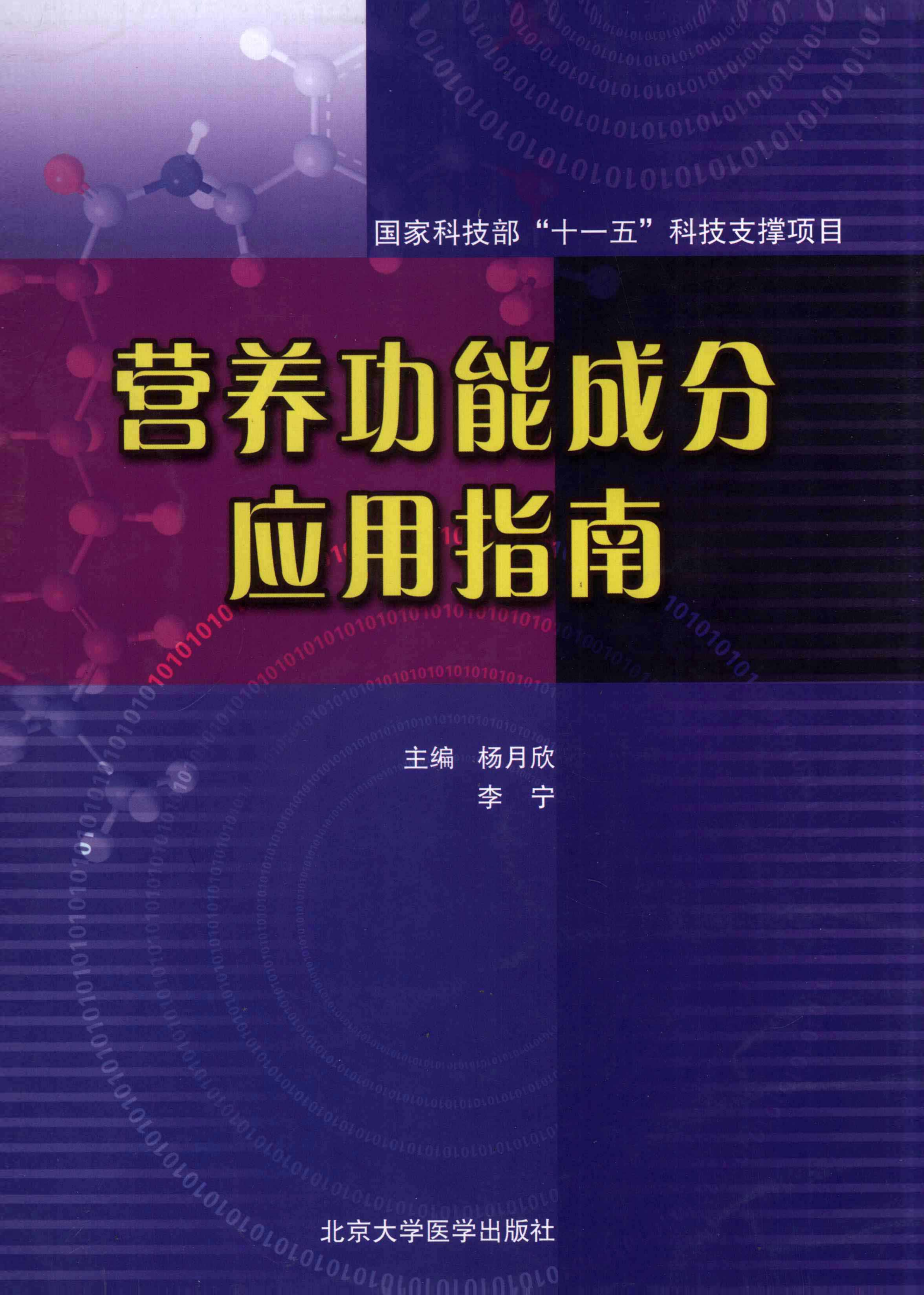


The background of the book cover is a dark blue gradient. In the top left corner, there is a 3D molecular model with red, white, and grey spheres connected by lines. The rest of the cover is decorated with faint, glowing binary code (0s and 1s) arranged in a circular, spiral-like pattern.

