



Low-Calorie Foods

低
能
量
食
品

· 郑建仙 主编 ·



中国轻工业出版社

低能量食品

郑建仙 主编

 中国轻工业出版社

LOW-CALORIE FOODS

Edited by

Jason (Jianxian) Zheng, PhD

Professor of Food Science & Engineering

College of Food & Bioengineering

South China University of Technology

Guangzhou, P.R.China



中国轻工业出版社

Chinese Light Industry Publishing House

Beijing, P.R.China

2001

F4638/64

图书在版编目(CIP)数据·

低能量食品/郑建仙主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2001.8
ISBN 7-5019-3162-3

I. 低… II. 郑… III. 疗效食品-低能量
IV. TS218

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 15946 号

责任编辑: 熊慧珊 责任终审: 滕炎福 封面设计: 赵小云
版式设计: 王培燕 责任校对: 燕 杰 责任监印: 胡 兵

*

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

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010—65241695

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28

字 数: 641 千字 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-3162-3/TS·1909

定 价: 68.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

内 容 提 要

低能量食品是新世纪食品工业的重要发展方向,有巨大的市场潜力和广阔的发展空间。本书是国内本领域的第一部专著,内容新颖,论述严谨,科学性及实用性强。第1章简单讨论低能量食品的主要内容、开发关键与市场需求,第2~5章详细论述低(无)能量填充剂、蔗糖替代品(强力甜味剂、填充型甜味剂)、脂肪替代品三大类低能量食品配料的物化性质、安全毒理学分析、生产应用技术和发展前景。第6章深入探讨低能量烘烤食品,低能量谷物食品,低能量乳制品,低能量糖果和巧克力,低能量饮料,低能量肉制品,低能量涂抹食品,低胆固醇食品,低钠食品等具体产品的开发原理、实用配方与关键技术。第7章系统阐述低能量食品在促进人体健康方面的积极作用,低能量食品与肥胖、心血管疾病、糖尿病、肿瘤、衰老等重大健康问题之间的相互关系,以及高纤维食品、低钠食品、乙醇与人体健康之间的相互关系。

本书是目前国内外低能量食品领域最具权威的专著之一,对今后相当长时间内低能量食品工业的发展都具有重要的指导意义。可供食品、营养、卫生、生化等领域的科研、生产单位从业人员及管理决策人员参考,对相关学科的院校师生也有重要的参考价值。

ABSTRACT

Low-calorie foods represent one of the very important developing orientations in the new century food industry, where great market potentialities and wide developing spaces are found. *Low-Calorie Foods*, the first scientific monograph within research area in the present China, which is specialized in its new, rigorous, scientific and practical discussion.

In this book, chapter 1 discusses simply about the main contents, key technologies and market requirements of low-calorie foods. Chapter 2~5 detail the physicochemical characteristics, toxicological evaluations, manufacture technologies, applications, regulatory situations and developing prospects of 3 kinds of low-calorie ingredients, containing low/non-calorie bulking agents, sugar substitutes (intense & bulk sweeteners), and fat replacers. Chapter 6 illustrates in depth the exploitation principle, practical formula and key technologies of low-calorie bakery, cereal, dairy and meat products, low-calorie beverages, candies, chocolates, spreads and dressings, low-cholesterol and low-sodium products. Chapter 7 clarifies systematically the health attributes of low-calorie foods, and their positive roles in the control or reducing the risk of obesity, cardiovascular disease, diabetes, cancer, and in modulating the rate of aging, the promoting health attributes of high-fiber products, low-sodium products and alcohol consument.

