

H UASHENG
JIAGONG
JISHU

花生加工技术



第二版

周瑞宝 周 兵 姜元荣 编 著



化学工业出版社

本书共十三章,包括概述、花生的预处理、花生的压榨法制油、花生的浸出法制油、花生油脂精炼、烤花生风味、花生蛋白、花生酱、咸花生、花生糖果、花生油脂生产与副产品的利用、花生皮壳的利用及花生的质量安全,文后的附录提供花生及其制品相关标准和分析方法等内容。

本书可作为花生加工企业技术和研发人员、农产品加工专业师生和研究人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

花生加工技术/周瑞宝,周兵,姜元荣编著. —2版.
北京:化学工业出版社, 2012.1
ISBN 978-7-122-12860-7

I. 花… II. ①周…②周…③姜… III. 花生-食品
加工 IV. TS255.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 238853 号

责任编辑:邵桂林 刘俊芝
责任校对:陶燕华

文字编辑:糜家铃
装帧设计:杨 北

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:化学工业出版社印刷厂

710mm×1000mm 1/16 印张25¼ 字数520千字 2012年2月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书第一版面世已经八年，尽管这本书涉及内容有限，但它伴随着花生产业发展和花生食品工业的进步，已经初步满足了从事花生教学和科学技术研究，以及花生加工生产一线的企业管理和生产人员对花生加工技术的需求。在过去的八年中，由于食品工业进步带动了花生产业和科学研究的快速发展，花生资源的基础研究、花生加工技术也取得了一些新理论和新成果。针对从事花生品质育种、花生加工和教学、科研，以及花生加工工业对花生加工新观念、新技术的需要，作者对《花生加工技术》进行了修订和补充。

这次修订增加了花生种子显微结构、成分和有关油体、蛋白体等新概念，并结合油脂和蛋白质的花生加工工艺进行修改、补充和完善，而且还添加了花生风味原理和实践章节，阐述花生在加热过程的油脂风味形成机理。由于食品营养与安全广泛被人们关注，对花生中的黄曲霉毒素、重金属和其他化学品污染及其防治也做了补充，并在附录中列举了国家、农业、进出口检验检疫局等关于花生及其制品产品质量要求和检测的国家 and 行业标准，以备读者阅读时及时查阅。

第二版《花生加工技术》的编写，由河南工业大学教授、丰益（上海）生物技术研发中心有限公司顾问周瑞宝，浙江经贸职业技术学院副教授周兵博士，丰益（上海）生物技术研发中心有限公司研发总监姜元荣博士共同完成。

第二版《花生加工技术》一书的度量衡单位，按国家《量和单位》(GB 3100~3102—93) 标准，高度和长度用 m (米)、cm (厘米)、mm (毫米)、 μm (微米)；质量用 t (吨)、kg (千克)、g (克)、mg (毫克)、 μg (微克)；质量分数用 10^{-6} (ppm, mg/kg)、 10^{-9} (ppb, $\mu\text{g}/\text{kg}$)；时间用 h (时)、min (分)、s (秒)；面积用 hm^2 (公顷)、 m^2 (平方米)、 cm^2 (平方厘米)；旋转速度用 r/min (转/每分钟)；压力单位用 Pa (帕)、MPa (兆帕)；黏度用 cP (厘泊)；温度用 $^{\circ}\text{C}$ (摄氏度) 等。

修订版《花生加工技术》一书共分十三章和八个附录，它们包括概述、花生的预处理、花生的压榨法制油、花生的浸出法制油、花生油脂精炼、烤花生风味、花生蛋白、花生酱、咸花生、花生糖果、花生油脂生产与副产品的利用、花生皮壳的利用、花生的质量安全以及花生及其制品相关标准和分析方法等内容。在成书出版之际，向帮助编辑出版修订版《花生加工技术》的化学工业出版社、中国粮油学报、中国油脂杂志社和河南工业大学图书馆等单位和个人表示感谢。

花生加工技术内容涉及植物化学、生物化学、分子生物学、食品化学，以及食品工程和医学等知识内容，由于作者专业、阅历和时间有限，书中内容难免有疏漏之处，恭请读者提出宝贵意见。

编 者

2011 年 10 月于上海

前 言

(第一版)

