

海藻膳食纤维

李来好 主编



海洋出版社

海藻膳食纤维

李来好 主 编

海洋出版社

2007年·北京

图书在版编目(CIP)数据

海藻膳食纤维/李来好主编. —北京:海洋出版社,2007.9

ISBN 978-7-5027-6896-6

I. 海… II. 李… III. 海藻-膳食-纤维 IV. TS201.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第144702号

责任编辑:王溪

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

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

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编:100081

北京华正印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2007年8月第1版 2007年8月北京第1次印刷

开本:850mm×1168mm 1/32 印张:7.25

字数:181千字 定价:20.00元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

《海藻膳食纤维》编写人员名单

主 编:李来好

编写人员:戚 勃 吴燕燕 郝淑贤

陈胜军 岑剑伟 刁石强

杨贤庆


序

社会经济的不断进步,为人类食品的发展带来了前所未有的机遇。食品工业的发展,食品花色、品种的增多,逐渐改变着人们的饮食结构,同时也促进了恶性肿瘤、高血脂、高血压、动脉硬化、糖尿病、便秘和结肠病等多种疾病的发生。自20世纪90年代以来,这类“文明病”的发病率在我国大城市,尤其是沿海城市呈现不断上升的趋势,已成为威胁人们健康的主要疾病。这些事实促使人们更加关注自身健康与饮食的相互关系,膳食纤维的研究正是在这种背景下得到发展的。随着科学技术的进步,人们基本搞清了“文明病”与膳食纤维之间的相互关系,证实了富含膳食纤维食物的重要性,并可通过改善膳食结构和食品组成,发挥食品本身的生理调节功能以达到提高人们健康水平的目的。大量的科学研究引起了人们对膳食纤维作用的高度重视,目前膳食纤维已被营养学家和医学家称为与蛋白质、碳水化合物、脂肪、水分、矿物质和维生素并列的“第七大营养素”。膳食纤维的研究给食品工业注入了全新的内容,膳食纤维食品也被人们誉为“21世纪的食品”。近30年来,经过科研人员的不断努力以及新闻媒介的宣传,膳食纤维的重要生理功能逐渐被人们广泛接受。

有关膳食纤维的研究已取得了很大进展,研究成果也得到了广泛的应用。然而,目前我国详细地介绍膳食纤维的书籍还为数不多。至于海藻膳食纤维方面的专著,更属空白。海洋出版社出版的这部《海藻膳食纤维》,填补了这一空白。主编李来好同志先

后承担了多项有关海藻膳食纤维的国家和省部级项目,对“海藻膳食纤维”作了深入系统的研究,并发表多篇高水平学术论文,其他编者均是多年从事水产品加工的科技工作者,积累了丰富的科研经验和宝贵的一手资料。阅览全书,对主要养殖经济海藻的营养成分、膳食纤维提取方法、安全评价、功能特性和应用都作了比较系统的介绍。该书内容丰富,论述严谨,文笔流畅,是一部兼具科学性与实用性的科学论著,可供研究功能食品的科研人员、开发生产功能食品的生产管理人员借鉴和参考。它的出版,将对我国功能性食品的开发和产业的发展以及对我国海藻养殖业的健康持续发展起到较大的推动作用。在此书问世之际,特向读者推荐,并作此序。

中国工程院院士

The image shows a handwritten signature in black ink. The characters are '林浩熊' (Lin Heng), written in a cursive, expressive style. The signature is positioned below the text '中国工程院院士' and above the date '2007年6月2日'.

2007年6月2日

前 言

早在 1953 年 Hipsley 就提出膳食纤维一词,由于它不能为人体消化而提供营养,过去较少受到重视。随着社会的进步,经济的发展和人民生活水平的提高,人们的膳食结构也发生着改变,高热能、高蛋白、高脂肪摄入量大大增加,膳食纤维的摄入量相对减少,使得人体膳食营养失衡,导致高血脂、高血糖、肥胖、便秘、心血管疾病等所谓的现代“文明病”越来越普遍,已引起全社会的重视。流行病学专家从大量调查中发现膳食纤维与人体营养和疾病有着密切的关系,并被现代医学和营养学确认为与传统的六大营养素并列的“第七营养素”。20 世纪 80 年代后期在世界范围内掀起了一股研究膳食纤维的热潮。西方发达国家也将其作为热门的研究课题开展了广泛的研究,并把许多研究成果应用到食品工业。

