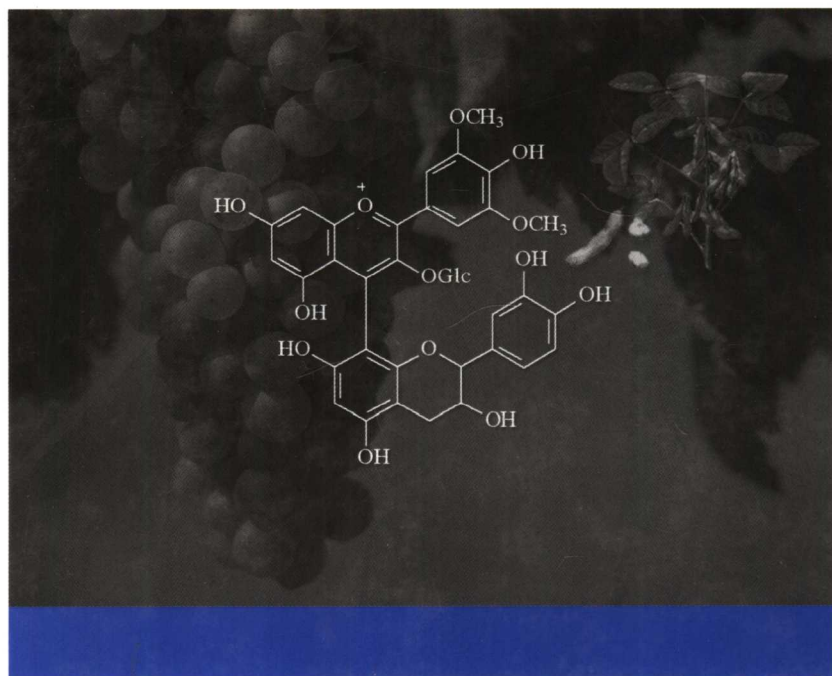


唐传核 编著

植物生物活性物质



Chemical Industry Press



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

植物生物活性物质

唐传核 编著



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

植物生物活性物质/唐传核编著. —北京:化学工业出版社, 2004. 8
ISBN 7-5025-6097-1

I. 植… II. 唐… III. 植物-生物活性-物质-研究 IV. Q94

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 090168 号

植物生物活性物质

唐传核 编著

责任编辑 梁虹 张彦

文字编辑 焦欣渝

责任校对 王素芹

封面设计 郑小红

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话 (010) 64982530

[http // www cip com cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 23 字数 574 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6097-1/TS · 198

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着人们对“膳食与健康” (diet and health) 的认识不断深入, 植物生物活性物质 (bioactive components from plants) 或植物化学物质 (phytochemicals) 的研究与开发引起了全世界的关注。众多科学家基本上已公认, 植物生物活性物质, 特别是那些膳食植物来源的生物活性物质, 对于人类“康乐” (well-being) 状态的维持以及诸多现代慢性疾病的预防具有重要的作用。而且, 人们对化学合成品的忌讳以及对天然化学品的崇尚, 也使得全世界把目光投向于植物来源的诸多生物活性物质, 期望能找到可以替代目前医药中广泛使用的诸多化学合成品的植物天然物质。这也是当今中草药越来越受到发达国家关注的一个主要原因。

植物化学物质种类极其繁杂, 而且分布也极其广泛。每一种植物都含有大量已知的, 或仍未知的植物化学物质。尽管如此, 与人类健康紧密相关的植物化学物质, 通常也称之为“植物生物活性物质” (本书专指此类物质), 却不是很多。至今最受关注并且研究最为透彻的植物生物活性物质, 要属膳食植物来源的诸多活性物质, 如类胡萝卜素、维生素 E、植物甾醇、类黄酮、皂苷、多酚类等。此类活性物质长期以来一直作为膳食的一类组分为人类所摄食, 从而安全性相对较高。因此, 无论从“膳食与健康”两者之间相关性研究的角度, 还是从开发利用的角度, 它们都是现代人们关注的焦点。特别在功能性食品 (functional foods) 发展迅速的今天, 如何利用此类生物活性物质开发功能性食品, 将是 21 世纪食品工业首要解决的课题。

