



普通高等教育“十二五”规划教材
食品科学与工程系列教材

功能性食品学

张小莺 孙建国 主编



功能性食品学

张小莺 孙建国 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以食品学为核心, 突出了对相关医学背景知识的介绍, 并借鉴药学的研究方法学, 综合各学科知识对功能性食品作了系统全面的分析介绍。本书主要分为三部分, 第一部分介绍了食品源生物活性成分; 第二部分介绍了功能性食品各论; 第三部分介绍了功能性食品的研发与管理。

本书立足科学性、实用性、简明性、启发性、可读性原则, 对今后相当长时间内功能性食品工业的发展都具有重要的指导意义。

本书可供食品、营养、医药、生化、化工等学科的院校师生作为教材使用, 对相关领域的科研、生产单位从业人员和管理决策人员也有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

功能性食品学/张小莺, 孙建国主编.—北京: 科学出版社, 2012.8
普通高等教育“十二五”规划教材. 食品科学与工程专业系列教材
ISBN 978-7-03-034530-1

I. ①功… II. ①张…②孙… III. ①疗效食品 IV. ①TS218

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 199610 号

责任编辑: 杨 岭 刘 琳 韩 铭 / 封面设计: 陈思思

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年8月第 一 版 开本: 787*1092 1/16

2012年8月第一次印刷 印张: 26.25

字数: 620千字

定价: 44.00元

《食品科学与工程专业系列教材》

审定委员会

(按姓名拼音排序)

艾志录 苟小军 靳 焜
蒲 彪 庞 杰 秦 文
乔旭光 杨 岭 张国权

《功能性食品学》编委会

主 编 张小莺(西北农林科技大学)
孙建国(中国药科大学)

副主编 杨志华(内蒙古农业大学)
吴 静(内蒙古农业大学)
陈贵堂(中国药科大学)

编 委 (按姓名拼音排序)
蔡自建(中国药科大学)
陈 琛(陕西理工学院)
陈继承(福建农林科技大学)
胡 滨(四川农业大学)
李 博(中国药科大学)
王英丽(内蒙古农业大学)
闫景坤(江苏大学)
严秀文(南京农业大学)

总 序

食品问题直接关系公众健康，确保食品安全是体现以人为本的基础。可以说，食品问题既是民生问题、政治经济问题，也是社会科学发展问题。随着经济的发展、生产技术的改进、生物技术的发展、工业化的推进，食品行业得到快速发展。与此同时，消费者对食品质量安全的重视和认知程度也越来越高，食品的质量、营养和卫生安全更受关注。

为提高食品的质量安全水平，世界各国政府纷纷制定严格的食品安全技术法规和标准，增强对食品生产各个环节的控制，加强对食品质量安全的监管，广泛实施从“农田到餐桌”的全程质量管理。作为经济转型中的发展中国家，我国需要在一段时期内应对和处理食品领域的各种问题。这就要求食品领域的各方人员紧密协作，发挥整体优势，提高食品安全管理水平。

作为培养食品领域专业人才的院校，应积极调整培养方案，以适应学科和行业发展。为了适应和促进食品科学与工程领域的发展，科学出版社依托有关的知名专家支持，凭借科学出版社在学术出版界的品牌启动了《食品科学与工程系列规划教材》的编写工作。丛书中每一分册皆选择具有深厚的教学经验、科学研究功底的作者进行编写，相信通过各位编者、丛书审定委员会及科学出版社的通力合作，将会产生一套兼顾高等学校教材理论性、系统性并更加贴近我国食品工业实际新内容的教材。这将对培养从事食品生产技术管理、品质控制、产品开发、科学研究、工程设计等方面工作的食品科学与工程学科的高级工程技术人才具有极好的参考意义和指导价值。

审定委员会

2012. 6

序

功能性食品学是食品科学的重要组成部分，并与医学、药学等其他学科相交叉、互补。功能性食品学代表了食品科学和食品产业的发展方向，甚至体现着目前正在深刻发生的传统农业科学与医学相融合，隐隐呈现出走向大生命科学和大健康科学的内在发展趋势。

