

功能稻米

Functional rice

research and use

研究与利用

吴殿星 编著



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

功能稻米研究与利用

吴殿星 编著

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

功能稻米研究与利用/吴殿星编著. —北京:中国计量出版社,
2006. 8

ISBN 7-5026-2445-7

I. 功… II. 吴… III. ①稻米制食品:疗效食品—研究 ②稻
米制食品:疗效食品—综合利用 IV. TS213. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 063427 号

内 容 提 要

本书在简要介绍功能食品研究与开发的基础上,分章节对稻米中主要功能性成分的研究与利用进行了阐述。主要内容包括:功能食品,稻米中的主要功能性成分及制品,富含 β -胡萝卜素转基因金稻,富含铁功能稻米,富含 γ -氨基丁酸功能稻米,蛋白质和氨基酸相关功能稻米,高抗性淀粉功能稻米等。

本书可供从事作物遗传育种、食品科学技术、现代营养医学和功能产品研发人员阅读。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话(010)64275360

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

永清县第二福利厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850 mm × 1168 mm 32 开本 印张 6.75 字数 146 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

*

印数 1—1 200 定价: 18.00 元



前言

功能稻米是指具有调节人体生理功能、适宜普通人群食用,又不以治疗疾病为目的的稻米。其除具有一般稻米皆有的营养和感官功能外,还具有一般稻米所没有的或不强调的第三种功能,即调节人体生理活动的功能。稻米是我国的传统主食,其营养在膳食中的地位举足轻重。随着人民生活水平的提高,膳食结构正由温饱型向小康型过渡。现代营养的概念,已不仅只是解决生存和温饱,更强调的是有利保持健康和降低疾病威胁。人们对稻米的质量要求越来越高,除要求品种的多样化、口感的香甜软滑外,还要求食用安全、优质且具保健和药膳等功能。现代营养医学则是合理利用各种食品中所含的营养成分,通过食疗或食补的方式来提高人体的生理机能,以达到祛病、增进人体健康的功效,二者可有机结合。由于功能稻米具有天然、安全、有效的特性,因此,功能稻米的研究与利用不仅便于实施采取“饮食相关的疾病预防新战略”,也有利于实现农产品增值和农业可持续发展,适应国内外市场的新需求,解决“三农”问题。

本书在简要介绍功能食品研究与开发的基础上,分章节对稻米中主要功能性成分的研究与利用进行了论述,不仅包括了自身的研究结果,而且对国内外该领域的最新研究进展进行了阐述。全书共分七章,主要内容有:功能食品,稻米中的主要功能性成分



及制品,富含 β -胡萝卜素转基因金稻,富含铁功能稻米,富含 γ -氨基丁酸功能稻米,蛋白质和氨基酸相关功能稻米,高抗性淀粉功能稻米。按目前各自从事的研究,中国计量学院的张明洲博士,浙江大学原子核农业科学研究所的博士后王忠华,博士生赵海军、王雪艳、张琳琳、舒小丽、杨朝柱分别参与了第一章至第七章的组织编写。

本书可作为从事作物遗传育种、食品科学技术、现代营养医学和功能产品研发的科研人员与公司企业的参考资料。

本书中有关的研究内容,系浙江大学原子核农业科学研究所近年来在该领域研究的一个基本缩影,是在恩师——全国“五一劳动奖章”获得者、国家级突出贡献中青年专家、原浙江农业大学校长夏英武教授的悉心指导与不断鼓励下开展进行的。在研究过程中,先后得到了浙江省科技厅、国际原子能机构、国家科技部、国防科工委与农业部(空间生命科学及航天育种工程)、浙江新安生物、湖北赛亚米业、美国SYNGENTA等资助,在此一并表示衷心的感谢。

