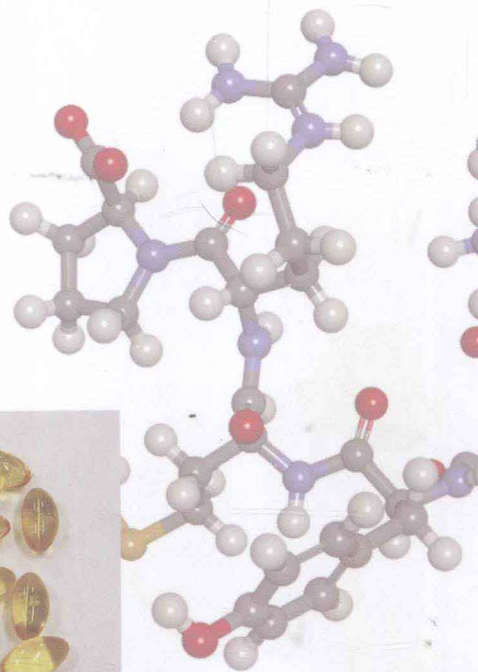
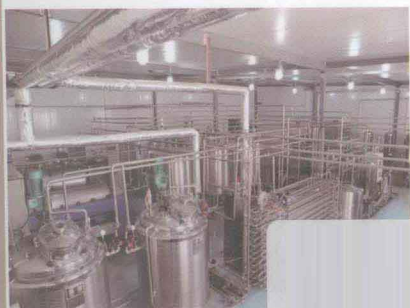


花生生物活性物质概论

Conspectus of Peanut Bioactive Compounds

○ 王 强 主编



中國農業大學出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

花生生物活性物质概论

王 强 主编

中国农业大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

《花生生物活性物质概论》一书针对我国花生加工产业与科技发展存在的主要问题，系统全面地介绍花生生物活性物质研究的与开发应用情况，旨在为加强我国花生资源的深度开发、促进产业升级、提高花生产业国际竞争力提供技术支撑。本书是在作者多年花生加工研究的基础上，依据课题组一名博士后、四名博士生、八名硕士生毕业论文撰写的，全书分为七章，主要内容包括花生营养与生物活性物质（蛋白质、油脂、碳水化合物、维生素、无机盐、活性短肽、功能性磷脂、活性多糖、酚类物质等）相关领域的研究方向、重点和趋势，活性物质的来源与分布、化学组成与理化性质、生物活性与功能评价，以及分析检测技术、制备技术与工艺、开发与应用前景等。

本书可供农产品加工职能部门的管理人员、科研院所及高等院校相关专业的师生，以及从事花生加工产业的企业家、技术人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

花生生物活性物质概论/王强主编. —北京: 中国农业大学出版社, 2012. 12
ISBN 978-7-5655-0638-3

I. ①花… II. ①王… III. ①花生-生物活性-物质-研究 IV. ①S565. -201

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 285332 号

书 名 花生生物活性物质概论

作 者 王 强 主编

责任编辑 姚慧敏 康昊婷

责任校对 王晓凤 陈 莹

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-818525, 2618

读者服务部 010-26732336

编辑部 010-62732627, 2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

规 格 787×1092 16 开 28.5 印张 710 千字

定 价 59.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

《花生生物活性物质概论》 编委会

主 编 王 强

副 主 编 刘红芝 王 丽 赵冠里 刘 丽

参编人员 (以姓氏笔画为序)

马铁铮 王春艳 刘媛媛 朱 捷

李 宁 许振国 张宇昊 张建树

吴海文 何轩辉 杜 寅 沈敏江

陈琼玲 林伟静 钟 葵 封小龙

姜 楠 胡 晖 段玉权 高 洁

序

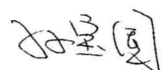
花生是我国具有资源禀赋的油料作物,2010年种植面积6 825万亩,居世界第二位,年产量1 570万t,居世界首位。我国花生种植区域广阔,除西藏、青海以外的省区都有种植,农民种植1亩花生所获得收入约是大豆的5倍、油菜籽的12倍,每年全国农民花生种植收入约148.45亿元。我国是世界最大的花生出口国,2007年我国带壳花生贸易总量8.83万t,占世界总贸易量的46.97%,居世界首位。花生已经成为农民增收致富的重要经济来源,是我国为数不多的具有国际竞争力的优势出口农产品之一。

