

国外现代食品科技系列

功能性食品 活性成分与加工技术

【加拿大】 John Shi 主编 魏新林 等译

FUNCTIONAL FOOD INGREDIENTS AND
NUTRACEUTICALS PROCESSING TECHNOLOGIES



中国轻工业出版社

CHINA LIGHT INDUSTRY PRESS

国外现代食品科技系列

功能性食品 活性成分与加工技术

**Functional Food Ingredients and Nutraceuticals
Processing Technologies**

[加拿大] John Shi 主编

魏新林 郑 剑 陈季望
潘静娴 刘杏荣 王尚玉 王元凤 译

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

功能性食品活性成分与加工技术/ (加) 石 (Shi, J.)

主编; 魏新林等译. —北京: 中国轻工业出版社, 2010. 8

(国外现代食品科技系列)

书名原文: Functional Food Ingredients and Nutraceuticals

Processing Technologies

ISBN 978-7-5019-7595-2

I. ①功… II. ①石…②魏… III. ①疗效食品-生物活性-化学成分-研究②疗效食品-食品加工-研究
IV. ①TS218

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 060985 号

Authorized translation from English language edition published by
CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC.

责任编辑: 张 靓 责任终审: 张乃东 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王培燕 责任校对: 燕 杰 责任监印: 马金路

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.25

字 数: 467 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7595-2

定价: 42.00 元

著作权合同登记 图字: 01-2008-0507

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

70638K1X101ZYW

译者序

功能性食品是强调其成分对人体能充分显示机体防御功能、调节生理节律、预防疾病和促进康复等功能的工业化食品。功能性食品有时也称为保健食品。

国外较早研究的功能性食品是强化食品。20 世纪 10~20 年代, 芬克提出了人体必需的“生物胺”, 随后被命名为“维生素”。对于维生素生理功能的研究, 以及对它的“缺乏症”的研究, 使人类进一步认识到它对于人体生理机能的重要性, 并通过补充维生素而很快使维生素缺乏引起的疾病得到缓解甚至治愈。1935 年美国提出了强化食品, 随后强化食品得到迅速发展。

随着强化食品的发展, 强化的概念也得到不断的拓宽, 不仅是以向食物中添加某种营养素来达到营养平衡, 防止某些营养缺乏症为目的, 某些以含有一些调节人体生理节律、提高免疫能力和防止衰老等有效的功效成分为基本特点的食品也属强化食品。这就超出了原有的强化食品的范畴。

鉴于这些情况, 1962 年日本率先提出了“功能性食品”, 并围绕着“调节功能”做文章。随着衰老机制、肿瘤成因、营养过剩疾病、免疫学机理等基础理论研究的进展, 功能性食品研究开发的重点转移到这些热点上来。

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 (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和研究领域等。研究领域比较集中的有: 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。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。

在国际市场上, 功能性食品的发展一直呈上升趋势, 在欧美等发达国家, 由于人民生活水平高, 自我医疗保健意识很强, 在医药保健方面消费很高。以美国为例, 每年的医疗保健费用约为 3000 多亿美元, 平均每人约 1000 多美元。其中, 功能性食品的产值近 800 亿美元, 约占 27%。20 世纪 90 年代以来, 随着国际“回归大自然”之风的盛行, 目前全球功能性食品年销售额已达到 2000 亿美元以上, 具有不可替代的重要作用, 不但得到世人的认可和重视, 而且深入人心, 增长的势头还在发展。

人类健康已成为食品开发的主题, 研究食物功能成分、开发功能性食品已称为国际上食品研究瞩目的热点和发展趋势。当前国外已将功能性食品及功能因子研究作为 21 世纪增强国际竞争力具有战略意义的研究课题。G. Mazza 副教授于 1998 年开始出版了他主编的功能性食品系列丛书, 全面地记述和讨论了目前功能性食品的发展、基本原理、重大事件、最新进展和发展前景, 尤其是 John Shi 博士主编的《功能性食品活性成分与加工技术》对功能性食品活性成分与加工技术方面的最新进展如: 超临界流体萃取、高压低极性水萃取、膜分离、蒸馏、脱水、食品巴氏杀菌、高压灭菌以及 ω -3 脂肪酸微胶囊法和生物处理技术等方面进行了深入全面的探讨, 并涵盖了生物反应器设计中的微生物建模、