由于研究水平有限,加之编写时间仓促,书中难免存在诸多错误和参考文献出处未标明之处,敬请同行专家和广大读者谅解与指正。

作者

2006年6月18日于杭州





目 录

第一章 功能食品	(1)
一、功能食品的概念	(2)
二、功能食品的研究现状	(4)
三、功能食品的分类	(6)
1. 减肥食品	(6)
2. 疗效食品	(7)
3. 美容和保洁食品	(9)
4. 营养补给功能食品	(9)
5. 抗过敏功能食品	(10)
6. 更年期用功能食品	(10)
7. 健脑功能食品	(11)
8. 抗衰老功能食品	(11)
9. 抗应激功能食品	(12)
四、功能食品的发展趋势	(18)
1. 加强新技术与新方法在功能食品中的应用	(18)
2. 更加注重研究与开发新的功能食品素材	(20)
3. 更加强调学科间和国际间的合作	(23)





第二章 稻米中主要功能性成分及制品	(26)
一、稻米的组织结构与化学成分	(27)
二、稻米中的功能性成分及其生理活性	(30)
1. 膳食纤维	(30)
2. 抗性淀粉	(31)
3. γ -氨基丁酸	(32)
4. 多磷酸肌醇	(33)
5. 谷维素	(34)
6. 维生素 E	(35)
7. 二十八烷醇	(35)
8. 甾醇	(36)
三、稻米制品	(36)
1. 发芽糙米产品	(36)
2. 米淀粉功能食品	(38)
3. 米糠健康食品	(39)
4. 稻壳产品	(42)
第三章 富含 β -胡萝卜素转基因金稻	(44)
一、维生素 A 的性质	(45)
二、维生素 A 的生理功能	(47)
1. 维生素 A 与视觉	(47)
2. 维生素 A 与机体免疫功能	(49)
3. 维生素 A 与人体生长发育	(49)
4. 维生素 A 与铁的吸收与利用	(50)
三、维生素 A 的来源	(51)





四、提高维生素 A 含量的基因工程	(52)
五、富含 β -胡萝卜素转基因金稻	(53)
第四章 富含铁功能稻米	(63)
一、土壤中铁的存在及水稻对铁的吸收	(65)
1. 土壤中铁的存在及其浓度	(65)
2. 水稻对铁的吸收	(65)
3. 铁在水稻体内的运输	(66)
二、稻米中铁的含量与品种间差异	(67)
三、稻米中铁含量的遗传控制	(70)
四、富含铁稻米育种	(72)
1. 高铁水稻常规育种	(72)
2. 高铁水稻诱变育种	(74)
3. 铁蛋白转基因水稻	(74)
4. 金属硫蛋白转基因水稻	(79)
5. 低植酸水稻的培育	(79)
6. “双高”铁水稻的研究	(83)
五、富含铁稻米制品	(85)
1. 黑米发酵类制品	(85)
2. 黑米主副食品类	(87)
3. 黑米药用产品	(87)
第五章 富含 γ-氨基丁酸功能稻米	(88)
一、 γ -氨基丁酸及其生理功能	(89)
1. γ -氨基丁酸 (GABA) 的概念	(89)





2. 富含 GABA 稻米的生理功能	(89)
二、GABA 在稻米中的分布与富集	(92)
三、富含 GABA 的巨大胚水稻及其特性	(95)
1. 巨大胚水稻的诱变育种	(95)
2. 巨大胚水稻的遗传控制	(98)
3. 巨大胚水稻的理化性质	(100)
4. 巨大胚水稻的主要营养成分	(101)
5. 巨大胚水稻中 GABA 的表达特性	(104)
6. 巨大胚水稻的农艺性状	(105)
四、富含 GABA 功能稻米产品	(105)
 第六章 蛋白质和氨基酸相关功能稻米	(108)
一、八种必需氨基酸及其功能	(109)
二、氨基酸测定分析	(111)
1. 氨基酸分析仪测定法	(111)
2. 近红外反射光谱法	(112)
三、蛋白质和氨基酸遗传研究	(113)
四、有关水稻蛋白质和氨基酸研究进展	(114)
1. 传统育种技术	(114)
2. 转基因技术	(115)
3. 染色体和细胞工程法	(121)
4. 总 DNA 导入法	(123)
5. 诱发突变法	(124)
五、稻米蛋白和氨基酸制品	(130)
1. 稻米肽	(131)