花生含有50%左右的脂肪、24%~36%的蛋白质和10%~23%的碳水化合物,除此之外还含有维生素、酚类物质、植物甾醇、活性多糖、磷脂、膳食纤维等生物活性成分。目前我国花生加工主要是榨油和饼粕利用,而对花生中功能性活性成分的研发才刚刚起步。与发达国家相比,不管是在功能成分的分析检测、提取制备、功能性评价等研究方面,还是在高附加值产品的开发与产业化应用方面均存在较大差距。

目前我国花生加工产业与科技发展存在的主要问题是:一是传统高温压榨花生油感官品质差、营养素损失重。传统高温压榨花生油维生素E、甾醇、磷脂等营养因子损失严重,且油的稳定性差。分析检测表明:热榨花生油中总甾醇含量104.11 mg/100 g、 β -谷甾醇含量56.86 mg/100 g,均低于冷榨花生油(总甾醇114.57 mg/100 g、 β -谷甾醇86.76 mg/100 g)。二是花生粕中蛋白质变性程度高、利用率与附加值低。高温压榨后花生粕蛋白氮溶指数仅为11.60%,表明花生粕中蛋白质严重变性,营养与物化特性降低,通常只用作饲料或肥料,无法在食品工业应用,进而开发具有广阔市场前景的花生蛋白粉、浓缩蛋白、分离蛋白等高附加值的产品势在必行。三是综合利用水平低,花生功能性成分开发应用滞后。我国一年大约有270万t的花生饼(粕)、30万t花生红衣和300万t的花生壳,但目前综合利用程度较低,维生素E、植物甾醇、白藜芦醇、活性多糖等生物活性物质尚未开发应用。四是相关理论与应用技

术研究薄弱。花生生物活性物质的量效、构效关系、活性组分间的相互作用机制等理论研究还十分薄弱,花生低温压榨工艺技术、蛋白分子修饰改性技术、功能性短肽与生物活性成分的产业化制备技术与产品开发始终没有破题。

《花生生物活性物质概论》是作者在参与有关国家“十五”、“十一五”、“十二五”科技计划项目研究中形成的思路,也是作者及其研究团队多年从事花生加工研究取得的成果。该书立足我国花生加工产业与科技发展存在的主要问题,从花生中功能性蛋白质、活性短肽、脂类、碳水化合物类、酚类等功能成分的组成与分布、结构与性质、功能与活性、检测与制备、开发与应用等方面,系统地介绍了花生生物活性物质基础与开发应用情况。该书内容丰富,资料新颖、翔实,是目前有关花生生物活性物质的一本较为系统、全面的书籍。该书的出版不管是对从事花生加工研究的科技工作者,还是对从事花生加工产品开发的企业家,都会有较大的启示与帮助,相信该书的出版将为进一步加强我国花生特色优势资源的深度开发、促进产业技术升级、提升花生产业的国际竞争能力提供重要依据。



2012年10月1日

前 言

花生在我国分布广泛,除西藏、青海以外,其他省份均有种植,其中以山东、河南、河北、广东、安徽等地的产量和种植面积较大,长江以北产区种植面积占全国总面积的 65%~70%,长江以南产区占 30%~35%。目前我国花生种植面积约 455 万 hm^2 ,产量约 1 570 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,尤其以功能性蛋白质、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。花生壳中含有木犀草素及膳食纤维,这些组分可降血压、降血脂。花生红衣含有大量的维生素 B_1 、维生素 B_2 及用来止泻的单宁成分。加强花生生物活性物质的研究与开发应用,对于提升我国花生加工的技术水平、改善人们营养与健康具有重要意义。