《低能量食品》编委会

主 编：郑建仙

编 委：袁尔东、林飞、耿立萍、贾呈祥、南海函、凌健斌、高宪枫

编写分工：

第一章 绪论 郑建仙

第二章 低（无）能量填充剂

第一节 袁尔东、林飞、郑建仙

第二节 林飞、郑建仙

第三章 强力甜味剂

第一节 郑建仙、耿立萍

第二节 郑建仙、林飞

第三节 郑建仙、袁尔东、高宪枫

第四节 郑建仙、袁尔东

第五节 郑建仙、耿立萍

第四章 填充型甜味剂

第一节 耿立萍、郑建仙

第一节 耿立萍、郑建仙、袁尔东

第三节 郑建仙、耿立萍

第五章 脂肪替代品

第一节 郑建仙、耿立萍

第二节 郑建仙、袁尔东

第三节 耿立萍、郑建仙

第六章 低能量食品配方与生产工艺

第一节 郑建仙、袁尔东、凌健斌、贾呈祥、林飞

第二节 郑建仙、耿立萍

第三节 郑建仙、南海函、袁尔东、林飞

第四节 贾呈祥、郑建仙

第五节 耿立萍、南海函

第六节 林飞、南海函、袁尔东、郑建仙

第七节 郑建仙、林飞、耿立萍

第八节 耿立萍、袁尔东、凌健斌

第九节 林飞、凌健斌、袁尔东

第七章 低能量食品与健康

第一节 袁尔东、郑建仙

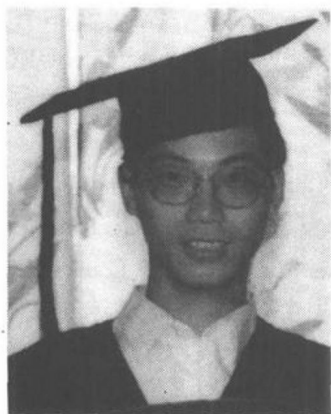
第二至六节 郑建仙

第七节 袁尔东、林飞、郑建仙

第八节 林飞、郑建仙

第九节 袁尔东

全书由郑建仙统稿审定，由袁尔东协助。



前 言

对于功能性食品、低能量食品的研究与开发，作者自 1990 年开始涉足，当时是参加无锡轻工业学院院长丁霄霖教授主持的国家计委八五攻关项目。自 1994 年 9 月以来，作者先后主持国家、广东省、广州市下达的科研项目共 8 项，同时接受企业委托的攻关项目 6 项，并已全部实现工业化生产。所有这些项目，都是围绕着功能性食品、低能量食品及其关键基料（配料）的研究与开发进行的。

功能性食品、低能量食品是当今食品工业的重要发展方向，两者既有区别又有联系。功能性食品强调对人体机能的调节作用，长期食用可强化机体的防御功能，调节生理节律，预防疾病，促进康复；而低能量食品则强调对机体是健康的，长期食用不会带来不利影响。功能性食品一般都是低能量食品，低能量食品是功能性食品的一个组成部分，两者都属于工业化食品。

时今已进入了全新的 21 世纪，我国将从温饱逐渐进入小康、富裕水平。西方发达国家的经验表明，一个国家由贫穷走向富庶的时期，正是肥胖症发病的高峰期。我国正处于这个时期，肥胖已逐渐成为一个严重的社会问题，由肥胖诱发的高脂血症、动脉硬化、冠心病、高血压、糖尿病等，时刻威胁着人们的机体健康。面对这一残酷现实，加快对高品质的低能量食品及其关键基料的研究与开发，加速其产业化进程，其社会效益深远，市场潜力巨大。

早在 1983 年，当作者涉足食品学科，立志将自己的一生奉献给食品科学与工程领域之日起，萦绕在脑际的最大愿望之一，就是能编著科学著作，为促进食品学科和食品工业的发展奉献微薄的力量，报效祖国和人民的养育之恩。因而，在 1994—1998 年间，作者陆续完成了国内第一套专著《功能性食品》（第一、二、三卷）和《功能性食品甜味剂》的编著工作，并在共和国 50 华诞前夕出齐发行。在这之后，实验室电话就开始响个不停，从全国各地直接反馈回来的信息，给了作者很大的支持。同时，这 4 部专著还流传到美国、加拿大、日本、新加坡和香港等地，影响良好。作者因此与国内外多个相关公司建立了良好的科技合作关系，更多的合作伙伴还在进一步建立之中。

经过近两年的紧张努力，现在终于完成了《低能量食品》的编著工作。由于低能量

食品涉及的具体内容甚广，为了尽可能反映当今国际的研究全貌和技术水准，作者广泛参考了各方面的文献资料。面对浩瀚的文献海洋，在有限的篇幅内尽管很难做到滴水不漏，但本书毕竟镌刻了世界上众多研发者在本领域所作出的卓越贡献。在本书出版之际，作者谨向所有为本书积累原始素材的学者们致以深深的谢意，是他们的奉献琢开了本书理论的源泉；还要感谢那些提出睿智观点和先进技术，并开发精美产品的科学家和工程师们，是他们的科研成果构筑了本书的基本框架。