2. 高蛋白米粉	(132)
3. 米糠清蛋白活性肽	(134)
4. 食品添加剂	(134)
第七章 高抗性淀粉功能稻米	(136)
一、抗性淀粉的定义、分类和检测	(137)
1. RS 的定义	(137)
2. RS 的分类	(140)
3. RS 的检测	(141)
二、抗性淀粉的生理功能	(142)
三、影响 RS 形成的因素	(144)
1. RS 形成的内因	(144)
2. RS 形成的外因	(146)
四、富含 RS 食品的开发途径	(146)
五、高 RS 稻米研究进展	(147)
1. 利用加工方法提高稻米中 RS 的含量	(148)
2. 高 RS 稻米遗传育种	(149)
六、高 RS 稻米的特征特性	(150)
1. 高 RS 稻米的生理作用方式	(150)
2. 主要营养成分	(153)
3. 高 RS 稻米的淀粉特性	(154)
七、高 RS 的遗传及相关影响因素	(157)
1. RS 与直链淀粉的关系	(158)
2. RS 与其他淀粉品质的关系	(163)
八、高 RS 稻米的分子标记辅助选择	(166)

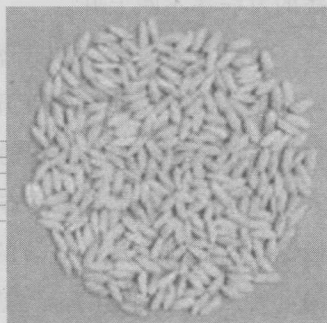


1. 高 RS 水稻的 Wx 基因第 1 内含子 +1bp 单核苷酸多态 (SNP) 分析	(167)
2. 与 RS 相关的分子标记	(168)
3. RM225 和 RM217 在杂交组合 II - 32B/RS111 中与 RS 和直链淀粉含量的关系	(169)
4. RM225 和 RM217 在杂交组合宜香 B/RS111 中与 RS 和直链淀粉含量的关系	(172)
主要参考文献	(175)



第一章

功能食品



随着科学技术的进步和发展,与生命和健康密切相关的营养与食品科学领域继各种维生素发现以来,再次取得了里程碑式的突破。首先,营养与食品科学领域关注的热点正由过去的“如何解决温饱的问题”转向现阶段的“如何吃好的问题”,也就是说,人们对生命的要求不仅仅只是停留在解决一般的营养问题,而是追求一种“最佳”或“最优化”的健康状态。“膳食与健康”(Diet and health)的关系引起了前所未有的关注;其次,各种新颖分离提取和纯化分析技术的相继发明,也为深入揭示“膳食与健康”的关系提供了技术的支撑。

随着人们生活水平的不断提高,形式多样的现代慢性疾病,如心血管疾病、癌症、高血压、糖尿病和骨质疏松症等的发病率正不断攀升,这不但给国家和社会的医疗体系带来了巨大的压力,也给人类自身带来了不可言喻的痛苦。这些现代慢性疾病的发生不仅与环境恶化与不良生活习惯相关,更重要的是与膳食结构的改变密切相关。以下两个事实足以证明这一点:(1)欧美发达国家或地区的膳食习惯与各种慢性疾病的高发紧密相关;(2)不



少亚洲国家或地区饮食习惯不同程度的西化,也导致各种慢性疾病的发病率不断上升。

鉴于上述原因,国内外营养与食品专家和学者对膳食中各种营养组分的重要性重新展开了系统的研究与探讨,结果发现,膳食中一些早期被人们忽视的“微量成分”或“非或抗营养因子”对人类健康起着非常重要的作用,特别是此类微量成分与很多现代慢性疾病的预防具有显著的相关性。这是一个具有里程碑意义的重大发现,它不但革新了营养学上存在的一些陈旧的或错误的观点,而且深化了人们对生命与健康的认识。如果将 20 世纪各种维生素的发现比作营养学领域的第一次“黄金时代”(Golden age)的话,那么这些微量成分对健康重要性的发现就标志着营养学领域的第二次“黄金时代”的到来。