由于我国人民以素食为主,而植物性食品中存在着大量的膳食纤维,膳食纤维缺乏并不明显。但随着人们生活水平的提高,我国人民的膳食结构发生了很大的改变,在一些经济发达的城市也出现了因膳食纤维摄入不足而导致的“文明病”发病率不断增加的趋势;其次,老龄化人口越来越多,因其牙齿、肠胃等机体功能的退化,对膳食纤维功能食品提出了特殊的要求。为此,在 1993 年 12 月 9 日,我国国务院发布的《九十年代中国食物结构改革与发展纲要》指出:膳食纤维不足而引起的

“文明病”成为危害我国人民健康的主要疾病。适时开展对膳食纤维的研究与开发,具有十分深远的社会意义和科学意义。

为此,作者从1996年以来分别承担了有关海藻膳食纤维的国家“863”项目、科技部科技成果转化资金项目、广东省自然科学基金项目、广东省科技计划项目和中国水产科学研究院基金项目,对海藻膳食纤维的提取、毒理、功效和应用进行了系统的研究。本书是作者十多年来在海藻膳食纤维领域研究的系统总结,既有精深的理论探讨,又有切实可行的实际应用。本书所有的数据和图表,除了特别注明外,均是作者的研究结果,具有原始资料的价值。

全书共七章。第一章简述了膳食纤维的定义与分类、组成结构、理化性质、对人体的生理功能、膳食纤维与其他营养素的相互关系和食用安全性以及膳食纤维的资源与提取方法。第二章简述了红藻资源概况,以江蓠、石花菜、麒麟菜和紫菜为例,系统分析了它们的化学组成,详细论述了红藻膳食纤维的提取工艺方法以及各红藻膳食纤维的品质分析。第三章简述了褐藻资源的概况,以马尾藻、海带、裙带菜和羊栖菜为例,系统分析了它们的化学组成,详细论述了褐藻膳食纤维的提取工艺以及各褐藻膳食纤维的品质评价。第四章分别阐述了红藻和褐藻膳食纤维的功能活化方法。第五章以海带、马尾藻、麒麟菜和江蓠膳食纤维为例,系统地从急性毒性、遗传毒性、短期喂养和致畸毒性进行了海藻膳食纤维的安全毒理学评价。第六章对海藻膳食纤维的功效进行评价,包括海藻膳食纤维清除自由基、吸附雌激素、重金属、亚硝酸盐和调节便秘等功效。第七章简述了以海藻膳食纤维为原料在食品开发中的应用,包括膳食纤维应用工艺特性,在焙烤食品、面条、肉制品、饮料食品和调味酱中的应用。

本书可供食品科学、农产品、保健食品等领域科研、生产单位从业人员参考使用,对相关学科的院校师生也有一定的参考价值。

限于我们的知识水平,本书内容中难免存在诸多不足和错误之处,诚恳读者批评指正。

编 者

2007年4月于广州

目 次

第一章 绪论	(1)
一、膳食纤维的研究意义	(1)
二、膳食纤维的定义与分类	(2)
三、膳食纤维的组成与结构	(4)
四、膳食纤维的理化特性	(10)
五、膳食纤维的代谢	(13)
六、膳食纤维的生理功能	(14)
七、膳食纤维与其他营养素的相互作用	(18)
八、膳食纤维的安全性	(21)
九、膳食纤维的资源 and 开发	(23)
十、膳食纤维的制备方法	(26)
十一、膳食纤维的展望	(28)
第二章 红藻膳食纤维	(29)
第一节 概述	(29)
第二节 江蓠膳食纤维	(31)
一、江蓠的化学组成和营养评价	(31)
二、江蓠膳食纤维的生产	(37)
三、江蓠膳食纤维的分析	(39)
第三节 石花菜膳食纤维	(41)
一、石花菜的化学组成和营养评价	(41)
二、石花菜膳食纤维的生产	(45)

三、石花菜膳食纤维质量分析	(45)
第四节 麒麟菜膳食纤维	(46)
一、麒麟菜的化学组成和营养评价	(46)
二、麒麟菜膳食纤维的生产	(51)
三、麒麟菜膳食纤维质量分析	(54)
第五节 紫菜膳食纤维	(55)
一、紫菜的化学组成和营养评价	(55)
二、紫菜膳食纤维的生产	(62)
三、紫菜膳食纤维质量分析	(62)
第三章 褐藻膳食纤维	(64)
第一节 概述	(64)
第二节 马尾藻膳食纤维	(67)
一、马尾藻的化学组成和营养评价	(67)
二、马尾藻膳食纤维的生产	(74)
三、马尾藻膳食纤维质量分析	(77)
第三节 海带膳食纤维	(79)
一、海带的化学组成和营养评价	(79)
二、海带膳食纤维的生产	(85)
三、海带膳食纤维质量分析	(87)
第四节 裙带菜膳食纤维	(88)
一、裙带菜的化学组成和营养评价	(88)
二、裙带菜膳食纤维的生产	(92)
三、裙带菜膳食纤维质量分析	(93)
第五节 羊栖菜膳食纤维	(94)
一、羊栖菜的化学组成和营养评价	(94)
二、羊栖菜膳食纤维的生产	(99)
三、羊栖菜膳食纤维质量分析	(100)