近年来,本课题组承担了“花生功能性短肽加工技术中试及产业化生产”、“农副产品中功能成分制备关键技术合作”、“食物性修饰与油脂加工新技术开发研究”、“花生产地加工储藏装备与设施工程集成技术与模式研究”等国家科技支撑计划、科技部国际合作重点项目、农业科技成果转化、公益性行业科研项目等项目或课题。在花生加工研究领域进行了十年的深入研究,攻克了一批关键技术,取得了一批科研成果,培养了一批技术人才。在此基础上编写了《花生生物活性物质概论》一书。本书内容包括 7 章:第 1 章为花生营养与生物活性物质概述,介绍花生中的营养物质及花生中生物活性物质研究进展;第 2 章为功能性花生蛋白的开发与应用,介绍了功能性花生蛋白的研究进展、花生蛋白的组成及结构、花生蛋白的主要功能特性、花生蛋白制备工艺与技术,以及花生蛋白的应用与开发前景;第 3 章为功能性花生短肽的开发与应用,介绍功能性花生短肽组成、生物活性、检测方法、制备工艺与技术、应用与开发前景;第 4 章为花生中脂类功能成分的开发与利用,介绍了花生油脂、花生磷脂花生植物甾醇的开发与应用;第 5 章为花生中碳水化合物类功能成分的开发与应用,介绍了花生多糖、花生低聚糖及

花生膳食纤维的开发与应用;第6章为花生中酚类功能成分的开发与应用,介绍了花生原花色素、木犀草素、白藜芦醇的开发与应用;第7章为花生中维生素的开发与应用,介绍了维生素E、维生素K、叶酸等的开发与应情况。本书是在本课题组一名博士后、四名博士生、八名硕士毕业论文的基础上撰写的,内容上更加突出系统性、新颖性与创新性。本书旨在为花生生物活性物质的研究与开发提供有益的参考和指导,进而为我国花生产业的科技创新提供技术支持。

本书共分为7章。第1章由王强、王丽编写,第2章由赵冠里、许振国(第1、3、4、5节)、杜寅(第2节)编写,第3章由张宇昊(第1节)、刘红芝(第2、3、4、5节)编写,第4章由王丽、许振国(第1节)、封小龙(第2节)、张建树(第3节)编写;第5章由姜楠(第1节)、钟葵(第2节)、高洁(第3节)编写;第6章由陈琼玲(第1、3节)、何轩辉(第2节)编写;第7章由沈敏江(第1节)、张建树(第2节)、朱捷(第3节)编写。刘丽、胡晖、吴海文、马铁铮、刘媛媛、林伟静、李宁、王春艳、段玉权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论著,在此表示衷心的感谢。

鉴于作者水平所限以及花生生物活性物质研究与开发领域发展迅猛,书中内容难免有不当或遗漏之处,恳请各位读者批评指正。

编者
2012年9月

目 录

第 1 章 花生营养物质与生物活性物质概述	(1)
第 1 节 花生中的营养物质	(1)
1.1 蛋白质	(1)
1.2 油脂	(3)
1.3 碳水化合物	(4)
1.4 无机盐和维生素	(6)
第 2 节 花生中生物活性物质研究进展	(6)
2.1 活性短肽	(6)
2.2 磷脂	(8)
2.3 植物甾醇	(10)
2.4 活性多糖	(16)
2.5 酚类	(17)
2.6 维生素	(19)
参考文献	(23)
第 2 章 功能性花生蛋白的开发与应用	(26)
第 1 节 功能性花生蛋白研究进展	(26)
1.1 文献综述	(26)
1.2 研究重点与趋势	(29)
第 2 节 花生蛋白组成及结构	(29)
2.1 组成	(29)