一、功能食品的概念

“民以食为天”,随经济建设的发展和生活水平的提高,人们对食品的要求不再以饱腹为根本目的。近年来,人们对食品营养的观念发生了巨大的变化,普遍认为,食品包含三级功能:第一级功能是营养功能,即指食品中的营养物质满足人体对热能和营养元素需求的基本功能;第二级功能是指食品满足人体对感观需求的功能,即食品的色、香、味、形等所起的作用;第三级功能是指具有调节人体生理的功效,主要是调节机体的免疫功能和节律、防衰老、防病或促进疾病的恢复等。

以往营养学的研究重点是探明各种营养元素的膳食需要量以保证人体的健康需求,而现在则是重点研究具有促进健康和预





防慢性病的功能食品,即研究重点已由食品的第一级功能转向第三级功能。以食品的功能性为主要目标的研究始于20世纪80年代初。1984年,日本学者首先提出了功能食品(Functional Food)这一新概念,明确指出“为充分发挥食品第三级功能而设计加工的食品是功能食品”,将食品具有调节人体生理功能的作用这一观念引入食品研究之中。

世界各国对功能食品的称谓各不相同。我国大多称之为保健食品,近年来也有人称之为功能食品。欧美国家大多称之为“健康食品(Healthy Food)”或“营养食品(Nutritional Food)”,还有人称之为“设计食品(Designer Food)”。

1996年,世界粮农组织(FAO)、世界卫生组织(WHO)和国际生命科学研究所(International Life Sciences Institute, ILSI)在新加坡共同主办了首届功能食品的国际研讨会。该次会议的中心议题是统一东西方对功能食品的认识。

在我国,“医食同源”的理念由来已久,药膳的历史可以追溯到远古时期。我国最早的药学专著《神农本草经》就记载了既是药物又是食物的多种食品,如大枣、芝麻、山药、桂圆和蜂蜜等。唐代著名医学家孙思邈在其《千金方》中指出:“为医者,当须先洞晓病源,知其所犯,以食治之,食疗不愈,然后命药”。药膳作为我国医学的瑰宝,千百年来,它同中草药一样,为中华民族的繁衍和保障人民的健康起到了重要作用。

我国传统的“医食同源”理念最先被日本和韩国等东方国家所接受。现在,很多人相信某些食品益于健康且颇有疗效。这种理念是功能食品的理论基础,已逐渐被大多数的国家所认可。在日本,功能食品的概念主要在研究人员当中使用,它包括两大类



型:第一类是强化食品,包括以维生素、铁、钙等矿物质及赖氨酸等营养素强化的米、面、面包、方便面、豆酱、黄油、火腿肠等食品;第二类是特殊食品,包括病人专用食品、孕产妇及哺乳期妇女专用奶粉、婴幼儿奶粉、老年人专用食品和特殊保健食品等。

目前,世界各国对功能食品的认识已基本趋于一致,即它是一类既不同于普通食品又区别于药品而具有特殊生物学或营养学效应的食品。具体而言,功能食品是指利用物理化学、生物技术和生物工程等方法,对普通食品加以设计,将其改造成具有改善人体免疫机能、调节生理状况、预防疾病、抑制衰老、恢复健康等多种功能、且可日常食用的一类食品,它的英文名称为“Functional food”。由于功能性食品具有天然、安全和有效的特性,已成为中国 21 世纪发展的重点。