鉴于此, 作为《植物功能性食品》的一本姊妹专著, 本书以“膳食与健康”两者相关性为脉络, 详细地论述了膳食植物来源的主要生物活性物质的化学本质、生物活性以及开发途径等。本书偏重于论述膳食植物的主要活性因子, 解析此类组分对于膳食植物的生物活性的有效贡献。本书力求从一种全新角度反映现代意义上的功能性食品的一种主要发展趋势, 突出一类以植物生物活性物质为功能性因子的功能性食品的开发途径及前景。正由于此, 本书没能全面地论述植物来源的各种生物活性物质, 而是有的放矢地选取一些对人类健康最为重要而且最具开发潜力的生物活性物质进行重点论述。

当然, 对人类健康有益的植物生物活性物质并不局限于本书所述的, 还有很多。较为常见的还包括有膳食纤维以及一些低分子酚类化合物等。植物多糖或膳食纤维早在 20 世纪 70~80 年代就已引起世人的极大关注。它们的生理功能或健康效果几乎已成定论, 甚至人们把它们归类为“第七大营养素”。因此, 可认为它们已属传统营养学范畴, 本书不予以重点论述。至于低分子酚类化合物 (如酚酸类), 由于分布广泛而且种类繁多, 其营养或生理功能研究一直进展不大, 本书亦不予重点论述。不过应该看到, 尽管此类个别组分在人们日常果蔬膳食中的分布及含量并不引人关注, 然而它们的总量却非常可观, 因此它们对人们健康的总体贡献不容忽视。

本书的出版得到国家自然科学基金项目 (项目号: 20306008) 的部分资助。在此, 对国

国家自然科学基金委员会表示衷心的感谢!

在本书的写作过程中,著者所在学校(华南理工大学)的领导和老师在本书的写作过程中一直给予较大的鼓励与支持,在此一并表示衷心的感谢!

由于本人知识水平及篇幅所限,书中存在疏漏及不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

唐传核

于华南理工大学西湖畔

2004年7月

目 录

0 绪论	1
1 植物生物活性物质概况	10
1.1 概论	10
1.2 碳水化合物及磷脂	11
1.2.1 单糖	11
1.2.2 低聚糖	11
1.2.3 多糖	12
1.2.4 糖醇及环多醇	13
1.2.5 有机酸	13
1.2.6 脂肪酸及脂质	14
1.2.7 烃及其衍生物	15
1.2.8 乙炔类及噻吩类	16
1.2.9 杂脂(肪)族化合物	17
1.3 含氮化合物(生物碱除外)	18
1.3.1 氨基酸	18
1.3.2 胺类化合物	19
1.3.3 生氰糖苷	19
1.3.4 硫代葡萄糖苷	20
1.3.5 嘌呤及嘧啶	21
1.3.6 蛋白质及多肽类	21
1.3.7 其他含氮化合物	22
1.4 生物碱	23
1.4.1 石蒜科生物碱	24
1.4.2 甜菜苷生物碱	24
1.4.3 二萜类生物碱	25
1.4.4 吲哚类生物碱	25
1.4.5 异喹啉生物碱	25
1.4.6 石松生物碱	26
1.4.7 单萜及倍半萜类生物碱	26
1.4.8 多肽类生物碱	26
1.4.9 吡咯烷及吡啶类生物碱	27
1.4.10 吡咯啉类生物碱	27
1.4.11 喹啉类生物碱	28
1.4.12 喹啉啉类生物碱	28