第四章 海藻膳食纤维的功能活化	(101)
第一节 功能活化方法	(102)
第二节 红藻膳食纤维的功能活化	(106)
第三节 褐藻膳食纤维的功能活化	(108)
第五章 海藻膳食纤维的安全毒理学评价	(111)
第一节 急性毒性评价	(112)
一、材料与方法	(112)
二、试验结果与分析	(112)
第二节 遗传毒性评价	(113)
一、试验方法	(113)
二、试验结果与分析	(114)
第三节 传统致畸评价	(118)
一、材料与方法	(118)
二、试验结果与分析	(119)
第四节 海藻膳食纤维 30 d 喂养试验的研究	(122)
一、材料与方法	(122)
二、结果与分析	(123)
三、结论	(137)
第六章 海藻膳食纤维的功效评价	(138)
第一节 海藻膳食纤维清除自由基的功效评价	(138)
一、材料与方法	(139)
二、结果与分析	(140)
三、结论	(147)
第二节 海藻膳食纤维吸附雌激素的功效评价	(148)
一、材料与方法	(148)
二、结果与分析	(151)
三、结论	(154)
第三节 海藻膳食纤维吸附重金属的功效评价	(155)

一、材料与amp;方法	(156)
二、试验结果	(158)
三、海藻膳食纤维对金属离子的吸附机理	(166)
第四节 海藻膳食纤维吸附亚硝酸盐的功效评价	(168)
一、材料与amp;方法	(168)
二、试验结果	(170)
三、海藻膳食纤维清除 NO ₂ 效果的探讨	(173)
第五节 海藻膳食纤维调节便秘的功效评价	(175)
一、材料与amp;方法	(175)
二、试验结果	(176)
三、结论	(177)
第七章 海藻膳食纤维的应用	(178)
第一节 海藻膳食纤维的应用工艺特性	(178)
第二节 海藻膳食纤维在焙烤食品中的应用	(180)
一、海藻膳食纤维在面包生产中的应用	(181)
二、海藻膳食纤维在饼干生产中的应用	(183)
三、海藻膳食纤维在糕点生产中的应用	(185)
第三节 海藻膳食纤维在面条加工中的应用	(187)
第四节 海藻膳食纤维在肉制品加工中的应用	(190)
一、海藻膳食纤维在香肠中的应用	(190)
二、海藻膳食纤维在鱼糜加工中的应用	(191)
第五节 海藻膳食纤维在饮料加工中的应用	(192)
一、海藻膳食纤维在乳饮料中的应用	(193)
二、海藻膳食纤维在果汁饮料中的应用	(194)
第六节 海藻膳食纤维在调味酱加工中的应用	(194)
附录 I 膳食纤维持水力测定	(196)
附录 II 膳食纤维膨胀力测定	(197)

附录Ⅲ 海藻膳食纤维企业产品标准 (Q/FZ07—2004)	(198)
附录Ⅳ 褐藻类总膳食纤维的测定	(205)
附录Ⅴ 红藻类总膳食纤维的测定	(208)
参考文献	(210)

第一章 绪 论

一、膳食纤维的研究意义

在 2 000 多年以前,人们就知道纤维类食物的重要性。Hipsley 在 1953 年就提出膳食纤维(dietary fibre, DF)一词,由于它不能为人体消化而提供营养,因此一直被认为是没有营养价值的粗纤维,过去也较少受到重视。但是,随着社会经济和人们生活水平大幅度提高,饮食结构也发生很大的变化,植物类食品向着精制的方向发展,摄入量也明显减少,高热能、高蛋白、高脂肪的动物性食品摄入量大大增加,而膳食纤维的摄入量相对减少,使得人体膳食营养失衡,因而导致如肥胖症、高血压、糖尿病、癌症、心血管疾病等“文明病”的发病率不断上升。