国家科技部“十一五”科技支撑项目

营养成分成分 应用指南

主编 杨月欣
李 宁

北京大学医学出版社

国家科技部“十一五”科技支撑项目

营养功能成分应用指南

Guide To Nutritional & Functional Food Ingredients

主 编 杨月欣 李 宁

副 主 编 张立实 朴建华 孙长颢 徐海滨

主 审 罗雪云 孙秀发 吴 坤

主编助理 韩军花 向 钱

北京大学医学出版社

Peking University Medical Press

图书在版编目 (CIP) 数据

营养功能成分应用指南 / 杨月欣, 李宁主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2010.12

国家科技部“十一五”科技支撑项目

ISBN 978-7-81116-775-7

I. ①营… II. ①杨… ②李… III. ①营养学—指南 IV. ①R151-62

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第246258号

营养功能成分应用指南

主 编: 杨月欣 李 宁

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京圣彩虹制版印刷技术有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 陈然 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 889 mm × 1194 mm 1/16 印张: 27.5 字数: 1088 千字

版 次: 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-81116-775-7

定 价: 136.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

编 委 会

- | | |
|-----|---------------------|
| 杨月欣 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 韩军花 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 胡叶梅 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 朱 婧 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 朴建华 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 黄振武 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 李 宁 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 向 钱 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 徐海滨 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 刘 珊 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 罗雪云 | 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所 |
| 张立实 | 四川大学公共卫生学院 |
| 王献仁 | 国家食品药品监督管理局保健食品审评中心 |
| 赵红静 | 国家食品药品监督管理局保健食品审评中心 |
| 李雅慧 | 国家食品药品监督管理局保健食品审评中心 |
| 董诗原 | 国家食品药品监督管理局保健食品审评中心 |
| 王永芳 | 卫生部卫生监督中心 |
| 王 楠 | 卫生部卫生监督中心 |
| 孙长颢 | 哈尔滨医科大学公共卫生学院 |
| 李 颖 | 哈尔滨医科大学公共卫生学院 |

朱钦翥	四川大学公共卫生学院
孙秀发	华中科技大学同济医学院
应晨江	华中科技大学同济医学院
郝丽萍	华中科技大学同济医学院
刘列刚	华中科技大学同济医学院
蔡木易	中国食品发酵工业研究院
潘兴昌	中国食品发酵工业研究院
易维学	中国食品发酵工业研究院
赵宏宇	中国食品发酵工业研究院
李 勇	北京大学公共卫生学院
李可基	北京大学公共卫生学院
马爱国	青岛大学医学院
糜漫天	第三军医大学医学院
孙桂菊	东南大学公共卫生学院
冀保平	中国农业大学食品学院
王 玉	兰州大学医学院
高泉坚	DSM帝斯曼营养产品部
易有金	湖南农业大学食品科学技术学院
刘 静	北京市营养源研究所

编委会秘书组

韩军花 向 钱 胡叶梅 朱 婧

本书展示了科学界目前对营养与功能成分物质的主要观点以及政府管理部门的应用意见。本书的研究数据是在国家科技部“十一五”科技支撑项目(2006BAD27B02)的支持下完成,共有50余位营养学、毒理学、微生物学和流行病学专家和20余位博士研究生参与,历时3年时间完成此项工作,是我国第一本比较完整的营养功能成分原料与食品、保健食品、特殊膳食用食品和健康食品的工业生产实践指导工具书。

本书共有十一章,第一章为概述,描述了营养与功能性成分的分类、管理、评价方法和数据来源;第二至第十一章主要包括氨基酸、肽和蛋白质类(A),脂肪酸和磷脂类(B),碳水化合物类(C),维生素和矿物质类(D),有机酸类(E),生物碱和含氮、含硫化合物(F),类黄酮类(G),酚类(H),萜类(J)以及真菌、益生菌和藻类(K)等250余个化合物,描述了各个功能性成分在化学结构、理化性质、分析方法、生理功能作用、安全性评价、应用方法和剂量、各国政府许可状况等信息。附录收集了中国食品中可添加的营养物质、新资源食品、益生菌等可使用物质的名单,包括了中国市场法规情况下380余种营养功能物质的化学名称、使用剂量和范围等有用信息。

本指南适合食品科学研究、产品研发、政策法规研究等食品行业人员使用,特别对研究功能性食品、膳食补充剂以及为了营养目的其他健康食品开发有着重要参考意义。

本指南描述了科学界对某些问题的目前观点,指南里每一个配料成分的小结,意味着某些观点的集合。本书并非法规文本,不具有法律效力,仅供参考使用,除非被国家或者被政府相关部门文件或法规引用,或指出并作为技术文件。

科学是不断进步和完善的过程,本书的内容和观点也不是一成不变的,尚需随时更新和增补。为了读者更快了解最新进展,可以查看www.neasiafoods.org或www.cfic.net.cn数据库的相关内容。有任何建议可留言到nutri@163.com。希望通过科学和实践的连接,让大家帮助大家,让工作更科学、方便和简单。

杨月欣

2010年10月于北京

分析方法常用缩略语:

AAS	atomic absorption spectrometry	原子吸收光谱法
FCC	Food Chemicals Codex	美国食用化学品法典
GB	Guo Biao	国标
GC-MS	Gas Chromatography - Mass Spectrometry	气相色谱-质谱法
GC	Gas Chromatography	气相色谱法
HPCE	High Performance Capillary Electrophoresis	高效毛细管电泳法
HPLC-MS	High Performance Liquid Chromatography - Mass Spectrometry	高效液相色谱-质谱法
HPLC	High Performance Liquid Chromatography	高效液相色谱法
INS	International Numbering System	国际编号系统
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织
NMR	Nuclear Magnetic Resonance	核磁共振分析法
TLC-UV	Thin Layer Chromatography - Ultraviolet photometric method	薄层色谱-紫外分光光度法
TLC	Thin-Layer Chromatography	薄层色谱法
USP	The United States Pharmacopeia	美国药典
UV	Ultraviolet photometric method	紫外分光光度法

安全性研究常用缩略语:

ADI	Acceptable daily intake	每日允许摄入量
AI	Adequate Intakes	适宜摄入量
Ames试验	鼠伤寒沙门菌回复突变试验	
DRIs	Dietary Reference Intakes	膳食营养素参考摄入量
EARs	Estimated Average Requirements	平均需要量
EC ₅₀	Median Effect Concentration	半数有效浓度
GL	Guidance Level	指导摄入量
GRAS	Generally Regarded As Safe	一般认为是安全的 (美国FDA原料法规)
LD ₅₀	Median Lethal Dose	半数致死剂量
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level	最低毒副作用水平
MTD	Maximum Tolerated Dose	最大耐受量
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level	无毒副作用水平
RDAs	Recommended Dietary Allowance	推荐膳食营养素
RNIs	Recommended Nutrient Intakes	推荐营养素摄入量
SUL	Safe Upper Level	最高安全摄入量
UL	Tolerable Upper Intake Levels	可耐受最高摄入量

国际组织和各国政府常用缩略语:

AOAC	Association of Analytical Communities	美国官方分析化学师协会
CAC	Codex Alimentarius Commission	食品法典委员会
CAS	Chemical Abstracts Service Number	美国化学文摘编号
EC	European Commission	欧盟委员会
EFAS	European Food Safety Authority	欧盟食品安全局
EFSA	European Food Safety Authority	欧洲食品安全管理局

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	联合国粮农组织
FDA	Food and Drug Administration	美国食品药品监督管理局
FNB	Food and Nutrition Board	(美国) 食品营养委员会
FSANZ	Australia New Zealand Food Standards Code	澳新食品标准
IOM	Institute of Medicine	美国医学研究所/院
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives	粮农组织/世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会
SCF	Scientific Committee on Food	(欧盟) 食品科学委员会
SFDA	State Food and Drug Administration	国家食品药品监督管理局
USDA	United States Department of Agriculture	美国农业部
WHO	World Health Organization	世界卫生组织

常用专业术语缩略语:

AS	Atherosclerosis	动脉粥样硬化
BMI	Body Mass Index	体质指数
cfu	Colony Forming Units	菌落形成单位
DHA	Dicosahexenoic Acid	二十二碳六烯酸
EPA	Eicosapentacenoic Acid	二十碳五烯酸
GI	Glycemic Index	血糖生成指数
HDL	High Density Lipoprotein	高密度脂蛋白
HDL-C	High Density Lipoprotein- Cholesterol	高密度脂蛋白胆固醇
IGg	Immunoglobulin G	免疫球蛋白G
IL-2	Interleukin-2	白细胞介素 II
IU	International Unit	国际单位
LDL-C	Low Density Lipoprotein-Cholesterol	低密度脂蛋白胆固醇
LDL	Low Density Lipoprotein	低密度脂蛋白
MDA	Methanedicarboxylic aldehyde	丙二醛
MS	Multiple Sclerosis	多发性硬化症
NK	Natural Killer Cell	自然杀伤细胞
PAF	Platelet-activating Factor	血小板激活因子
PGI	Prostacyclin	前列环素
PG	Prostaglandin	前列腺素
PTH	Parathyroid Hormone	甲状旁腺素
RBC	Red Blood Cell	红细胞
SOD	Superoxide Dismutase	超氧化物歧化酶
TC	Total Cholesterol	总胆固醇
TG	Triglyceride	甘油三酯
TNF- α	Tumor Necrosis Factor - α	肿瘤坏死因子- α
TXA ₂	Thromboxane A ₂	血栓素A ₂

