

## 花生蛋白组成与结构对其功能特性的影响

崔颖凡<sup>1</sup>, 郭芹<sup>1</sup>, 李振源<sup>1</sup>, 顾丰颖<sup>1</sup>, 李甜<sup>1</sup>, 赵赓九<sup>1</sup>, 张雨<sup>2</sup>, 王强<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup> 中国农业科学院农产品加工研究所 农业农村部农产品加工综合性重点实验室 北京 100193

<sup>2</sup> 中国农业科学院生物技术研究所 北京 100081)

**摘要** 我国花生品种资源丰富,开发利用空间较大,不同品种的花生蛋白组成与亚基含量差异较大,决定其不同的功能特性,影响花生蛋白的应用领域。本文概述目前我国花生品种资源情况,介绍花生蛋白的组成,从花生蛋白组成与结构变化的角度,总结不同品种间蛋白组成的差异,蛋白组分和亚基与其功能特性的关系,以及在新型技术、酶处理等因素的影响下花生蛋白结构与功能特性的关系,同时介绍其在食品领域的应用,旨在为未来花生蛋白加工与利用提供理论基础。

**关键词** 花生; 蛋白组成; 蛋白结构; 功能特性

**文章编号** 1009-7848(2024)10-0449-11 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2024.10.041

我国花生产量稳居世界首位,2022 年产量达 1 830 万 t(USDA),我国近一半以上的花生被用于榨油,榨油后的残留物质为花生粕(蛋白约占 50%),花生仁中蛋白含量达 25%~36%<sup>[1]</sup>。花生及其饼粕是一种优质的植物蛋白资源,具有较好的溶解性、凝胶性、乳化性等功能特性,添加到食品中,不仅能改善食品品质,而且能强化食品营养,备受肉制品、饮料、乳制品、面制品等行业的喜爱<sup>[2]</sup>。目前许多研究对花生蛋白进行提取与修饰,以改善其功能特性,提升其在食品行业作为重要蛋白来源的地位,然而对花生蛋白组成、结构及功能特性的了解仍不全面,不能根据其组成和结构来定位花生蛋白的使用范围,导致花生蛋白不能高质量地满足市场需求。

以“花生蛋白”和“功能特性”为关键词,通过 Web of Science、Springer Link、ACS、Wiley、CNKI、万方等系列数据库对近十年国内外花生蛋白组分、亚基及功能特性相关文献进行统计,见表 1。分析发现相关研究集中在花生蛋白及组分提取、花生蛋白组分与亚基组成分析、花生蛋白及组分功能特性评价、花生蛋白应用等方面。近五年,随

着物理、化学等科学技术的不断成熟,尤其在花生蛋白组成结构变化、功能特性的关联性上又有新突破。

花生蛋白的功能特性直接受花生蛋白组分含量、亚基含量、氨基酸序列、蛋白质结构等因素的影响。本文在前人研究的基础上,从花生蛋白组成与结构变化角度,总结其对功能特性的影响,为花生蛋白的应用,功能特性的挖掘以及高值化利用提供理论参考。

### 1 花生品种资源情况

我国有花生品种资源 7 000 多份,不同品种、不同地区、不同果型的花生蛋白含量差异较大,会对花生蛋白功能特性有一定影响。目前已培育出大量的高蛋白花生品种,蛋白含量最高可达 30%<sup>[21-26]</sup>,如图 1 所示。花生按果型可分为普通型、珍珠豆型、中间型、龙生型、多粒型,果型为多粒型和珍珠豆型的花生蛋白含量较高,平均含量分别为 28.06%~28.71%和 28.16%~28.79%,龙生型花生蛋白含量为 26.76%~27.02%,普通型和中间型的花生蛋白含量较低,平均含量分别 25.83%~26.74%和 24.73%~27.36%<sup>[27]</sup>。从不同地区来看,如表 2 所示,华东地区(福建、浙江、江西、安徽)、华中地区(湖南、湖北)和新疆维吾尔自治区等地花生蛋白平均含量较高,华北地区(河北)、东北地区(黑龙江)等地花生平均蛋白含量较低<sup>[28]</sup>,这可能与供试品种不同有关。花生原料的品质与花生制

**收稿日期:** 2023-10-25

**基金项目:** 国家自然科学基金联合基金项目(U21A20270);  
国家花生产业技术体系(CARS-13);新疆自治区重点研发计划课题(2021B02003-3,2021B02003-4)

**第一作者:** 崔颖凡,女,硕士生

**通信作者:** 王强 E-mail: wangqiang06@caas.cn

表 1 近十年国内外有关花生蛋白功能特性的综述  
Table 1 Review on functional properties of peanut protein in recent ten years at home and abroad