超临界流体中的生化反应、植物原料的超临界流体萃取模型、加工过程中番茄红素的稳定性、功能性食品的包装技术、强抗氧化活性的水果和清除过氧亚硝基阴离子的生物学抗氧化机理等。该书由处于功能性食品科技研究领域的最前沿的 32 个国际专家所著, 适合很多专业人士如食品科技工作者、营养学家、生物化学家以及从事功能性食品和配料生产的食品公司研发部门的科研人员参考。另外, 本书也是大专院校食品科学与工程、食品质量与安全等专业学生的优秀参考书。在目前所出版的功能性食品专著中, 堪称一本难得的佳作。

本书第 1~3 章由刘杏荣、魏新林博士译, 第 4 章由郑剑、王尚玉博士译, 第 5~9 章由郑剑、陈季望博士译、第 10 章由王尚玉、魏新林博士译、第 11、第 12 章由魏新林、王元凤博士译, 第 13~16 章由潘静娴、王元凤博士译, 全书由郑剑、魏新林博士校对和统稿。

在本书翻译过程中, 得到了很多老师和同学的大力帮助, 在此表示深深的谢意! 由于译者水平有限, 书中难免有遗漏、错误和不足之处, 敬请读者不吝指教, 以便进一步完善和提高。

魏新林

丛书总序

《功能性食品丛书》出版于 1998 年,此书及时而全面地介绍了功能性食品方面相关的新兴科技以及其在预防和延缓疾病的发生,尤其是慢性疾病方面的作用。该丛书的前八卷已经得到来自于食品、营养和健康各领域专业人士的广泛认可,其中第一、二两卷介绍了功能性食品的生化特性和加工工艺;第三卷介绍了草本植物、植物性药材和茶叶;第四卷为功能性食品分析方法;第五卷为发酵型功能性食品手册;第六卷为功能性乳制品手册;第七卷为功能性脂类手册;第八卷则是功能性食品词典。

由 John Shi 博士撰写的最新卷——《功能性食品活性成分与加工技术》,介绍了功能性食品配料和加工技术方面的最新进展。本卷的特色之一在于对超临界流体萃取、高压极性水萃取、膜分离、蒸馏、脱水、食品巴氏杀菌、高压灭菌以及 $\omega-3$ 脂肪酸微胶囊法和生物处理技术等方面同行评议过的资料进行了深入全面的探讨。该书还涵盖其他一些方面,包括:生物反应器设计中的微生物建模、超临界流体中的生化反应、植物原料的超临界流体萃取模型、加工过程中番茄红素的稳定性、功能性食品的包装技术、强抗氧化活性的水果和清除过氧亚硝基阴离子的生物学抗氧化机理。本书包含的 16 个章节是由处于功能性食品科技研究领域的最前沿的 32 个国际专家所著。我们希望这本书能够为从事食品加工的工程技术人员以及营养保健行业的从业人员、学生、科研人员、企业的研发部门、政府和大学的研究机构等提供帮助。

丛书的前几卷介绍的主要内容包括:

《功能性食品的生化特性和加工工艺》,丛书的第一卷由 G. Mazza 所著,且该卷非常受读者的欢迎。该卷内容主要集中在利用燕麦、小麦、大米、亚麻籽、芥菜、水果、蔬菜、鱼以及乳制品等开发功能性食品。丛书的第二卷是由博士 John Shi, G. Mazza 和 Marc Le Maguer 所著,主要集中阐述了以下几方面功能性食品成分在化学、生物化学、药理学、流行病学以及制备工艺技术方面的最新发展,分别为从油料和谷类作物中制备的维生素 E 和生育三烯酚类、大豆以及大豆制品中的异黄酮、浆果和葡萄中的黄酮类化合物、番茄中的番茄红素、柑橘属果树中的柠檬油精、迷迭香和鼠尾草中的酚醛二萜类化合物、大蒜中的有机硫成分、紫锥花属菊中的植物化学成分、水果胶质、亚麻籽和鱼制品中的 $\omega-3$ 脂肪酸和二十二碳六烯酸。

《草本植物、植物性药材和茶叶》由 G. Mazza 博士和 Dave Oomah 博士所著,深入全面地综述了大蒜、人参、紫锥花属菊、姜、葫芦巴、金丝桃科的圣约翰草、银杏叶、卡瓦根、北美黄连白毛茛、锯棕榈、缬草、夜来香、甘草、欧洲越橘、蓝莓以及绿茶和红茶在化学、药理学、流行病学以及临床治疗方面科学研究的成果。更值得一提的是,该书的部分章节还涉及了药草和茶产业方面相关的国际法规和质量品质控制措施,极具参考价值。

《功能性食品分析方法》由 W. Jeffrey Hurst 博士所著,阐述了类胡萝卜素、植物激素、叶绿素、花青素、氨基酸、脂肪酸、黄酮类化合物、水溶性维生素、碳水化合物的先进分析方法。

《发酵型功能性食品手册》由 Edward. R. Farnworth 博士所著，全面介绍了富含微生物的发酵食品的生产以及研究发酵过程中微生物组成变化的最先进技术，尤其对此类功能性食品及其活性成分对人体健康的影响作了重要的探讨。

《功能性乳制品手册》由 Colette Shortt 博士和 John O'Brien 博士所著，介绍了益生菌乳酸杆菌和双歧杆菌、乳糖水解制品、作为化学益生菌（益生元）的异-低聚半乳糖，共轭亚油酸及其潜在的抗动脉硬化作用和对化学因素诱导肿瘤的抑制效果、牛奶中成分的增强人体免疫功能的特性以及乳制品中钙和铁元素的强化。

《功能性脂类手册》由 Casimir C. Akoh 教授所著，阐述了有关功能性脂类各主要研究方向的最新科技成果，包括功能性脂类的分离、生产和浓缩技术、脂类在食品中的功能性、脂类的健康以及营养功能、功能性脂质生产中生物技术的作用。

《功能性食品词典》由 N. A. Michael Eskin 和 Snait Tamir 共同完成。基于大量的同行专家评议过的可靠文献资料收集和整理，按照字母顺序清晰而简明地编排。该卷就像一本小型百科全书，为读者提供宝贵和最新的 480 种功能性食品的产地、化学、生物学活性/功效等方面的信息。

丛书总编

G. Mazza, Ph. D., FCIFST

序 言

饮食与健康的关系，以及它们的经济意义，正逐渐被阐明，同时，在这一极有吸引力的研究领域，其作为一门可信赖的学科逐渐获得人们的认可。在过去的十年中，人们对功能性食品、生物活性物质以及营养补充剂对健康的特殊贡献方面的认识得到了极大的提高。因此，消费者购买并将其融入健康饮食的要求以及能够为这些此类产品提供盈利货架空间的主流零售产业链都已经有所增加。为了有效地普及知识以及使民众尽可能多地从中获益，将科学文献中最新的研究成果和资料提炼、归纳、整合成更加简明的信息资料，正如本书所做的工作，是非常必要的。这在整个食品行业中都可以付诸实施。

