧、越橘、槐实、蒲黄、蒺藜、蜂胶、酸角、墨旱莲、熟大黄、熟地黄、鳖甲。

在具体操作上,应注意以下几点:

(1) 有明显毒副作用的中药材,不宜作为开发功能性食品的原料;

- (2) 如功能性食品的原料是中草药,其用量应控制在临床用量的 50% 以下;
- (3) 已获国家药政管理部门批准的中成药,不能作为功能性食品加以开发;
- (4) 已受国家中药保护的中药成方,不能作为功能性食品加以开发;
- (5) 传统中医药中典型的强壮阳药材,不宜作为开发改善性功能功能性食品的原料。

另外,下列中草药不宜应用在功能性食品中:八角莲、八里麻、千金子、土青木香、山萸苣、川乌、广防己、马桑叶、马钱子、六角莲、天仙子、巴豆、水银、长春花、甘遂、生天南星、生半夏、生白附子、生狼毒、白降丹、石蒜、关木通、农吉利、夹竹桃、朱砂、米壳(罂粟壳)、红升丹、红豆杉、红茴香、红粉、羊角拗、羊躑躅、丽江山慈姑、京大戟、昆明山海棠、河豚、闹羊花、青娘虫、鱼藤、洋地黄、洋金花、牵牛子、砒石(白砒、红砒、砒霜)、草乌、香加皮(杠柳皮)、骆驼蓬、鬼臼、莽草、铁棒槌、铃兰、雪上一枝蒿、黄花夹竹桃、斑蝥、硫黄、雷公藤、颠茄、黎芦、蟾酥。

四、功能因子的定义和分类

1. 功能因子的定义

功能性食品中真正起生理调节作用的成分称为功能因子(Functional Composition),或称活性成分、功效成分。富含这些成分的配料称为功能性食品基料,或活性配料、活性物质。显然,功能因子是功能性食品的关键。

在美国,要求在被认为是“健康食品”的标签上,列出起作用的功效成分及其具体含量。即使已有几十年食用历史证实有益于人体健康的食品,若无法提出科学的依据(即确认起作用的活性成分)和取得美国食品与药物管理局(FDA)的认可,也不能在标签或使用说明书上宣称对身体健康有益。

第三代功能性食品与第二代功能性食品的根本区别,就在于前者的功能因子清楚,结构明确,含量确定,而后者则往往未能搞清产品中起作用的成分与含量。

我国目前已批准的功能性食品,绝大多数的属于第二代产品,属于第三代产品的很少。如何加快对功能因子的深层次研究和开发,缩短与国际先进水平的差距,加速现有产品的更新换代,显得十分紧迫。

2. 功能因子的分类

根据功能因子的生理、药理作用,功能因子大致可分为三大类。

(1) 生理活性成分

这类物质富含生理活性成分,用生理活性物质作基料,或从这种基料中提取生理活性成分制成食品,属功能食品。这类富含生理活性成分的功能食品,一般都具有双向调节作用。

(2) 药理活性物质

这类物质富含药理活性成分,用于治疗疾病。最常见的天然含有药理成分的物质是中草药,以多种中草药复配成基料,并加热提取成为汤药;加热提取并干燥则制成中成药。从基料中提取或合成一系列的药理活性成分,是西医的主要药物,这种药理活性质一般都存在着毒副作用。

(3) 生理、药理兼有活性物质

这类物质富含生理、药理活性成分,其功能具有调节人体生理活动和治疗疾病双重功效,类似于我们常说的补药。这类活性物质既可以作为功能性食品的基料,又可作为药品的主料。从这个意义上来说,可以很恰当地解释功能食品与药品的界限划分问题。

随着科学研究的不断深入,更新、更好的功能因子将会不断被发现。就目前而言,已确

认的功能因子,根据功能因子的种类又可细分为以下9类。

①活性多糖类

活性多糖类包括植物活性多糖(膳食纤维、拘柏多糖、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、云兰多糖、银耳多糖、黑木耳多糖、冬虫夏草多糖等)、微生物活性多糖等。