1.4.13	甾族类生物碱	28
1.4.14	tropane 生物碱	29
1.4.15	其他类生物碱	29
1.5	酚类化合物	29
1.5.1	花色苷及 Anthochlors 类	30
1.5.2	苯并呋喃类或香豆酮类	32
1.5.3	色酮及色烯类	32
1.5.4	香豆素类	32
1.5.5	微量类黄酮	33
1.5.6	黄酮及黄酮醇类	34
1.5.7	异类黄酮及新类黄酮类	36
1.5.8	木酚素类	37
1.5.9	酚类及酚酸类	38
1.5.10	酚酮类	38
1.5.11	苯丙烷类	39
1.5.12	醌类	41
1.5.13	二苯乙烯类	41
1.5.14	单宁类	42
1.5.15	黄色酮类	43
1.5.16	混杂酚类化合物	44
1.6	萜类化合物	44
1.6.1	单萜类	45
1.6.2	环烯醚萜类	45
1.6.3	倍半萜类	46
1.6.4	倍半萜烯内酯类	47
1.6.5	二萜类	47
1.6.6	三萜皂苷类	48
1.6.7	甾基皂苷类	50
1.6.8	强心内酯和蟾蜍二烯羟酸内酯	50
1.6.9	植物甾醇类	51
1.6.10	葫芦素类	52
1.6.11	正三萜类	52
1.6.12	混杂三萜类	53
1.6.13	类胡萝卜素	53
	本章参考文献	55
2	类胡萝卜素	57
2.1	引言	57
2.2	类胡萝卜素的结构以及性质	58
2.2.1	化学结构	58
2.2.2	溶解度	60
2.2.3	光吸收以及光化学性质	60

2.2.4	化学性质	61
2.2.5	电化学性质	61
2.2.6	生物学性质	64
2.3	类胡萝卜素的生理功能	65
2.3.1	类胡萝卜素的抗氧化研究进展	65
2.3.2	类胡萝卜素与癌症的预防	71
2.3.3	类胡萝卜素与心血管疾病的预防	78
2.3.4	类胡萝卜素与其他慢性疾病的预防	82
2.4	类胡萝卜素的膳食来源以及摄入量	83
2.4.1	食品中的类胡萝卜素含量	83
2.4.2	食品类胡萝卜素的摄入量	84
2.4.3	加工对类胡萝卜素含量的影响	84
2.5	类胡萝卜素的分析检测方法	85
2.5.1	需要注意的方面	86
2.5.2	样品制备	86
2.5.3	萃取	86
2.5.4	HPLC 分离	87
2.5.5	检测以及定量	88
2.6	类胡萝卜素的消化、吸收以及代谢 (生物效价)	88
2.6.1	消化过程	89
2.6.2	吸收过程	90
2.6.3	相互作用	91
2.6.4	输送过程	92
2.7	类胡萝卜素的有效剂量以及毒性	93
2.8	类胡萝卜素在健康或功能性食品中的发展趋势及前景	94
2.8.1	β -胡萝卜素替换维生素 A 制剂中的维生素 A	94
2.8.2	含 β -胡萝卜素食品的形态多样化	94
2.8.3	类胡萝卜素复合化	95
	本章参考文献	95
3	维生素 E	99
3.1	引言	99
3.2	维生素 E 的发现以及历史	99
3.3	维生素 E 的化学结构以及性质	100
3.3.1	化学结构	100
3.3.2	物化性质	101
3.3.3	维生素 E 在机体抗氧化防御体系中的重要性	101
3.3.4	构效关系	102
3.4	维生素 E 的生理功能研究概况	103
3.4.1	抗氧化作用	104
3.4.2	提高机体免疫机能	107
3.4.3	抗癌或抑制肿瘤作用	110

