

现代食品深加工技术丛书

花生深加工技术

主 编 王 强

副主编 刘红芝 刘 丽 石爱民



科学出版社

现代食品深加工技术丛书

花生深加工技术

主 编 王 强

副主编 刘红芝 刘 丽 石爱民



科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书内容包括国内外花生生产概况、花生加工研究进展,以及花生主要组成成分、原料加工特性与加工品质评价技术、油脂加工技术、蛋白质加工技术与副产物综合利用技术等。重点介绍了适宜加工凝胶型蛋白、溶解型蛋白、花生油、出口花生的花生品质评价技术,低温压榨制油技术与装备及花生蛋白粉、浓缩蛋白、花生短肽等制品加工工艺与技术。

本书汇集了作者 10 余年的科研成果和实践经验,既可作为科研院所、高等院校食品科学与工程专业、粮油加工专业的专业教科资料,也可作为花生加工企业技术与管理人员的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

花生深加工技术 / 王强主编. —北京: 科学出版社: 2014.12

(现代食品深加工技术丛书)

ISBN 978-7-03-042898-1

I. ①花… II. ①王… III. ①花生-食品加工 IV. ①TS255.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 309644 号

责任编辑: 贾 超 / 责任校对: 李 影
责任印制: 赵德静 / 封面设计: 东方人华

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>

三河市骏杰印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 12 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2014 年 12 月第一次印刷 印张: 17 1/4

字数: 340 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

“现代食品深加工技术丛书”

编写委员会

主 编 孙宝国

副主编 金征宇

编 委 (以姓氏汉语拼音为序)

曹雁平 程云辉 段长青 哈益明 霍贵成

江连洲 孔保华 林 洪 林亲录 刘新旗

陆启玉 马汉军 马美湖 木泰华 单 杨

孙金才 王 静 王 强 王凤忠 魏益民

谢明勇 徐 岩 杨贞耐 叶兴乾 张 泓

张 敏 张 懋 张 偲 张春晖 张德权

张丽萍 张名位 赵谋明 周光宏 周素梅

秘 书 贾 超

联系方式

电话:010-6400 1695

邮箱:jiachao@mail.sciencep.com

《花生深加工技术》 编委会

主 编 王 强

副 主 编 刘红芝 刘 丽 石爱民

参编人员 （以姓氏笔画为序）

于 淼 马铁铮 王 丽 巩阿娜 刘 翠

刘媛媛 许振国 杜 寅 李 宁 李亚楠

吴海文 何轩辉 沈敏江 张宇昊 张建树

陈琼玲 林伟静 胡 晖 封小龙 姜 楠

龚魁杰 焦 博

丛 书 序

食品加工是指直接以农、林、牧、渔业产品为原料进行的谷物磨制、食用油提取、制糖、屠宰及肉类加工、水产品加工、蔬菜加工、水果加工和坚果加工等。食品深加工其实就是食品原料进一步加工,改变了食材的初始状态,例如,把肉做成罐头等。现在我国有机农业尚处于初级阶段,产品单调、初级产品多,而在发达国家,80%都是加工产品和精深加工产品。所以,这也是未来一个很好的发展方向。随着人民生活水平的提高、科学技术的不断进步,功能性的深加工食品将成为我国居民消费的热点,其需求量大、市场前景广阔。

改革开放 30 多年来,我国食品产业总产值以年均 10% 以上的递增速率持续快速发展,已经成为国民经济中十分重要的独立产业体系,成为集农业、制造业、现代物流服务业于一体的增长最快、最具活力的国民经济支柱产业,成为我国国民经济发展极具潜力的新的经济增长点。2012 年,我国规模以上食品工业企业 33 692 家,占同期全部工业企业的 10.1%,食品工业总产值达到 8.96 万亿元,同比增长 21.7%,占工业总产值的 9.8%。预计 2015 年食品工业总产值将突破 12.3 万亿元。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,食品产业在保持持续上扬势头的同时,仍将有很大的发展潜力。