CRC 出版的《功能性食品丛书》（共九卷）由 G. Mazza 博士（Pacific Agri - Food Research Centre, Agriculture & Agri - Food Canada, Summerland, BC, Canada）编著，本卷承接了先前几卷书的研究内容和工作，并且又沿着整个知识体系更加深入地阐述了食品工程和食品加工工艺方面最新的研究进展。这些先进的技术为不久的将来大批量生产质量稳定的功能性成分明确、可靠的功能性食品和营养补充剂提供了极大的保障，并将由此产生良好的健康和经济效益。John Shi 博士是这一领域国际知名的科学家，该系列丛书前几卷的共同编著者，此次他不仅是该卷丛书的撰写者，同时也担任该书的主要编辑工作。该丛书的作者来自世界各国，涵盖了国际上在此研究课题的不同研究兴趣领域和专长，并且体现了非常重要的广泛合作以期高效促进此领域的技术进展。

该卷分 16 章，对制备功能性食品和保健品过程中的一系列关键因素进行了探讨，包括各类产品从原料的筛选到提取、纯化、消毒、包装再到储存的全过程。前几卷主要集中在研究一系列产品以及其生物化学组成，而这一卷主要是探讨加工过程，虽然内容涉及一系列产品并且阐述了其相关特性以及对工艺适应性的影响。

撰写者和编辑的工作都很出色，他们成功地对最重要的主题进行了筛选并在本书中做了准确而全面的描述。本书中的知识和技术的普及推广将加速相关技术方法整合并应用到将来的产品加工中。

这本书不仅是食品科学、生命科学专业学生的优秀参考书，也是食品工业功能性食品方面的专业著作。

Yvon Martel 博士

前 言

来自北美和欧盟的研究人员，通过找寻非传统的或药草类的药品和天然健康产品以预防疾病和改善健康，为了更加有效地调控健康，他们在这方面的研究中投入了大量的时间和精力。人们已经越来越关注微量元素（植物营养素）对人类健康的作用了。近年来，关于食品的独特成分、这些独特成分的生理功能与对人类健康益处之间的关系被越来越多地揭示清楚。功能性食品包含数量可观的天然提取物、浓缩物或者从天然原料中提取的天然配料成分。这使得我们可以通过预防疾病和改善健康来降低现行的卫生保健成本。在过去的十年中，功能性食品的消费趋势是消费者导向。功能性食品也迎合想更好调控自己健康的老年人的需求。功能性食品的消费趋势预期还会继续增长，因此，关于功能性食品的全面的科学知识对于这一新兴领域的发展是至关重要的。消费者对功能性食品需求的不断增长促使国际保健组织和政府机构对功能性食品的生产和应用制定了特殊的指导方针。因此，科学团体必须利用现代技术手段确保功能性食品生产的功效和安全性。

生产商总是渴望能够满足消费者对能用于促进健康的功能性食品的需求。为了让人们对这个快速发展的领域有一个更好的认识以及普及宣传该领域的最新的产品和技术进展，CRC出版的《功能性食品丛书》的第九卷——《功能性食品活性成分与加工技术》一书应运而生。该书的16个章节涵盖的内容非常广泛，包括：生物原材料，功能性食品生产中工程技术的应用，工艺学与建模，功能性食品生物利用度以及产品质量。并且重点介绍了：①工程技术，如：高压、超临界流体、膜分离、微胶囊和分子蒸馏等技术在功能性食品生产中的应用；②加工过程以及货架期内生物活性成分的稳定性和抗氧化特性的变化；③通过物理和化学的方法提高生物活性成分的生物利用度；④抗氧化作用机理以及生物学功能的临床医学和流行病学依据。

该丛书的作者是来自各个研究领域的国际专家，我很感激他们每个人对这本书提出的宝贵建议。该书不仅为世界范围内很多专业人士如食品科技工作者、营养学家、生物化学家以及各企业的工程师提供了专业系列丛书，同时也是从事功能性食品和配料生产的食品公司研发部门的科研人员独一无二的参考书。另外，本书也是大专院校食品科学与工程、食品工程、食品加工等专业学生的基础参考书。读者将获得功能性食品和营养补充剂生产的工程技术和质量控制方面的完整且正确的科学知识。