②活性多肽和活性蛋白质类

活性多肽和活性蛋白质类包括酪蛋白磷肽、降血压肽、谷胱甘肽、易消化吸收肽、免疫球蛋白等。

③功能性脂类

功能性脂类包括 ALA, EPA, DHA 等不饱和脂肪酸、磷脂和胆碱等。

④功能性矿物质及微量元素类

功能性矿物质及微量元素类包括钙、铁、锌、硒、锗、铝等。

⑤功能性维生素类

功能性维生素类包括维生素、类胡萝卜素、维生素 E、维生素 C 等。

⑥自由基清除剂类

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、类胡萝卜素、黄酮类化合物、多酚类化合物等)。

⑦功能性甜味剂类

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、棉籽糖、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、甜蜜素、糖精等)。

⑧活性菌类

活性菌类包括乳酸杆菌、双歧杆菌等。

⑨其他活性物质类

其他活性物质类包括葡萄色素和大蒜素等。

以上功能性因子的营养保健作用见表 1-1。

表 1-1 功能性因子的营养保健作用

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
活性多肽和 活性蛋白质类	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
	免疫球蛋白	增强免疫作用

表 1-1(续)

类别	生理活性物质	主要营养保健作用
脂类	ω -3 脂肪酸	防止动脉粥样硬化、调节免疫功能、促大脑发育、改善记忆等
	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
自由基清除剂类	非酶类清除剂	抗氧化、防止过氧化物质的产生、活血化淤、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
功能性甜味剂类	功能性果糖、糖醇	在体内吸收慢,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	调节肠道正常菌群、降血脂、防肠道肿瘤等
	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
活性菌类	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	
其他类	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

3. 各类功能因子的应用范围

一些营养学家们习惯于把人体健康状态分为三态:健康态、病态和亚健康态。健康态的人群约占 25%。病态人群约占 25%。亚健康态人群约占一半左右。健康态的人群如果长期未能调节好膳食结构,就有可能转为亚健康态。同样亚健康态人群,只要很好地注意调整膳食结构也可转化为健康态。按此说法,生理活性物质所适应的人群是亚健康态的人群,同样也适合于健康态和病态人群;药品是指由药理活性物质制成的物质,它所适应的人群是病态人群;对于由生理、药理兼有的活性物质,它所适应的人群是亚健康态接近于病态和病态人群。

综上所述,功能性食品与普通食品的主要区别在于功能食品具有普通食品所没有的或不强调的调节人体生理节律、预防疾病、促进健康的第三功能。这种功能来源于一种能调节人体生理活动的特殊成分,因此,功能食品可以理解为含有生理活性成分或生理、药理兼有活性成分的食品。以生理活性物质制成的功能食品是亚健康态的人群最好的日常生活补充食品,它能促使机体向健康状态复归,达到增进健康的目的。对于病人,除了药物治疗外,可根据本人身体的特殊情况,有针对性地选用功能食品,帮助病人调节生理机能,加快疾病的痊愈。对于健康人,亦可将功能食品作为增强体质的日常生活补充。因此,在开发功能食品时,我们可以根据功能食品的功能和服用对象,将其分为两大类:一类以健康人为服用对象,以增强人体健康和各项体能为目的的功能食品,即所谓的狭义健康食品,如延缓衰老食品、抗疲劳食品、增智食品等;另一类是供亚健康态人和病态人食用,以防病、辅助治病为目的的功能食品,即疗效食品,如降血脂食品、降糖食品、减肥食品、增加血色素食品等。

4. 营养素参考摄入量的最新进展

近年来的研究表明,营养素(Nutrients)的作用不仅仅只局限在预防营养缺乏病,在预防某些慢性病(如肿瘤、心血管病、糖尿病等)方面也发挥着重要作用。而营养素发挥这些新功能,一般都需要比以往制订的“每日膳食中营养素供给量”(RDA)摄入更高的摄入量,因此,营养素新功能的发现,对由来已久的 RDA 这一概念提出了挑战。

RDA(Recommended Daily Amounts)的定义是:能使人群中绝大多数个体不发生营养缺

乏的营养素摄入量,其目的很明确,是为了指导预防营养缺乏病。这显然已不能满足当前消费者为了预防慢性病和延缓衰老,而增加对营养素摄入量的需求。有鉴于此,美国率先提出膳食营养素参考摄入量(Daily Reference Intake, DRIs)这一新概念,包括平均需要量(EAR)、推荐摄入量(RNI)、适宜摄入量(AI)和可耐受最高摄入量(UL)。