目前，我国对功能性食品的认识与管理正在发生深刻的变化。在功能性食品的研究与开发中，越来越重视对功能性成分的认识和对第三代功能性食品的开发。同时，功能性食品的管理与法规体系正在经历重大调整。随着保健食品功能范围调整方案的确定和保健食品监督管理条例等法规的陆续出台，功能性食品产业必将走上一条快速、健康发展的道路。在此背景下，本教材可以说是一部及时之作。

该教材作为科学出版社承担的普通高等教育十二五规划教材中率先出版的图书之一，参编高校众多，编者的学缘结构丰富、合理。本书可分为三部分：1) 食品源生物活性成分的介绍；2) 功能性食品各论，作为该教材的主体部分，作者以最新的保健食品功能范围为依据，介绍了各类功能性食品作用的医学背景、主要功能性元素与来源、功能性食品的体内过程与功效评价方法学、研发案例；3) 功能性食品的研发与管理，包括国内外管理与法规体系，功能性食品研究与评价方法，生产体系，市场与消费者分析。书中较好的反映和更新了该领域的最新变化。与传统的同类教材相比，该教材尤其强化了对医学背景知识和药学研究方法学的介绍，而这方面的信息对于拓展食品专业学生的学科视野、帮助他们开展实际工作与研究尤为重要。该书内容系统、实用，文字精炼、易读。我很高兴看到张小莺教授主编的又一部力作出版，并乐意向有关高校、单位、同仁、甚至是对功能性食品感兴趣的普通读者推荐这本新书，希望它有助于我国功能性食品学的教学和公众健康。



国家食品安全风险评估中心主任助理

2012. 08 北京

前 言

功能性食品的研究与开发是近年来食品学科的前沿，代表着 21 世纪食品的发展潮流。随着经济的发展与生活水平的提高，人们对于食品的要求从满足温饱到追求口味转向对营养保健功能的追求——即通过日常饮食达到满足营养需求、调节身体机能以及降低疾病风险的目的，这主要是由于人们意识到食品尤其是功能性食品对健康的巨大作用。同时，现在生物与医药技术的发展及其在食品学科中的深入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。

功能性食品学是以食品学为核心，与医学、药学、生物技术密接结合、交叉的应用性学科，并且涉及工程学、法学、商业与企业运作方面的知识。当前，以功能性食品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。鉴于此，本教材在编写中突出了对相关医学背景知识的介绍，并借鉴药学的研究方法学，综合各学科知识对功能性食品作了系统全面的分析介绍。

本书主要分为三大模块。第 1 章是食品源生物活性成分介绍，其中主要强调功能型活性成分与食品/原材料的连接，而与食品学科其他课程的交叉内容仅作简要介绍；第 2 章至第 14 章是功能性食品各论，即以人体八大系统为纲领，以调整后的保健食品功能范围为主要依据，以功能性食品的不同保健功能为节点，阐述功能性食品作用的医学背景、主要功能性元素与来源、功能性食品的评价方法学、体内过程和研发案例；第 15 章至第 18 章是功能性食品的研发与管理，包括国内外法律法规与管理体系，功能性食品研究与评价方法，生产体系，最新研发动态与趋势，市场与消费者分析。

本书的编写联合了八所高校同仁的力量，并借鉴、吸收了国内外的相关资料和研究进展。由于编者水平所限，该书或有疏漏、错失，恳请广大专家、教师和同学们批评指正。

编 者

2012. 6

目 录

总序

序

前言

第1章 绪论	1
1.1 什么是功能性食品	1
1.1.1 功能性食品的定义	1
1.1.2 功能性食品的认定范围	2
1.1.3 功能性食品的分类	2
1.2 功能性食品的前世今生	3
1.2.1 功能性食品的发展历史	3
1.2.2 功能性食品的发展现状	4
1.2.3 功能性食品的发展趋势	5
1.2.4 功能性食品的国际消费市场和产品类型	7
1.2.5 功能性食品迅速发展的原因	7
1.2.6 我国功能性食品发展的展望	8
1.2.7 功能性食品的管理	10
参考文献	11
第2章 食品源生物活性成分	12
2.1 多糖类	12
2.1.1 膳食纤维	12
2.1.2 活性多糖	15
2.2 功能性甜味剂	18
2.2.1 功能性甜味剂的分类	18
2.2.2 功能性甜味剂的生理功能	18
2.2.3 主要功能性甜味剂的特点	19
2.3 氨基酸	21
2.3.1 牛磺酸	22
2.3.2 精氨酸	22