花生是我国主要的油料和经济作物,20 世纪 90 年代以来花生产业发展迅速,1998 年全国花生收获面积、单产及总产量分别为 404.0 万公顷、2941.5kg/hm² 和 1188.6 万吨。花生种植面积迅速扩大,在单产和总产大幅度提高的同时,我国在花生科学研究方面取得很大进步,育成一批高产、优质、适应性广的优良品种,并示范推广了配套高产栽培技术。花生加工利用技术也取得长足进步,以花生为主要原料制作的各类食品充斥各地市场,受到越来越多消费者的欢迎。花生榨油后的副产品如花生壳、花生饼粕等大量用作畜禽饲料,弥补了我国精饲料的不足,促进了畜牧业发展。随着花生产业的发展,我国在国际花生贸易中的地位也保持了相对稳定,1998~1999 年度我国花生出口 25 万吨,占世界花生出口总量的 20%,列世界第 2 位。

花生产量的不断提高,推动了我国花生加工利用总量的增加,利用的途径和范围也逐步拓宽。20 世纪 90 年代,我国花生年均加工量比 80 年代增加了近 40%。制取花生油是花生利用的主要途径,由于加工工艺和花生品质不断改善,出油率和花生油品质也不断提高。随着花生加工方法的增加,各类花生食品大量涌现,花生总产量中用于榨油的比例逐年下降,而用于食品加工和直接食用的比例逐年上升。20 世纪 90 年代,我国花生年均用于制取花生油比例占国内花生利用总量的 58%,较 80 年代降低了 6 个百分点;而用于花生食品加工和直接食用的,占国内花生利用总量的比例年均均为 42%,比 80 年代相应增加了 6 个百分点。花生食品加工业蓬勃发展,除传统的花生食品种类外,大量花生新产品纷纷推向市场,如花生饮料、花生组织蛋白、花生酱和花生糖果等。花生加工利用量的不断增加反过来促进了花生生产的发展。随着花生生产和油脂加工业的发展,花生饼粕及其秸秆等产量增加,这些副产品含有丰富的营养成分,适合于不同畜禽的需要。花生壳的产出量占花生总量的 1/4,粗纤维含量较高。近年来我国对花生壳加工利用进行了研究,从加工成畜禽粗饲料到制取胶黏剂等领域,均创造了较高的经济效益。籽仁榨油后的花生饼约占籽仁量的 60%,富含蛋白质,是畜禽饲料蛋白的理想来源。1998 年我国用于榨油的花生约有 600 万吨,可得 270 万吨左右的花生饼,这对于弥补我国饲料蛋白不足、减少大豆饼粕进口、发展畜牧业生产具有重要意义。

我国花生贸易历史悠久,是我国传统的出口农产品之一。20 世纪 90 年代以来,花生总产不断增加,使我国在国内市场需求迅速增长的同时,花生出口保持相对稳定。1990 年出口花生 38 万吨,创汇 2.7 亿美元。1994 年扩大到 48 万吨,创

汇 3.2 亿美元，出口额占世界花生出口总量的 29.7%。只要按照国际花生新标准规定，繁育优质新品种和防止黄曲霉毒素的污染，花生的国际市场还会扩大。目前，我国的花生为非转基因生物，在人们为转基因大豆制品安全性争论不休期间，人们可以放心地使用花生油、花生蛋白和其他花生制品。这种趋势必然推动我国花生的种植和加工贸易。

近年来，随着我国人口不断增长和人民生活水平的进一步提高，花生在食品及相关工业中的地位愈显重要，在人们膳食构成中的比例也越来越大。同时我国的花生贸易和加工工业，已由小变大，产品质量由低到高发生着日新月异的变化。为满足花生贸易、花生加工和花生利用的迅速发展需要，并为从事花生研究和广大人民群众应用花生及其制品提供参考，我们编写了《花生加工技术》一书。本书着重叙述花生制品生产的基础理论，同时也对各种花生制品的典型生产工艺做了较为详尽的阐述。为了加强读者对花生食品卫生指标的重视，在书中对黄曲霉毒素和丁酰肼等成分的结构、毒性和限量指标，也进行了介绍；为使广大基层读者方便查找花生及其制品的标准，作者将它作为附录附在书后。

《花生加工技术》一书的度量衡单位，按国家 GB 3100~3102—93 标准，高度和长度用 m（米）、cm（厘米）、mm（毫米）、 μm （微米）；质量用 t（吨）、kg（千克）、g（克）、mg（毫克）、 μg （微克）；质量分数用 10^{-6} （ppm，mg/kg）、 10^{-9} （ppb， $\mu\text{g/kg}$ ）；时间用 h（时）、min（分）、s（秒）；面积用 hm^2 （公顷）、 m^2 （平方米）、 cm^2 （平方厘米）；旋转速度用 r/min（转/每分）。