(1) 平均需要量(EAR)

EAR(Estimated Average Requirement)是根据个体需要量的研究资料制定的,根据某些指标,判断可以满足某一特定性别、年龄、生理状况群体中50%个体需要量的摄入水平。这一摄入水平,不能满足群体中另外50%个体对该营养素的需要。EAR是制定RNI的基础。针对人群,EAR可以用来评估群体中摄入不足的发生率;针对个体,EAR可以检查其摄入不足的可能性。

(2) 推荐摄入量(RNI)

RNI(Reference Nutrient Intake)相当于传统使用的RDA,是可以满足某一特定性别、年龄、生理状况群体中绝大多数(97%~98%)个体需要量的摄入水平。长期摄入RNI水平,可以满足身体对该营养素的需要,保持健康和维持组织中有适当的储备。RNI的主要用途,是作为个体每日摄入该营养素的目标值。

值得注意的是,个体摄入量低于RNI时,并不一定表明该个体未达到适宜营养状态。如果某个体的平均摄入量达到或超过了RNI,则可以证明该个体不存在摄入不足的危险。

$RNI = EAR + 2SD$ (SD为标准差)。如果关于需要量变异的资料不够充分,不能计算SD时,一般设EAR的变异系数为10%,这样 $RNI = 1.2 EAR$ 。

(3) 适宜摄入量(AI)

在个体需要量的研究资料不够充分而不能计算EAR,进而不能求得RNI时,可设定用AI来代替RNI。

AI(Adequate Intake)是通过观察或试验获得的健康人群某种营养素的摄入量。例如,纯母乳喂养的足月产健康婴儿,从出生到4~6个月,他们的营养素全部来自母乳,母乳中供给的营养素含量,就是他们的AI。AI的主要用途,是作为个体营养素摄入量的目标,同时用作限制过多摄入标准。

制定AI时,不仅要考虑到预防营养缺乏的需要,而且也纳入了减少某些疾病风险的概念。AI的准确性远不如RNI,可能显著高于RNI。AI能满足目标人群中几乎所有个体的需要:当健康个体摄入量达到AI时,出现营养缺乏的危险性很小;如果长期摄入量超过AI,则有可能产生毒副作用。

(4) 可耐受最高摄入量(UL)

UL(Tolerable Upper Intake Levels)是平均每日摄入营养素的最高限量,这个量对一般人群中的几乎所有个体不致引起不利于健康的作用。当摄入量超过UL而进一步增加时,损害健康的危险性随之增大。UL并不是一个建议的摄入水平。

UL的制定是基于最大无作用剂量,再加上安全系数。“可耐受”是指这一剂量在生物学上大体是可以耐受的,但这并不表示可能是有益的。对于健康的个体,超过RNI或AI的摄入量似乎并没有明确的益处。

对许多营养素来说,还没有足够的资料来制定其UL,未制定UL,并不意味着过多摄入没有潜在的危害。

5. 功能因子与营养素的相互关系

营养素是食品(包括普通食品和功能食品)的基本成分,而功能因子则是功能性食品

的关键成分。虽然功能因子有时在部分普通食品中也有可能存在,但因其含量低,不足以发挥其特定的生理功效。

营养素包括 6 大类,即碳水化合物、蛋白质、脂肪、维生素、矿物元素和水。

功能因子包括功能性碳水化合物、氨基酸、肽和蛋白质、功能性脂类、维生素和维生素类似物、矿物元素、植物活性成分、益生菌类。

反映营养素摄入量的指标有平均摄入量(EAR)、推荐摄入量(RNI)、适宜摄入量(AI)和可耐受最高摄入量(UL)。

反映功能因子剂量的指标有半数有效剂量(ED_{50})、最低有效剂量(MED)和最大日允许采食量(ADI)。

(1) 半数有效剂量(50% Effect Dose, ED_{50})

ED_{50} 是指对受试对象(实验动物或人)半数有效的剂量。

(2) 最低有效剂量(Minimum Effect Dose, MED)