本专著的完成，得到了众多著名公司及知名人士的鼎力支持与多方指点，我国食品工业界老前辈张学元先生和尤新先生、美国谷物化学家协会主席 R.C. Hoseney 先生、无锡轻工大学丁霄霖先生、美国 Nutra Sweet 公司 Davis Sheng 先生和 Louisa Hui 女士、美资路易里欧生物科技（上海）有限公司 Louis Liou 先生、香港 Stevia 有限公司 Felix Ko 先生和王德骥先生、深圳市江山宏达集团公司梁球胜先生、美国焙烤学院 Weining Huang 博士都给予了热情的关心和支持！

就在本书即将完稿之时，惊悉张学元先生不幸于 2000 年 11 月 17 日逝世，心情十分悲痛！回想往事，张老慈祥的面容历历在目，他的谆谆教诲仍回响在耳边。张老是我国食品工业的铺路人和先行者，为新中国食品工业的发展呕心沥血、鞠躬尽瘁，作出了巨大的贡献。我们的科研工作，长期以来得到张老的亲切关怀和具体指导，并在百忙之中亲自为《功能性食品》（第二、三卷）和《功能性食品甜味剂》作序。在此，谨向张老的不幸逝世表示沉痛的哀悼和永远的怀念！

我们开展的科研项目，得到了国家自然科学基金委员会、国家计划发展委员会、广东省科学技术厅、广州市人民政府科学技术委员会的特别资助，在此表示诚挚的谢意！并对合作进行科技攻关与技术开发的友好公司，表示真诚的感谢！对参加编著的各位作者表示由衷的感谢！不妥之处，敬请来电 020-87112278，或 E-mail: fejsxzhen@scut.edu.cn 批评指正。

华南理工大学 郑建仙

目 录

第一章 绪论	1
一、低能量食品的研究与开发是新时代的要求	1
二、低能量食品的定义与种类	3
三、开发低能量食品的关键	4
四、低能量食品对人生不同时期的适应性	7
五、正确认识天然与合成配料	9
第二章 低（无）能量填充剂	11
第一节 膳食纤维	11
一、膳食纤维的化学组成与物化性质	11
二、膳食纤维的种类	15
三、葡聚糖	18
四、抗性淀粉	21
五、多功能大豆纤维	25
六、膳食纤维的多功能转化	28
第二节 多糖提取物	31
一、菊粉	31
二、植物多糖	38
三、微生物多糖	42
第三章 强力甜味剂	45
第一节 阿斯巴甜	46
一、阿斯巴甜的物化特性	46
二、阿斯巴甜的甜味特性	53
三、阿斯巴甜的生产	55
四、阿斯巴甜的安全毒理学分析	58
第二节 纽甜	65

一、纽甜的化学结构	66
二、纽甜的物化性质	67
三、纽甜的甜味特性	71
四、纽甜的安全毒理学分析	75
五、纽甜的应用	77
第三节 三氯蔗糖	79
一、三氯蔗糖的物化性质	79
二、三氯蔗糖的甜味特性	85
三、三氯蔗糖的制备	86
四、三氯蔗糖的安全毒理学分析	102
第四节 甜叶菊提取物	103
一、甜叶菊的甜味成分	103
二、甜叶菊提取物的物化性质与甜味特性	105
三、甜叶菊提取物的生产	106
四、甜叶菊提取物的分子改性	107
五、甜叶菊提取物的安全毒理学分析	109
第五节 其他强力甜味剂	110
一、安赛蜜	110
二、甜蜜素	111
三、嗦吗甜	113
四、阿力甜	114
五、糖精	116
第四章 填充型甜味剂	118
第一节 低(无)能量单糖	118
一、结晶果糖	119
二、L-糖	121
第二节 多元糖醇	122
一、赤藓糖醇	124
二、木糖醇	126
三、山梨醇和甘露醇	127
四、麦芽糖醇和氢化淀粉水解物	129
五、乳糖醇	132
六、异麦芽糖醇	135
第三节 低聚糖	138
一、异麦芽酮糖	138
二、乳酮糖	140
三、大豆低聚糖	141