3.4.4	抗不育功能	111
3.4.5	其他生理功能	111
3.5	维生素 E 的非抗氧化分子机制	111
3.5.1	对蛋白激酶 C 的影响	112
3.5.2	对基因表达的影响	113
3.5.3	对细胞增殖的影响	113
3.5.4	其他方面	114
3.5.5	γ -生育酚以及 δ -生育酚作用的非抗氧化机制	115
3.5.6	生育三烯酚的非抗氧化机制	115
3.6	维生素 E 与诸多慢性疾病的预防	115
3.6.1	心血管疾患	115
3.6.2	癌症	117
3.6.3	神经障碍	117
3.6.4	白内障以及与年龄相关的黄斑变性	118
3.6.5	炎症	118
3.6.6	糖尿病	118
3.7	维生素 E 在植物食品中的分布以及含量	118
3.7.1	主要食品来源	118
3.7.2	成熟以及收获后维生素 E 含量的变化	120
3.7.3	工业加工对维生素 E 含量的影响	121
3.8	维生素 E 的分析方法	122
3.8.1	正相 HPLC 分析生育酚与生育三烯酚	123
3.8.2	反相 HPLC 分析生育酚与生育三烯酚	123
3.9	维生素 E 的吸收、代谢以及排泄	125
3.9.1	维生素 E 的吸收、代谢以及排泄过程	126
3.9.2	影响因素	128
3.9.3	维生素 E 生物效价以及加工的影响	130
3.10	维生素 E 的安全性以及摄取量	131
3.10.1	安全性	131
3.10.2	维生素 E 的最佳摄取量	131
3.11	维生素 E 的开发以及应用展望	132
3.11.1	天然维生素 E 的开发	132
3.11.2	维生素 E 在功能性食品应用中的展望	134
	本章参考文献	134
4	植物甾醇	136
4.1	引言	136
4.2	植物甾醇的化学结构及性质	137
4.2.1	化学结构	137
4.2.2	物化性质	138
4.2.3	在植物体内的生物功能	140
4.2.4	生物合成途径	140

4.3	植物类食物中的植物甾醇分布以及影响因素	141
4.3.1	主要食物来源	141
4.3.2	植物成熟及收获贮藏对甾醇含量的影响	145
4.3.3	加工的影响	146
4.3.4	植物甾醇的稳定性	148
4.4	植物甾醇的分析检测方法	148
4.4.1	样品制备	149
4.4.2	色谱分析	150
4.4.3	质谱以及核磁共振分析	152
4.4.4	植物甾醇氧化产物的分析	152
4.5	植物甾醇及甾烷醇的生理功能进展	153
4.5.1	调节血清脂质效果	154
4.5.2	抗动脉粥样硬化效果	160
4.5.3	抗癌症或肿瘤效果	161
4.5.4	其他生理效果	161
4.6	植物甾醇的一些副作用	162
4.7	植物甾醇的生物有效性与吸收代谢	163
4.7.1	吸收以及传输	163
4.7.2	代谢	164
4.8	植物甾醇的消费量以及摄食效果	164
4.8.1	消费量	164
4.8.2	摄食效果	164
4.8.3	植物甾醇的摄入	165
4.8.4	影响摄食的因素	165
4.9	植物甾醇的安全性以及毒性	166
4.10	功能性植物甾醇食品的开发以及应用前景	167
4.10.1	植物甾醇/甾烷醇制品的开发历史及现状	167
4.10.2	功能性植物甾醇食品简介	168
4.10.3	植物甾烷醇酯的制备方法	169
	本章参考文献	169
5	类黄酮	172
5.1	引言	172
5.2	类黄酮的化学结构、生物合成以及生物重要性	172
5.2.1	化学结构	172
5.2.2	类黄酮的生物合成	175
5.2.3	类黄酮在植物生体中的重要性	176
5.3	类黄酮的抗氧化性/促氧化性	177
5.3.1	类黄酮清除自由基活性的构效关系	177
5.3.2	淬灭单线态氧	178
5.3.3	清除过氧化物	179
5.3.4	清除羟自由基活性	179