MED 是指对绝大多数(97% ~ 98%)受试对象发挥生理功效的最低剂量。

(3) 最大日允许采食量(Acceptable Daily Intake, ADI)

ADI 是指人每日摄入该功效成分直到终生,而不发生可检测的危害健康的剂量。和 UL 一样,ADI 的制定依据是基于最大无作用剂量(No - Observed - Effect Level NOEL),再加上安全系数。

NOEL 是指通过动物试验,以现有的技术手段和检测指标,未观察到与受试物有关的毒性作用的剂量。制定 ADI 的安全系数,一般取值 100。它假设人比实验动物对受试物敏感 10 倍,人群内的敏感性差异为 100 倍。这个数值,并不是固定不变的。UL 的制定要保守些,其数值一般小于 ADI,在没有 UL 时,可参考 ADI。

对于所有的功能因子,要批准使用,首先要确保其食用安全性,因此,都必须制定明确的 ADI,或因其食用安全性高不需制定具体的 ADI。ADI 与 UL 相似,可作为该成分的最高限量,超过这一限量,就有可能损害人体健康。

遗憾的是,对于绝大多数的功能因子,目前几乎没有可供参考的 ED_{50} 和 MED 的具体数值。对于某特定功能性食品中某种功能因子的具体剂量,目前只能根据科研、生产经验和功能评价来加以确定。 ED_{50} 和 MED 具体数值的制定和评价,是功能性食品研究领域急需开展的重要工作。

营养素和功能因子呈交叉关系,如图 1-1 所示。即使是交叉部分,两者的剂量也明显不同。作为功能因子的剂量,一般都大于作为营养素的剂量。例如,维生素 C 作为营养素时,其推荐摄入量 RNI 为 100 mg/d(14 岁以上),而作为增强免疫功能的功能因子时,其最低有效剂量 MED 肯定要大于这个数。具体多少,目前尚不明确。

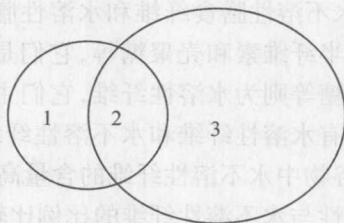


图 1-1 营养素和功能因子的交叉关系

1—仅作为营养素(例如淀粉、蔗糖、脂肪等);2—既是营养素又是功能因子(例如维生素、矿物元素等);

3—仅作为功能因子(例如 L-肉碱、皂苷、廿八醇、生物碱、益生菌等)

第二节 功能因子

一、活性多糖

活性多糖类包括植物活性多糖(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、云兰多糖、银耳多糖、黑木耳多糖、冬虫夏草多糖等)、微生物活性多糖、动物酸性多糖等。

1. 植物活性多糖

(1) 膳食纤维

膳食纤维是指那些不被人体消化吸收的多糖类碳水化合物与木质素的总称。

① 膳食纤维的化学组成

a. 纤维素

纤维素是吡喃葡萄糖经 $\beta(1\rightarrow4)$ 糖苷键连接而成的直链线性糖,是细胞壁的主要结构物质。通常所说的“非纤维素多糖”(Noncellulosic Polysaccharides),泛指果胶类物质、 β -葡聚糖和半纤维素等物质。

b. 半纤维素

半纤维素的种类很多,绝大部分不溶于水。组成谷物和豆类膳食纤维中的半纤维素,主要有阿拉伯木聚糖,半乳糖甘露聚糖和 $\beta(1\rightarrow3,1\rightarrow4)$ 葡聚糖等。另外,一些水溶性胶也属于半纤维素。

c. 木质素

木质素是由松柏醇、芥子醇和对羟基肉桂醇3中单体组成的大分子化合物,没有生理活性。天然存在的木质素,大多与碳水化合物紧密结合在一起,很难将之分离。

d. 果胶及果胶类物质

果胶主链是经 $(1\rightarrow4)$ 糖苷键连接而成的聚GalA(半乳糖醛酸),主链中连接有 $(1\rightarrow2)$ Rha(鼠李糖),部分GalA经常被甲酯化。

