

功能性食品及其加工技术丛书

功能性 膳食纤维食品

周 坚 肖安红 编著



Chemical Industry Press



化学工业出版社

化学与应用化学出版中心

功能性食品及其加工技术丛书

功能性膳食纤维食品

周 坚 肖安红 编著



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

功能性膳食纤维食品/周坚,肖安红编著. —北京:
化学工业出版社, 2005.1
(功能性食品及其加工技术丛书)
ISBN 7-5025-6462-4

I. 功… II. ①周…②肖… III. 膳食-纤维-疗效食品 IV. TS218

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 130909 号

功能性食品及其加工技术丛书

功能性膳食纤维食品

周 坚 肖安红 编著

责任编辑:王蔚霞

文字编辑:孔 明

责任校对:李 军

封面设计:郑小红

*

化学工业出版社 出版发行

化学与应用化学出版中心

(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

北京红光印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 8½ 字数 178 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6462-4/TS·229

定 价: 19.00 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

序

食品的功能第一是营养功能：它提供人体所需要的基础营养素，以满足人体生存的需要。第二是感官功能：它必须满足人们对色、香、味、形嗜好的要求，增强人们对食品的食欲。然而，一方面，随着社会的进步，人民生活水平的提高，人们对自身健康的重视和对长寿的追求越来越关注。另一方面，社会的发展，科技的进步也给人们的生存环境中的空气、水源、食品等等带来严重的污染，从而导致各种疾病发病率的不断上升。在这种情况下，人们寻求一种既能满足营养和感官功能，又能增强机体免疫能力，调节人体生理节律，预防疾病或促进康复的具有特殊用途的食品，即既具有营养和感官功能又具有第三功能的食品。这种被称为具有特殊功能的功能食品（亦称健康食品）是食品营养与功能研究的热门课题，是当今研究的前沿与方向。

功能食品的第三功能在于功能食品中的活性成分对人体生理节律的调节。功能活性成分和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。目前，国内外研究工作者应用多学科的知识、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对功能食品进行了深入的研究，开发出一系列具有不同功效的功能食品。因此功能食品应是多学科交叉、融合的结晶。如果将各自的研究结晶向研究和开发功能食

品的科技人员介绍，共同深入探讨，共同切磋，将有利于功能食品产业的飞跃和健康发展；特别是深入浅出、通俗易懂地将功能食品介绍给广大人民群众，为人民群众所理解和接受，得到人们的喜爱，对提高人们生活质量和健康水平的重要意义是不可低估的。

然而，目前我国认真地系列地介绍具有不同功效的功能食品书籍还很缺乏。化学工业出版社组织编著和不断推出的《功能性食品及其加工技术丛书》，填补了这一缺陷。此系列丛书由我国研究功能食品的有关专家教授亲自编著而成。他们在积累了相当丰富文献资料的基础上，结合各自的研究成果，撰写出内容丰富，兼具科学性与实用性的系列丛书。审阅此丛书，使我获益匪浅。该丛书既可供大众阅读，又可供研究功能食品的科技人员、开发生产功能食品的生产管理人员借鉴和参考。它的出版，对提高人民的健康水平、生活质量，对我国功能食品的开发和产业的发展，将起到较大的推动作用。在此系列丛书不断问世之际，特向读者推荐，并作此序。

吴谋成 教授

2004年11月于武汉狮子山

前 言

人类进入 21 世纪，社会高度发达，人们生活水平大幅度提高。在膳食结构中，高热量、高蛋白、高脂肪食品和精细食品摄入量大大增加，而膳食纤维的摄取量相对减少，忽略了膳食营养的平衡性，导致“富贵病”——糖尿病、心血管病、肥胖、肠道癌、便秘等越来越普遍。加之进入人口老龄化社会，人们对食品的消费观念发生了变化，对食品的要求不仅停留在感官、口感上，而且讲究其功能性。膳食纤维正是因其突出的保健功能——平衡人体营养、调节机体功能而被人们认识的。

膳食纤维一直被认为是没有营养价值的粗纤维。直到 20 世纪 70 年代 Trowell 等提出膳食纤维的概念以及它对现代“富贵病”影响以来，膳食纤维才成为营养学家、流行病学家以及食品科学家等关注的热点。20 世纪 90 年代，在全世界范围掀起了研究膳食纤维的热潮，膳食纤维受到来自不同领域的科学家，包括医生、营养学家、膳食家、食品科学家、生物化学家以及与食品法规及营养教育有关的科学决策者的广泛重视，并将其列为继糖、蛋白质、脂肪、水、矿物质和维生素之后的“第七大营养素”。专家们一致认为：纤维食品将是 21 世纪主导食品之一。