5.3.5	抗脂质过氧化活性	180
5.3.6	类黄酮酚羟基自由基的稳定性	182
5.4	类黄酮的生理功能研究进展	182
5.4.1	抗癌以及抑制肿瘤活性	183
5.4.2	改善心血管疾患效果	186
5.4.3	抗过敏以及抗炎症作用	191
5.4.4	抗微生物活性	191
5.4.5	抗酶活性	192
5.4.6	雌激素活性	192
5.4.7	其他生理功能或生物活性	192
5.5	类黄酮在植物食品中的分布以及含量	194
5.5.1	黄酮烷、查尔酮以及二氢查尔酮	194
5.5.2	黄酮醇、黄酮以及黄烷醇类	198
5.6	类黄酮的分析检测方法	204
5.7	类黄酮的膳食摄入量	204
5.7.1	黄酮烷、查尔酮以及二氢查尔酮	204
5.7.2	黄酮醇、黄酮以及黄烷醇	204
5.8	类黄酮的吸收、生物有效性、代谢以及排泄	205
5.8.1	黄酮烷、查尔酮以及二氢查尔酮	206
5.8.2	黄酮醇、黄烷醇	207
5.9	类黄酮的可能副作用	212
5.10	类黄酮的开发及应用前景	212
5.10.1	在功能性食品中的应用前景	213
5.10.2	在一般食品中的应用	213
	本章参考文献	213
6	花色苷类	218
6.1	引言	218
6.2	花色苷的化学结构及性质	218
6.2.1	化学结构	218
6.2.2	物化性质	221
6.2.3	生物功能	221
6.3	花色苷的分布、生物合成以及含量	222
6.3.1	花色苷在植物中的分布	222
6.3.2	生物合成	223
6.3.3	一些食品以及饮料中的花色苷含量	224
6.3.4	摄食数据	224
6.4	花色苷类化合物的生理功能	224
6.4.1	抗氧化作用	224
6.4.2	改善血清胆固醇以及中性脂肪效果	228
6.4.3	抗变异以及抗肿瘤作用	229
6.4.4	改善肝功能	230

6.4.5	抗病毒作用	230
6.4.6	其他生理功能	231
6.5	影响花色苷色泽以及稳定性的因素	231
6.5.1	pH 值	231
6.5.2	温度	233
6.5.3	氧以及过氧化物	234
6.5.4	光	234
6.5.5	酶类	234
6.5.6	亲核以及亲电试剂	235
6.5.7	糖类以及它们的降解产物	236
6.5.8	辅色作用	236
6.6	衍生单宁——花色苷转化产物	239
6.7	花色苷的萃取以及分析	241
6.7.1	萃取	241
6.7.2	纯化	241
6.7.3	定性分析	242
6.7.4	定量分析	243
6.8	花色苷的吸收、代谢以及排泄	244
6.8.1	人体研究	244
6.8.2	动物研究	244
6.9	花色苷化合物的安全性以及毒副作用	247
6.10	花色苷类的开发以及应用展望	247
	本章参考文献	248
7	植物雌激素	250
7.1	引言	250
7.2	植物雌激素的属性、化学结构及性质	251
7.2.1	植物雌激素的属性	251
7.2.2	异黄酮的化学结构及性质	252
7.2.3	木酚素的化学结构及性质	253
7.2.4	二苯乙烯类的化学结构及性质	253
7.3	植物雌激素在食品中的分布及含量	254
7.3.1	异黄酮	254
7.3.2	木酚素	255
7.3.3	二苯乙烯	256
7.4	植物雌激素的生理功能研究进展	257
7.4.1	雌激素受体	257
7.4.2	植物雌激素的作用机制	258
7.4.3	植物雌激素对人体健康的潜在促进作用	259
7.5	植物雌激素及其代谢物的分析检测方法	266
7.5.1	GC-MS 法检测食品中的异黄酮	267
7.5.2	LC-MS 分析亚麻籽中木酚素含量	267

7.6	植物雌激素的吸收以及代谢	267
7.6.1	木酚素的代谢	268
7.6.2	二苯乙烯的代谢	269
7.7	植物雌激素的潜在危害或副效果	269
7.8	植物雌激素的开发及其在功能性食品中的应用前景	270
	本章参考文献	271
8	原花色素	275
8.1	引言	275
8.2	原花色素的化学结构及物化性质	276
8.2.1	化学结构	276
8.2.2	物化性质	278
8.3	类单宁的酚聚合物	281
8.3.1	茶叶中的类单宁化合物	281
8.3.2	葡萄酒中的类单宁化合物	283
8.4	原花色素的分析及检测方法	285
8.5	原花色素在植物性食品中的分布以及膳食负荷	286
8.6	原花色素的生理功能研究进展	288
8.6.1	抗菌活性	288
8.6.2	抗病毒活性	289
8.6.3	酶抑制活性	290
8.6.4	抗变异活性	290
8.6.5	抗癌或肿瘤作用	291
8.6.6	抗氧化作用	291
8.6.7	预防心血管疾病效果	292
8.6.8	抗炎症效果	292
8.7	类单宁化合物与癌症预防	293
8.7.1	原花色素与癌症预防	293
8.7.2	茶多酚与癌症预防	294
8.7.3	葡萄酒多酚与癌症预防	295
8.7.4	原花色素类化合物是致癌的吗?	295
8.8	原花色素及类单宁化合物与心血管疾病预防	295
8.8.1	葡萄酒以及茶多酚与心血管疾病预防	295
8.8.2	抑制 LDL 氧化	296
8.8.3	抑制血小板凝集	297
8.9	原花色素的安全性及毒性	297
8.9.1	肝毒性	297
8.9.2	抗营养活性	298
8.9.3	致癌活性	298
8.10	原花色素的吸收、代谢以及排泄	298
8.11	原花色素的开发及其在功能性食品中的应用前景	299
8.11.1	葡萄籽萃取物原花色素的开发及应用前景	300