民以食为天。食品产业是关系到国民营养与健康的民生产业。随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,人民对食品工业提出了更高的要求,食品加工的范围和深度不断扩展,其所利用的科学技术也越来越先进。现代食品已朝着方便、营养、健康、美味、实惠的方向发展,传统食品现代化、普通食品功能化是食品工业发展的大趋势。新型食品产业又是高技术产业。近些年,具有高技术、高附加值特点的食品精深加工发展尤为迅猛。国内食品加工起步晚、中小企业多、技术相对落后,导致产品在市场上的竞争力弱,特组织了国内外食品加工领域的专家、教授,编著了“现代食品深加工技术丛书”。

本套丛书由多部专著组成,不仅包括传统的肉品深加工、稻谷深加工、水产品深加工、禽蛋深加工、乳品深加工、水果深加工、蔬菜深加工,还包含了新型食材及其副产品的深加工、功能性成分的分离提取,以及现代食品综合加工利用新技术等。

各部专著的作者由国内工作在食品加工、研究第一线的专家担任。所有作者都根据市场的需求,详细论述食品工程中最前沿的相关技术与理念。不求面面俱到,但求精深、透彻,将国际上前沿、先进的理论与技术实践呈现给读者,同时还附有便于读者进一步查阅信息的参考文献。每一部对于大学、科研机构的学生或研究者来说都是重要的参考。希望能拓宽食品加工领域科研人员和企业技术人员的思路,推进食品技术创新和产品质量提升,提高我国食品的市场竞争力。

中国工程院院士



2014年3月

前 言

目前我国花生种植面积约 463.9 万 hm^2 ，产量约 1669.2 万 t，居世界首位。花生仁中含有多种营养物质与生物活性成分，尤其以功能性蛋白、氨基酸、单不饱和脂肪酸、白藜芦醇、植物甾醇、叶酸和维生素 E 最为突出，这些成分对调节人体机能、抑制血小板非正常凝集、预防心脑血管疾病有着重要作用。花生仁中含有 50%~60% 的油脂，脱脂花生粕是油脂压榨的副产物，其中蛋白质含量接近 50%，是我国具有优势的大宗蛋白质资源。加强花生及其副产物加工技术的研究，对于改善人们营养与健康具有重要意义。

近年来，作者及其研究团队先后主持了公益性行业（农业）科研专项“大宗农产品加工特性研究与品质评价技术（200903043）——花生加工特性研究与品质评价技术”、“十五”国家重大科技专项课题“农产品加工特性研究及品质评价指标体系的构建（2001BA501A32）”、科研院所社会公益研究专项“主要农畜产品加工品质评价技术研究（2005DIA4J035）”、“十二五”国家科技支撑计划课题“食用农产品加工适宜性评价及风险监控技术研究示范（2012BAD29B03）”、科技部国际合作重点项目“农副产品中功能成分制备关键技术合作（S2012ZR0302）”、科技部农业科技成果转化资金项目“花生功能性短肽加工技术中试及产业化生产（2008GB23260385）”等多项国家重大项目或课题，作者在花生加工研究领域进行了 10 多年的深入研究，获得 2014 年国家技术发明奖二等奖、2012 年国际谷物科技协会（ICC）最高学术奖——Harald Perten Prize、2013 年度中华农业科技奖一等奖、2011 年中国农业科学院科学技术成果奖一等奖、2009 年中国农业科学院科学技术成果奖二等奖、2012 年度中国粮油学会科学技术奖一等奖。研究制定《加工用花生等级规格》《植物蛋白及其制品名词术语》等农业行业标准 6 项。在 *Food Chemistry*、*Journal of the Science of Food and Agriculture*、*International Journal of Food Properties*、*Advanced Materials Research*、*Food Science*

and Technology、Food Research International 等学术期刊发表文章 50 多篇。获得相关国家发明专利 9 项。出版《花生生物活性物质概论》《花生黄曲霉毒素控制技术与加工全程质量控制体系建立》等专著和教材 3 部。在此基础上经过系统整理撰写了《花生深加工技术》一书。

