

花生加工副产物的综合利用及精深加工

郭曼莉, 李晓彤, 吴 澎, 赵路苹, 丁秀臻, 李向阳

(山东农业大学 食品科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘 要:花生加工后会产生大量的副产物, 对其进行综合利用及精深加工, 可延长产业链, 提高经济价值。对花生加工副产物的综合利用及精深加工进行综述, 以期高值利用花生加工副产物资源, 不断开发花生精深加工系列产品提供理论依据与技术指导。

关键词:花生; 副产物; 精深加工; 营养成分; 综合利用

中图分类号:TS 222⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2018)03-0027-05

Comprehensive utilization and intensive processing of by-products during peanut processing

GUO Man-li, LI Xiao-tong, WU Peng, ZHAO Lu-ping, DING Xiu-zhen, LI Xiang-yang

(College of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an Shandong 271018)

Abstract: Peanut processing will produce a large number of by-products. The effective utilization and deep processing of by-products will prolong the industrial chain and greatly improve its economic value. The comprehensive utilization and deep processing of the by-products was reviewed in order to provide a theoretical basis for the further development of deep processing products and high value utilization of the by-products resource.

Key words: peanut; by-product; deep-processing; nutritional ingredient; comprehensive utilization

花生是我国主要的油料作物, 国家统计局信息显示 2016 年我国花生年产量 1 728.98 万 t, 居世界首位, 花生在油料产业具有重要的地位。花生富含油脂、蛋白、维生素及多种矿物质, 营养全面, 具有保护心脑血管、降脂、降糖、抗癌、抗衰老等保健作用。近几年, 我国花生用于食品加工的比例在逐年提升, 已接近年产量的 40%。目前, 我国花生仍以榨油为主, 花生加工会产生大量的花生粕、花生红衣、花生壳等副产物, 这些副产物中富含酚类、蛋白质、糖类等营养成分, 但目前利用率却较低。对这些副产物进行综合利用及精深加工, 不仅可以延长产业链, 提高花生的经济价值, 还可以减少资源浪费, 避免因副产物废弃而造成环境污染。对花生加工副产物营养成分、活性物质组成进行分析, 对花生加工副产物的综合利用及精深加工技术进行综

述, 以期高值利用花生加工副产物资源, 开发系列花生精深加工产品提供理论依据与技术指导。

1 花生粕

花生粕为花生加工的主要副产物, 褐色, 块状或粉末状, 含丰富营养物质及活性成分。我国每年约有 350 万 t 的花生粕产出^[1], 目前花生粕资源并没有得到合理的利用, 只有少量被加工成食品, 大部分直接作饲料或肥料。采取先进工艺对花生粕内营养成分及活性物质进行有效提取, 并将其应用于食品加工业, 会显著提高花生粕的有效利用率, 创造可观经济价值。

1.1 花生粕的营养组成

花生粕蛋白含量高, 氨基酸种类齐全, 富含维生素、矿物质, 及多糖、黄酮类、酚类、甾体类等活性成分, 具有很好的营养价值。因榨油工艺不同, 花生粕的营养组成及品质会有差异, 热榨花生粕残油量低, 蛋白质含量高、蛋白变性较严重, 冷榨花生粕残油量高, 蛋白质含量相对较低, 蛋白变性程度低^[2]。花生粕营养成分组成见表 1。

收稿日期: 2017-12-14

基金项目: “十三五”国家重点研发计划课题(2016YFD0401400); 山东“双一流”奖补资金(SYL2017XTT01); 山东省农业重大应用技术创新项目(310307)

作者简介: 郭曼莉, 1994 年出生, 女, 硕士研究生。

通讯作者: 李向阳, 1969 年出生, 男, 教授。

表 1 花生粕主要营养成分

成分	蛋白质 /(g/100 g)	可溶性糖 /(g/100 g)	脂肪 /(g/100 g)	灰分 /(g/100 g)	水分 /(g/100 g)	必需氨基酸 /(g/100 g)	总氨基酸 /(g/100 g)	鲜味氨基酸 /(g/100 g)	总黄酮 /(mg/100 g)	V _E /(mg/100 g)	V _{B1} /(mg/100 g)	V _{B2} /(mg/100 g)
含量	49.1	31.50	2.30	4.50	6.30	13.36	37.50	20.56	109.50	0.871	0.237	0.282