研究年份	综述内容	参考文献
2022	花生蛋白特点以及改善功能特性的方法	[3]
2022	花生蛋白稳定乳液及应用	[4]
2020	花生蛋白凝胶性进展	[5]
2020	花生化学成分	[6]
2017	亚基水平上花生蛋白组成、结构和功能性质	[7]
2017	花生加工适宜性评价	[8]
2017	花生粕综合利用	[9]
2016	花生蛋白亚基结构与性质功能进展	[10]
2016	花生活性成分	[11]
2016	花生蛋白质改性机理与应用	[12]
2015	花生蛋白制备技术	[13]
2014	改性对花生蛋白结构以及功能特性影响	[14]
2014	花生蛋白水合性质研究进展	[15]
2014	热榨花生粕中花生蛋白研究	[16]
2013	花生蛋白特性以及相关疾病	[17]
2012	花生蛋白组分及功能性质	[18]
2012	花生副产物应用	[19]
2012	花生营养成分	[20]

品的品质密不可分，不同加工产品对原料的要求各有不同，对不同品种的花生蛋白进行研究可以在原料层面进行筛选，加工出高品质的花生蛋白食品。

2 花生蛋白组成对功能特性的影响

花生蛋白按制备温度可分为高温蛋白和低温蛋白，高温花生粕是花生高温制油后得到的副产物，低温花生粕是花生冷榨提油后的副产物，与高温花生粕不同，冷榨工艺制备的低温花生粕中蛋白质变性程度小，产品后续应用空间更大<sup>[29]</sup>。花生蛋白按制备方法可分为花生浓缩蛋白和花生分离蛋白，花生浓缩蛋白通常是以脱脂花生粉为原料，通过热水萃取、等电点沉淀和乙醇洗涤等方法制得，花生分离蛋白通常是通过碱溶酸沉和超滤膜

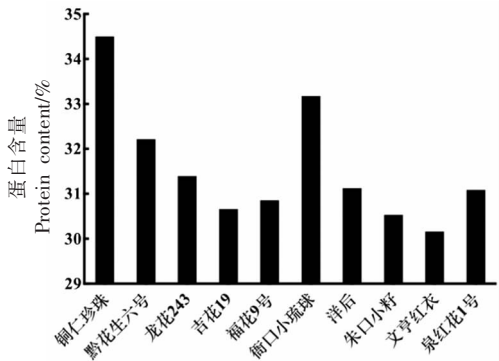


图 1 不同品种花生的蛋白含量  
Fig.1 Protein content of different peanut varieties

表 2 不同地区花生的蛋白含量  
Table 2 Protein content of peanut in different regions

地区	平均蛋白含量/%	地区	平均蛋白含量/%
黑龙江	21.80~23.32	河南	19.22~22.50
新疆	28.10~28.14	安徽	28.80~29.14
山东	26.21~28.20	四川	25.27~28.00
山西	26.50~27.67	广东	28.30~28.93
河北	23.90~24.76	福建	30.19~30.40
江苏	24.30~24.40	江西	29.78~30.10
湖北	28.80~29.04	湖南	29.30~29.40
浙江	26.50~30.70	广西	26.50~28.54
辽宁	27.90~28.32	陕西	23.47~26.50
云南	26.56~26.60	贵州	27.10~28.34

法制得，由于制备方法不同，其性质也不同<sup>[30]</sup>。通过以“花生分离蛋白”和“花生浓缩蛋白”为关键词，经文献对比分析发现，近五年对花生分离蛋白的研究程度显著高于花生浓缩蛋白，这可能是由于花生分离蛋白得率高，制备工艺简单，产品质量高。花生蛋白按溶解性可分为盐溶蛋白、水溶蛋白、酸溶或碱溶蛋白、醇溶蛋白<sup>[31]</sup>，其中盐溶蛋白占 90%，包含花生球蛋白、伴花生球蛋白 I 和伴花生球蛋白 II<sup>[32]</sup>。由于不同的研究者使用的提取与表征方法不同，对花生蛋白组成的分类方式也存在一定差异。

2.1 花生蛋白组分对功能特性的影响

花生蛋白的主要蛋白组分为花生球蛋白和伴花生球蛋白，伴花生球蛋白由伴花生球蛋白 I 和伴花生球蛋白 II 组成，不同品种间其含量也有差

异。花生球蛋白的范围为46.40%~62.70%,平均含量为56.00%左右,伴花生球蛋白的范围为37.30%~53.50%,平均含量为43.98%左右,其中伴花生球蛋白I的范围为20.90%~33.40%,平均含量为25.16%左右,伴花生球蛋白II的范围为13.40%~25.30%,平均含量为18.82%左右<sup>[33]</sup>。花生球蛋白与伴花生球蛋白是花生中的主要蛋白质组分,它们二者极大程度地决定了花生蛋白的功能特性。