四、低聚果糖·····	143
五、低聚乳果糖·····	146
六、低聚木糖·····	147
七、低聚半乳糖·····	148
八、低聚异麦芽糖·····	149
第五章 脂肪替代品 ·····	153
第一节 代脂肪·····	154
一、蔗糖聚酯·····	155
二、霍霍巴油·····	161
三、其他代脂肪·····	164
第二节 模拟脂肪·····	168
一、微粒化蛋白·····	169
二、以蛋白质为原料的模拟脂肪·····	173
三、以碳水化合物为原料的模拟脂肪·····	174
第三节 改性脂肪·····	177
一、中链三甘酯·····	177
二、短、长链三甘酯·····	179
三、中、长、超长链三甘酯·····	180
第六章 低能量食品配方与生产工艺 ·····	182
第一节 低能量焙烤食品·····	182
一、低能量焙烤食品的市场动态·····	182
二、低能量焙烤食品的技术开发·····	186
三、低能量糕点·····	193
四、高纤维面包·····	200
五、低能量饼干·····	204
第二节 低能量谷物食品·····	208
一、高纤维大米食品·····	209
二、高纤维面条·····	211
三、高纤维早餐谷物食品·····	215
四、高纤维休闲食品·····	219
第三节 低能量乳制品·····	226
一、低能量乳制品的技术开发·····	226
二、低能量干酪·····	228
三、低能量冷冻乳制品·····	230
四、低能量酸奶·····	236
五、低脂和低胆固醇液态乳·····	238

第四节 低能量糖果和巧克力	239
一、低能量硬糖	240
二、低能量凝胶糖果	244
三、低能量巧克力	249
四、其他类型的低能量糖果	254
第五节 低能量饮料	257
一、低能量碳酸饮料	257
二、低能量果蔬饮料	262
三、低能量植物蛋白饮料	265
四、低能量固体饮料	269
五、高纤维饮料	271
六、低能量啤酒	273
第六节 低能量肉制品	275
一、低能量肉制品的原料	275
二、调整肉制品的营养组成	283
三、降低肉制品中的脂肪含量	287
四、低能量肉制品的开发	290
五、低能量海产品	292
六、低能量速冻套餐	294
第七节 低能量涂抹食品	295
一、低能量人造奶油	296
二、低脂奶油	298
三、低脂涂抹料	299
四、低脂人造稀奶油	300
五、低能量蛋黄酱	302
六、低能量沙拉调味料	303
七、低能量花生酱	306
第八节 低胆固醇食品	308
一、低胆固醇化的物理方法	309
二、低胆固醇化的化学方法	311
三、低胆固醇化的生物方法	314
四、低胆固醇仿生肉制品	316
五、无胆固醇植物性仿生食品	320
第九节 低钠食品	325
一、非钠盐	325
二、低钠酱油	328
三、低盐发酵蔬菜	332

第七章 低能量食品与健康	334
第一节 能量平衡	334
一、能量需要	334
二、三大营养素与能量平衡	343
三、高能量摄入对人体健康的危害	348
第二节 低能量食品与肥胖	353
一、能量与减肥	353
二、碳水化合物与减肥	354
三、蛋白质与减肥	354
四、平衡营养与减肥	355
五、减肥低能量食品的开发	355
六、减肥极低能量食品的开发	357
第三节 低能量食品与心血管疾病	358
一、能量与心血管疾病	359
二、脂肪与心血管疾病	359
三、碳水化合物与心血管疾病	363
第四节 低能量食品与糖尿病	363
一、能量与糖尿病	364
二、脂肪、碳水化合物与糖尿病	364
三、蛋白质与糖尿病	365
四、糖尿病患者专用低能量食品的开发	365
第五节 低能量食品与肿瘤	366
一、能量与肿瘤	367
二、脂肪与肿瘤	367
三、蛋白质与肿瘤	368
四、碳水化合物与肿瘤	368
第六节 低能量食品与衰老	369
一、能量与衰老	369
二、脂肪与衰老	371
三、蛋白质与衰老	372
四、老年专用低能量食品的开发	372
第七节 高纤维食品与健康	374
一、膳食纤维与健康	374
二、菊粉及其降解物与健康	381
三、低聚糖与健康	393
第八节 低钠食品与健康	400
一、对限盐膳食的研究	401

二、对原始部落摄盐量与血压关系的研究·····	409
三、对发达地区摄盐量与血压关系的研究·····	415
四、对高盐膳食的研究·····	416
五、关于“全民限盐”的争论·····	418
六、现代摄盐量的控制途径·····	419
第九节 乙醇与健康·····	421
一、乙醇消费与能量平衡·····	422
二、乙醇对健康的影响·····	424
参考文献·····	428