1.2 花生粕的精深加工

1.2.1 提取花生蛋白

花生粕内花生蛋白保留了花生内大部分营养物质,营养较为完全,可吸收率超过 90%,具有良好的加工特性,可在食品加工中广泛应用。合理开发和利用花生粕内蛋白资源,可丰富人们的饮食结构,满足人们的营养需求^[3]。目前世界各国都很重视对花生蛋白的合理开发与利用。花生蛋白产品越来越多地被开发。碱溶酸沉、醇洗、反胶束萃取、等电点沉淀、超滤等是从花生粕内提取花生蛋白常用方法^[4]。

1.2.1.1 碱溶酸沉法提取花生蛋白

碱溶酸沉法成本低、工艺简单、易于操作,适合工业化生产,且提取蛋白纯度高,被广泛应用于花生蛋白的分离提取。花生分离蛋白产品大都采用碱溶酸沉法进行生产。杨伟强等优化了碱溶酸沉法从花生粕中提取花生分离蛋白工艺,产品蛋白含量 95.65%^[5]。高丽霄等采用匀浆、超声或蒸汽闪爆技术对花生粕进行前处理,有效改善了花生蛋白产品持水性、起泡性、乳化性等各项功能品质^[6]。

碱提酸沉法作为传统的提取花生蛋白的方法,尽管具有操作简单等诸多优点,但在生产过程中却会产生废水,造成环境污染。

1.2.1.2 醇洗法提取花生蛋白

适宜的醇洗工艺可有效分离花生粕中的醇溶蛋白、可溶性糖、灰分等杂质,得到蛋白含量较高的花生蛋白产品。现有花生浓缩蛋白产品大都采用醇洗工艺进行生产。刘玉兰等以热榨花生粕和冷榨花生粕为原料,采用醇洗法制备花生浓缩蛋白,结果表明两种原料所制备的花生浓缩蛋白的蛋白质含量均超过 65%,与花生粕相较其营养价值得到很大改善^[7]。

醇洗工艺提取蛋白不会造成环境污染,可有效降低浓缩蛋白残油量,同步获得花生多糖,但醇洗处理会造成蛋白质变性,影响蛋白的加工特性。

1.2.1.3 反胶束萃取法提取花生蛋白

反胶束萃取法是一种新兴的蛋白质分离技术,可以有效避免蛋白变性,保留其营养特性,近年来有许多研究者采用反胶束萃取技术从花生粕中提取花生蛋白,孙秀平等研究了不同电解质对反胶束技术萃取花生蛋白得率的影响,结果发现在反胶束萃取工艺中以 NaCl 和 KCl 溶液作为电解质所提取的花生蛋白得率较高,分别为 50.19% 和 54.22%^[8]。张玲等对花生蛋白的前萃工艺进行优化,并确定了最优工艺,此工艺蛋白前萃率可达 61.2%^[9]。

1.2.2 花生蛋白改性

无论冷榨或是热榨制油,都会使花生蛋白产生变性,降低其营养价值及功能特性,从而限制其在食品中的应用。实际生产中为进一步改善花生蛋白的功能特性,往往需要采取恰当的工艺对其进行改性,改性后花生蛋白具有更好的营养价值及加工特性^[10]。物理改性、化学改性、酶法改性等为常用的蛋白改性技术。

1.2.2.1 酶法改性制备花生肽

花生肽由 3~6 个氨基酸组成,不含胆固醇,氨基酸组成接近人体氨基酸组成,致敏性低,易消化,易吸收,具有降压、降脂、抗氧化、抗菌、抗疲劳、提高免疫力等功能。花生肽具有优秀的加工特性,食用安全,可应用于婴幼儿配方食品、营养食品、医用食品、运动员食品等,是一种“极具发展潜力的功能因子”^[11]。近几年,具有一定功能活性的花生短肽的制备引起国内外研究者的关注^[12],具有较好 ACE 抑制活性和抗氧化活性的花生短肽陆续被制备出来。但由于生产成本过高、生理活性较低等因素,导致这些花生短肽的应用受到限制,提高短肽得率、提升短肽活性成为花生肽研究的重要方向。酶法水解是目前制备花生肽最常用的方法。