除pH值在等电点附近的情况下,花生球蛋白溶解性均较高,最高可达80%以上<sup>[34]</sup>。伴花生球蛋白的乳化活性指数<sup>[35]</sup>、凝胶性显著高于花生球蛋白,二者在相同浓度下,伴花生球蛋白的硬度及弹性显著高于花生球蛋白<sup>[36]</sup>,同时,伴花生球蛋白I与花生蛋白凝胶性呈正相关<sup>[37]</sup>,耐热性也较强<sup>[38]</sup>。可以看出,不同的蛋白组分的功能特性具有差异。

## 2.2 花生蛋白亚基组成对功能特性的影响

花生球蛋白包含4个亚基,分别为40.5, 37.5, 35.5, 23.5 ku, 伴花生球蛋白I包含3个亚基,分别为15.5, 17, 18 ku, 伴花生球蛋白II只含有一个61 ku<sup>[10]</sup>。不同的研究过程及其方法可能会导致亚基条带位置不同,而排列顺序一致的亚基基本可以确定为同一个<sup>[39]</sup>。61 ku含量范围为13.40%~25.30%, 40.5 ku含量范围为7.70%~14.50%, 37.5 ku含量范围为10.5%~17.9%, 35.5 ku含量范围为0~19.2%, 23.5 ku含量范围为18.7%~26.5%, 18 ku含量范围为6.6%~11.4%, 17 ku含量范围为6.9%~13.2%, 15.5 ku含量范围为3.7%~11.9%<sup>[40]</sup>。

不同的亚基对功能特性影响不同,同一亚基可以影响多种功能特性。如图2所示,42.1 ku亚基与持油性呈极显著正相关,37.5 ku亚基相对含量与内聚力呈极显著负相关,35.5 ku与花生蛋白溶解性呈正相关<sup>[39,41]</sup>,在大量花生品种研究的基础上发现部分品种35.5 ku亚基存在缺失现象,此亚基缺失对花生球蛋白的受热行为有着很大的影响,主要由于其存在形式造成了受热行为的差异,亚基缺失的花生球蛋白的存在形式主要为二聚体,亚基未缺失的花生球蛋白的存在形式除二聚体外还有单体形式,且更易发生热变性<sup>[42]</sup>。33.2 ku亚基与花生蛋白溶解性呈正相关,24.4 ku亚基与

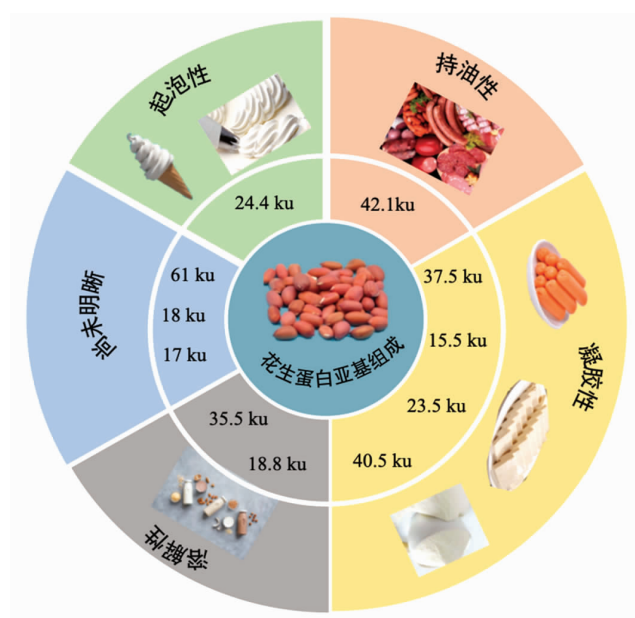


图2 花生蛋白亚基与功能特性的关系<sup>[39,41]</sup>

Fig.2 Relationship between peanut protein subunits and functional properties<sup>[39,41]</sup>

起泡性呈极显著负相关,23.5 ku亚基与花生蛋白凝胶性呈负相关,18.8 ku亚基与花生蛋白溶解性呈极显著负相关,15.5 ku亚基相对含量与内聚力呈正相关<sup>[39,41]</sup>。可以初步得出结论:花生球蛋白中的亚基含量大部分与溶解性呈正相关或者与凝胶性呈负相关,伴花生球蛋白则相反,与前面蛋白组分的研究结果大致相同。

当花生蛋白亚基解离成分子质量更小的亚基后,功能特性会有明显改善。研究表明当亚基降解成分子质量更小的亚基时,其溶解性、乳化性提高<sup>[43-44]</sup>。