概述	1
营养与功能性成分的定义及分类	2
营养与功能性成分的管理	5
营养与功能性成分的评价	7
主要参考文献和法规资料来源	10
A 氨基酸、肽和蛋白质类	17
A1 氨基酸类	18
A101 牛磺酸	A105 半胱氨酸
A102 精氨酸	A106 谷氨酰胺
A103 L-组氨酸	A107 γ -氨基丁酸
A104 胱氨酸	
A2 肽类	32
A201 大豆低聚肽	A204 谷胱甘肽
A202 玉米低聚肽	A205 酪蛋白磷酸肽
A203 鱼胶原低聚肽	
A3 蛋白质类	42
A301 乳铁蛋白	A303 大豆蛋白
A302 胶原蛋白	
A4 功能性酶类	48
A401 辅酶Q ₁₀	A403 木瓜蛋白酶
A402 超氧化物歧化酶	
B 脂肪酸和磷脂类	55
B1 n-3脂肪酸	56
B101 α -亚麻酸	B103 二十碳五烯酸
B102 二十二碳六烯酸	
B2 n-6脂肪酸	68
B201 花生四烯酸	B203 γ -亚麻酸
B202 亚油酸	
B3 其他脂肪酸	77
B301 共轭亚油酸	B302 豆蔻酸
B4 磷脂	83
B401 磷脂酰胆碱	B404 磷脂酰丝氨酸
B402 磷脂酰肌醇	B405 大豆磷脂
B403 磷脂酰乙醇胺	

C 碳水化合物类	97
C1 糖及糖醇	98
C101 果糖	
C102 海藻糖	
C103 山梨醇	
C104 甘露糖醇	
C105 木糖醇	
C106 麦芽糖醇	
C107 乳糖醇	
C108 赤藓糖醇	
C109 异麦芽酮糖醇	
C110 氨基葡萄糖	
C2 低聚糖类	120
C201 水苏糖	
C202 棉籽糖	
C203 低聚异麦芽糖	
C204 低聚果糖	
C205 低聚木糖	
C206 低聚乳果糖	
C207 低聚半乳糖	
C208 大豆低聚糖	
C3 多糖类	136
C301 菊粉和多聚果糖	
C302 果胶	
C303 阿拉伯胶	
C304 刺槐豆胶	
C305 大枣多糖	
C306 魔芋多糖	
C307 海参多糖	
C308 硫酸软骨素	
C309 透明质酸	
C310 壳聚糖	
C311 聚葡萄糖	
C312 抗性糊精	
C313 抗性淀粉	
D 维生素和矿物质类	163
D1 脂溶性维生素	164
D101 维生素A	
D102 β -胡萝卜素	
D103 维生素D	
D104 维生素E	
D105 维生素K	
D2 水溶性维生素	184
D201 维生素B ₁	
D202 维生素B ₂	
D203 维生素B ₆	
D204 维生素B ₁₂	
D205 烟酸/烟酰胺	
D206 叶酸	
D207 胆碱	
D208 维生素C	
D3 常量元素	210
D301 钙	
D302 镁	
D4 微量元素	219
D401 铁	
D402 碘	
D403 锌	
D404 硒	
D405 铬	
D406 锰	

E 有机酸类	241
E1 芳香族有机酸	242
E101 咖啡酸	E104 阿魏酸
E102 绿原酸	E105 菊苣酸
E103 鞣花酸	
E2 脂肪族有机酸	252
E201 肌酸	E202 柠檬酸
F 生物碱和含氮含硫化合物	257
F1 生物碱类	258
F101 <i>L</i> -肉碱	F103 荷叶碱
F102 辣椒素	F104 甜菜碱
F2 含氮化合物	266
F201 咖啡因	F203 腺苷、腺嘌呤
F202 核苷酸	F204 褪黑素
F3 含硫化合物	274
F301 蒜素	F303 异硫氰酸酯
F302 硫辛酸	F304 吡啶-3-甲醇
G 类黄酮类	283
G1 花色素类	284
G101 花色素类	
G2 黄烷酮及黄烷醇类	288
G201 儿茶素	G203 柚皮苷
G202 橙皮素	
G3 黄酮及黄酮醇类	295
G301 查耳酮/根皮素	G304 槲皮素
G302 芹菜素	G305 山楂黄酮
G303 银杏黄酮	
G4 异黄酮类	307
G401 大豆异黄酮	G403 甘草素
G402 葛根素	
H 酚类	315
H1 酚类及酚酸类	316
H101 丹参素/丹酚酸	H102 丁香酚

H2 二苯乙烯类	321
H201 白藜芦醇	
H3 醌类	323
H301 丹参酮	
H302 蒽醌类	
H4 苯丙烷类	328
H401 香豆素类	
H402 姜黄素类	
H403 厚朴酚	
H5 单宁类	336
H501 原花青素	
H502 没食子单宁	
H503 鞣酸单宁	
J 萜类	343
J1 单萜类和二萜类	344
J101 甜菊糖苷	
J102 橄榄苦素	
J103 银杏内酯	
J2 三萜皂苷类	351
J201 人参皂苷	
J202 大豆皂苷	
J203 绞股蓝皂苷	
J204 苦瓜皂苷	
J205 三七皂苷	
J206 红景天苷	
J207 甘草酸	
J208 罗汉果甜苷	
J3 其他萜类	370
J301 番茄红素	
J302 叶黄素	
J303 玉米黄质	
J304 虾青素	
J305 植物甾醇和植物甾醇酯	
K 真菌、益生菌和藻类	383
K1 真菌	384
K101 铬酵母	
K2 益生菌	386
K201 双歧杆菌属	
K202 乳杆菌属	
K203 链球菌属	
K3 藻类	394
K301 螺旋藻	
K302 盐藻	