果胶或果胶类物质主要有阿拉伯糖、半乳糖和阿拉伯半乳糖等,均能溶于水形成凝胶,对维持膳食纤维的结构有重要作用。

② 膳食纤维的种类

按溶解性,膳食纤维可分为水不溶性膳食纤维和水溶性膳食纤维两大类。水不溶性膳食纤维包括纤维素、木质素、某些半纤维素和壳聚糖等,它们是细胞壁的组成成分;而果胶、瓜尔胶、藻酸钠、葡聚糖和真菌多糖等则为水溶性纤维,它们主要是植物细胞壁内的储存物与分泌物。所有植物性食品均含有水溶性纤维和水不溶性纤维,但其水溶性和水不溶性纤维的含量则有很大差异。例如,谷物中水不溶性纤维的含量高,而水果中水溶性纤维的含量较高,豆类、燕麦和大麦中的水溶性与水不溶性纤维的比例比较均衡。

a. 谷物纤维

小麦麸皮含有约45%的膳食纤维,其中以水不溶性膳食纤维居多,在焙烤食品和快餐谷物食品中应用广泛;燕麦纤维中水溶性膳食纤维含量较高,在降低血清胆固醇和预防心血

管疾病方面功效显著,最初是在快餐谷物食品中作为配料,发展至今已在饼干、面包和甜点心等多种食品中得到了很好的应用。

b. 豆类纤维

大豆纤维是一种优质纤维,一般以豆渣为原料提取而制得,有较明显的降血脂和稳定血糖的作用,很适合用来生产低能量食品。

c. 果蔬纤维

橘子纤维具有较强的吸水和吸油能力,水溶性纤维含量高,还有维生素 C、K 等矿物元素,以及较高浓度的类黄酮,可用于焙烤食品、谷物食品、沙司等食品中。苹果纤维、胡萝卜纤维、甜菜纤维等其他果蔬纤维,在食品加工中都有广泛的应用。

d. 其他天然纤维

甲壳素是自然界第二大丰富的生物聚合物,分布十分广泛,是一种巨大的可再生资源。甲壳素脱去乙酰基的产物——壳聚糖可作为低能量食品的配料,甘蔗纤维、菊粉均是天然纤维。

e. 合成、半合成纤维

葡聚糖属于合成或半合成的水溶性纤维,应用于冰淇淋、饮料、糕点等多种食品中,还被用作油脂替代品。

③膳食纤维的生理功能

a. 无能量、防治肥胖

膳食纤维的高持水性及覆水后体积的膨胀性,对胃肠道产生容积作用,并且可减慢胃排空,更快产生饱腹感且不易感到饥饿,对于预防肥胖症大有益处。

b. 调血脂水平,预防心脑血管疾病

高纤维食品可对高脂食品升高血清胆固醇的作用起到拮抗效果,其根本原因在于膳食纤维可降低血脂水平,这已被大量人体和动物实验所证实。

c. 调节血糖水平,防治糖尿病

膳食纤维的缺乏被认为是引起人类糖尿病的重要原因之一,由于膳食纤维的持水性和膨胀性,在肠道内干扰了可利用碳水化合物与消化酶之间有效的混合作用,降低了可利用碳水化合物的消化率。膳食纤维促进肠道蠕动,使食物在消化道内的消化和吸收时间变短,也影响了小肠对葡萄糖的吸收,从而起到了平衡和稳定血糖水平的作用。

d. 调节肠道菌群

机体肠道菌群结构受膳食纤维因素的影响很大,不同膳食结构的人群,其肠内菌群的数量与结构也不尽相同,导致粪便微生物菌群的数量与结构也有较大差别。

来自小肠的未被消化吸收的膳食纤维进入大肠后,对其中微生物菌群的数量和种类产生重要影响。例如,人体摄取壳聚糖后,分析粪便肠道微生物和肠内细菌产生的腐败物质与挥发性脂肪酸的种类与数量,发现肠道内微生物菌群没有发生大的改变,只有腐败性的念珠菌属等有明显减少。

2. 真菌活性多糖

由于真菌活性多糖在增强人体的免疫功能及抗肿瘤方面具有活性,近几年来对真菌多糖的研究十分活跃。研究表明,在香菇、灵芝、银耳、蘑菇、茯苓及猴头菌等食用和药用真菌中,存在丰富的、结构各异的多糖活性物质。这些活性多糖表现出多种生理活性,是一类重要的保健食品活性成分。