本书共 5 章，第 1 章为概论，介绍了国内外花生品种分布与利用、花生组成成分及花生加工研究进展情况；第 2 章为花生加工品质评价技术，介绍了适宜加工凝胶型蛋白、溶解型蛋白、花生油、出口花生品种评价模型及评价标准；第 3 章为花生油脂加工技术，介绍了油脂压榨法、油脂浸出工艺技术及关键设备；第 4 章为花生蛋白加工技术，介绍了花生蛋白粉、组织蛋白、浓缩蛋白、分离蛋白等加工和改性技术及生产关键设备；第 5 章为花生副产物综合利用技术，介绍了花生短肽、多酚、多糖等副产物中功能因子的加工技术。本书是在作者研究团队 4 名博士生、8 名硕士生毕业论文的基础上撰写的，内容上更加突出系统性、新颖性、创新性、前沿性和引领性。本书旨在为花生加工的研究与利用提供有益的参考和指导，进而为我国花生加工产业的健康发展提供技术支撑。

第 1 章由王强、刘丽、王丽编写，第 2 章由王强、刘红芝、石爱民、王丽、张建树、杜寅编写，第 3 章由王强、刘红芝、许振国、焦博、胡晖编写，第 4 章由刘红芝、石爱民、刘丽、吴海文、马铁铮、何轩辉、林伟静、封小龙、刘媛媛编写，第 5 章由王强、刘红芝、石爱民、刘丽、张宇昊、李宁、姜楠、陈琼玲编写。沈敏江、龚魁杰、于淼、巩阿娜、刘翠、李亚楠也参与了本书的编写。同时在编写过程中参考了国内外有关专家学者的著作与论文，在此表示最衷心的感谢。

由于受材料、手段、研究方法及作者水平所限，本书不可避免地会存在一些观点、结论方面的不足，衷心地希望读者在阅读本书的过程中给予批评指正。

2014 年 8 月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 世界花生生产概况	1
1.1.1 世界花生生产与加工利用	1
1.1.2 中国花生生产与加工利用	3
1.2 花生组成成分	5
1.2.1 蛋白质	5
1.2.2 脂肪	7
1.2.3 糖类	9
1.2.4 维生素	9
1.2.5 其他营养成分	10
1.2.6 花生中的抗营养因子	10
1.3 国内外花生加工研究进展	11
1.3.1 美国研究进展	12
1.3.2 印度研究进展	13
1.3.3 阿根廷研究进展	14
1.3.4 中国研究进展	14
参考文献	16
第 2 章 花生加工品质评价技术	19
2.1 花生加工原料检测技术	19
2.1.1 花生原料感官品质的检测方法	19
2.1.2 花生原料理化营养品质检测方法	20
2.1.3 花生原料加工品质检测方法	21
2.2 适宜加工凝胶型蛋白花生品质评价技术	21
2.2.1 品质指标测定	22
2.2.2 凝胶性预测	22
2.2.3 适宜加工凝胶型蛋白花生品种确定	25
2.3 适宜加工高溶解型蛋白花生品质评价技术	27
2.3.1 品质指标测定	27
2.3.2 溶解性预测	27