附录1 食品营养强化剂使用物质名单	399
表1 营养强化剂使用范围和剂量	
表2 营养强化剂化合物来源名单	
表3 特殊膳食可用的营养强化剂化合物来源名单	
附录2 运动营养食品中食品营养强化剂使用名单	409
表4 运动营养食品中营养强化剂使用规定	
附录3 新资源食品名单	411
1. 新植物品种	411
短梗五加	金花茶
库拉索芦荟凝胶	显脉旋覆花（小黑药）
蛹虫草	诺丽果浆
白子菜	雪莲培养物
2. 氨基酸、肽和蛋白质类	412
水解蛋黄粉	牛奶碱性蛋白
珠肽粉	初乳碱性蛋白粉
γ -氨基丁酸	地龙蛋白
玉米低聚肽粉	
3. 脂肪酸和脂类	413
DHA藻油	植物甾烷醇酯
共轭亚油酸	御米油
共轭亚油酸甘油酯	鱼油及提取物
植物甾醇	甘油二酯油
蔗糖聚酯	茶叶籽油
植物甾醇酯	杜仲籽油
花生四烯酸油脂	磷脂酰丝氨酸
4. 碳水化合物类	417
异麦芽酮糖醇	低聚半乳糖
多聚果糖	L-阿拉伯糖
透明质酸钠	低聚木糖
棉籽低聚糖	酵母 β -葡聚糖
菊粉	
5. 类维生素类	420
叶黄素酯	盐藻及提取物
6. 矿物质类	420
乳矿物盐	

7. 新微生物品种.....	420
嗜酸乳杆菌	植物乳杆菌（菌株号299v）
副干酪乳杆菌（菌株号GM080、GMNL-33）	植物乳杆菌（菌株号CGMCC NO.1258）
鼠李糖乳杆菌（菌株号R0011）	植物乳杆菌（菌株号ST-Ⅲ）
嗜酸乳杆菌（菌株号R0052）	
附录4 可用于食品的菌种名单.....	423
表5 可用于食品的菌种名单	
索引	425

概 述

食物中的营养和功能成分是滋养人类生命和健康的核心元素，各国用于食品、保健（功能）食品、婴幼儿食品、特殊膳食用食品、医用食品等的营养和功能成分物质有 500 余种。食物是人类赖以生存的基本物质，必须利用食物获得营养才能生存和繁殖。一般而言食物中的有益成分分为传统营养素和植物化学物（photochemical）两大类。营养素又分为必需、条件必需和非必需营养素三类。植物化学物尚没有明确分类，通常以化学结构为依据划分类别。

按照营养科学对营养素的认知，主要的营养素有 40 余种，一般分为 5 大类（或 6 大类）：蛋白质、脂类、糖类、矿物质和维生素（也有把水和膳食纤维分为必需营养素）。人类对必需（indispensable, or essential）营养素的认知最初来源于人体缺乏某种物质与发生疾病间联系的研究。1920 年 Mendel 首先把人体不能合成的氨基酸称为“人体必需氨基酸”，把体内在一定条件下合成或能够合成的称为“条件必需氨基酸”或“非必需氨基酸”。这些物质具有如下特点：体内不能合成、需要靠食物供给、需要一定量、维持正常生长发育和健康存活所必需、缺乏可导致特异性疾病甚至死亡（如引起生长不良或生理功能低下等）。根据这些特点，科学界确认的对成人而言的必需营养素包括 9 种氨基酸、2 种脂肪酸、15 种矿物质和 13 种维生素等。这些营养素是人体必需的，若缺乏则无法生存或出现相关疾病。条件必需（dispensable, or conditionally essential）营养素是在人体特殊生理阶段（如胎儿期、婴幼儿期等）或特殊状态（如生育不全、遗传缺陷、病理状态等情况）下合成速度减慢，受发育或病理条件限制而需要，所以称为条件必需的营养物质。例如半胱氨酸、酪氨酸、肉碱等都是早产儿和生长发育期幼儿的必需营养素。重病和外伤病人需要谷氨酰胺来维持组织蛋白合成以促进康复。条件必需营养素还可认为在合成过程中用了其他必需物质为前体，在代谢水平上受其前体物质的限制。其特点常被认为是“若该物质在血液中的水平低则出现相关功能异常，若补充得到改善则可纠正此症状”。非必需营养素（nonessential）是指机体可以自身合成，食物缺少也无妨。但非必需营养素并不是人体不需要，而仅指不需要对食物来源的高要求。