2.3.3	谷氨酰胺	23
2.4	活性肽	24
2.4.1	谷胱甘肽	24
2.4.2	酪蛋白磷酸肽	24
2.4.3	大豆肽	25
2.4.4	免疫活性肽	26
2.4.5	抗菌肽	26
2.4.6	降血压肽	26
2.4.7	神经活性肽	26
2.4.8	高F值寡肽	27
2.4.9	脂肪代谢调节肽	27
2.5	活性蛋白质	27
2.5.1	免疫球蛋白	27
2.5.2	乳铁蛋白	28
2.5.3	金属硫蛋白	29
2.5.4	大豆球蛋白	29
2.6	功能性脂类	30
2.6.1	多不饱和脂肪酸	30
2.6.2	磷脂	32
2.6.3	胆碱	32
2.6.4	脂肪替代品	32
2.7	维生素	33
2.7.1	脂溶性维生素	34
2.7.2	水溶性维生素	36
2.8	矿物质	39
2.8.1	常量矿物质	39
2.8.2	微量矿物质	41
2.9	自由基清除剂	44
2.9.1	自由基对机体的危害	44
2.9.2	常用的自由基清除剂	45
2.10	其他活性成分	46
2.10.1	酚类化合物	46
2.10.2	有机硫化物	46
2.10.3	萜类化合物	47
2.10.4	类胡萝卜素	47
2.10.5	植物性甾醇	48
2.10.6	二十八烷醇	48
2.10.7	肉碱	48

2.10.8	谷维素	49
2.10.9	褪黑素	49
2.10.10	叶绿素	49
2.10.11	辅酶 Q	50
2.10.12	白藜芦醇	50
2.11	功能性食品的常用原料	50
2.11.1	蜂蜜	51
2.11.2	蜂王浆	51
2.11.3	蜂胶	51
2.11.4	花粉	51
2.11.5	荞麦	52
2.11.6	魔芋	52
2.11.7	芦荟	52
2.11.8	银杏及银杏叶	53
2.11.9	沙棘	53
2.11.10	枸杞	53
2.11.11	山楂	53
2.11.12	金银花	54
2.11.13	红花	54
2.11.14	菊花	54
2.11.15	虫草	54
2.11.16	灵芝	55
2.11.17	螺旋藻	55
2.11.18	珍珠粉	56
2.11.19	蚂蚁	56
2.11.20	牛初乳	56
2.11.21	海洋资源	57
2.11.22	益生菌	60
	参考文献	60
第3章	改善免疫系统的功能性食品	62
3.1	免疫系统	62
3.1.1	免疫系统的构成与生理功能	62
3.1.2	免疫系统常见疾病与保健需求	65
3.2	增强免疫力的功能性食品	66
3.2.1	增强免疫力的功能性食品与功能性成分	66
3.2.2	增强免疫力功能性食品的评价标准	67
3.2.3	增强免疫力功能性食品的研发案例	70
3.3	缓解变态反应的功能性食品	71