美、英、德、法等发达国家早在 20 世纪 70 年代就着手对膳食纤维进行研究与开发，已形成一定产业规模，并在食品市场占有一席之地。美国成立了膳食纤维协会（USDA）。在年

销售 60 亿美元方便谷物食品中，约 20% 是膳食纤维功能食品。日本在 20 世纪 80 年代后期利用可溶性膳食纤维制成碳酸饮料、乳酸饮料及果汁等。国外已研究的膳食纤维主要有六大类：谷物、豆类、果蔬、微生物多糖及其他天然纤维和合成纤维、半合成纤维，计 30 多个品种，其中实际应用于生产已有 10 余种。

我国对膳食纤维的制取技术研究、应用研究和生产尚处于起步阶段。大体可分为四个方面：一是膳食纤维对人体生理效应的研究，如防治冠心病、治疗肥胖症、预防高血压、治疗糖尿病和抗胃肠癌症、清除外源有害物质、抗氧化、清除自由基等；二是关于膳食纤维源分布和农副产品综合利用研究；三是完善和提高膳食纤维工业制取方法研究，也包括膳食纤维改性的研究；四是膳食纤维在食品加工中的应用研究。

开发膳食纤维的关键是开拓资源和改进提取方法，这是现阶段我国面临的资源可持续利用问题，本书就此进行了阐述。本书共七章。第一章系统地介绍了膳食纤维的基础理论知识及其研究的现状；第二章至第六章按膳食纤维的不同来源对谷物膳食纤维、大豆膳食纤维、果蔬膳食纤维、抗性淀粉、果胶等成分、功能及其制取工艺与方法进行了论述；第七章就目前膳食纤维食品的产品开发进行了介绍。

本书在介绍膳食纤维理论知识及加工技术与应用方面仅仅是一个开端。膳食纤维与国计民生、全民膳食结构、中国营养改善行动有极其密切和积极的关系。希望本书出版后，能在膳食纤维理论研究与产品开发中得到实际应用，为我国膳食纤维功能食品形成大规模现代化的产业、资源持续利用并创造经济效益和社会效益做出贡献。

本书第一章由周坚编写，第二章至第七章由肖安红编写。由华中农业大学博士生导师吴谋成教授负责校审。在本书编写过程中得到了徐群英老师的鼎力帮助，在此表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，经验不足，书中难免存在疏漏和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2004 年 11 月于武汉

内 容 提 要

本书为《功能性食品及其加工技术丛书》中的一册。

膳食纤维被认为是继糖、蛋白质、脂肪、水、矿物质和维生素之后的“第七大营养素”。膳食纤维食品将是 21 世纪主导食品之一。开发膳食纤维的关键是开拓资源和改进提取方法，本书就此进行了阐述。

本书共七章。第一章系统地介绍了膳食纤维的基础理论知识及其研究的现状；第二章至第六章按膳食纤维的不同来源对谷物膳食纤维、大豆膳食纤维、果蔬膳食纤维、抗性淀粉、果胶等成分、功能及其制取工艺与方法进行了论述；第七章就目前膳食纤维食品的产品开发进行了介绍。

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

第一章 膳食纤维的基本理论	1
一、膳食纤维研究的意义	1
二、膳食纤维的定义及分类	3
三、膳食纤维的主要成分及其特性	5
四、膳食纤维的生理功能	10
五、功能性膳食纤维食品的研究与开发	14
六、推荐摄入量	16
第二章 谷物膳食纤维	19
第一节 概述	19
第二节 小麦膳食纤维	21
一、小麦的籽粒结构及化学成分	21
二、小麦膳食纤维的生产	23
第三节 玉米膳食纤维	30
一、玉米的籽粒结构及化学成分	30
二、玉米膳食纤维的生产	32
第四节 燕麦膳食纤维	36
一、燕麦的籽粒结构及化学成分	37
二、燕麦可溶性膳食纤维 β -葡聚糖的提取	41
三、燕麦胶的提取	44
第五节 米糠膳食纤维	47
一、米糠的化学成分	47
二、米糠膳食纤维的生产	50