Trowell 博士首次论证了纤维食物的重要性并提出了膳食纤维的概念,引起了人类对纤维作用新的认识。经过国内外科研人员的大量研究,证明了膳食纤维在预防便秘与结肠癌、降低血液胆固醇、稳定血糖水平等“富贵疾病”方面的重要生理功能。人体膳食纤维缺乏或摄入不足是导致这类“文明病”的重要原因,而膳食中足够的膳食纤维可以保护人体免遭这些疾病的侵害。为此,膳食纤维被现代医学界和营养学界公认为是继蛋白质、脂肪、水分、碳水化合物、矿物质、维生素等六大营养素之后影响人体健康所必需的“第七大营养素”。早在 20 世纪七八十年代,在欧、美、日等发达国家和地区就开始研究膳食纤维,并研制和生产出不少品种

的膳食纤维和高膳食纤维食品,颇受消费者欢迎,也带来了明显的经济效益。

在我国,过去人民以素食为主,膳食纤维缺乏并不明显。但近些年来,在一些经济发达的城市也出现了因膳食纤维摄入不足而导致的西方“文明病”发病率不断增加的趋势,其次,老龄化人口越来越多,因其牙齿、肠胃等机体功能的退化,对膳食纤维功能食品提出了特殊的要求。为此,在1993年国务院发布了《九十年代中国食物结构改革与发展纲要》,指出了膳食纤维不足而引起的“文明病”成为危害我国人民健康的主要疾病,在这种背景下膳食纤维的营养功能及其研究与开发成为一个十分重要的研究课题。从事膳食纤维的研究和开发工作也蓬勃开展起来。我国营养学家和食品学家在膳食纤维方面也开展了不少工作,并研制出了一些高品质膳食纤维,高品质膳食纤维的开发也成功进入产业化规模,有望在防癌、抗病等多方面发挥重要作用。

二、膳食纤维的定义与分类

1. 膳食纤维的定义

Trowell 等人(1972)在测定食品中各种营养成分时,首次对膳食纤维进行定义如下:“膳食纤维是食物中那些不被人体消化吸收的植物成分”,1976年他又定义为“那些不被人体所消化吸收的多糖碳水化合物和木质素”,这种定义,通常是指非淀粉多糖和木质素;1985年美国食品与药物管理局(FDA)和世界卫生组织(WHO)定义膳食纤维为“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”;根据联合国FAO和美国FDA的定义:“膳食纤维是指各种食用动植物的所有构成成分中,不受人的消化酶作用而发生加水分解作用的物质”;膳食纤维定义工作委员会[1999年6月2~3日美国谷物化学家协会(AACC)和国际生命科学会(ILSI)共同成立]于1999年11月2日在84届

AACC 年会上举行专门会议对膳食纤维的定义进行了讨论,将膳食纤维定义为“凡是不能被人体内源酶消化吸收的可食用植物细胞、多糖、木质素以及相关物质的总和”,这一定义包括了食品中的大量组成成分:纤维素、半纤维、低聚糖、果胶、木质素、脂质类物质、胶质、改性纤维素、黏质及动物性壳质、胶原等,在有些情况下,也指那些不被人体消化吸收的、在植物体内含量较少的成分,如糖蛋白、角质、蜡和多酚酯等,也包括在广义的膳食纤维范围内。虽然,膳食纤维在人的口腔、胃、小肠内不能消化吸收,但人体大肠内的某些微生物能降解部分膳食纤维,从这种意义上来说,膳食纤维的净能量不严格等于零。总之,目前膳食纤维的定义仍然存在一定差距,有待于进一步建立和统一。

2. 膳食纤维的分类

(1)按膳食纤维在水中的溶解能力分 按溶解能力分,可分为水溶性膳食纤维(SDF)和水不溶性膳食纤维(IDF)两类。

水溶性膳食纤维是指不被人体消化道酶消化,但可溶于温、热水,和水结合会形成凝胶状物质,且其水溶液又能被其四倍体积的乙醇再沉淀的那部分膳食纤维,主要是细胞壁内的储存物质和分泌物,另外还包括部分微生物多糖和合成多糖,其组成主要是一些胶类物质。SDF 主要包括:植物类果实和种子黏质物,果胶、瓜胶、阿拉伯胶、角叉胶、瓜儿豆胶、愈疮胶、琼脂以及半乳糖、甘露糖、葡聚糖、海藻酸钠、微生物发酵产生的胶(如黄原胶)和人工合成半合成纤维素,另外还有真菌多糖等。不溶性膳食纤维是指不被人体消化道酶消化且不溶于热水的那部分膳食纤维,主要是植物细胞壁的组成成分,包括纤维素、半纤维素、木质素、原果胶、植物蜡和动物性的甲壳质及壳聚糖、软骨类等。

SDF 和 IDF 二者在人体内所具有的生理功能和保健作用是不同的,IDF 主要作用在于,使肠道产生机械蠕动效果,而 SDF 成分则更多地发挥代谢功能。已经确认,SDF 可以防止胆结石和排除