二、功能食品的研究现状

功能食品的研究开发是当今世界食品业的发展趋势。1990 年,以美国国立癌症研究所为中心,开展了“设计食品”研究,明确提出了利用自然界的植物制备生理活性物质和富含微量元素的关键性食品配料,开发出生产周期短、见效快的防癌食品的研究目标。为有效实施该项目,美国国立癌症研究所组织了临床营养、食品工程、食品化学、药理学、生物化学、医学等多领域跨学科的国际协作。最近,美国食品科学与工程协会的专门研究小组指出,21 世纪食品的 6 个优先研究领域是:食品安全性、营养与健康、食品生物工程、环境问题、加工与包装和从分子水平上研究食品的功能。





日本自 1991 年开始实施特殊功能食品制度以来,功能性成分的鉴定、分析及功能食品的研究开发也非常迅速。1994 年,日本国立癌症预防研究所调查了日常饮食习惯与癌症发生率间的关系,发现多吃蔬菜可显著降低癌症的发生;进一步对 40 种蔬菜的抗癌成分深入分析,发现 20 种蔬菜具有明显的抑癌效果。

2001 年 12 月,世界粮农组织、世界卫生组织和国际生命科学研究所日本共同举办了国际防癌食品研究会,重点讨论了维生素 C、维生素 E、胡萝卜素、黄酮、黄烷醇等生理活性成分对癌症的预防作用,并广泛探讨了蔬菜、水果、茶叶、调味品、草本植物、谷类作物、豆类作物及海产品对预防癌症发生的重要意义。

功能食品的市场正在不断扩大。据不完全统计,日本功能食品的市场每年以 8%~9% 的速度递增,10 年内批准了 192 种功能食品,2000 年总产值达到了 8100 多亿日元;美国自 1994 年以来功能食品的市场也逐年扩大,2000 年已达 254 多亿美元;欧洲功能食品的市场已超过 50 亿美元。

我国功能食品自 20 世纪 90 年代以来发展迅猛,相关厂家达 4000 多个,品种超过 4000 余种,年产值高达 300 亿元左右。但与此同时,功能食品也如脱缰的野马,伪劣品充斥市场,鱼龙混杂,不仅使广大消费者深受其苦,也使名副其实的厂家蒙受巨大的经济损失。鉴于这种情况,为规范功能食品市场,保护消费者的权益和优秀保健食品厂家的利益,国家卫生部制定了《功能食品管理办法》,并自 1996 年 6 月 1 日付诸实施。1996 年 9 月,卫生部在京召开了首次功能食品评审会,57 个产品通过了评审。

纵观国内外功能食品的发展,大体经历了三个阶段:第一阶段,功能食品主要是为营养素强化的食品,其功效大多未经证实;



第二阶段,功能食品是经动物和人体实验证明、具有特殊功效的食品;第三阶段是在第二阶段基础上,采用现代高新技术,从分子水平上确定了功能因子和化学结构的食品。目前,美国和日本等国的功能食品以第二和第三代产品为主,而我国的功能食品多属第一代,第二和第三代产品还很少。

三、功能食品的分类

目前,国际上比较令人瞩目的功能食品主要有减肥食品、疗效食品、美容和洁净食品、营养补给食品、抗过敏食品、更年期专用食品、抗应激食品和健脑食品等。

1. 减肥食品

近年来,减肥食品的发展呈现多样化。以前的减肥食品多为片剂和胶囊,现在也有点心、饮料和果冻等多种形式。减肥食品的原料广泛,包括蛋白质、葡糖甘露聚糖、膳食纤维(Diet fiber)、核酸、壳聚糖、肉碱、辣椒素和车前草等。

近年来,国内外对膳食纤维的研究开发尤为重视。在欧美发达国家,膳食纤维主要用于预防肠癌和心血管疾病;而在日本和许多发展中国家中,主要用于减肥和预防便秘。开发既含水溶性又含不溶性的复合型膳食纤维是今后的研究发展方向。例如,日本利用甜菜榨糖后的残渣为原料,开发出复合型天然食用纤维——甜菜纤维,这种食用纤维具有水溶性和不溶性食用纤维的双重功效,已得到了广泛应用。另外,有关葡糖甘露聚糖、壳聚糖的研究与开发也较多,它们不仅可用于功能食品,也可用于化妆品领域。