John Shi 博士

致 谢

这本书是很多科学工作者共同协作审议原稿，是他们的支持和贡献使得本书备受关注，编者对他们付出的努力表示感谢。审稿人有：Ireneo Kikic 博士（University of Trieste, Italy）；Thomas Gamse 博士（Graz University of Technology, Austria）；Yukio Kakuda, Gauri S. Mittal 和 Warrar Stiver 博士（University of Guelph, Canada）；Selma Guigard 和 Marleny Saldana 博士（University of Alberta, Canada）；Pauly Appah 博士（Food Development Centre, Manitoba, Canada）；以及 Giuseppe Mazza, Christopher Young 和 Lamin S. Kassama 博士（Agriculture and Agri - Food Canada）。

编者也非常感谢 Yvon Martel 博士（A/Assistant Deputy Minister, Agriculture and Agri - Food Canada）为这本书撰写了序言，以及 John Lynch 博士（Science Director）和 Maria Nazarowec - White 博士（Program Coordinator）给予的极大的帮助和支持。对 Jerry King 博士（Los Alamos National Laboratory, Chemistry Division, United States）；Asbjørn Gildberg 博士（Norwegian Institute of Fishery and Aquaculture, Norway）；Amparo Chiralt 和 Pedro Fito 博士（Polytechnic University of Valencia, Spain）；Albert Ibarz 和 Joaquin Giner Segui 博士（University of Lleida, Spain）；Sam K. C. Chang 博士（North Dakota State University, United States）；James H. May 博士（University of Hawaii at Manoa, United States）；Yueming Jiang 博士（South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, China）；Eleanor Riemer 博士，Susan Lee 女士和 Patricia Roberson 女士（CRC/Taylor & Francis）等人，编辑由衷地感谢他们在建议书和原稿筹备期间给予的支持和鼓励。

作者简介

John Shi 博士不仅是美国联邦农业部和加拿大农业部的一名高级科研人员，也是盖尔弗大学工程学院食品工程专业一名兼职教授。他撰写了功能性食品 II——《生化特性和加工工艺》以及《亚洲功能性食品》两本书，由 CRC 出版。1985 年 John Shi 在中国浙江大学获得硕士学位，并于 1994 年在西班牙巴伦西亚理工大学获得博士学位。他不仅是《食品科学与营养以及保健食品》杂志的国际著名编辑，也是《药膳》杂志和《农业、食品与环境》杂志的编辑委员之一。

John Shi 作为一名博士后研究员在美国北达科他州立大学从事研究工作，也曾作为一名客座教授，在西班牙莱里达大学和挪威渔业与水产研究院指导国际协作研究。他曾作为大会主要发言人，参加了美国、加拿大、日本、中国、韩国、泰国、西班牙和哥伦比亚的国际会议。他已在国际科学杂志上发表了 90 多篇论文并且撰写了二十本专著。他目前的研究专攻于从天然产物中分离获取保健功效成分并开发功能性食品。

目 录

第1部分 超临界流体萃取技术

1 超临界技术在生物活性成分萃取中的应用	1
1.1 引言	1
1.2 相关概念及系统	2
1.3 在食品工业中的应用	6
1.4 影响萃取率的因素	19
1.5 小结	26
参考文献	26
2 超临界流体萃取过程中的食品组分溶解度及其回收率	33
2.1 引言	33
2.2 SFE 中食品组分的溶解度	33
2.3 超临界 CO ₂ 萃取下溶解度的影响因素	37
2.4 溶解度预测	45
2.5 小结	49
参考文献	49
3 超临界流体萃取植物生物活性成分的建模	56
3.1 植物成分的超临界萃取	56
3.2 萃取床及破碎、完整细胞理论	57
3.3 物料平衡及活塞流方程模型	58
3.4 超临界萃取种子油	62
3.5 精油的超临界流体萃取	66
3.6 超临界萃取技术的整合平衡	68
3.7 流动形式	71
3.8 萃取曲线的初步评估	74
3.9 小结	77
致谢	77
术语表	78
参考文献	79
4 超临界流体中的生化反应	81
4.1 引言	81