《花生加工技术》一书第一章概述、第二章花生的预处理、第三章花生的压榨法制油、第四章花生的浸出法制油、第五章花生油脂精炼、第六章花生蛋白工艺、第七章花生中的毒素、第八章花生酱、第九章咸花生和第十章花生糖果由周瑞宝编写；第十一章花生油脂生产副产品的利用、第十二章花生皮壳的利用由谢文磊编写；附录由冯彩云汇编。在本书的编写过程中，受到化学工业出版社、山东花生研究所、武汉油料研究所、郑州工程学院和山东莺歌集团公司等单位的鼎力支持，并为该书的编写提供了许多珍贵的资料和建设性意见，在此成书之际，一并表示由衷地感谢。

期望本书的出版能对中国花生产业有所推进，果如所望，将是对支持本书出版的有识之士及编者莫大的安慰。

水平至此，经验所限，虽经多次修改完善，恐谬误之处难免，敬请读者指正，作者不胜感激。

编 者

2002 年 4 月 20 日 郑州

目 录

第一章 概述	1
第一节 花生的结构和成分	1
一、花生的结构	1
二、花生仁的主要成分	2
三、花生副产品的成分	9
第二节 花生的生产及经济意义	11
一、花生的生产现状	11
二、花生的经济价值和生产加工	13
第二章 花生的预处理	17
第一节 花生的剥壳与分级	17
一、花生的剥壳	17
二、花生仁的分级	18
第二节 花生的破碎和轧坯	22
一、花生的破碎	22
二、花生的轧坯	23
第三节 花生坯的蒸炒	24
一、湿润蒸炒	25
二、加热-蒸坯	26
三、蒸炒设备	27
第四节 热风炒子机	29
一、设备结构	29
二、原料温度的控制	30
第三章 花生的压榨法制油	32
第一节 液压榨油机制油	32
一、90 型榨油机的工作原理	32
二、90 型榨油机的设备	33
三、90 型榨油机的操作	35
四、主要技术数据	36
第二节 螺旋榨油机制油	36
一、小型螺旋榨油机	36
二、95 型和 ZX-10 型榨油机	41

三、ZX-18 型螺旋榨油机	42
四、ZY-24 型预榨机	44
五、双螺杆榨油机	48
六、花生原油和花生饼	52
第三节 浓香花生油生产工艺	54
一、浓香花生油的生产工艺	54
二、工艺说明	54
三、原油精制工艺	55
四、影响浓香花生油香味的因素	55
五、浓香花生油的质量	56
第四章 花生的浸出法制油	57
第一节 溶剂浸出原理	57
一、溶剂	57
二、油脂浸出原理	60
第二节 花生的浸出法制油工艺	61
一、平转式浸出器浸出工艺	62
二、环形浸出器浸出工艺	62
三、油脂浸出负压生产工艺	64
第三节 浸出设备	65
一、平转浸出器	65
二、环形浸出器	67
第四节 花生湿粕的脱溶系统	68
一、高料层蒸烘机	68
二、花生低温脱溶装置	70
三、粕末分离装置	71
第五节 混合油的蒸发和汽提	71
一、混合油的预处理	71
二、混合油的蒸发	72
三、混合油的汽提	72
四、蒸发工段安全操作	73
五、溶剂蒸气的冷凝和冷却	73
第六节 浸出工艺的安全生产	75
一、自由气体中溶剂的回收	75
二、降低溶剂损耗的措施	75
三、浸出车间消溶	76
四、浸出车间工艺技术参数	76
第五章 花生油脂精炼	78

第一节 花生油的机械分离法	78
一、沉降	78
二、过滤	84
第二节 花生油的水化脱胶工艺	94
一、水化脱胶原理	95
二、影响水化脱胶的因素	96
三、水化脱胶设备	99
四、水化脱胶工艺	103
五、几种水化脱胶工艺的比较	111
六、酸炼脱胶	112
七、其他脱胶法和工艺技术参数	114
第三节 碱炼(脱酸)法	115
一、碱炼的基本原理	115
二、碱炼时用碱量及其计算	118
三、影响碱炼的因素	123
四、碱炼的设备	126
五、碱炼工艺	146
六、其他脱酸方法	158
七、皂角的浓缩与利用	159
八、碱炼脱酸工艺参数	161
第四节 脱色和脱臭	162
一、油脂脱色	162
二、油脂脱臭	165
第六章 烤花生风味	169
第一节 烤花生风味成分的形成机理	169
一、烤花生热反应风味机理	169
二、花生显微结构与烘烤时的“油炸”作用	172
第二节 烘烤花生中的主要风味成分	173
一、微波处理加热花生脂质成分含量的变化	173
二、不同加热方法和加热时间对花生风味成分的影响	175
第三节 花生烘烤风味应用研究	180
一、不同花生品种间烘烤风味成分的差异	180
二、烘烤花生中关键香味化合物	182
三、花生油挥发性风味成分的鉴定	182
四、脱脂花生蛋白酶解产物衍生花生风味	185
第七章 花生蛋白	188
第一节 花生蛋白的营养特性	188