植物化学物（phytochemical）或非营养成分被认知有“功能”已有上千年的历史，只不过应用到食品中的时间还较短。例如，古希腊著名内科医生希波克拉底（Hippocrates）就描述了柳树叶（willow tree leaves）和柳树皮可减缓疼痛。Galen 首次记录了柳皮的退热和抗炎作用。1827 年，柳树皮中的活性成分水杨苷（salicin）被分离、纯化了出来，并逐步成为现在各国的著名药品阿司匹林（aspirin）。我国古代医学也有类似的经验记载，如本草纲目等记载了中医药历史，对植物叶、果、茎、根等都有了不同的医疗和功能用途。过去几百年时间里，中国一直依赖传统药物（其中 90% 以上是植物药）与疾病作斗争，形成了民族医药体系。20 世纪 50 年代以后，发达国家营养缺乏病的消灭和慢性疾病的发展，促进了营养学界对食物中其他非营养成分的认知。越来越多的科学研究发现和证实食物中一些非营养成分或植物化合物是有“功能”的。如多酚类成分的抗氧化功能、植物雌激素对更年期妇女的作用和植物固醇的降胆固醇作用等。源于植物的化学物种类繁多、功能复杂，一般植物化合物按照化学结构进行分类，可分为如寡糖类和多糖类、氨基酸和肽类、脂和磷脂类、有机碱类、有机酸类、黄酮类、酚类、

蒽类等。有学者认为,如果说必需营养素在人类生长发育、骨骼和肌肉组成等方面必不可少,那么,植物化合物与必需营养素相比,在功能作用上其作用位点更加微细和具体,仅影响某机体细微之处如细胞节点、调节代谢通路等,从而可以提供人体基本营养之外的健康功效。

迄今为止,必需营养素的分类和功能作用已较为清楚和成熟,其他非必需营养素以及植物化合物尚无统一论,还需要更详细的研究。本书力求在营养素及其他功能成分等食品原料的功能性物质使用方面进行概述,包括每个物质的化学结构、理化性质、营养和功能、安全评价、应用剂量和法规状况等,以达到食品工业应用和参考的目的。

一、营养与功能性成分的定义及分类

一般而言,对营养和功能性成分的分类有化学结构和功能特性两种方法。根据本书主题和为了章节叙述的需要,考虑到营养素和植物化合物的复杂性,本书将功能性成分分为10种类别:氨基酸、肽和蛋白质类,脂肪酸和磷脂类,糖类,维生素和矿物质类,有机酸类,生物碱和含氮、含硫化合物,类黄酮类,酚类,蒽类及真菌、益生菌和藻类。

(一) 氨基酸、肽和蛋白质类

氨基酸是蛋白质构成的基本单位。蛋白质是由许多氨基酸通过肽键连接而成。食物蛋白质中的氨基酸共有20余种,氨基酸因其所含有的侧链R基团不同形成了不同的氨基酸,其物理和化学性质也不同,且在人体内的作用也有差别。有些氨基酸是人体必需的氨基酸,必须由食物或外源性途径提供,有赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸及组氨酸(婴幼儿必需)和精氨酸(条件必需)共10种。非必需氨基酸是指在食物所供给的来源不足的情况下,机体可以用简单的氨基酸前体物质合成。这些氨基酸共10种,为甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸、半胱氨酸、胱氨酸、酪氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸、脯氨酸和羟脯氨酸。上述必需与非必需氨基酸均参与人体内各种组织蛋白质的合成与代谢。功能性食品常用的氨基酸有甘氨酸、精氨酸、赖氨酸以及氨基酸的代谢物(特殊氨基酸),如牛磺酸和谷氨酰胺等。

肽是由2个或2个以上的氨基酸通过肽键(—CONH—)连接而成的化合物。由2个或3个氨基酸分子组成的肽分别称为二肽或三肽,3个以上氨基酸组成的肽为多肽。各种不同类型蛋白的水解物如寡肽、多肽、酪蛋白磷酸肽等也用于食品功能成分。

蛋白质是由一定立体结构的氨基酸以肽链结合而成的大分子化合物。蛋白质是动植物的重要组成部分,虽然它在生物体中比糖类少,但是由于它是原生质的重要组成部分,因而对生命体有着重要作用。蛋白质分子都含有氮(N),平均含氮量为16%,一般食品中蛋白质含量

采用凯式定氮法。虽然蛋白质对人体健康必不可少,但在各国法规中,没有特殊意义的蛋白质多不在功能性物质之列;但各种特定食物来源的蛋白质如大豆蛋白、乳蛋白、胶原蛋白以及各种功能性酶类,如谷胱甘肽氧化酶、辅酶Q₁₀等,常可在食品标签中发现。酶是活性细胞生成和各种体内反应的催化剂,用于食品中作为功能性成分的多为辅酶,用于生产过程的多为单纯蛋白质酶如水解酶和合成酶。