Ji N 等采用碱性蛋白酶水解花生蛋白制备抗氧化性花生肽,并对产物氨基酸序列进行鉴定,确定三种抗氧化肽的氨基酸序列分别为 Thr-Pro-Ala/Ile/

Leu-Pro-Ser, Ser-Pro^[13]。李瑞等分别采用复合蛋白酶、中性蛋白酶及碱性蛋白酶酶解花生粕制备花生肽,并对三种酶酶解效果进行比较,发现复合蛋白酶肽得率最高(85.96%),酶解效果最佳^[14]。

1.2.2.2 发酵法改性制备花生肽

发酵法是一种制备蛋白肽的新方法,将发酵生产蛋白酶及酶解生产大豆肽工艺相结合,可有效去除黄曲霉素 B2^[15],成本低,工序简单,产品无苦味,口感良好,近年来越来越多地被用于多肽制备工艺中。Youwei Zhang 等比较了 6 种菌株对花生粕的发酵效果,确定枯草芽孢杆菌是发酵花生粕的最佳菌种,同时对枯草芽孢杆菌制备花生肽的工艺进行优化,发现在优化的条件下制备的花生肽具有较好的抗氧化性,DPPH 清除率可达 80.06%。

1.2.2.3 复合改性制备花生肽

热处理、机械处理、超声处理、微波处理等物理改性技术,成本较低,容易实现,但改性效果欠佳;磷酸化、酰基化、糖基化等化学改性技术,改性效果明显,但反应剧烈,条件要求较为苛刻,不易实现。在实际生产中,将物理改性、化学改性、酶法改性等技术复合进行蛋白改性,不仅可以节省成本,且安全性高、改性效果优异,应用越来越广泛。

为提高酶法制备花生肽的得率,改进抗氧化、降血压等功能品质,国内外学者采用超声、微波、水热等不同方法对花生粕及花生蛋白进行预处理,取得了较好的改性效果。马利华等采用超声波辅助酶法制备花生抗氧化肽,发现超声辅助酶解可显著提高花生蛋白水解度及花生肽产品的抗氧化性,产品 DPPH 自由基清除率可达 89.22%^[16]。江晨、陈林、Dong 等通过研究证明微波辅助酶法、水热辅助酶法、高压均质辅助酶法等复合改性技术均可显著改善花生蛋白的营养及功能特性^[17-19]。

1.2.3 制备花生多糖

多糖为花生粕内第二大营养成分,具有免疫调节、抗氧化等多种活性。提取花生多糖的方法有酸提、碱提、水提、酶提等^[20]。酸提、碱提是提取花生多糖常用的方法。任初杰等研究采用酸提法制备花生多糖,多糖得率 9.39%^[21],在此基础上进一步研究得到了碱提最佳工艺,花生多糖得率 9.79%。薛芳等采用超声技术辅助碱提法制备花生多糖,多

糖得率 13.78%^[22]。韩冰等分别优化了酶法及水提法制备花生多糖的工艺,优化工艺后花生多糖得率分别为 10.06% 和 10.24%^[23]。为提高多糖提取率,许多研究者采取多法联用技术制备花生多糖,取得较好的效果。高思思、阎欲晓等将微波、超声波技术与酶解技术联用制备花生多糖,均有较好的提取效果。目前我国有关花生多糖制备及其功能性研究并不多,制备工艺仅处于实验室阶段,还需进一步深入研究,以期获得规模化生产工艺。

2 花生红衣

花生在加工过程中,常需要脱皮,会产生大量的花生红衣。花生红衣内含有丰富的活性物质,具有止血、补血、降脂、降糖、抗氧化、抗过敏等功能^[24],常用来制备治疗出血或贫血等症状的中药,也有研究者将其作为添加剂应用于食品中,来延长食品保质期^[25]。目前,花生红衣资源仅少量用于制药或应用于食品中,大多数还是被用作饲料或被舍弃,产品附加值较低。研究花生红衣内的活性物质提取工艺,并将其应用于食品及医药行业,可提高花生的综合利用价值,促进相关产业发展。

2.1 花生红衣的营养组成

花生红衣具有丰富的营养成分,其主要营养成分为脂肪、纤维素、蛋白质,以及红衣服素、白藜芦醇、黄酮类等多酚类活性物质,红衣内铁、铜、钾、锌、钙、硒等微量元素含量也很丰富^[26]。花生红衣营养成分组成见表 2。