3.3.1	变态反应的诱因、易感人群、危害与防治	71
3.3.2	缓解过敏反应的功能性成分与功能性食品	74
3.3.3	降低过敏反应功效评价的试验设计	75
3.3.4	过敏动物模型的建立	76
3.3.5	降低过敏反应的功效评价的检测方法	76
	参考文献	79
第4章	改善消化系统的功能性食品	81
4.1	消化系统	81
4.1.1	消化系统的构成	81
4.1.2	消化系统的生理功能	83
4.1.3	消化系统常见疾病与保健需求	85
4.2	抑制龋齿功能性食品	87
4.2.1	龋齿的发生与防治	87
4.2.2	抑制龋齿的功能性成分与功能性食品	88
4.2.3	抑制龋齿功能性食品的评价标准	89
4.3	有助于改善胃肠道的功能性食品	89
4.3.1	肠道微生态与益生菌	89
4.3.2	肠道微生态失衡及对机体健康的影响	95
4.3.3	调节肠道菌群的功能性成分与功能性食品	96
4.3.4	调节肠道菌群的功能性食品的评价标准	98
4.4	保护胃黏膜的功能性食品	99
4.4.1	胃黏膜的生理功能与损伤	99
4.4.2	保护胃黏膜功能性成分与功能性食品	103
4.4.3	胃黏膜保护功能性食品的评价标准	104
4.5	促消化吸收功能性食品	104
4.5.1	人体的消化与吸收	104
4.5.2	促消化吸收功能性成分与功能性食品	105
4.5.3	促消化吸收功能性食品的评价标准	106
4.6	润肠通便功能性食品	107
4.6.1	便秘的发生与防治	107
4.6.2	润肠通便功能性成分与功能性食品	108
4.6.3	润肠通便功能性食品的评价标准	110
4.7	缓解肝损伤功能性食品	111
4.7.1	肝功能与损伤	111
4.7.2	缓解肝损伤的功能性成分与功能性食品	113
4.7.3	缓解肝损伤功能性食品的评价标准	115
4.8	预防与缓解腹泻的功能性食品	116
4.8.1	腹泻的病理基础与危害	116

4.8.2	预防与缓解腹泻的功能性成分与功能性食品	117
4.8.3	预防与缓解腹泻的功能性食品评价标准	118
	参考文献	119
第5章	改善神经系统的功能性食品	120
5.1	神经系统	120
5.1.1	神经系统的构成	120
5.1.2	神经系统常见疾病与保健需求	122
5.2	有助于改善睡眠的功能性食品	124
5.2.1	睡眠的生理基础与睡眠障碍	124
5.2.2	有助于改善睡眠的功能性成分与功能性食品	128
5.2.3	有助于改善睡眠功能性食品的评价标准	130
5.3	有助于改善记忆的功能性食品	131
5.3.1	记忆的生理基础与记忆障碍	131
5.3.2	有助于改善记忆的功能性成分与功能性食品	133
5.3.3	有助于改善记忆功能性食品的评价标准	135
5.4	改善老年痴呆症的功能性食品	137
5.4.1	老年痴呆症的定义	137
5.4.2	老年痴呆症的分类与症状	137
5.4.3	改善老年痴呆症的功能性成分与功能性食品	138
5.4.4	改善老年痴呆症功能性食品的评价标准	142
5.5	改善抑郁症的功能性食品	142
5.5.1	抑郁症的病理基础、分类与危害	142
5.5.2	改善抑郁症的功能性成分与功能性食品	144
5.5.3	改善抑郁症功能性食品的评价标准	146
5.6	改善视疲劳与视力的功能性食品	146
5.6.1	近视与视疲劳	146
5.6.2	改善视力的功能性成分与功能性食品	148
5.6.3	改善视力功能性食品的评价标准	150
5.7	改善慢性疲劳综合征的功能性食品	151
5.7.1	慢性疲劳综合征的诱因与诊断	151
5.7.2	改善慢性疲劳综合征的功能性成分与功能性食品	152
5.7.3	改善慢性疲劳综合征功能性食品的评价标准	156
5.8	抗应激的功能性食品	157
5.8.1	应激的发生与病理危害	157
5.8.2	抗应激的功能性成分	160
5.8.3	抗应激功能性食品的评价标准	163
	参考文献	165