一、花生蛋白的营养功能特性·····	188
二、发酵法提高脱脂花生粉食用功能特性·····	190
三、影响花生蛋白功能特性的其他因素·····	195
第二节 花生蛋白的生产·····	195
一、花生蛋白的生产原理与工艺·····	195
二、花生浓缩蛋白粉工艺·····	199
三、花生分离蛋白粉工艺·····	203
四、乳香花生蛋白粉工艺·····	203
五、脱脂花生蛋白粉工艺·····	205
六、花生组织蛋白生产工艺·····	212
七、脱脂花生蛋白粉的应用·····	215
第三节 花生蛋白饮料·····	216
一、花生奶的生产·····	216
二、花生蛋白晶的生产·····	218
三、某品牌营养花生饮料·····	221
四、花生蛋白露加工技术·····	222
五、花生冰淇淋·····	224
六、花生蛋白水解物生产花生香味料·····	225
第八章 花生酱·····	226
第一节 花生酱原料制备·····	226
一、花生酱起源与发展·····	226
二、生产花生酱的原料·····	227
三、花生的清选·····	229
四、花生酱的辅料·····	229
第二节 花生酱加工工艺·····	230
一、花生仁的烘烤·····	231
二、冷却和脱种皮·····	232
三、电子分检和人工挑选·····	233
四、花生酱的研磨和冷却·····	234
五、包装·····	236
第三节 延长花生酱货架期的措施·····	237
一、花生酱的货架期·····	237
二、用氢化油延长货架期·····	238
三、低温延长货架期·····	239
四、避光延长货架期·····	239
五、食盐对货架期的影响·····	239
六、胚芽和种皮的影响·····	239

七、重新混合和振动对花生酱质量的影响	239
八、常规花生酱的质量标准	240
第四节 其他形式的花生酱	241
一、无油花生酱	241
二、风味花生酱	241
三、香蕉花生酱	242
四、枸杞花生酱	243
五、人造花生酱	243
六、花生酱的应用	244
第九章 咸花生	245
第一节 咸花生的脱皮工艺	246
一、干法脱皮	246
二、湿法脱皮	246
三、旋转法脱皮	247
四、空气冲击法脱皮	247
五、碱法脱皮	247
六、过氧化氢法脱皮	247
第二节 咸花生的生产技术	248
一、电子分捡技术	248
二、咸花生的涂盐技术	248
三、咸花生的特性	249
四、食盐和高血压症	250
五、抗氧化剂的应用	250
六、咸花生的包装	251
第三节 各式各样的咸花生	251
一、多味花生仁	251
二、砂炒咸花生仁	252
三、咸干花生仁	252
四、麻辣咸花生仁	253
五、老醋花生米	253
第十章 花生糖果	255
第一节 花生糖果的分类和特性	255
一、花生糖果的种类	255
二、糖果用花生的质量	256
三、花生糖果的风味	256
四、花生的替代用品	257
第二节 花生糖果配方和工艺	257

第十一章 花生油脂生产与副产品的利用	269
第一节 磷脂的制取	269
一、磷脂的存在与组成	269
二、磷脂的理化性质	270
三、磷脂的制取	271
四、磷脂的用途	275
第二节 天然维生素 E 的制取	276
一、维生素 E 的存在和性质	277
二、天然维生素 E 的提取	278
三、天然维生素 E 的用途	281
第三节 植物甾醇的制取	282
一、植物甾醇的存在和性质	283
二、植物甾醇的提取	284
三、植物甾醇的用途	287
第四节 脂肪酸的制取与分离	287
一、脂肪酸的理化性质	288
二、混合脂肪酸的分离	292
三、脂肪酸的用途	295
第十二章 花生皮壳的利用	297
第一节 花生种皮的利用	297
一、花生中的多酚类化合物	297
二、花生种皮生产宁血片	302
三、花生种皮生产宁血糖浆	303
第二节 花生壳制取植酸钙	304
一、植酸钙的结构和性质	304
二、植酸钙的制取	305
三、植酸钙的质量标准	307
四、植酸钙的生产设备	307
五、植酸钙的用途	308
第三节 花生壳制取糠醛	308
一、糠醛的理化性质	308
二、糠醛的生产	309
三、糠醛的质量标准	312
四、糠醛的用途	312
第四节 花生壳生产胶黏剂	313
一、花生壳制胶黏剂的原理	313
二、花生壳制胶黏剂的工艺	314