三、米糠膳食纤维及米糠营养素的生产	55
第六节 大麦膳食纤维	57
一、大麦籽粒的形态特征	57
二、大麦的化学成分	58
三、从大麦中提取 β -葡聚糖	59
第三章 大豆膳食纤维	60
第一节 概述	60
一、大豆的籽粒结构	60
二、大豆的化学组成	62
三、大豆中的生理活性物质及其作用	63
第二节 大豆膳食纤维的组成及性质	64
一、大豆膳食纤维的组成	64
二、大豆膳食纤维的性质	67
第三节 大豆膳食纤维的生产	72
一、大豆纤维粉的生产	72
二、豆皮纤维粉的生产	78
三、高纯度、高生理活性大豆膳食纤维的制作方法	80
第四节 大豆膳食纤维在食品中的应用	83
一、大豆膳食纤维在食品中的应用	83
二、大豆膳食纤维在食品应用中的举例	87
第五节 大豆膳食纤维要解决的问题及开发前景	94
一、存在的问题	94
二、大豆膳食纤维的开发前景	97
第四章 果蔬膳食纤维	100
第一节 概述	100
第二节 苹果膳食纤维	103
一、苹果膳食纤维原料	103

二、苹果膳食纤维的提取	105
第三节 梨膳食纤维	110
一、梨膳食纤维生产原料	110
二、梨渣膳食纤维的提取	110
第四节 甘蔗膳食纤维	112
一、甘蔗膳食纤维生产原料	112
二、蔗渣膳食纤维粉生产	116
第五节 椰子膳食纤维	117
一、椰子膳食纤维生产原料	117
二、从椰子渣中提取膳食纤维的技术	118
第五章 抗性淀粉	120
第一节 概述	120
一、抗性淀粉的定义	120
二、抗性淀粉的分类	121
三、抗性淀粉与膳食纤维及抗性淀粉的应用	123
四、食品中抗性淀粉的含量及其影响因素	125
五、抗性淀粉的生理学特性和生理功能	129
六、抗性淀粉研究方法	132
第二节 抗性淀粉的制备	140
一、制备原理	140
二、抗性淀粉的制备方法	147
第六章 果胶	152
第一节 概述	152
一、果胶在食品工业中的意义	152
二、果胶的存在与结构	152
三、果胶的性质	153
四、果胶的应用	155

五、生产果胶的原料及提取果胶的一般工艺	156
第二节 高甲氨基果胶、低甲氨基果胶的提取	162
一、高甲氨基果胶的提取	162
二、低甲氨基果胶的提取	165
第三节 苹果果胶的提取	166
一、工艺流程	167
二、技术要点	167
三、苹果果胶产品指标	171
第四节 山楂果胶的提取	171
一、工艺流程	173
二、操作要点	173
三、山楂果胶粉产品质量标准	176
第五节 葡萄皮果胶的提取技术	177
一、工艺流程	178
二、操作方法	178
三、工艺条件的确定	179
第六节 柚皮果胶的提取技术	180
一、提取工艺	181
二、技术要点	181
第七节 西番莲果胶的提取	182
一、方法 1	183
二、方法 2	186
第八节 柑橘、向日葵盘果胶的提取	187
一、柑橘果胶的提取	187
二、向日葵盘果胶的提取	189
第七章 功能性膳食纤维食品	191
第一节 高膳食纤维面包	191
一、面包的生产方法	192

二、添加不同来源膳食纤维制作面包	200
第二节 高膳食纤维饼干	208
一、饼干的一般生产工艺	208
二、添加不同来源膳食纤维制作饼干	209
第三节 膳食纤维大米食品	214
一、膳食纤维人造大米	214
二、膳食纤维米粉	217
第四节 高膳食纤维面条	219
一、高膳食纤维挂面	219
二、高膳食纤维方便面	221
三、高膳食纤维通心面	223
第五节 高膳食纤维早餐食品	225
一、高膳食纤维颗粒状早餐谷物食品	226
二、高膳食纤维片状早餐谷物食品的生产	227
三、高纤维膨化类早餐谷物食品的生产	230
第六节 其他膳食纤维食品	232
一、高膳食纤维人造马铃薯片	232
二、高膳食纤维膨化小食品的生产	234
三、高纤维焙烤或油炸小食品的生产	236
四、膳食纤维饮品	239
五、玉米纤维冰棍	242
六、燕麦西式香肠	242
七、玉米皮膳食纤维冰淇淋	243
八、膳食纤维胶囊	243
附录 膳食纤维的测定	244
参考文献	252

第一章

膳食纤维的基本理论

一、膳食纤维研究的意义

人类的食物摄入大致经过四个阶段。第一阶段人类主要是摄取狩猎和搜寻得到的动物性食物。这一阶段人类主要是以满足生存为第一需要，得到的食物大致为动物性食物，以蛋白质和脂肪为主，同时也有一些野生的植物性食物。通过对粪化石的分析认为，生活在美洲西部大盆地区的印第安人食物中含有25%的纤维。