4.2 非传统介质中的酶催化·····	83
4.3 超临界流体中酶的催化反应·····	85
4.4 结论·····	92
参考文献·····	92

第2部分 加压低极性水提取，膜分离，蒸馏和脱水技术

5 植物产品中生物活性化合物的加压低极性水提取·····	99
5.1 引言·····	99
5.2 加压低极性水提取的工艺·····	100
5.3 加压低极性水提取的应用·····	104
5.4 植物原料中活性物质加压低极性水提取的建模·····	109
5.5 结论·····	111
参考文献·····	111
6 真空蒸馏提纯橘皮油·····	115
6.1 引言·····	115
6.2 橘皮油的工业规模纯化·····	117
6.3 结论·····	125
参考文献·····	125
7 保持生物活性成分的脱水技术·····	126
7.1 引言·····	126
7.2 生物物料的干燥·····	126
7.3 生物物料的加热·····	127
7.4 生物物料的质量变化·····	128
7.5 人工干燥·····	129
7.6 对流干燥·····	130
7.7 滚筒干燥·····	131
7.8 喷雾干燥·····	131
7.9 流化床干燥和喷动床干燥·····	131
7.10 冷冻干燥·····	132
7.11 真空干燥·····	133
7.12 折射窗干燥·····	133
7.13 太阳能干燥·····	133
7.14 联合干燥·····	134
7.15 微波真空干燥·····	135
7.16 热泵混合干燥·····	135
7.17 结论·····	136
摘要·····	136

致谢.....	136
参考文献.....	137
8 膜分离技术在生物活性成分处理中的应用	141
8.1 引言	141
8.2 膜技术的基本原理	141
8.3 应用	142
8.4 结论	148
致谢.....	149
参考文献.....	149
第3部分 生物加工技术	
9 生物加工技术用于营养补充剂的生产	153
9.1 引言	153
9.2 生物化学产品和营养补充剂生物产品	155
9.3 脂质营养补充剂	156
9.4 长链多不饱和脂肪酸	159
9.5 大分子营养食品	161
9.6 生物加工设计	164
9.7 加工分析学	164
9.8 加工经济学	166
9.9 结论	166
致谢.....	167
参考文献.....	167
10 营养制品生物反应器设计的微生物模型.....	174
10.1 引言.....	174
10.2 木糖醇.....	175
10.3 非结构微生物生长模型概述.....	175
10.4 非结构化、单营养限制模型.....	176
10.5 抑制模型.....	176
10.6 多底物或营养限制模型.....	178
10.7 产量参数.....	180
10.8 温度的影响.....	180
10.9 动力学速率表达.....	181
10.10 生物反应器设计	183
10.11 分批反应器	183
10.12 连续搅拌罐反应器 (CSTR)	183
10.13 具备细胞循环的 CSTR	185

10.14	补料分批体系	186
10.15	生物反应器设计策略	187
10.16	建立葡萄糖/木糖的利用模型和用假丝酵母形成产物	189
10.17	结论	191
	参考文献	192

第4部分 保藏和包装技术

11	食品巴氏杀菌法和高压灭菌法	196
11.1	引言	196
11.2	超高流体静压 (UHHP) 处理法	197
11.3	高密度二氧化碳 (DCO ₂) 处理法	205
11.4	高压技术的潜力和结论	211
	参考文献	211
12	ω -3 脂肪酸的微胶囊化与运输	218
12.1	引言	218
12.2	食品添加物—— ω -3 脂肪酸	218
12.3	将 ω -3 油类混入食物	219
12.4	微胶囊化	220
12.5	ω -3 油的微胶囊工艺	220
12.6	微胶囊包被的 ω -3 成分的特性	230
12.7	ω -3 油脂食品运输系统	230
12.8	食品中添加 ω -3 油脂所需要素	232
	参考文献	233
13	功能性食品包装技术	241
13.1	引言	241
13.2	功能性食品的适用包装规范	241
13.3	包装材料的选择	243
13.4	活性包装	243
13.5	小结	244
	参考文献	245