第 6 章 改善呼吸系统的功能性食品	166
6.1 呼吸系统	166
6.1.1 呼吸系统的构成与生理功能	166
6.1.2 呼吸系统常见疾病与保健需求	168
6.2 改善呼吸系统的功能性食品	170
6.2.1 改善呼吸系统的功能	170
6.2.2 改善呼吸系统的功能性成分与功能性食品	170
6.2.3 改善呼吸系统的功能性食品的评价标准	173
6.3 有助于提高缺氧耐受力的功能性食品	176
6.3.1 缺氧对人体的影响及耐缺氧功能性食品	176
6.3.2 耐缺氧功能性食品的评价标准	178
参考文献	179
第 7 章 改善运动系统的功能性食品	180
7.1 运动系统	180
7.1.1 运动系统的构成与生理功能	180
7.2 运动系统常见疾病与保健需求	185
7.2.1 关节炎	185
7.2.2 腰部劳损	185
7.2.3 颈椎病	185
7.2.4 骨骼病变	186
7.3 增强骨骼功能的功能性食品	187
7.3.1 增强骨骼功能的功能性成分与功能性食品	187
7.3.2 增强骨骼功能的功能性食品的评价标准	189
7.3.3 增强骨骼功能的功能性食品的研发流程	192
7.4 增强骨骼功能的功能性食品的研发案例	193
7.4.1 材料与方法	193
7.4.2 结果	194
7.4.3 结论	195
参考文献	195
第 8 章 改善循环系统的功能性食品	196
8.1 循环系统	196
8.1.1 循环系统的构成与生理功能	196
8.1.2 循环系统常见疾病与保健需求	198
8.2 辅助调节血压的功能性食品	198
8.2.1 高血压概述	198
8.2.2 高血压的发病机理及特点	199
8.2.3 具有降血压作用的食物资源	200
8.3 改善营养性贫血的功能性食品	201

8.3.1	贫血的概念	201
8.3.2	有助于改善贫血的食品	202
8.4	辅助降血脂的功能性食品	203
8.4.1	血脂异常的定义与分类	203
8.4.2	血脂异常的危害与治疗	204
8.4.3	辅助降血脂保健品开发	207
8.4.4	有助于降血脂功能性食品的评价	209
8.5	调节胆固醇的功能性食品	214
8.5.1	胆固醇代谢	214
8.5.2	辅助降低胆固醇功能性食品	215
	参考文献	218
第9章	改善内分泌系统的功能性食品	220
9.1	内分泌系统的构成与生理功能	220
9.1.1	内分泌系统组成及功能	220
9.1.2	内分泌系统常见疾病与保健需求	223
9.2	调节生长发育的功能性食品	226
9.2.1	生长发育的生理基础与异常情况	226
9.2.2	调节生长发育的功能性食品开发	230
9.2.3	调节生长发育功能性食品的评价标准	236
9.3	缓解更年期综合征的功能性食品	238
9.3.1	更年期与更年期综合征	238
9.3.2	缓解更年期综合征功能性食品开发	240
9.3.3	改善更年期综合征功能食品的功能评价	241
9.4	有助于调节血糖的功能性食品	242
9.4.1	血糖异常的定义与分类	242
9.4.2	血糖异常的危害与治疗	243
9.4.3	有助于调节血糖的功能性食品开发	245
9.4.4	有助于调节血糖的功能性食品的评价	248
	参考文献	251
第10章	促进泌乳功能性食品	252
10.1	泌乳生理	252
10.1.1	乳房的结构	252
10.1.2	乳汁的产生及影响因素	252
10.1.3	母乳喂养的意义	256
10.2	促进乳汁分泌功能性食品的开发	257
10.2.1	乳母营养	257
10.2.2	促进泌乳的食物	258
10.3	促进泌乳功能性食品的评价标准	259

10.3.1	动物试验	259
10.3.2	人体试食试验	260
10.4	促进泌乳功能性食品的研发案例	261
10.4.1	材料与amp;方法	261
10.4.2	结果	263
10.4.3	结论	264
	参考文献	264
第 11 章	美容功能性食品	266
11.1	皮肤的结构与功能	266
11.1.1	皮肤的结构	266
11.1.2	皮肤的功能	267
11.2	常见的皮肤疾病与病因	268
11.3	影响皮肤健美的主要因素	270
11.3.1	健康因素	270
11.3.2	年龄因素	271
11.3.3	营养因素	271
11.3.4	环境因素	273
11.3.5	生活因素	274
11.4	有助于促进（面部）皮肤健康的功能性食品	275
11.5	功能学评价标准与研发案例	276
11.5.1	有助于促进面部皮肤健康的功能评价标准	276
11.5.2	研发案例	276
	参考文献	277
第 12 章	减肥功能性食品	278
12.1	肥胖的诱因与疾病	278
12.1.1	能量摄入大于能量消耗	278
12.1.2	遗传因素	278
12.1.3	环境因素	279
12.1.4	精神因素	279
12.2	肥胖与疾病	279
12.3	肥胖的测定方法	280
12.3.1	皮褶厚度	280
12.3.2	体重	280
12.4	减肥功能性食品	282
12.4.1	脂肪代谢调节肽	282
12.4.2	魔芋精粉和葡甘露聚糖	283
12.4.3	乌龙茶提取物	283
12.4.4	L-肉碱	284