(二) 脂肪酸和磷脂类

脂类是一大类疏水化合物,它们不溶于水,溶于有机溶剂。脂类在活细胞结构中具有极为重要的生理作用。膳食中的脂肪是供给人类所需能量的重要来源,每1g脂肪可生成37.6812kJ(9kcal)能量。人类必需脂肪酸有亚油酸(n-6型)和γ-亚麻酸(n-3型),人体不能合成,必须由食物供给。脂类有油类(oil)、脂肪(fat)和类脂(lipoid)3种基本形式,大部分构成食物的脂肪和动物的体脂是以甘油三酯(三酰甘油)与脂肪酸所形成的酯。植物油中天然存在的脂肪酸有20余种,常见的有8种,占脂肪酸总量的97%。

保健食品常用的功能性脂类主要包括多不饱和脂肪酸(n-3和n-6脂肪酸)和磷脂类。n-3脂肪酸特别是α-亚麻酸、二十二碳六烯酸(DHA)和二十碳五烯酸(EPA),n-6类脂肪酸如花生四烯酸(AA)、亚油酸、γ-亚麻酸和共轭亚油酸,目前被广泛用于功能食品、婴幼儿食品和特殊膳食食品中。

类脂是与脂肪分子结合的复合化合物,它们在人体内的作用不是简单提供热量,而是具有一定生理活性的物质。磷脂是一类含磷的甘油酯,由多种含磷化合物组成,共有40余种,其中最主要的是磷脂酰胆碱、磷脂酰肌醇、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰丝氨酸和大豆磷脂。磷脂是构成人体细胞膜的重要组成部分,对于维护细胞功能、增强细胞活力和促进细胞生长发育具有重要作用。人脑中含有30%的磷脂,磷脂代谢与脑的功能状态密切相关。

(三) 糖类

糖类(碳水化合物类)是多羟基醛类和多羟基酮类化合物及其缩合物和某些衍生物的总称,是人类食物中的主要组成成分。它为人类提供能量,在营养学上称之为供热营养素。每1g碳水化合物可提供16.7472kJ(4kcal)能量。碳水化合物是一大类复杂的化合物,包括单糖、双糖、低聚糖、多聚糖以及膳食纤维。

糖类广泛存在于各种生物体内,是绿色植物经过光合作用形成的产物,一般占植物体干重的80%左右。动物没有能力制造碳水化合物,因此人类膳食的能源物质碳水化合物主要由植物性食品提供。

碳水化合物的分类根据其水解程度不同,可分为淀粉、多糖、寡糖(低聚糖)、糖和糖醇。在功能性食品中常指不容易消化的糖醇、寡糖和多糖类。糖醇是一种多元醇,含有2个以上的羟基,如山梨醇、木糖醇和赤

藓糖醇等。寡糖是由2~9个单糖分子的糖类物质,如菊粉、低聚木糖和水苏糖等。多糖指含有10个及10个以上单糖的糖类物质,如抗性淀粉、聚葡萄糖、纤维素、果胶、魔芋多糖和蘑菇多糖等。复合多糖常指含有非糖基团的多糖,糖蛋白和糖脂等不在此类。

(四) 维生素和矿物质类

维生素是维持人的生命活动所必不可少的物质。这类物质在动、植物体中含量极少,但却是人类必不可少的必需营养素。维生素不能为机体提供能量,也不是构成机体的结构物质,但在机体物质代谢中起着关键作用。人和动物缺乏维生素时不能正常生长,并发生特异性病变。

维生素可分为两大类,包括脂溶性维生素和水溶性维生素。脂溶性维生素包括维生素A、维生素D、维生素E、维生素K。人类在大量摄入有些脂溶性维生素时易中毒,如维生素A和维生素D。水溶性维生素有B族维生素和维生素C。B族维生素包括维生素B₁、维生素B₂、维生素B₆、维生素B₁₂、烟酸、叶酸和生物素等。膳食中若缺乏维生素,会引起人体代谢紊乱。如缺乏维生素A会出现夜盲症、眼干燥症和皮肤干燥;缺乏维生素D可患佝偻病;缺乏维生素B₁可患脚气病;缺乏维生素B₂可患唇炎、口角炎、舌炎和阴囊炎;缺乏维生素B₃(维生素PP)可患癞皮病;缺乏维生素B₁₂可患恶性贫血;缺乏维生素C可患坏血病等。随着科学研究的不断深入,维生素的生理功能不断有新发现,如叶酸能预防小儿神经管畸形,维生素B₁₂和维生素C对同型半胱氨酸有调节作用,维生素E具有抗氧化功能等。