第5部分 具有抗氧化功能的成分及其特性

14	生物抗氧化机制：过氧化亚硝酸盐的抑制	248
14.1	引言	248
14.2	活体内的过氧化亚硝酸盐结构	248
14.3	类胡萝卜素	249
14.4	结论	254

14.5 小结.....	254
参考文献.....	254
15 食品加工中番茄红素的稳定性.....	256
15.1 引言.....	256
15.2 番茄红素的理化性质.....	256
15.3 加工过程中番茄红素的降解.....	258
15.4 食品加工中番茄红素的异构化.....	264
15.5 小结.....	266
参考文献.....	267
16 功能性食品——高抗氧化性的水果.....	269
16.1 引言.....	269
16.2 水果中的抗氧化剂.....	270
16.3 采前因素的影响.....	271
16.4 采后处理的影响.....	274
16.5 加工处理的影响.....	280
16.6 遗传工程技术.....	286
16.7 小结.....	287
参考文献.....	288

第 1 部分 超临界流体萃取技术

1 超临界技术在生物活性成分萃取中的应用

John Shi and Lamin S. Kassama

Agriculture and Agri - Food Canada

Yukio Kakuda

University of Guelph

1.1 引言

一些化学物质是有毒的，如果使用，就会导致癌症和其他公众所担忧的疾病。因此，人们对传统的溶剂萃取方法在功能食品生产中的使用产生了怀疑。天然物质中的提取物是功能食品生产中的关键要素。功能食品是含有天然物质提取成分的食品或者营养食品。超临界萃取技术是一种新开发的技术，用来提取生物活性成分，并添加于功能食品中。这个技术采用超临界流体作为萃取剂，它有一个显著的特点，即该流体不会残留在提取物中，而且在环境温度下是气态的，这对食品和制药工业尤为重要。

有机溶剂萃取已是一种十分成熟的技术，用来从植物中选择性地分离特定成分。具有低沸点的有机溶剂，例如乙酸乙酯、甲醇、二氯甲烷等，已经被成功地应用于从啤酒花、香辛料、油籽和其他植物中分离生物活性成分。这个方法也用来降低咖啡、茶叶中的咖啡因和去除烟草中的尼古丁。所用的溶剂必须符合食品质量与安全的法规，这些法规因国家不同而有所不同。这些要求是：高纯度、化学性质稳定、惰性强（不与食品成分发生反应）、低沸点以及无毒害作用。这些规则的标准是由国家或国际组织制定的，例如 FDA（美国食品与药物管理局）、EEC（欧洲经济共同体）、CFIA（加拿大食品检测机构）、FAO/WHO（联合国粮农组织/世界贸易组织）、食品标准法典委员会等。大部分国家都公认萃取溶剂是安全的。例如，加拿大的食品添加剂法和欧共体章程中规定了关于萃取溶剂在食品及配料中使用的细则。尽管这些法规只对各自的国家有效，但对其他国家同样具有参考性。

食品生产过程中使用的有机溶剂所引发的公众健康、环境污染和安全问题备受关注。消费者越来越关心成品中可能出现的溶剂残留，所以制订严格的环保法规就很有必要。由于对超纯净和高附加值产品的需求，食品和制药行业将焦点放在了寻找新的洁净的生产技术上。超临界流体萃取技术（超临界流体萃取）就是传统溶剂萃取法的一个相当不错的替代者。虽然早在一百多年前就发明这个技术了，但是它在食品与制药上的应用却仅始于三十年前^[1,2]。从那时起，全球出现了 100 多种有不同容量的设备，用以提取固体物质中