8.11.2 苹果多酚的开发及应用前景	300
本章参考文献	300
9 可水解单宁	302
9.1 引言	302
9.2 可水解单宁的化学结构以及性质	302
9.2.1 化学结构	302
9.2.2 化学性质	304
9.3 可水解单宁在植物食品中的分布及膳食负荷	304
9.3.1 在植物食品中的分布	304
9.3.2 膳食负荷	307
9.4 可水解单宁的分析以及评价	308
9.4.1 萃取	308
9.4.2 HT的稳定性以及反应特性	309
9.4.3 薄层色谱分析 HT 以及浓缩单宁	309
9.4.4 HPLC 分析 HT 以及 CT	309
9.4.5 单宁分析方法的选择	309
9.5 可水解单宁的吸收、代谢以及排泄	310
9.6 可水解单宁的生理功能及对人体的重要性	311
9.6.1 抗癌、抗肿瘤作用以及毒性	311
9.6.2 抗菌效果	312
9.6.3 免疫调节效果	312
9.6.4 对人体的重要性	313
9.7 可水解单宁的潜在开发前景	313
本章参考文献	313
10 有机硫化合物	315
10.1 引言	315
10.2 硫代葡萄糖苷酯的化学结构及性质	315
10.2.1 化学结构	315
10.2.2 物理性质	317
10.3 硫代葡萄糖苷酯的生物合成以及降解	318
10.4 硫代葡萄糖苷酯在膳食植物中的分布及含量	320
10.4.1 分布及含量	320
10.4.2 加工及贮藏对含量的影响	320
10.4.3 摄食量	322
10.5 硫代葡萄糖苷酯及相关衍生物的生理功能	322
10.5.1 预防癌症或抑制肿瘤效果	323
10.5.2 抗微生物效果	324
10.5.3 抗氧化功能	326
10.6 硫代葡萄糖苷酯及其降解产物的分析检测方法	327
10.6.1 总硫代葡萄糖苷酯	327
10.6.2 单个硫代葡萄糖苷酯	327

10.6.3	降解产物	328
10.7	硫代葡萄糖苷酯及其降解产物的吸收与代谢	329
10.7.1	肠胃道内的代谢	329
10.7.2	吸收后的代谢以及部署	330
10.8	硫代葡萄糖苷酯及其降解产物的安全性及可能的毒副作用	330
10.9	硫代葡萄糖苷酯及其降解产物的开发及应用前景	331
	本章参考文献	331
11	皂苷化合物	333
11.1	引言	333
11.2	一些常见植物皂苷的化学结构及性质	333
11.2.1	人参皂苷	334
11.2.2	甘草皂苷	334
11.2.3	大豆皂苷	334
11.3	食品中皂苷的含量及影响因素	337
11.3.1	植物食品中的总皂苷含量	337
11.3.2	影响植物食品中皂苷含量的因素	339
11.4	皂苷的生理功能或药理效果	339
11.4.1	与癌症相关的活性	339
11.4.2	对免疫系统的活性	341
11.4.3	肝保护活性	341
11.4.4	心血管活性	342
11.4.5	对中枢神经系统的作用	342
11.4.6	降血糖活性	343
11.4.7	抗微生物活性	343
11.4.8	其他效果或活性	344
11.5	膳食来源的皂苷化合物的生物活性及作用机制	344
11.5.1	生物活性	344
11.5.2	作用机制	344
11.5.3	构效关系	345
11.6	皂苷化合物的分析检测方法	346
11.7	皂苷化合物的吸收与代谢	346
11.7.1	人参皂苷 Rb ₁ 的代谢	346
11.7.2	人参皂苷 Rg ₃ 的代谢	347
11.7.3	甘草苷的代谢	349
11.8	皂苷化合物的毒性及副作用	349
11.9	皂苷化合物的开发及在功能性食品中的应用前景	350
	本章参考文献	350