表 2 花生红衣主要营养成分 g/100 g

成分	纤维素	脂肪	蛋白质	灰分	丹宁	多酚类
含量	37~42	10~14	11~18	8~21	7	15

2.2 花生红衣精深加工

花生红衣内多酚类含量约 150 mg/g,抗氧化活性强^[27],对多酚类提取、分离及构效研究由来已久,目前已有将花生红衣多酚作为抗氧化成分应用于植物油、饮料及肉制品中的相关研究,研究表明红衣多酚可明显延长产品保质期。水法、有机溶剂法等是提取红衣多酚最常用的方法^[28]。

水法成本低,无污染,但多酚得率低,不适合工业化生产,水法提取花生多酚的相关研究较少。姚永志等对水法提取花生红衣多酚工艺进行优化,确

定了粗提花生红衣多酚的最优工艺:温度 40 ℃,时间 1 h,液料比 75%,多酚得率 6.41%^[29]。Ballard 研究表明在 50.4 ℃条件下,水提 10.1 min,红衣多酚得率可达 8.1%^[30]。

溶剂法得率较高,较适于产业化。提取花生红衣多酚可以选用的有机溶剂包括乙醇、甲醇、乙酸乙酯、丙酮等^[31],考虑到安全性、提取成本等因素,目前研究者们大多选用乙醇作为溶剂进行红衣多酚提取研究。吴克刚等对乙醇法提取花生红衣多酚的工艺进行优化,红衣多酚得率为 12.37%^[32]。

为提高多酚提取效率,微波、超声、酶技术辅助提取红衣多酚的研究越来越多,Ballard 等优化了微波辅助醇法提取红衣多酚的工艺,多酚得率达到 14.36%^[33]。刘翠等比较了微波、超声及酶对醇法提取花生红衣多酚的辅助提取效果,结果表明,超声辅助醇法提取效果最优,多酚类提取率可达 85.62% ± 0.52%^[34]。

表 3 花生壳营养成分 g/100 g

成分	蛋白质	脂肪	纤维素	半纤维素	可溶性糖	总黄酮	钙	钾
含量	4.8~7.2	1.2~2.8	65.7~79.3	10.1	10.6~21.2	0.23~0.62	0.29	0.25

3.2 花生壳精深加工

3.2.1 制备膳食纤维

膳食纤维被誉为人类“第七大营养素”,摄取充足的膳食纤维可预防和治疗多种疾病。花生壳中纤维素含量超过 60%,是制备膳食纤维的优质、廉价原材料,目前以花生壳为原料制备膳食纤维的主要方法有酸碱法、酶法等。冯郁蔺等分别采用酸碱法及酶法从花生壳中提取膳食纤维,并得到最佳工艺,膳食纤维提取率分别为 75.8%、81.5%^[36]。Yu L 等研究发现微波、超声辅助酸碱法、酶法提取膳食纤维,与酸碱法、酶法相比提取率显著提高^[37]。

3.2.2 提取黄酮类化合物

目前,已有企业从花生壳中提取黄酮类化合物并生产出“脉舒胶囊”产品,具有良好的降压、降脂效果。乙醇法是一种较传统的从花生壳中提取黄酮类化合物的方法,许晖等采用响应面法优化了乙醇法提取花生壳黄酮类化合物工艺^[38]。为提高乙醇法总黄酮提取率,范金波等分别采用微波辅助、酶法辅助、超声辅助、超高压辅助等技术辅助醇法提取花生壳黄酮类化合物,并对提取工艺进行优化,与传统乙醇法提取工艺相比,提取效率得到有

3 花生壳

作为花生加工的主要副产物之一,花生壳的利用率很低,大部分被当作燃料或直接被废弃,造成资源的极大浪费。花生壳内膳食纤维、黄酮类高品质成分丰富,可开发潜力巨大。如果对花生壳加以综合利用,经济效益非常可观。近年来,越来越多的研究人员对有效利用花生壳资源制备膳食纤维、提取黄酮类化合物、制备生物油及活性碳等方面进行了广泛研究,为花生壳资源的精深加工提供了可靠的技术支撑。