2.2	花生蛋白及其组分的结构	(45)
第3节	花生蛋白的主要功能特性	(61)
3.1	溶解性	(61)
3.2	凝胶性	(67)
3.3	乳化性	(71)
3.4	起泡性	(75)
3.5	热特性	(78)
第4节	花生蛋白制备工艺与技术	(86)
4.1	花生蛋白粉生产工艺	(87)
4.2	花生组织蛋白生产工艺	(92)
4.3	花生浓缩蛋白生产工艺	(94)
4.4	花生分离蛋白生产工艺	(115)
4.5	花生蛋白主要组分的制备技术	(119)
4.6	花生蛋白膜生产工艺	(124)
第5节	花生蛋白的应用与开发前景	(135)
5.1	国内外市场现状	(135)
5.2	市场开发前景	(135)
	参考文献	(137)
第3章	功能性花生短肽的开发与应用	(142)
第1节	功能性花生短肽组成	(143)
1.1	基本成分	(143)
1.2	氨基酸组成	(143)
1.3	分子质量分布	(144)
第2节	花生短肽的生物活性	(145)
2.1	抗氧化活性	(145)
2.2	ACE抑制与降血压活性	(146)
2.3	体内降血压活性	(154)

第 3 节 功能性花生短肽检测方法	(156)
3.1 可溶性氮测定方法的改良	(156)
3.2 短肽得率测定	(158)
3.3 水解度的测定	(158)
3.4 平均肽链长度(PCL)的计算	(159)
第 4 节 功能性花生短肽的制备工艺与技术	(159)
4.1 酶解条件的确定	(160)
4.2 酶解动力学研究	(171)
4.3 精制分级	(180)
4.4 分离纯化	(182)
第 5 节 功能性花生短肽的应用与开发前景	(189)
5.1 国内外市场现状	(189)
5.2 市场开发前景	(190)
参考文献	(190)
第 4 章 花生中脂类功能成分的开发与利用	(194)
第 1 节 花生油	(194)
1.1 研究进展	(194)
1.2 脂肪酸组成及功能性质	(196)
1.3 脂肪酸比例模式与油稳定性的关系	(198)
1.4 制备工艺与技术	(199)
1.5 应用与开发前景	(202)
第 2 节 花生中的磷脂	(202)
2.1 来源与分布	(202)
2.2 化学组成与理化性质	(203)
2.3 生物活性与功能	(204)
2.4 检测技术	(206)
2.5 制备工艺与技术	(210)
2.6 应用与开发前景	(212)

第 3 节 花生中的植物甾醇	(215)
3.1 来源与分布	(215)
3.2 化学组成与理化性质	(217)
3.3 生物活性与功能	(218)
3.4 检测技术	(222)
3.5 制备工艺与技术	(228)
3.6 应用与开发前景	(235)
参考文献	(237)
第 5 章 花生中碳水化合物类功能成分的开发与应用	(245)
第 1 节 花生中的多糖	(245)
1.1 化学组成与理化性质	(246)
1.2 生物活性与功能	(248)
1.3 检测技术	(250)
1.4 制备工艺与技术	(251)
1.5 应用与开发前景	(258)
第 2 节 花生中的低聚糖	(259)
2.1 化学组成与理化性质	(260)
2.2 生物活性与功能	(262)
2.3 制备工艺与技术	(266)
2.4 应用与开发前景	(269)
第 3 节 花生中的膳食纤维	(270)
3.1 来源与分布	(271)
3.2 化学组成与理化性质	(271)
3.3 生物活性与功能	(275)
3.4 检测技术	(276)
3.5 制备工艺与技术	(282)
3.6 应用与开发前景	(287)
参考文献	(289)

第 6 章 花生中酚类功能成分的开发与应用	(293)
第 1 节 花生中的原花色素	(293)
1.1 来源与分布	(293)
1.2 化学组成与理化性质	(294)
1.3 生物活性与功能	(297)
1.4 检测技术	(299)
1.5 制备工艺与技术	(301)
1.6 应用与开发前景	(303)
第 2 节 花生中的木犀草素	(304)
2.1 来源与分布	(304)
2.2 化学组成与理化性质	(304)
2.3 生物活性与功能	(306)
2.4 检测技术	(308)
2.5 制备工艺与技术	(311)
2.6 应用与开发前景	(312)
第 3 节 花生中的白藜芦醇	(313)
3.1 分布与含量	(313)
3.2 化学组成与理化性质	(315)
3.3 生物活性与功能	(316)
3.4 检测技术	(318)
3.5 制备工艺与技术	(320)
3.6 应用与开发前景	(323)
参考文献	(324)
第 7 章 花生中维生素的开发与应用	(336)
第 1 节 花生中的维生素 E	(336)
1.1 来源与分布	(336)
1.2 化学组成及理化性质	(337)
1.3 生物活性及功能	(338)