## 2.3 花生蛋白的氨基酸组成对功能特性的影响

花生蛋白营养价值较高,含18种氨基酸,包括人体不能自身合成的8种必需氨基酸,除蛋氨酸含量较少外,其它均接近和超过联合国粮食及农业组织(FAO)的规定标准。研究表明天冬氨酸、谷氨酸、精氨酸可达氨基酸总量的45%以上,显著高于其它氨基酸含量<sup>[45]</sup>。氨基酸按种类可分为疏水氨基酸和亲水氨基酸,也可称为非极性氨基酸和极性氨基酸,含有疏水氨基酸亮氨酸、甘氨酸、缬氨酸等。氨基酸的含量和种类会影响到花生蛋白的功能特性。



精氨酸与花生蛋白溶解性呈显著正相关,蛋氨酸、胱氨酸与花生蛋白溶解性呈显著负相关。蛋氨酸与胱氨酸均为含硫氨基酸,精氨酸为亲水氨基酸。半胱氨酸、亮氨酸、精氨酸含量与花生蛋白凝胶性呈正相关,脯氨酸、天门冬氨酸、甘氨酸含量与花生蛋白凝胶性呈负相关<sup>[33]</sup>。研究表明,当花生蛋白必需氨基酸指数变高,花生蛋白的乳化性能增加<sup>[46]</sup>;当花生蛋白的亲水性氨基酸残基暴露,溶解性增加;当天冬酰胺和谷氨酰胺由弱极性转化为极性的天冬氨酸和谷氨酸,蛋白质的净电荷增加,花生蛋白溶解性改善<sup>[47]</sup>。研究表明 2S 蛋白中半胱氨酸和甲硫氨酸含量较高,含硫氨基酸含量相对较高,形成较为稳定的二硫键,可能是导致 2S 蛋白耐热性较好的原因<sup>[38]</sup>,而具体氨基酸种类与花生蛋白的功能特性之间的关系还尚未明晰,可作为今后的重点研究方向深入研究。

### 3 花生蛋白结构对功能特性的影响

#### 3.1 四级结构对功能特性的影响

花生蛋白的四级结构较为复杂,可通过分子模拟软件对花生蛋白的三维构象进行初步探究,当花生蛋白结构变得更为松散时,花生蛋白凝胶性得到改善,而凝胶性的改善是由各级结构共同作用导致的<sup>[48]</sup>。

#### 3.2 三级结构对功能特性的影响

蛋白质三级结构形成的驱动力是疏水作用,表面疏水性变化与蛋白质热聚集体的形成有关,也是花生蛋白凝胶形成的主要原因。疏水相互作用极大程度上影响着蛋白质三级结构的形成与稳定性。表面疏水性增加,疏水基团暴露,三级结构发生变化,影响了花生蛋白的功能特性。Ji 等<sup>[49]</sup>发现,花生蛋白表面疏水性降低了 1 756.4,其可溶性蛋白含量增加了大约 0.2 mg/mL。Zhang 等<sup>[50]</sup>通过圆二色谱观察发现蛋白质三级结构的改变影响了花生蛋白的乳化性能,当表面疏水性为  $1.77 \times 10^3$  时,乳化活性指数(EAI)和乳化稳定指数(ESI)分别为 18.6 和 12.0,当表面疏水性提高至  $3.23 \times 10^3$ ,其 EAI 和 ESI 分别为 30.1 和 14.5,在花生蛋白分子结构遭到破坏时,蛋白质的表面疏水性会增加,同时造成乳化性增加。He 等<sup>[51]</sup>发现表面疏水指数与凝胶硬度变化趋势相同,表面疏水指数增

加,凝胶性也增加,同一浓度的花生蛋白在表面疏水性最高时,其硬度也最高,可达 174.37 g。当花生蛋白表面疏水性降低了 1731.7,其热诱导蛋白凝胶持水能力增加了 6.96%,此时乳液的 Turbiscan 稳定性指数(TSI)从 0.29(0.5 h)增加到 2.92(7 h)<sup>[49]</sup>。

#### 3.3 二级结构对功能特性的影响

花生蛋白二级结构规则性重建对花生蛋白的功能特性有着一定的影响。当花生蛋白二级结构中的  $\alpha$ -螺旋、 $\beta$ -转角含量降低, $\beta$ -折叠结构和无规则卷曲结构含量增加时,花生分离蛋白的溶解性或乳化性会得到很大的改善。