0 绪 论

随着科技的迅猛发展，与人们生命紧密相关的营养学领域继 20 世纪初至 40 年代各种维生素发现以来，再次取得了极大的进展。首先，营养学整个领域所关注的焦点发生了根本性的变化，即从过去关注“饥饿”状态转向于现阶段的“康乐”（well-being）状态。也就是说，人们对生命的要求不只是解决一般的营养问题，而是追求一种“最佳”或“最优化”的健康状态。“膳食与健康”（diet and health）的相关性获得了世人前所未有的认同。其次，各种新型分离、分析技术的推出，为深入地揭示“膳食与健康”相关性提供了坚实的基础。

各种现代慢性疾病（包括心血管疾病、癌症、骨质疏松症等）的发病率不断高攀，给社会及国家的医疗体系带来了巨大的压力，也给人们带来了不可言喻的痛苦。此类现代慢性疾病的出现不仅与环境恶化、不良生活方式相关，更重要的是与人们膳食方式的变化密切相关。这可以从以下两个事实看出：①欧美国家及地区的膳食方式与较高的各种慢性疾病的发病率紧密关联；②亚洲国家及地区的饮食习惯一定程度上的欧美化，导致各种慢性疾病发病率的不断攀升。

基于此，至今国内外对膳食中各种组分的营养重要性重新展开了系统的检讨，以期更深入地揭示“膳食与健康”之间的相关性。结果，膳食中一些早期为人们所忽视的“微量成分”或“非或抗营养因子”对人类健康的重要性引起了极大的关注。经过大量的流行病学研究、动物研究、实验研究及临床研究，揭示很多此类“非营养因子”在人体当中体现出重要的生理功能或健康效果。特别是此类微量成分与很多现代慢性疾病的预防具有显著的负相关性。这是一个令世人振奋的发现，不仅革新了营养学上存在的一些“旧”观点，而且促进了人们对生命与健康的认识。如果称 20 世纪众多维生素的发现是营养学领域的第一次“黄金时代”（golden age）的话，那么，这些微量成分对健康的重要性的发现就标志着营养学领域的第二次“黄金时代”的到来。

“法国悖论”（French Paradox）现象与“地中海地区膳食”的健康效果，在某种程度上证实了膳食对于人体健康的重要性，也全面地揭开了人类科学探索“膳食与健康”相关性的序幕。法国人群与其他欧美国家相比，尽管摄食更多的饱和脂肪，而且锻炼更少，然而它们由心血管疾病引起的死亡率却相对更低，这就是著名的“法国悖论”现象。经广泛的研究调查，现已确定这是由于法国人群摄食大量葡萄酒，而葡萄酒中含有大量有益于健康的化合物。该科学现象的揭示一下子使葡萄酒或葡萄的生物活性成分的研究成为世界科学界及媒体的热门焦点。在美国曾经发生过这样的事情：美国一家著名媒体（CBS）在黄金时间播出葡萄酒的这种有益效果发现之后，当时贮存于商店的大量葡萄酒一下子销售一空。人们对自身健康的重视程度由此可见一斑。另一个著名的例子就是“地中海地区膳食”的健康效果。较多流行病学研究显示，地中海区域的人群的心血管疾病及癌症的发病率显著低于其他地区。进一步研究显示，这与该地区的膳食结构紧密相关。该地区的膳食不仅包含很多果蔬、鱼，