三、花生壳胶黏剂的应用·····	315
第五节 花生壳中提取天然抗氧化成分·····	315
一、提取工艺流程·····	316
二、提取条件的影响·····	316
第六节 花生壳制取活性炭及复合材料·····	317
一、利用花生壳制取活性炭·····	317
二、利用花生壳制作复合材料·····	317
第七节 花生壳制取饲料、酱油和葡萄糖·····	318
一、花生壳加工饲料·····	318
二、花生壳制备酱油·····	319
三、花生壳生产葡萄糖·····	319
第十三章 花生的质量安全·····	321
第一节 黄曲霉毒素和其他毒性污染物·····	321
一、黄曲霉毒素·····	321
二、花生的农药残留和重金属·····	326
第二节 花生安全的措施·····	332
一、降低黄曲霉毒素污染花生的措施·····	332
二、慎用丁酰肼进行化学调控·····	334
三、规范使用乙草胺和降低农药残留·····	334
四、预防和控制镉的污染·····	334
附录一 中华人民共和国国家标准·····	335
附录二 中华人民共和国国家标准·····	340
附录三 中华人民共和国国家标准·····	347
附录四 中华人民共和国农业行业标准·····	353
附录五 中华人民共和国国家标准·····	358
附录六 中华人民共和国出入境检验检疫行业标准·····	368
附录七 中华人民共和国行业标准·····	376
附录八 中华人民共和国进出口商品检验行业标准·····	379
参考文献·····	387

第一章 概 述

花生中富含脂肪和蛋白质，既是主要的食用植物油来源，又可提供丰富的植物蛋白质、磷脂和其他脂溶性维生素、水溶性维生素，以及矿物微量元素等营养元素。花生油是广受欢迎的植物油，可以用来烹饪食品，也可以通过改善烘烤工艺制备浓香花生油，用于花生风味的食物增香调味。利用花生或脱脂后的花生饼粕提取的蛋白粉，可直接用于焙烤食用，也可作为肉制品、乳制品、糖果和煎炸食品的原料或添加剂。以花生蛋白粉为原料或添加剂制成的食品，既提高了产品中蛋白质的含量，又改善了其功能特性。花生蛋白粉还可以通过高压膨化制成蛋白肉，模拟肉制品的风味与口感。花生还是食用植物油工业的重要原料，利用花生油可制造人造奶油、起酥油、色拉油、调和油等，也可用作工业原料。花生除经简单加工就可食用外，经深加工还可制成营养丰富，色、香、味俱佳的各种食品和保健食品。花生加工的副产品——花生壳和花生饼粕等可以综合利用，加工增值，提高其经济效益。

第一节 花生的结构和成分

一、花生的结构

花生是由花生壳、花生种皮和花生仁三部分组成的，如图 1-1 所示。

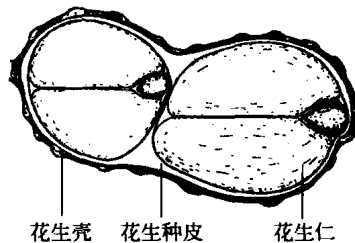


图 1-1 花生果剖面图

花生中的油脂和蛋白质等营养成分，主要集中在长约 $70\mu\text{m}$ 、宽约 $50\mu\text{m}$ 的花生子叶的含油细胞中。主要的花生油脂和蛋白质分别以亚细胞形式，存在于直径 $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ 的油体和 $2\sim 10\mu\text{m}$ 的蛋白体中。花生油体中主要是甘油三酸酯（简称甘油三酯），磷脂以单分子形式将甘油三酯围在中间，而脂蛋白像图钉形式镶嵌在磷脂层外围。蛋白质主要以储存蛋白形式存在于蛋白体中。蛋白体中的蛋白质含量约占其总质量的 90%，其余的成分有磷脂、脂蛋白和其他花生成分。图 1-2 是花生