3.1 花生壳营养组成

花生壳中的营养成分主要有纤维素、可溶性糖、蛋白质、脂肪、黄酮类化合物、维生素,及铁、钙、钾、镁、磷等矿物质。木犀草素为花生壳中的主要黄酮类化合物,具有抗病毒、抗氧化、抗过敏、抗肿瘤等多种功能^[35]。花生壳的营养组成见表 3。

效提高^[39-40]。

4 结论

综上所述,我国花生资源丰富,花生加工会产生大量的花生粕、花生红衣、花生壳等副产物,这些副产物内含有蛋白质、脂类、纤维素、多酚类、多糖类、维生素类,及铁、钙、锌等多种有益成分,可利用价值极高,有着广阔的开发及精深加工前景。

目前,花生副产物资源的综合利用与精深加工研究已经取得较好成果,所开发产品也越来越多,花生蛋白素肉、花生蛋白饮料、花生蛋白粉、花生短肽、原花青素等相关产品已经具有一定的产业化规模,但我国花生产业仍存在产业链短、竞争力弱等问题^[41]。一些花生副产物精深加工技术仍处于小试或实验室阶段。创新采用多种技术手段对花生短肽、多糖、多酚、膳食纤维等营养健康产品制备工艺进行优化扩大,进一步开发系列花生短肽、花生蛋白、茎叶提取物等花生副产物精深加工产品,并对关键技术进行集成与产业化示范,延长花生产业链,提升花生产品的附加值与竞争力,是未来花生副产物资源有效开发及综合利用的研究重点。

参考文献:

- [1]王强. 花生加工品质学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
- [2]梅娜, 周文明, 胡晓玉, 等. 花生粕营养成分分析[J]. 西北农业学报, 2007, 16(3):96-99.
- [3]Yu J, Ahmedna M, Goktepe I. Peanut protein concentrate: Production and functional properties as affected by processing[J]. Food Chemistry, 2007, 103(1):121-129.
- [4]张倩, 陈复生. 花生蛋白的改性方法研究[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(9):13-17.
- [5]杨伟强, 禹山林, 袁涛. 碱提酸沉法制取花生分离蛋白工艺研究[J]. 花生学报, 2008, 37(4):12-17.
- [6]高丽霄, 刘冬, 徐怀德, 等. 高温花生粕中花生蛋白提取工艺研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(5):273-276.
- [7]刘玉兰, 高经梁, 张慧茹, 等. 醇洗花生浓缩蛋白的营养生理学探讨[J]. 中国粮油学报, 2015, 30(1):60-64.
- [8]孙秀平, 陈军, 陈锋亮, 等. 不同电解质溶液对反胶束萃取花生蛋白的影响[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(9):76-79.
- [9]张玲, 梁妍, 郑小武, 等. 响应面法优化反胶束提取花生粕蛋白前萃工艺[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(9):59-63.
- [10]董新红, 赵谋明, 蒋跃明. 花生蛋白改性的研究进展[J]. 中国粮油学报, 2011, 26(12):109-117.
- [11]裴剑慧, 王强, 周素梅. 我国花生蛋白资源的开发与利用[J]. 粮油加工与食品机械, 2005(12):53-55.
- [12]Gong K J, Shi A M, Liu H Z, et al. Preparation of nanoliposome loaded with peanut peptide fraction: stability and bioavailability[J]. Food & Function, 2016, 7(4):2034-2042.
- [13]Ji N, Sun C, Zhao Y, et al. Purification and identification of antioxidant peptides from peanut protein isolate hydrolysates using UHR-Q-TOF mass spectrometer[J]. Food Chemistry, 2014, 161(3):148.
- [14]李瑞, 王旭, 胡立新. 酶解制备花生肽[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(9):174-177.
- [15]孙丰芹, 金青哲, 王兴国, 等. 去除黄曲霉毒素 B1 的菌株筛选[J]. 食品与生物技术学报, 2011, 30(2):273-277.
- [16]马利华, 宋慧, 陈学红, 等. 超声波-复合酶耦合法制备花生粕抗氧化肽研究[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(17):60-65.
- [17]江晨, 林荣丽, 毕洁, 等. 微波辅助酶解花生粕同步提取多糖和抗氧化肽的工艺研究[J]. 花生学报, 2017, 46(1):44-52.
- [18]陈林, 陈建设, 于泓鹏, 等. 水热处理提高花生分离蛋白酶解效率及其机理分析[J]. 农业工程学报, 2017, 33(1):278-284.
- [19]DONG X, ZHAO M, SHI J, et al. Effects of combined highpressure homogenization and enzymatic treatment on extraction yield, hydrolysis and function properties of peanut proteins [J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2011, 12(4):478-483.
- [20]姜楠, 刘红芝, 刘丽, 等. 花生粕多糖的制备、结构表征及功能评价研究进展[J]. 中国粮油学报, 2013, 28(12):119-123.
- [21]任初杰, 姚华杰, 王承明, 等. 酸提花生粕多糖工艺研究[J]. 食品科学, 2007, 28(9):128-132.
- [22]薛芳, 颜瑞, 王承明. 超声辅助碱提取花生多糖的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(8):158-163.
- [23]韩冰, 李全宏. 花生多糖的提取工艺优化及抗氧化活性[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(12):54-58.
- [24]Tsujita T, Shintani T, Sato H. Preparation and characterisation of peanut seed skin polyphenols[J]. Food Chemistry, 2014, 151(4):15-20.
- [25]Yu J, Ahmedna M, Goktepe I. Potential of peanut skin phenolic extract as antioxidative and antibacterial agent in cooked and raw ground beef[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2010, 45(7):1337-1344.
- [26]童愈元, 何东平. 花生红衣中红色素、原花色素的提取工艺研究[J]. 农业机械, 2011(4):116-119.
- [27]Shem-Tov Y, Badani H, Segev A, et al. Determination of total polyphenol, flavonoid and anthocyanin contents and antioxidant capacities of skins from peanut (arachis hypogaea) lines with different skin colors[J]. Journal of Food Biochemistry, 2012, 36(3):301-308.
- [28]刘翠, 刘红芝, 刘丽, 等. 花生红衣多酚类物质的制备及其抗氧化活性研究进展[J]. 中国粮油学报, 2015, 30(8):136-142.
- [29]姚永志, 王子涵, 左锦静. 水作溶剂提取花生红衣多酚物质的研究[J]. 现代食品科技, 2006, 22(4):110-112.
- [30]Ballard T S. Optimizing the Extraction of Phenolic Antioxidant Compounds from Peanut Skins[D]. Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University, 2008.
- [31]Nepote V, Grosso N R, Guzman C A. Extraction of antioxidant components from peanut skins. [J]. Grasas Y Aceites, 2002, 53(4):391-395.
- [32]Elsorady M E I, Ali S E. Antioxidant activity of roasted and unroasted peanut skin extracts[J]. International Food Research Journal, 2018, 25(1):43-50.
- [33]Ballard T S, Mallikarjunan P, Zhou K, et al. Microwave-assisted extraction of phenolic antioxidant compounds from peanut skins [J]. Food chemistry, 2010, 120(4):1185-1192.
- [34]刘翠, 石爱民, 刘红芝, 等. 超声辅助法制备花生红衣的多酚类物质[J]. 中国食品学报, 2016(12):141-150.
- [35]周萍. 花生壳质量控制方法及其有效成分[D]. 杭州:浙江大学, 2006.
- [36]冯郁茵, 贾花芹, 郑战伟, 等. 花生壳中水不溶性膳食纤维的响应面法优化提取[J]. 中国油脂, 2011, 36(5):71-73.
- [37]Yu L, Gong Q, Yang Q, et al. Technology Optimization for Microwave-assisted Extraction of Water Soluble Dietary Fiber from Peanut Hull and Its Antioxidant Activity[J]. Food Science & Technology Research, 2011, 17(5):401-408.
- [38]许晖, 孙兰萍, 张斌, 等. 响应面法优化花生壳黄酮提取工艺的研究[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(1):107-111.
- [39]范金波, 周素珍, 郑立红, 等. 微波辅助提取花生壳总黄酮工艺参数的优化[J]. 中国食品学报, 2013, 13(11):55-60.
- [40]熊清平, 张强华, 石莹莹. 酶法辅助提取花生壳中木犀草素的工艺研究[J]. 中国酿造, 2012, 31(1):46-49.
- [41]韩肖. 我国花生产业大而不强中国粮油学会花生食品分会将解决产业痛点[J]. 中国食品, 2017(16):171. ㊞