2.3.3 适宜加工溶解型蛋白花生品种确定	31
2.4 适宜加工花生油的花生品质评价技术	32
2.4.1 品质指标测定	32
2.4.2 花生油品质评价模型建立	32
2.4.3 适宜加工花生油的花生品种确定	36
2.5 适宜出口花生的花生品质评价技术	37
2.5.1 品质指标测定	37
2.5.2 适宜性预测	37
2.5.3 适宜出口花生品种确定	43
参考文献	44
第3章 花生油脂加工技术	45
3.1 预处理技术	45
3.1.1 清理	45
3.1.2 剥壳	45
3.1.3 分级精选	46
3.1.4 烘干	46
3.2 花生油脂压榨法加工技术	46
3.2.1 高温压榨	47
3.2.2 低温压榨	47
3.3 花生油脂浸出加工技术	51
3.3.1 分类	52
3.3.2 浸出工艺	52
3.4 花生油脂生产线及相关设备	54
3.4.1 生产线工艺流程	54
3.4.2 关键设备介绍	56
参考文献	60
第4章 花生蛋白加工技术	61
4.1 花生蛋白粉加工技术	61
4.1.1 原理	61
4.1.2 生产工艺	62
4.1.3 产品质量指标	65
4.2 花生组织蛋白加工技术	65
4.2.1 生产原理	65
4.2.2 生产工艺	66

4.3 花生浓缩蛋白加工技术	67
4.3.1 工艺流程	67
4.3.2 第一次浸提的单因素实验	68
4.3.3 第二次浸提的单因素实验	70
4.3.4 二次浸提制备花生浓缩蛋白的正交旋转组合实验	71
4.4 花生分离蛋白加工技术	73
4.4.1 工艺原理	73
4.4.2 原辅料要求	73
4.4.3 生产工艺	74
4.5 花生蛋白组分制备技术	76
4.5.1 硫酸铵沉淀法分级分离	77
4.5.2 低温冷沉法分级分离	81
4.6 花生蛋白膜制备技术	86
4.6.1 花生蛋白膜的生产原理	86
4.6.2 花生蛋白膜生产工艺	86
4.6.3 糖接枝改性对花生蛋白膜性能的影响	97
4.7 花生蛋白的改性技术	99
4.7.1 花生分离蛋白凝胶性改善	100
4.7.2 花生浓缩蛋白功能性质改善	103
4.7.3 花生蛋白组分凝胶性改善	132
4.8 花生蛋白生产线设备及相关设备	148
4.8.1 生产线工艺流程	148
4.8.2 关键设备介绍	152
参考文献	154
第5章 花生副产物综合利用技术	157
5.1 花生短肽加工技术	157
5.1.1 花生短肽组成	157
5.1.2 制备工艺与技术	159
5.1.3 应用与开发前景	176
5.2 花生多酚加工技术	177
5.2.1 原花色素	178
5.2.2 木犀草素	184
5.2.3 白藜芦醇	188
5.3 花生多糖加工技术	197

5.3.1	花生粕中糖类的组成	198
5.3.2	花生粕多糖制备工艺的优化	198
5.3.3	花生粕多糖的分离纯化	201
5.3.4	花生多糖的开发前景	203
5.4	花生中的膳食纤维	204
5.4.1	检测技术	204
5.4.2	制备工艺与技术	210
5.4.3	应用与开发前景	216
5.5	花生油脂生产副产物的加工利用技术	218
5.5.1	磷脂	218
5.5.2	甾醇	229
	参考文献	245
	附录	255

第 1 章 概 论

1.1 世界花生生产概况

1.1.1 世界花生生产与加工利用

1. 世界花生种质资源概况

据不完全统计,世界花生种质资源收藏总量超过 40 000 份。目前世界收藏花生种质资源数量较多的机构和国家依次是国际半干旱热带地区作物研究所(ICRISAT)(15 342 份)、美国(8719 份)、中国(7490 份,台湾省暂未计入)、阿根廷(2200 份)、印度尼西亚(1730 份)、巴西(1300 份)、塞内加尔(900 份)、乌干达(900 份)、菲律宾(753 份)等(禹山林,2008)。

2. 世界花生种植面积与产量

全世界花生生产分布区域广泛,遍布亚洲、欧洲、非洲、美洲、大洋洲等世界各地。据联合国粮食及农业经济组织(FAO)统计资料,2012 年全世界花生种植面积为 2470.95 万 hm^2 ,产量为 4118.59 万 t,其中面积排在前 5 位的国家是印度、中国、尼日利亚、苏丹、缅甸,产量排在前 5 位的国家是中国、印度、尼日利亚、美国、缅甸。