当花生蛋白的  $\alpha$ -螺旋含量为 10.74%, $\beta$ -折叠结构含量为 36.28%, $\beta$ -转角含量为 41.59%,无规则卷曲结构含量为 11.39%时,其可溶性蛋白含量较高,将近 2.2 mg/mL<sup>[49]</sup>。Hu 等<sup>[52]</sup>对  $\alpha$ -螺旋含量为 6.6%, $\beta$ -折叠结构含量为 32.5%, $\beta$ -转角含量为 20.6%,无规则卷曲结构含量为 40.3%的花生蛋白进行二级结构的改变,发现当花生蛋白二级结构  $\alpha$ -螺旋含量降低 0.7%, $\beta$ -转角含量降低 0.5%, $\beta$ -折叠结构增加 0.5%,无规则卷曲结构含量增加 0.7%,乳化活性增加,乳液稳定性也得到提高,溶解性由 69.2%增加至 80.1%。

在 100 ℃条件下加热 5 min,花生蛋白的乳化稳定性最好,此时的花生蛋白二级结构较未处理之前  $\alpha$ -螺旋含量降低 1.72%, $\beta$ -折叠结构降低 1.34%, $\beta$ -转角含量降低 5.72%,无规则卷曲结构含量增加 8.78%,蛋白质结构展开<sup>[53]</sup>。Jiang 等<sup>[54]</sup>研究表明,花生蛋白二级结构变化会影响凝胶性,当  $\alpha$ -螺旋含量降低 4.57%, $\beta$ -折叠结构增加 2.26%,无规则卷曲的含量增加 1.69%时,其黏性有着明显的增加,且能够形成凝胶网络结构。Ji 等<sup>[49]</sup>发现当花生蛋白的  $\alpha$ -螺旋含量为 11.23%, $\beta$ -折叠结构含量为 31.49%, $\beta$ -转角含量为 44.83%,无规则卷曲结构含量为 12.45%时,其乳液稳定性与热诱导蛋白凝胶持水能力较好。

### 4 其它因素对功能特性的影响

花生蛋白的功能特性不仅受花生蛋白组成与结构的影响,还受到其它因素的影响,如 pH 值、温度、新型技术和酶等,如图 3 所示。pH 值主要影

响花生蛋白的电荷状态,在等电点附近时花生蛋白总静电荷为零,导致其状态不稳定,功能特性较差;温度过高会破坏花生蛋白的结构,造成变性;新型技术会改变花生蛋白的组成与结构,酶会对大分子蛋白质进行分解,产生小分子。这些因素都会导致花生蛋白的功能特性发生变化。通过对不同影响因素比对,能够确定花生蛋白在最佳功能特性时的因素条件,大幅度提升花生蛋白利用空间,提高花生蛋白利用效率。

#### 4.1 pH 值对功能特性的影响

花生蛋白的溶解性也会受到 pH 值的影响,在等电点附近,溶解度最差,天然花生蛋白溶解性可由 90% 以上降低至 5% 左右,在酸性条件下,溶解性随着 pH 值的增大而减小,在碱性条件下,溶解性随着 pH 值的增大而增大<sup>[31]</sup>,pH 值是否大于 6 是花生球蛋白能否形成凝胶的关键指标,pH 值小于 6 时,不能形成凝胶。随着 pH 值的增加,花生球蛋白凝胶的硬度、弹性、胶凝性呈上升趋势,其起泡性、持水性趋势与溶解性大致相同<sup>[55]</sup>。

#### 4.2 温度对功能特性的影响

温度升高会造成蛋白质的变性,蛋白质的二级、三级结构被破坏,进而影响花生蛋白的功能特性。在 60℃ 以下,花生蛋白的溶解性无明显变化,当温度大于 60℃ 时,随着温度的升高,溶解度变差<sup>[56]</sup>,这是由于温度过高导致花生蛋白发生了变性。Rao 等<sup>[57]</sup>测定了经烘烤和煮沸后的花生提取的花生蛋白,发现花生蛋白的溶解度随温度的升高而降低。温度也可改善花生蛋白的乳化性与乳化稳定性,经不同温度加热处理后的花生蛋白,其乳化性与乳化稳定性较处理前均有明显改善,在 110℃ 时效果最好<sup>[53]</sup>。对花生蛋白进行 -20℃ 条件下贮藏 48 h,随后室温下 12 h 的冻融循环,乳化性较未循环前有所改善,最高时 EAI 可由 48.93 m<sup>2</sup>/g 上升至 56.24 m<sup>2</sup>/g<sup>[58]</sup>。温度也是影响花生蛋白凝胶形成以及性质的重要因素。当温度从 70℃ 上升至 95℃,花生球蛋白与伴花生球蛋白的硬度、弹性、内聚性、持水性的变化均与温度变化趋势大致相同<sup>[55]</sup>,这表明随着温度的增加,花生蛋白的变性程度越大,形成了三维网络结构。