约一万年前，人类建立了最早期的农业社会。人们开始有意识地选择种植蛋白质和淀粉含量高、纤维含量低的植物。人类食物进入动物和植物并存的第二阶段。

人类进入农业社会后，埃及、中国等文明古国农业技术非常发达，出现了谷物加工技术。古埃及人最早使用石头磨制面粉，而古中国人最早使用舂加工稻米，食物朝着粗加工的方向发展。在这一阶段，人类食物进入以植物性食物为主、动物性食物为辅的第三阶段。发达而社会繁荣稳定的国家，人们在满足温饱之余，开始努力地使谷物中尽可能地除去所含的纤维组成，朝着碾米制粉的方向发展。

当人类进入工业社会，由于出现了以钢制辊式磨粉机代替笨重的石磨、以砂辊碾米机代替石春的技术更新，同时出现了更精细、更有效的筛理设备，使生产几乎不含麸皮的精制面粉和几乎不含米糠的高精度大米的目标得以实现。同时，由于电动机的引入，大大提高了生产效率，使得大规模的制粉碾米成为可能。在第四阶段，尽管从技术上已经能够生产精粉精米，但由于全世界的粮食产量还不足以支撑这种粮食的高消费，所以实际上世界上绝大多数人还食用着粗加工粮食。

人类进入 20 世纪，特别是第二次世界大战以后，西方发达国家的物质文明达到了历史上前所未有的丰富，这些国家的人民已经可以充分享受到精面粉米的食物。而令人深思的是，人类经过几万年的努力享受到的精制主食实现了的同时，出现了西方发达国家的“文明病”；而在世界的另一端的不发达第三世界，由于粮食产量不足以支撑人们精制主食的消费，以及长期历史的高纤维食物的食用，如非洲、亚洲，反而很少出现“文明病”。

Trowell 博士首次列出西方文明病的特征并论证了纤维食物的重要性，提出了膳食纤维的概念，引起了人类对纤维作用的再认识。近 40 年来，由于科研人员的不断努力，新闻媒介的大力宣传，以及大量的事实例证，纤维的重要生理功能在更大范围内为人们所广泛接受。膳食纤维甚至被很多人建议列入继蛋白质、可利用碳水化合物、脂肪、维生素、矿物质和水之后的第七大营养素。

人类社会进入 21 世纪，人们生活水平大幅提高，饮食日趋精细，导致富贵病（糖尿病、心血管病、肥胖、肠道癌、便秘等）越来越普遍；加之进入人口老龄化社会，人们对食品的

消费观念也发生了变化，对食品的要求不仅仅停留在感官、口感上，而且越来越讲究功能性。因此可以相信，21 世纪的食品将逐渐以功能性食品为主。而膳食纤维正是因其突出的保健功能而被人们逐渐认识。进入 20 世纪 90 年代，全世界范围掀起了研究膳食纤维的热潮，受到来自不同领域的科学家，包括医生、营养学家、膳食家、食品科学家、生物化学家以及与食品法规、营养教育有关的科学决策者的广泛重视。尤其是 20 世纪 90 年代初期，全美国甚至整个欧洲共同体国家掀起了一股研究开发纤维食品的热潮。以往不被人们重视的食物纤维，像维生素一样成为人们谈论的重要话题。膳食纤维经过了 30 多年的研究和发 展，已成为发达国家广泛流行的保健食品。在欧美，高纤维素类产品的年销售已近 300 亿美元。在日本，食用纤维素类产品的年销售为 100 亿美元。专家们认为：纤维食品将是 21 世纪的主导食品之一。

二、膳食纤维的定义及分类

1. 膳食纤维的定义

纤维素是自然界最为丰富的有机物之一，膳食纤维除含纤维素外，还含有其他成分。自 20 世纪 60 年代以来，对它已作过许多界定。1972 年 Trowell 提出“膳食纤维是食物中那些不被人体消化吸收的植物成分”，1976 年又补充为“不被人体消化吸收的多糖类碳水化合物及木质素”；1985 年美国食品与药物管理局（FAO）和世界卫生组织（WHO）认为“膳食纤维是指能用公认的定量方法测定的，人体消化器官不能水解的动植物组成成分”；目前认为“膳食纤维是指不易被人体消化吸收的，以多糖类为主的大分子物质的总称，包括植物性木质