1.4	检测技术	(341)
1.5	制备工艺与技术	(347)
1.6	应用与开发前景	(350)
第2节	花生中的维生素K	(351)
2.1	来源与分布	(351)
2.2	化学组成与理化性质	(351)
2.3	生物活性与功能	(352)
2.4	检测技术	(353)
2.5	制备工艺	(354)
2.6	应用与开发前景	(355)
第3节	花生中的叶酸	(356)
3.1	来源	(356)
3.2	化学组成与理化性质	(356)
3.3	摄入剂量及生物活性	(358)
3.4	检测技术	(361)
3.5	制备工艺	(364)
3.6	应用与开发前景	(365)
	参考文献	(367)
附 录		(376)
附录1	王强研究团队及其科研工作基础	(376)
附录2	国内外有关花生专利	(381)
附件3	国内外有关花生标准	(427)

图目录

图 1-2-1	花生肽研究文献随年份变化	(7)
图 1-2-2	国内外花生肽研究文献统计	(7)
图 1-2-3	原花色素研究文献统计	(18)
图 1-2-4	木犀草素研究文献统计	(18)
图 1-2-5	白藜芦醇研究文献统计	(19)
图 1-2-6	维生素E研究文献数目随年份变化	(20)

图 1-2-7	国内外维生素 E 研究文献统计	(20)
图 1-2-8	维生素 E 活性应用研究领域文献分析	(21)
图 2-1-1	花生蛋白相关文章年度统计	(27)
图 2-1-2	花生蛋白研究内容相关中文文献统计	(27)
图 2-1-3	花生蛋白研究内容相关英文文献统计	(28)
图 2-1-4	花生蛋白不同产品形式中文文献统计	(28)
图 2-1-5	花生蛋白不同产品形式英文文献统计	(28)
图 2-1-6	花生蛋白应用文献统计	(28)
图 2-2-1	花生种子蛋白 DEAE-纤维素层析和聚丙烯酰胺凝胶电泳图	(30)
图 2-2-2	花生蛋白电泳分级图谱	(31)
图 2-2-3	标准聚丙烯酰胺凝胶电泳	(31)
图 2-2-4	花生蛋白蔗糖密度梯度离心分析(SDGC)	(32)
图 2-2-5	花生种子蛋白二维凝胶电泳实际谱图和分析图解	(33)
图 2-2-6	花生球蛋白亚基的 SDS-PAGE 图谱	(34)
图 2-2-7	花生球蛋白亚基的高效液相色谱图谱	(35)
图 2-2-8	花生球蛋白 I 亚基的 SDS-PAGE 图谱	(37)
图 2-2-9	花生球蛋白 I 亚基的高效液相色谱图谱	(37)
图 2-2-10	品种 1-45 花生蛋白 SDS-PAGE 电泳图谱	(44)
图 2-2-11	Arachin 与 Conarachin 的比值散点图	(45)
图 2-2-12	花生球蛋白与伴球蛋白的暴露巯基、总巯基和二硫键含量	(46)
图 2-2-13	热处理温度对蛋白—SH/—S—S—含量的影响	(47)
图 2-2-14	热处理时间对蛋白—SH/—S—S—含量的影响	(47)
图 2-2-15	超声处理功率对蛋白—SH/—S—S—含量的影响	(48)
图 2-2-16	超声处理时间对蛋白—SH/—S—S—含量的影响	(48)
图 2-2-17	微波处理强度对蛋白—SH/—S—S—含量的影响	(48)
图 2-2-18	微波处理时间对蛋白—SH/—S—S—含量的影响	(48)
图 2-2-19	花生分离蛋白及其水解产物的巯基、二硫键含量	(48)
图 2-2-20	花生球蛋白与伴球蛋白的表面疏水性	(49)
图 2-2-21	花生球蛋白及伴球蛋白的外部荧光发射光谱	(49)
图 2-2-22	天然花生蛋白和花生分离蛋白的表面疏水性	(50)
图 2-2-23	天然花生蛋白和花生分离蛋白的荧光光谱	(50)
图 2-2-24	花生分离蛋白及其水解产物的表面疏水性	(51)
图 2-2-25	超高压微射流均质后花生分离蛋白溶液疏水基团含量的变化	(52)
图 2-2-26	花生球蛋白与伴球蛋白的远紫外区域圆二色光谱	(53)
图 2-2-27	蛋白样品的 FT-IR 光谱($400\sim 4\ 000\text{ cm}^{-1}$)	(54)
图 2-2-28	PPC 的 $1\ 600\sim 1\ 700\text{ cm}^{-1}$ 拟合谱	(54)
图 2-2-29	超声处理后 PPC 的 $1\ 600\sim 1\ 700\text{ cm}^{-1}$ 拟合谱	(54)
图 2-2-30	还原剂-1 处理后 PPC 的 $1\ 600\sim 1\ 700\text{ cm}^{-1}$ 拟合谱	(55)