#### 4.3 新型技术对功能特性的影响

目前,新型技术可以通过改变蛋白质的组成、

结构来改善蛋白质的功能特性,常见的新型技术有高压均质技术、超声波技术、低温等离子体技术、微射流技术等。

高压均质技术是一种通过静高压和均质阀产生的综合效应,从而改变蛋白质的结构和加工特性的新型非热加工技术,Li 等<sup>[59]</sup>发现了高压均质在稳定花生蛋白溶液,提升其功能特性上,发挥了重要的作用,经高压均质处理后的花生蛋白溶液,其溶解性增加,溶液系统稳定性也得到了明显的改善,这是由于高压均质破坏了花生蛋白的结构,使蛋白质能够更好地与水结合,提高溶解度并使溶液更加均匀。Ma 等<sup>[43]</sup>在此基础上还发现了高压均质对乳化性有明显改善。He 等<sup>[51]</sup>对花生蛋白进行超高压处理,热诱导凝胶的持水能力和保油能力较处理前,在 50~200 MPa 压力下均有明显改善,在 100 MPa 条件下花生蛋白热诱导凝胶硬度达最大值,与 Dong 等<sup>[60]</sup>早期研究结果相吻合,高压均质后花生蛋白与脂肪结合能力、发泡能力均有改善作用。

超声波会对蛋白质产生空化效应、机械效应、热效应和化学效应,会产生强烈的剪切力、高速射流、冲击波使肽链和分子间作用力被破坏,从而使蛋白质结构发生变化<sup>[61]</sup>。经超声波处理后,花生蛋白的溶解性提高,Zhang 等<sup>[50]</sup>对花生蛋白进行超声波处理,EAI 和 ESI 得到改善。Sun 等<sup>[62]</sup>对花生球蛋白和伴花生球蛋白进行超声波提取过程中也发现了这一现象。此外,超声波也会改善花生蛋白的持水性和持油性<sup>[63]</sup>。当等离子体产生时,瞬时高能会使蛋白质的化学键断裂,并分解成小分子,可能会导致疏水氨基酸暴露,从而影响蛋白的功能特性。在低温等离子体处理花生蛋白 3 min 时,可溶性蛋白含量最高,较处理前提高了 13.4%,在低温等离子体处理 2 min 时,热诱导凝胶持水性和溶液系统稳定性可达最高值,较处理前提高了 6.96%<sup>[49]</sup>。微射流技术是一种新型的超高压均质方式,微射流处理过程中蛋白质结构被破坏,高压、高速冲击、高频振动和空化相结合的力量可将不溶性聚集体转化为可溶性聚集体。在 40~160 MPa 压力范围内,对花生蛋白溶液微射流技术处理后发现其溶解性较处理前均得到改善,在 120 MPa 时,花生蛋白的溶解度最高,由 69.2% 提升至 80.1%<sup>[52]</sup>。

4.4 酶对功能特性的影响

酶的添加也可以改善其功能特性，相较于新型加工技术,酶可以大幅降低能耗,且一般不会改变氨基酸的化学结构，然而由于酶自身的活力受限，在改善花生蛋白功能特性上也有着一定的限制。目前,常用的酶可分为动物性蛋白酶、植物性蛋白酶和微生物性蛋白酶，酶可以使花生蛋白的结构发生改变,进而影响花生蛋白的功能特性。

Ma 等<sup>[43]</sup>对组合物理修饰的花生蛋白用木瓜蛋白酶进行酶水解，发现水解后的溶解性、乳化性、持水性、起泡性均有提升,可能是由于酶水解降低了花生蛋白的平均分子质量，分子质量较大的 61.5 ku 亚基会被完全水解，在 40.5,37.5,35.5,28,19.5,18,17,15.5 ku 亚基水平上均可观察到被水解现象，另外产生了分子质量小于 30 ku 的亚基。发现用 TG 酶单一处理原始花生蛋白，其乳化性增加,溶解性下降的现象,与其它技术交联效果相比,酶单一处理的效果较差<sup>[64]</sup>。沈宁等<sup>[65]</sup>确定在用枯草杆菌蛋白酶酶量 5 000 U/g，底物浓度 7.5%,pH 7.5,温度 40 ℃的条件下,对花生蛋白进行酶解,乳化性最好,达 78.67%。当温度低于 70 ℃时,花生蛋白不可能形成凝胶,而花生蛋白在 pH 8.0 条件下，经 2.5 U/g 的 Alcalase 酶处理后，促进了凝胶的形成，花生蛋白逐渐从溶液变为柔软且聚团的凝胶，温度提高到 50~70 ℃可缩短凝胶形成时间，同时酶处理后的花生蛋白表面黏度显著增加<sup>[54]</sup>。