另外,一些维生素的不同化学形式也已经成为广泛应用的功能成分,如维生素A的前体胡萝卜素类及衍生物如β-胡萝卜素、番茄红素、叶黄素、玉米黄质(zeaxanthin)、隐黄素(cryptoxanthin)、虾青素(astaxanthin)等。也有学者将胆碱、对氨基苯甲酸、肉碱、硫辛酸包括在B族维生素内。

矿物质(无机盐)是人体内无机物的总称,矿物质可以分为两大类,即常量元素和微量元素。常量元素通常指生物有机体中含量大于1/10 000的化学元素,如钾、钠、钙、镁和磷等。钙和磷是人体骨骼的主要成分,其他还有镁、钾和钠,它们都是人体的结构和代谢上必需的较大的物质。另一类称为微量元素,通常指生物有机体中含量小于1/10 000的化学元素。如碘、铁、锌、铜、硒、锰、铬、钼、钴和氟等。它们在体内的量很微小,却起着不可缺少的代谢调节作用。它们的摄入过量、不足、不平衡或缺乏都会不同程度地引起人体生理的异常或发生疾病。

1990年FAO、WHO和IAEA这3个国际组织的专家委员会认定人体必需微量元素共8种,即碘、锌、硒、铜、钼、铬、钴和铁。另外人体可能需要的元素有5种,即锰、硅、硼、矾和镍。还有一类是具有一定毒性但也具有一定生理功能的元素,共有8种,为氟、铅、镉、汞、砷、铝、锂和锡。

常用于膳食补充剂和功能性食品中的元素有钙、锌、铁、硒和铬等,硒有抗氧化作用,锌可以促进儿童生长发育并与味觉有关,铬与血糖代谢有关,铁是构成血红蛋白的主要成分之一。

(五) 有机酸类

有机酸指一类具有酸性的有机化合物。最常见是羧酸,其酸性源于羧基(-COOH)。除甲酸(HCOOH)外,常用通式(Ar)R-COOH表示。羧酸在自然界中常以游离状态或以其盐、酯的形式广泛存在。重要的取代羧酸有卤代酸、羟基酸、酮酸和氨基酸等。植物中常见的有机酸有脂肪族的一元、二元或多元羧酸如酒石酸、草酸、苹果酸、柠檬酸、甘草酸、抗坏血酸(维生素C)和肌酸等,亦有芳香族有机酸如苯甲酸、水杨酸、咖啡酸和菊苣酸等。除少数以游离状态存在外,一般都与钾、钠、钙等结合成盐,有些与生物碱类结合成盐。脂肪酸多与甘油结合成酯或与高级醇结合成蜡。有些有机酸是挥发油与树脂的组成成分。这些有机酸类化合物中有些参与动植物代谢的生命过程,有些是代谢的中间产物,有些具有显著的生物活性,在防病、治病中有重要的作用,如绿原酸(chlorogenic acid)是许多中草药的有效成分,有抗菌和抗氧化等作用。

(六) 生物碱和含氮、含硫化合物

生物碱是指一类来源于生物界(以植物为主)的含氮的有机物,多数生物碱分子具有较复杂的环状结构,且氮原子在环状结构内,大多呈碱性,一般具有生物活性。生物碱(alkaloids)是植物或中草药中分布较广、种类最多的一类化合物,是植物新陈代谢的次生代谢产物(secondary metabolite)。

根据氮原子在分子中所处的状态,生物碱主要分为6类:①游离碱;②盐类;③酰胺类;④氮-氧化物;⑤氮杂缩醛类;⑥其他如亚胺、烯胺等。Pelletier SW于1983年从化学角度提出了“生物碱是含负氧化态氮原子的、存在于植物体内的环状有机化合物”。负氧化态氮包括胺(-3)、氮氧化物(-1)、酰胺(-3),排除了含硝基(+3)、亚硝基(+1)的化合物,环状结构排除了小分子的胺类、非环的多胺和酰胺(实际上有些非环的胺类或酰胺是属于生物碱范畴的,如麻黄碱)。当然生物碱并非生物体内唯一含负氧化态氮原子的物质,此定义比较笼统,但至今尚没有严格和统一的对生物碱的定义,也有学者把生物碱分为氨基酸型和非氨基酸型。氨基酸型常按照习惯放入蛋白质类中。非氨基酸型生物碱在药品中种类繁多,如吡啶类、莨菪烷类、异喹啉类、吗啡类、吲哚类、萜类、甾体类和有机胺类等。

具有碱性和显著生物活性的含氮化合物约有1万多种,其中测定得知结构者不足半数。生物碱在植物体内各个器官和组织都可能分布,如低等植物(蕨类、菌类)、高等植物(单子叶植物、双子叶植物),分布在同科同属植物可能含有相同结构类型,但对于一种植物来说,生物碱往往在植物的某种器官中含量较高。生物碱