3. 世界花生及其加工产品的国际贸易情况

FAO 统计资料表明:世界花生及其加工产品的贸易量呈逐年增加趋势。2011 年世界花生饼和花生油的出口量与 2001 年相比分别减少了 50.09%和 26.77%,去壳花生和花生酱分别增加了 52.88%和 20.64%;2011 年世界花生饼和花生油的进口量与 2001 年相比分别减少了 45.54%和 9.71%,去壳花生和花生酱分别增加了 33.99%和 80.35%(表 1.1)。

表 1.1 世界花生及其制品进出口情况

类型	进出口情况	2001 年	2011 年	变化/%
花生饼	出口量/万 t	93.01	46.42	-50.09
去壳花生		325.20	497.15	52.88
花生油		79.54	58.25	-26.77
花生酱		14.10	17.01	20.64
花生饼	出口价值/美元	1.26×10^8	1.44×10^8	14.29
去壳花生		2.00×10^9	6.64×10^9	232.00
花生油		5.77×10^8	9.60×10^8	66.38
花生酱		2.36×10^8	4.79×10^8	102.97
花生饼	进口量/万 t	104.89	57.12	-45.54
去壳花生		372.91	499.66	33.99
花生油		75.01	67.73	-9.71
花生酱		13.13	23.68	80.35
花生饼	进口价值/美元	1.69×10^8	2.09×10^8	23.67
去壳花生		2.40×10^9	6.77×10^9	182.08
花生油		5.79×10^8	1.17×10^9	-79.79
花生酱		2.12×10^8	6.28×10^8	196.23

4. 国外的花生利用情况

花生富含油脂和蛋白质及维生素、白藜芦醇等功能活性物质，抗营养因子比大豆含量少，因而综合利用价值高，多元化利益途径广泛，增值潜力大。花生的主要利用和加工途径包括：制油用、食用（生食或经过煮、炸、炒、烤等简单加工处理食用）、深加工（花生酱、花生饮料、糖果类、糕点类等）、花生蛋白加工利用（蛋白粉、浓缩蛋白、分离蛋白、花生多肽等）、花生副产物综合利用（花生壳栽培食用菌、生产饲料、燃料，以及提取白藜芦醇、原花色素等活性物质）。不同用途的花生对品质要求有差异，如食用花生要求蛋白质含量高、含糖量高、脂肪含量低、油酸/亚油酸值低；制油用花生要求脂肪含量高、不饱和脂肪酸含量高；出口花生要求油酸/亚油酸值高、含糖量高等不同特点。

花生主要消费国对花生利用模式有所不同，并且花生利用情况变化幅度也较大。食用和制油是花生最主要的两种用途，制油用花生的比例在逐渐减少，食用的比例在明显增加。发达国家花生以食用为主。美国 65%花生用作食用，美国食用花生产品类型较多，有各种口味的花生饼干、花生冰淇淋、花生糖果等。美国花生油有精炼花生油（快餐连锁店常用食用油）、美味花生油（未经过精炼，维生

素 E 和甾醇含量较高)、100%纯花生油等类型,因花生油风味、营养品质高并且在高温下能保持产品外焦里嫩,常用于传统食品——火鸡油炸加工 (<http://www.peanut-institute.org/>)。日本和西欧等地,花生几乎全部食用。20 世纪七八十年代欧洲花生用于制油的比例从 53.4%下降到 19.2%,食用从 46.3%增加到 80% (陈嘉等, 2009)。发展中国家消费花生以制油为主。20 世纪 80 年代,印度花生 81%用于制油,因市场贸易和关税政策的变化,近几年印度花生 49%用于制油,其余大部分花生主要用于咸花生、花生糖果、花生酱、烘烤花生、全脂花生饼、精选花生等的加工 (Govindaraj and Jain, 2011); 印度尼西亚用于制油的比例由 9.5%下降到 5.1%,而食用的比例从 79.8%增加到 83.8%,成为世界花生生产食用率最高的国家 (陈嘉等, 2009)。