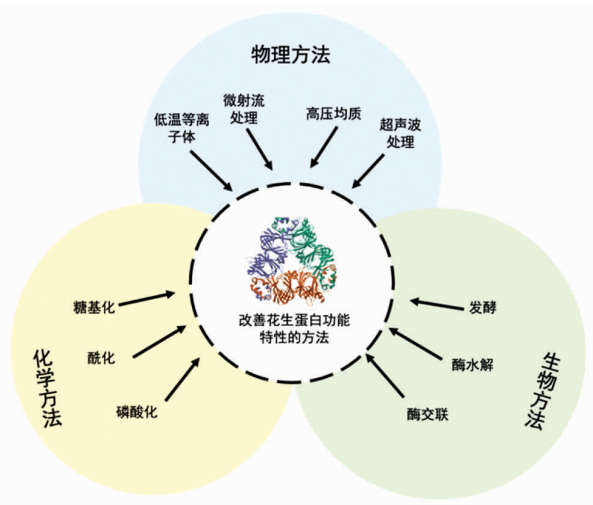


图 3 改善花生蛋白功能特性的方法

Fig.3 Methods to improve the functional properties of peanut protein

5 花生蛋白应用

2040 年,全球人口预估可达到 85 亿,全球蛋白质的需求正在不断增加,相较于动物蛋白,植物蛋白价格低廉，消费者对营养健康与可持续发展的关注逐渐推动着植物蛋白市场向高质量方向发展。在植物蛋白中,花生蛋白凭借其优良的营养价值以及较好的功能特性而备受关注，通过新型技术以及蛋白制备方法,可以使花生蛋白的组成、结构发生变化,进而改善花生蛋白的功能特性,使其更好地应用在食品中<sup>[66]</sup>。在肉制品加工方面,在火腿中加入花生蛋白粉,能够大幅降低生产成本,且不影响火腿的颜色、风味、组织结构,并可提高火腿的内聚性<sup>[67]</sup>,增强口感,同时起到营养强化的作用,弥补加工过程中营养成分的流失。在饮料加工方面，单一的花生蛋白饮料和复合花生蛋白饮料一直是当前研究的热点，添加了花生蛋白的饮料具有良好的稳定性,同时花生蛋白溶解度较高,饮料易吸收,受众面广,同时具有保健作用,符合人们对营养健康的要求。发酵型花生蛋白饮品可作为非乳制品替代品，满足乳糖不耐受以及素食消费者的需求<sup>[68]</sup>,在面制品加工方面,在面粉中添加花生蛋白粉,可增加面粉的蛋白质含量,提高面条的营养价值,改善口感,并且贮藏性较好<sup>[69]</sup>。花生蛋白可以为各类食品提供高营养价值，而目前花生蛋白食品在风味上仍有一定的发展空间，比如减弱草腥味、泥土味等不良风味,未来可针对花生蛋白食品加工过程中对不良风味物质进行过程监测,优化工艺参数,满足广大消费者的需求。

6 结论

本文总结并详细介绍了花生品种蛋白资源情况、花生蛋白组成对功能特性的影响、花生蛋白结构对功能特性的影响以及其它因素对功能特性影响的最新进展,对今后花生蛋白的加工和利用、花生制品品质提升提供了理论依据。花生蛋白的发展潜力较大,随着新型技术的不断发展,花生蛋白的功能特性得到改善,广泛应用于食品行业,在广大的研究基础上，花生蛋白的功能特性可以更好地被利用于食品以及其它领域，开发出越来越多的花生食品。