种子的超显微电镜图。

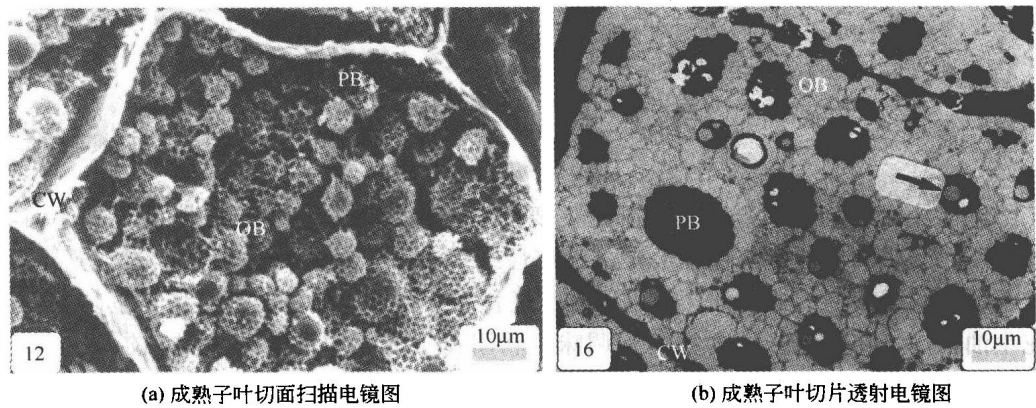


图 1-2 花生种子的超显微电镜图
PB—蛋白体；OB—油体；CW—花生植酸盐球体
(箭头所指为蛋白体中的植酸盐球体)

二、花生仁的主要成分

在花生果中，花生果壳占整个花生质量的 28%~32%，籽仁占 68%~72%。在花生籽仁内，种皮占 3.0%~3.6%，子叶占 62.1%~64.5%，胚芽占 2.9%~3.9%。花生仁各部分的主要成分见表 1-1。

表 1-1 花生仁的主要成分 单位：%

成 分	脱皮全脂花生子叶	花生壳	种皮	胚芽
水分	5~8	5~8	9.01	—
蛋白质	27.6	4.8~7.2	11.0~13.4	26.5~27.8
脂肪	52.1	1.2~2.8	0.5~1.9	39.4~43.0
总碳水化合物	13.3	10.6~21.2	48.3~52.2	—
还原糖	0.2	0.3~1.8	1.0~1.2	7.9
蔗糖	4.5	1.7~2.5	—	12.0
戊糖	2.5	16.1~17.8	—	—
淀粉	4.0	0.7	—	—
半纤维素	3.0	10.1	—	—
粗纤维	—	65.7~79.3	21.4~34.9	1.6~1.8
灰分	2.4	1.9~4.6	2.1	2.9~3.2

下面分别介绍花生仁的各种成分。

1. 水分

一般能安全储存的花生籽仁中，水分含量的质量分数为 5%~8%，采用不同

加工方法加工的花生及其制品的水分含量高低不同。水煮可使水分升高到 36% 左右；烘烤或油炸能使水分降至 2% 以下；烘干的花生仁用于制作糖果和点心时，其水分也会有所增加。水分含量的高低影响花生及其制品的储藏期，花生及其制品水分含量低，储藏期会长些；水分含量高，储藏期较短。

2. 脂肪

花生籽仁中含有丰富的脂肪，而花生油是花生籽仁中最大的成分。随品种和栽培条件不同，其脂肪含量也会有所不同。在几种油料作物中，花生的脂肪含量仅次于芝麻，而高于大豆、油菜籽和棉籽。花生籽仁含脂肪 50% 左右，花生各组分脂肪中脂肪酸含量随品种有很大的差异，近年来花生育种开发的品种——高稳定性花生、高油酸花生的油酸含量高达 80% 以上。花生种子中甘油三酯占 97.25%，1,3-二酰甘油酯占 0.27%，1,2-二酰甘油酯占 0.31%，磷脂占 1.62%，固醇酯占 0.22%，其他占 0.16%。我国普通花生的脂肪酸含量分布如表 1-2 所示，花生脂肪中总可皂化物的脂肪酸成分如表 1-3 所示。

表 1-2 花生各组织脂肪的脂肪酸成分

单位：%

脂肪酸	子叶	胚轴	种皮
棕榈酸(16:0)	9.21	15.55	16.81
硬脂酸(18:0)	2.50	1.70	3.43
油酸(18:1)	52.71	38.38	28.26
亚油酸(18:2)	29.45	36.20	32.27
亚麻酸(18:3)	0.04	0.60	5.90
花生酸(20:0)	1.27	0.90	1.57
花生四烯酸(20:4)	2.46	1.77	1.10
山嵛酸(22:0)	2.46	3.02	3.92
木焦油酸(24:0)	1.10	1.90	2.79