12.4.5	荞麦	284
12.4.6	燕麦	284
12.4.7	红薯	285
12.4.8	人参	285
12.4.9	铬	285
12.5	减肥功能性食品的评价标准	286
12.5.1	减肥原则	286
12.5.2	减肥试验评价标准	286
12.5.3	检测的指标	286
12.5.4	判断指标	286
12.6	减肥功能性食品的研发案例：速溶减肥咖啡的研制及功能评定	287
12.6.1	材料与方法	287
12.6.2	结果与分析	288
12.6.3	结论	289
	参考文献	289
第13章	抗氧化功能性食品	291
13.1	自由基理论及机体的氧化应激和抗氧化防御	291
13.1.1	自由基理论	291
13.1.2	氧化应激和抗氧化防御	292
13.2	抗氧化食品及其应用	293
13.2.1	主要抗氧化功能性食品与成分	293
13.2.2	抗氧化食品的主要功能	300
13.3	抗氧化食品的研究与评价	300
13.3.1	抗氧化活性成分的测定	301
13.3.2	抗氧化活性的化学评价方法	303
13.3.3	抗氧化活性的生物评价方法	305
13.3.4	动物试验	306
13.3.5	进展	307
	参考文献	307
第14章	食品中的功能元素与肿瘤预防	309
14.1	肿瘤的定义与分类	309
14.1.1	良性肿瘤	309
14.1.2	恶性肿瘤	310
14.2	肿瘤的常见诱因与防治	310
14.2.1	肿瘤的发生机制	310
14.2.2	食品中的致癌物	310
14.2.3	肿瘤的化学保护和预防	311
14.2.4	肿瘤预防的措施	312

14.3 膳食与肿瘤	312
14.3.1 螺旋藻	313
14.3.2 植物激素	313
14.3.3 番茄红素	314
14.3.4 白藜芦醇	314
14.3.5 芒果苷	314
14.3.6 叶绿素	315
14.3.7 维生素 A 和 β -胡萝卜素	315
14.3.8 维生素 E 及其组成	315
14.3.9 叶酸	315
14.3.10 钙和维生素 D	315
14.3.11 硒	316
14.3.12 其他补充剂	316
参考文献	316
第 15 章 功能性食品的研发与评价	317
15.1 功能性食品的整体研发思路	317
15.1.1 充分利用我国药食同源品的资源优势	317
15.1.2 根据市场需求进行分化和发展	318
15.1.3 开发食品形态的功能性食品	318
15.1.4 生产效果确切的功能性食品	319
15.2 功能性食品的评价	319
15.2.1 安全性毒理学评价	319
15.2.2 功能性食品的功能学评价	324
15.2.3 功效成分或标志性成分检测	327
15.2.4 卫生学评价	330
15.2.5 稳定性试验	330
15.2.6 注册检验与复核检验	332
参考文献	333
第 16 章 功能性食品生产加工技术与 GMP	334
16.1 功能性食品的配方与剂型开发	334
16.1.1 功能性食品的配方	334
16.1.2 功能性食品的剂型开发	340
16.2 功能性成分的分离纯化	344
16.2.1 功能成分分离纯化的基本原理	345
16.2.2 功能成分分离纯化的技术设计	346
16.2.3 功能成分分离纯化的主要方法	346
16.3 厂房设计与 GMP 要求	350
16.3.1 功能性食品 GMP 的基本要求	350