Content of Low-Calorie Foods

Chapter 1 Introduction	1
Chapter 2 Low/Non-Calorie Bulking Agents	11
1. Dietary Fiber	11
2. Carbohydrate Polymers	31
Chapter 3 Intense Sweeteners	45
1. Aspartame	46
2. Neotame	65
3. Sucralose	79
4. Stevia Extract	103
5. Other Intense Sweeteners	110
Chapter 4 Bulk Sweeteners	118
1. Low/Non-Calorie Monosaccharides	118
2. Sugar Polyols	122
3. Oligosaccharides	138
Chapter 5 Fat Replacers	153
1. Fat Substitutes	154
2. Fat Mimics	168
3. Modified Fats	177
Chapter 6 Formula & Technology of Low-Calorie Foods	182
1. Low-Calorie Bakery Products	182
2. Low-Calorie Cereal Products	208
3. Low-Calorie Dairy Products	226
4. Low-Calorie Candies & Chocolates	239
5. Low-Calorie Beverages	257
6. Low-Calorie Meat Products	275
7. Low-Calorie Spreads & Dressings	295
8. Low-Cholesterol Products	308
9. Low-Sodium Products	325

Chapter 7 Health Attributes of Low-Calorie Foods	334
1. Human Energy Balance	334
2. Low-Calorie Foods in the Control of Obesity	353
3. Low-Calorie Foods in Reducing the Risk of Cardiovascular Diseases	358
4. Low-Calorie Foods in the Control of Diabetes	363
5. Low-Calorie Foods in Reducing the Risk of Cancers	366
6. Low-Calorie Foods in Modulating the Rate of Aging	369
7. High-Fiber Foods in Promoting Health	374
8. Low-Sodium Foods in Promoting Health	400
9. Alcohol and its Relationship with Health	421

第一章 绪 论

Chapter 1 Introduction

物换星移，沧海桑田，人类社会迎来了全新的 21 世纪。回想过去，人类经历了漫长的食不果腹的凄惨岁月。仅仅到了 20 世纪的最后几十年里，人类社会才发生了翻天覆地的变化，现代社会物质文明的高度发达，既为人类的生存发展带来了很多新的机遇与挑战，但同时也带来了诸多新的困惑与忧虑。肥胖症、高血脂、糖尿病、冠心病、恶性肿瘤等所谓现代“文明病”的发病率居高不下，时刻威慑着地球上每一个人的身心健康。

能够体现 20 世纪末期人类社会重大变化的显著特征之一就是：食品工业的高度和人们膳食结构的重大调整。摄取食品是一种享受，所谓美食家其意义就在于此。食品首先要满足人们的感官刺激和食用品质，因此食品就越做越好吃了，这自然而然就带来了食品工业的几个重大变化：

- ① 食品中的膳食纤维含量越来越少。
- ② 蔗糖和脂肪的使用量越来越多。

也是在 20 世纪末期，研究确认上述两种变化趋势是导致现代“文明病”的重要原因。20 世纪 60 年代，人们对无能量膳食纤维的生理作用进行了再认识。膳食纤维的研究与开发，受到了西方各主要国家的高度重视，医学界、营养学界、食品工业界都对此作了大量的研究。高品质低（无）能量的脂肪替代品、蔗糖替代品和低能量填充剂的开发，也是人类为提高自身健康而采取的重要措施。

低能量食品就是在这种背景下问世的，这不仅仅是一种时尚，更重要的是体现了消费知识与价值观念的变化。看看我们所处的这个世界，空气与水源污染加剧，各种慢性疾病（如肥胖、心血管疾病、糖尿病和肿瘤等）的发病率增加，老龄化社会的形成，紧张快节奏的现代生活方式……这种种事实都刺激着人们更加重视自己的健康。低能量食品的研究与开发是新时代的要求，发展前景广阔，市场潜力巨大。

一、低能量食品的研究与开发是新时代的要求

展望未来，要想精确预测出人类消费环境的变化趋势往往是很困难的。但在全球范围内，下面列举的这些消费要求与消费行为的变化趋势，却是确实存在的：

- ① 家庭式就餐的重要性在下降。