表 1-3 花生脂肪总可皂化物的脂肪酸成分

单位：%

脂肪酸	平均值	范围	脂肪酸	平均值	范围
辛酸(8:0)	0.30	—	亚油酸(18:2)	30.70	13.90~47.50
癸酸(10:0)	0.03	—	亚麻酸(18:3)	—	0.02~0.04
月桂酸(12:0)	0.10	—	花生酸(20:0)	1.10	1.00~1.88
豆蔻酸(14:0)	0.09	0.01~2.23	花生四烯酸(20:4)	1.30	0.74~2.27
棕榈油酸(16:1)	0.10	0.08~0.14	山嵛酸(22:0)	3.00	1.70~3.78
硬脂酸(18:0)	2.60	4.92~1.75	木焦油酸(24:0)	1.20	0.46~2.60
油酸(18:1)	47.80	33.30~67.40	二十六碳酸(26:0)	0.40	—

花生油脂脂肪酸组分中含量超过总量的 1% 的脂肪酸有 8 种，即棕榈酸 (C16:0)、硬脂酸 (C18:0)、油酸 (C18:1)、亚油酸 (C18:2)、花生酸 (C20:0)、花生烯酸 (C20:1)、山嵛酸 (C22:0)、二十四烷酸 (C24:0)，共占总量的 99% 以上。其中油酸和亚油酸共占 80%，虽然各自的变幅很大，不过二者总量变幅较小。据测定分析，国内花生品种间脂肪酸的变幅，油酸为 34%~68%，亚油酸为 19%~43%，油酸和亚油酸比 (O/L) 的变幅为 0.78~3.5。曾发现有个别品

系油酸含量高达 80%，亚油酸含量仅有 2%，O/L 值为 40。油酸、亚油酸及 O/L 值除品种间差异很大外，亦受种植地区、温度、年份、气候条件、成熟度等因素影响，如在收获前的四周温度越高，油酸和 O/L 值越高。亚油酸是食品营养品质的重要指标。人体内不能合成亚油酸，必须从食物中获得，以满足生理的需要。亚油酸对调节人体生理机能、促进生长发育、预防疾病有不可取代的作用，特别是对降低血浆中胆固醇含量、预防高血压和动脉粥样硬化有显著的功效。按联合国粮农组织（WHO）的标准，成人每天进食的亚油酸应为摄入食物总热量的 1%~2%，也就是每人每天食用 10g 花生油即可满足。但是，亚油酸含两个不饱和键，化学性质不稳定，容易酸败变质，致使花生及其制品不耐储藏，使货架寿命短，因此不受食品制造商和消费者欢迎，似乎与其营养品质有不可调和的矛盾。许多研究认为 O/L 值能描述油脂的稳定性，国际贸易中把 O/L 值作为花生及其制品耐储藏性的指标。最近也有营养学研究指出，含单不饱和键的油酸在降低血浆中胆固醇等方面与亚油酸同样有效。花生油脂肪酸组分中其他脂肪酸组分含量为：棕榈酸 6.0%~12.9%，硬脂酸 1.7%~4.9%，花生酸 1.0%~2.0%，花生四烯酸 0.3%~1.9%，山嵛酸 2.3%~4.8%，二十四烷酸 1.0%~2.5%。高含量的长链饱和脂肪酸如山嵛酸、花生酸等被认为是有害的，兔子饲喂试验表明它们能促进动脉粥样硬化。减少或消除此类脂肪酸是育种工作者应注意的问题。不同品种类型的花生，其各种脂肪酸含量相差较大，如表 1-4 所示。加工不同的花生食品应注意选择相适应的花生品种。

表 1-4 不同类型花生脂肪中脂肪酸的含量 单位：%

类型	棕榈酸	硬脂酸	花生酸	山嵛酸	木焦油酸	花生四烯酸	油酸	亚油酸	油酸/亚油酸
普通型	11.11	1.31	1.81	2.79	2.56	1.22	58.49	20.72	2.86
珍珠豆型	14.71	2.28	1.98	3.19	2.18	0.86	42.76	32.09	1.33
龙生型	12.92	1.15	1.73	2.90	2.44	1.24	52.30	25.23	2.21
平均	12.91	1.58	1.84	2.96	2.39	1.11	51.18	26.01	2.13

花生油是以花生仁为原料通过压榨或浸提方法而制取的，在室温下为有轻黏度的淡黄色液体。将花生油置于低温下（0℃）便可凝固。其一般理化性质如表 1-5 所示。

表 1-5 花生油的特性

特 性	范 围	特 性	范 围
熔点/℃	0~3	折射率(n_D^{20})	1.4697~1.4719
碘价/(gI ₂ /100g)	82~106	相对密度(25℃)	0.910~0.915
皂化值/(mgKOH/g)	188~195	黏度(20℃)/cP	71.07~86.15
游离脂肪酸/%	0.02~0.60	色泽	淡黄色
脂肪酸冻点/℃	26~32	气味	类坚果味
不皂化物/%	0.3~0.7		