图 2-2-31	花生球蛋白与伴球蛋白的近紫外区域圆二色光谱	(56)
图 2-2-32	花生球蛋白及伴球蛋白的内部荧光发射光谱	(57)
图 2-2-33	丙烯酰胺(Acr)对 PPC 荧光的淬灭	(59)
图 2-2-34	丙烯酰胺对超声处理 PPC 荧光的淬灭	(59)
图 2-2-35	丙烯酰胺对还原剂-1 处理 PPC 荧光的淬灭	(59)
图 2-2-36	丙烯酰胺对蛋白内源荧光的淬灭	(59)
图 2-2-37	PPC 在不同缓冲液中的紫外吸收光谱	(60)
图 2-2-38	超声处理 PPC 在不同缓冲液中的紫外吸收光谱	(60)
图 2-2-39	还原剂-1 处理 PPC 在不同缓冲液中的紫外吸收光谱	(60)
图 2-3-1	花生球蛋白与伴球蛋白的溶解性-pH 曲线	(62)
图 2-3-2	天然花生蛋白和花生分离蛋白的溶解度-pH 曲线	(62)
图 2-3-3	不同制备方法对花生蛋白产品溶解性的影响	(63)
图 2-3-4	不同种类的蛋白酶对花生球蛋白水解度-时间曲线	(65)
图 2-3-5	碱性蛋白酶水解花生球蛋白溶解度曲线	(65)
图 2-3-6	花生分离蛋白及其水解产物的溶解性-pH 曲线	(65)
图 2-3-7	不同酶解前处理方法对酶解增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(66)
图 2-3-8	不同蛋白酶对限制性酶解增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(66)
图 2-3-9	花生分离蛋白及其糖接枝产物溶解性-pH 曲线	(67)
图 2-3-10	花生球蛋白和伴球蛋白的凝胶性曲线(pH 7.0)蛋白质浓度约为 10% (m/V)	(68)
图 2-3-11	不同处理在最佳条件下,蛋白的游离巯基和二硫键含量变化情况	(70)
图 2-3-12	天然花生蛋白和花生分离蛋白的乳化活性指数-pH 曲线	(71)
图 2-3-13	花生球蛋白与伴球蛋白的乳化活性指数-pH 曲线	(72)
图 2-3-14	不同制备方法对花生蛋白产品乳化性的影响	(72)
图 2-3-15	花生分离蛋白及其水解产物的乳化活性指数(pH5.0 和 pH7.0)	(74)
图 2-3-16	糖接枝反应对花生分离蛋白乳化特性的影响	(74)
图 2-3-17	天然花生蛋白和花生分离蛋白的起泡能力-pH 曲线	(75)
图 2-3-18	花生球蛋白与花生伴球蛋白的起泡能力-pH 曲线	(76)
图 2-3-19	不同制备方法对花生蛋白产品的起泡能力及泡沫稳定性的影响	(76)
图 2-3-20	花生分离蛋白及其水解产物的起泡能力(pH5.0 和 pH7.0)	(77)
图 2-3-21	花生分离蛋白及其糖接枝产物起泡特性(pH 7.0)	(78)
图 2-3-22	天然花生蛋白和花生分离蛋白的 DSC 图谱	(79)
图 2-3-23	花生球蛋白与伴球蛋白的 DSC 图谱	(80)
图 2-3-24	尿素浓度对花生球蛋白与伴球蛋白组分热特性的影响	(80)
图 2-3-25	水分含量对花生分离蛋白热加工特性的影响	(83)
图 2-3-26	干热烘烤与沸水加热对花生蛋白亚基组成的影响	(84)
图 2-3-27	热处理对花生球蛋白组成的影响	(85)
图 2-4-1	高效萃取实际生产流程图	(88)