1.1.2 中国花生生产与加工利用

1. 中国花生种质资源概况

我国已收集到的 7490 余份花生种质资源材料中,国内地方品种共 4638 份,分别来自 22 个省,国外引入资源共计 2852 份,分别来自 ICRISAT、美国、泰国等 31 个国家 (单位) (禹山林, 2008)。国内资源中以普通型和珍珠豆型最多,其次为龙生型和中间型,多粒型品种较少。普通型花生大多分布在河北、山东、江苏、河南、安徽等地;珍珠豆型花生主要集中在广东、广西、江西、湖北、湖南、四川、云南、贵州等地;龙生型花生以广西、四川、江西等地居多;中间型花生品种主要分布在长江中下游花生产区及北方大花生区;多粒型品种主要分布在东北特早熟花生区及西北内陆花生区。

2. 中国花生种植面积与产量

中国统计年鉴资料表明,2000 年我国花生的生产面积为 7282.96 万亩^①,产量为 1443.66 万 t; 2012 年生产面积为 6958.5 万亩,产量达 1669.2 万 t,面积减少了 4.46%,产量增加了 15.6%,面积增加较多的地区是辽宁、吉林、黑龙江等地,产量增加较多的地区是辽宁、吉林、黑龙江。

3. 中国花生及其加工产品的国际贸易情况

近 10 年来,我国花生出口虽然有波动,但总体形势依然看好,在国际市场具有较强的竞争优势,有广阔的市场发展前景。我国是世界花生第一大出口国,主要出口门类是去壳花生、带壳花生、加工花生、花生油、花生饼,销往欧洲、东

^① 1 亩 ≈ 666.67m²

南亚、日本和中东等 120 多个国家和地区，占世界花生市场份额的 30%左右，是当前我国粮油类商品中为数不多的在国际上有竞争力的商品之一。2011 年花生及制品年出口量在 51.96 万 t 左右，创汇 8.63 亿美元。据 FAO 统计资料，2000~2010 年，我国去壳花生出口量逐年减少，从 33.09 万 t 减少到 11.60 万 t，花生油出口量从 1.36 万 t 增加到 6.85 万 t，出口金额从 1308.0 万美元增加到 8678.5 万美元。我国花生出口在品种上逐年增多，出口结构由原料为主向出口原料与制成品并重的方向发展，以花生为原料制作加工的食品出口量逐年增长，出口范围也逐年拓宽。花生出口产品从原来单一的果仁分级发展到分级仁、加工花生、花生油等多个品种。

4. 中国的花生利用情况

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，花生总产量中用于制油的比例逐年下降，而用于花生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%；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%（周瑞宝，2005）。近几年，国内花生消费主要是花生油、花生蛋白粉、烤花生果、花生仁和花生饮料等，其中制油占国内花生消费量的 55%，成为花生利用的主要途径，详见图 1.1(FAO 统计资料)。

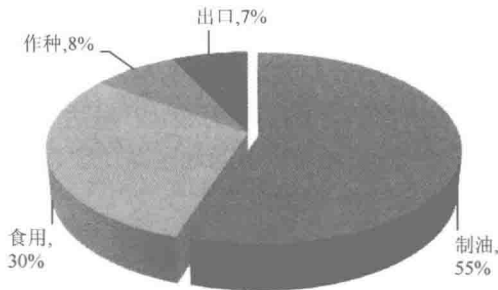


图 1.1 中国花生消费结构图

食用花生消费中花生酱占 37%，花生烤果占 32%，花生蛋白占 6%，花生奶占 7%，生吃占 18%。相对于第一大花生出口国的地位，我国花生食品加工业的发展速度严重滞后于国外的发展。