注：1cP=10⁻³Pa·s。

碘值是指每 100g 油脂所能吸收碘的质量 (单位: mg)。碘值可以描述油脂不饱和程度和它在空气中的干燥性。碘值愈高, 油的干燥性愈好。油脂的碘值和折射率有一定的关系, 随着碘值的升高; 油脂的折射率增大, 而油的干燥性能也愈好。花生油的碘值在 82~106 之间。硫氰值是 100g 油脂在一定条件下, 与硫化氰反应的质量 (单位: mg)。用硫氰值可以粗略地估计油中油酸、亚油酸和亚麻酸的含量。花生油的硫氰值为 58.0~75.5。皂化值为 1g 油脂皂化时所需要消耗的氢氧化钾的质量 (单位: mg), 皂化值可以表示油脂分子量的大小。皂化值大, 说明油脂平均分子量小, 也就是含低级脂肪酸较多; 皂化值小, 则油脂的平均分子量大, 含高级脂肪酸多。花生油的皂化值为 188~195。乙酰值为中和己酸酐与 1g 油脂反应后残存的乙酸所需要的氢氧化钾的质量 (单位: mg), 它可用来检查油脂中的游离羟基。不论羟基是来自脂肪酸、高分子量的醇类、甘油一酸酯或甘油二酸酯, 均可用乙酰值反映油脂中的游离羟基的多少。花生油脂中的游离羟基非常少, 其乙酰值为 8.5~9.5。

花生中的油脂主要是甘油三酸酯, 约占花生脂质含量的 97.4%。花生中的 1,3-二酰甘油酯、1,2-二酰甘油酯、甾醇酯、磷脂、游离脂肪酸和其他脂质, 分别占总脂肪酯的 0.27%、0.31%、0.22%、1.60%、0.20% 和 0.15%。

花生油中的磷脂含量约占花生油脂含量的 1.2%~1.6%。花生中的主要磷脂是磷脂酰乙醇胺、磷脂酰胆碱、磷脂酰肌醇, 其中磷脂酰乙醇胺、磷脂酰胆碱和磷脂酰肌醇分别占花生总磷脂的 18.9%、58.1% 和 20.6%, 其他类型的磷脂如磷脂酸等仅占 2.4%。

花生油中不皂化物的主要成分是甾醇类化合物, 甾醇类化合物具有药用价值。花生油折射率 (n_D^{20}) 为 1.4697~1.4719, 20℃ 时花生油的平均黏度为 71.07~86.15cP。花生油的相对密度为 $d_{4}^{15\text{℃}}_{\text{H}_2\text{O}} = 0.917 \sim 0.921$ 或 $d_{4}^{25\text{℃}}_{\text{H}_2\text{O}} = 0.910 \sim 0.915$ 。花生油中的脂肪酸冻点为 26~32℃。花生油容易氢化, 氢化后的花生油可以三种结晶状态存在: 即 α -型 (熔点 51.5℃)、 β_1 -型 (熔点 63℃) 和 β_2 -型 (熔点 67.8℃)。

花生油的特点是气味清香, 滋味纯正, 营养丰富, 发烟点高 (226.7℃), 容易澄清和反复利用, 是炸制食品的优良油脂。花生油可以用于烹饪, 还可用于制作人造奶油、起酥油和色拉油等。

工业上花生油可用于制造肥皂和其他化学品的原料。由于花生油分子结构近似于柴油, 燃烧特征与柴油近似, 所以又可用作柴油的替代品。医药上花生油可用作治疗气喘病、黄疸型肝炎等多种疾病药物的载体。

3. 花生蛋白质

花生籽仁含有 24%~36% 的蛋白质。与几种主要油料作物相比, 花生蛋白质含量仅次于大豆, 而高于芝麻和油菜籽。花生蛋白质中约有 10% 是水溶性的, 称作清蛋白, 其余 90% 为球蛋白, 由花生球蛋白和伴花生球蛋白两部分组成, 二者的比例因分离方法的不同大约是 (2~4): 1。花生蛋白质的等电点在 pH=4.5 左右。

花生蛋白质可溶于水或 10% 氯化钠或氯化钾溶液, 在 pH=7.5 的稀氢氧化钠