图 2-4-2	微波功率对灭菌率的影响	(88)
图 2-4-3	微波功率对氮溶指数的影响	(88)
图 2-4-4	灭菌时间对灭菌率的影响	(89)
图 2-4-5	灭菌时间对氮溶指数的影响	(89)
图 2-4-6	物料浓度对灭菌率的影响	(90)
图 2-4-7	物料浓度对氮溶指数的影响	(90)
图 2-4-8	花生组织蛋白生产工艺流程	(92)
图 2-4-9	花生仁、脱皮花生仁、低温脱脂花生饼、低温花生蛋白粉和花生组织蛋白	(93)
图 2-4-10	花生浓缩蛋白制备与改性工艺流程	(94)
图 2-4-11	不同料液比对 PPC 蛋白含量的影响	(95)
图 2-4-12	不同乙醇浓度对 PPC 蛋白含量的影响	(95)
图 2-4-13	不同浸提时间对 PPC 蛋白含量的影响	(96)
图 2-4-14	不同浸提温度对 PPC 蛋白含量的影响	(96)
图 2-4-15	不同搅拌速度对 PPC 蛋白含量的影响	(96)
图 2-4-16	不同料液比对 PPC 蛋白含量的影响	(97)
图 2-4-17	不同乙醇浓度对 PPC 蛋白含量的影响	(97)
图 2-4-18	不同浸提时间对 PPC 蛋白含量的影响	(97)
图 2-4-19	不同浸提温度对 PPC 蛋白含量的影响	(97)
图 2-4-20	不同蛋白酶对限制性酶解增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(101)
图 2-4-21	料液比对限制性酶解增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(102)
图 2-4-22	加酶量对限制性酶解增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(102)
图 2-4-23	酶解温度对酶解增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(103)
图 2-4-24	酶解时间对限制性酶解增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(103)
图 2-4-25	加酶量与酶解时间对限制性酶解增溶改性蛋白氮溶指数影响的响应面	(105)
图 2-4-26	加酶量与酶解温度对限制性酶解增溶改性蛋白氮溶指数影响的响应面	(106)
图 2-4-27	酶解时间与酶解温度对限制性酶解增溶改性蛋白氮溶指数影响的响应面	(106)
图 2-4-28	不同酶解后处理方法对酶解增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(107)
图 2-4-29	均质压力对高压均质增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(108)
图 2-4-30	料液比对高压均质增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(108)
图 2-4-31	均质时间对高压均质增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(109)
图 2-4-32	各因素对高压均质增溶改性花生浓缩蛋白氮溶指数的影响	(110)
图 2-4-33	底物浓度对凝胶强度的影响	(111)
图 2-4-34	酶用量对凝胶强度的影响	(111)