而且还包含相当比例的橄榄油。现已把该膳食的健康效果归因于不饱和脂肪酸和一些微量化合物（特别是含橄榄油的大量酚类化合物）。可见，来源于果蔬或其他膳食植物的一些微量生物活性物质对人体健康的重要性已引起世人的全面关注。

人类膳食当中含有大量有益于人体健康的成分。20世纪60~70年代，人们把果蔬或膳食植物的主要健康效果（包括抗癌效果）归因于它们所含有的膳食纤维（dietary fibre）。甚至有很多学者推崇称膳食纤维为“第七大营养素”。尽管膳食纤维对于人体健康的维持是必需的，然而，果蔬或膳食植物对很多慢性疾病（特别是一些与激素相关的疾病）的预防效果却不能用其所含有的膳食纤维来解释。此时，它们所含有的诸多微量成分，如酚类化合物、萜类化合物，进入了人们的视线，并引起了人们极大的兴趣。现已基本明确，膳食植物所含有的此类微量成分在维持人体健康、预防慢性疾病方面具有举足轻重的作用。

膳食植物所含有的此类微量成分，也称植物生物活性物质（bioactive compounds），除人们所熟悉的生育酚（维生素E）和类胡萝卜素之外，还包括类黄酮（及花色苷）、植物甾醇、植物雌激素、原花色素或浓缩单宁、有机硫化物、皂苷、酚酸类以及一些生物碱等。可以说，近几十年营养学领域的一个重要研究方向就是诠释膳食植物来源的这些生物活性物质。绝大多数此类研究的角度基本上都是从单个组分出发，而不是从整个膳食结构出发。其实，这符合事物认识的基本发展规律，最初认识事物一般着重于整体，然后化整为零，从小部分看清事物的一些基本规律，最后也许又要回到起始点，从而在更高的角度上整体认识这一事物。可见，此类研究也许是为将来更好地了解“膳食与健康”之间的相互关系打下坚实的基础。

至今对膳食植物来源的各种生物活性物质广泛地展开了大量的流行病学研究、动物研究、实验研究甚至临床研究，结果基本上还是令人满意的，不仅发现了一些生物活性物质的生物活性，而且也在膳食的此类组分与健康效果之间建立了一定的相关性，初步揭示了此类组分对于人体健康的重要性。然而，也存在较多不尽如人意之处，给人们进一步探索“膳食与健康”之间的相关性带来了困难。 β -胡萝卜素的流行病学研究结果与其他研究结果的差异就是一个这样的例子。大多数流行病学研究显示，摄食果蔬或 β -胡萝卜素与很多癌症风险率的下降呈负相关。不过，可提供直接证据的干涉研究（intervention trials）却不支持流行病学研究的结果。大量研究已证实，膳食植物来源的诸多生物活性物质不仅具有很多的生理功能，包括抗氧化、抗癌或抑制肿瘤效果、抗炎症、改善心血管、抑制微生物、抗酶、调节免疫活性等，而且体现出预防很多慢性疾病或其他疾病的效果。

目前，人们从未像现在这样关注膳食对人体健康的重要性。人们期望通过膳食达到维持身体健康，或预防诸多疾病的效果。功能性食品（functional foods）就是在这样的背景之下诞生并迅速发展的。其实，现代意义上的功能性食品是我国传统一直提倡的“药食同源”之说在新时期的一个新诠释。功能性食品概念最早产生于20世纪80年代的日本，不过至今已成为一个国际性的术语。尽管不同国家对功能性食品的理解及定义会有所不同，然而在一些方面却已达成国际性的共识，譬如功能性食品除具有满足正常的营养需求之外，还必须具有一种维持或促进身体健康，或者降低疾病风险的效果。正由于功能性食品满足了21世纪人类对食品的要求，它被人们称为“21世纪的主流食品”。

膳食植物来源的诸多微量生物活性成分在维持并促进人体健康，预防诸多慢性疾病方面具有突出的效果，而后者又恰恰是功能性食品的精髓之处。可见，植物生物活性物质在整个功能性食品中将具有举足轻重的地位。在非典型性肺炎（SARS）病毒、艾滋病（AIDS）病