## 参 考 文 献

- [1] WANG Q. Peanut processing characteristics and quality evaluation [M]. Singapore: Springer Nature, 2018: 1-67.
- [2] WANG Q. Peanuts: Processing technology and product development [M]. Beijing: Science Press, 2016: 23-61.
- [3] BOUKID F. Peanut protein—an underutilised by-product with great potential: A review [J]. International Journal of Food Science & Technology, 2021, 57(9): 5585-5591.
- [4] 李滢溪, 张丽芬, 赖少娟, 等. 花生蛋白稳定乳液研究进展及应用现状 [J]. 食品研究与开发, 2022, 43(11): 198-204.
- LI Y X, ZHANG L F, LAI S J, et al. Research progress and application status of peanut protein stabilized emulsion [J]. Food Research and Development, 2022, 43(11): 198-204.
- [5] 蒋雨珊, 章绍兵. 花生蛋白凝胶特性的研究进展 [J]. 中国油脂, 2020, 45(3): 98-102.
- JIANG Y S, ZHANG S B. Research progress on gel properties of peanut protein [J]. China Oils and Fats, 2020, 45(3): 98-102.
- [6] BONKU R, YU J. Health aspects of peanuts as an outcome of its chemical composition [J]. Food Science and Human Wellness, 2020, 9(1): 21-30.
- [7] 徐飞, 刘丽, 石爱民, 等. 亚基水平上花生蛋白组成、结构和功能性质研究进展 [J]. 食品科学, 2016, 37(7): 264-269.
- XU F, LIU L, SHI A M, et al. Research progress on composition, structure and functional properties of peanut protein at subunit level [J]. Food Science, 2016, 37(7): 264-269.
- [8] 王丽, 王强, 刘红芝, 等. 花生加工特性与品质评价研究进展 [J]. 中国粮油学报, 2011, 26(10): 122-128.
- WANG L, WANG Q, LIU H Z, et al. Research progress on processing characteristics and quality evaluation of peanut [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2011, 26(10): 122-128.
- [9] 刘庆芳, 蒋竹青, 贾敏, 等. 花生粕综合利用研究进展 [J]. 食品研究与开发, 2017, 38(7): 192-195.
- LIU Q F, JIANG Z Q, JIA M, et al. Research progress on comprehensive utilization of peanut meal [J]. Food Research and Development, 2017, 38(7): 192-195.
- [10] 刘丽, 石爱民, 刘红芝, 等. 花生蛋白亚基结构与性质研究进展 [J]. 中国粮油学报, 2016, 31(10): 151-156.
- LIU L, SHI A M, LIU H Z, et al. Research progress on the structure and properties of peanut protein subunits [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2016, 31(10): 151-156.
- [11] ARYA S S, SALVE A R, CHAUHAN S. Peanuts as functional food: A review [J]. Journal of Food Science and Technology, 2016, 53(1): 31-41.
- [12] 李玉珍, 肖怀秋, 赵谋明, 等. 花生蛋白质改性机理及应用研究进展 [J]. 粮食科技与经济, 2016, 41(5): 65-69.
- LI Y Z, XIAO H Q, ZHAO M M, et al. Research progress on modification mechanism and application of peanut protein [J]. Food Science and Technology and Economy, 2016, 41(5): 65-69.
- [13] 林琳. 花生蛋白制备技术研究进展 [J]. 农业科技与装备, 2015(7): 65-67.
- LIN L. Research progress of peanut protein preparation technology [J]. Agricultural Technology and Equipment, 2015(7): 65-67.
- [14] 封小龙, 刘红芝, 刘丽, 等. 修饰改性对花生蛋白组分结构与功能性质影响的研究进展 [J]. 中国食品学报, 2014, 14(4): 179-183.
- FENG X L, LIU H Z, LIU L, et al. Research progress on the effect of modification on the structure and functional properties of peanut protein components [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2014, 14(4): 179-183.
- [15] 王莹, 王瑛瑶, 刘建学, 等. 花生蛋白水合性质的研究进展 [J]. 食品工业科技, 2014, 35(13): 374-377.
- WANG Y, WANG Y Y, LIU J X, et al. Research progress on the hydration properties of peanut protein [J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(13): 374-377.
- [16] 马治良, 徐同城, 刘丽娜, 等. 热榨花生粕中花生蛋白研究进展 [J]. 中国食物与营养, 2014, 20(3): 31-33.
- MA Z L, XU T C, LIU L N, et al. Research progress of peanut protein in hot pressed peanut meal [J]. Food and Nutrition in China, 2014, 20(3): 31-33.

- [17] GHATAK S K, SEN K. Peanut proteins: Applications, ailments and possible remediation[J]. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2013, 19(2): 369–374.
- [18] 杜寅, 王强, 刘红芝, 等. 花生蛋白组分及其功能性质研究进展[J]. *食品科学*, 2012, 33(1): 285–289.
- DU Y, WANG Q, LIU H Z, et al. Research progress on peanut protein components and their functional properties[J]. *Food Science*, 2012, 33(1): 285–289.
- [19] ZHAO X Y, CHEN J, DU F L. Potential use of peanut by-products in food processing: A review[J]. *Journal of Food Science & Technology*, 2012, 49(5): 521–529.
- [20] SETTALURI V S, KANDALA C, PUPPALA N, et al. Peanuts and their nutritional aspects—a review[J]. *Food & Nutrition Sciences*, 2015, 3(12): 1644–1650.
- [21] 郭贵敏, 江兵, 杨顺国, 等. 优质高蛋白花生新品种黔花生六号的选育[J]. *贵州农业科学*, 2016, 44(2): 10–11.
- GUO G M, JIANG B, YANG S G, et al. Breeding of a new peanut variety with high quality and high protein, Qianhuasheng No.6[J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2016, 44(2): 10–11.
- [22] 高华援, 周玉萍, 王绍伦, 等. 高产高蛋白早熟花生新品种吉花 19 的选育[J]. *花生学报*, 2016, 45(3): 66.
- GAO H Y, ZHOU Y P, WANG S L, et al. The breeding of high yield and high protein early-maturing peanut varieties, Jihua 19[J]. *Journal of Peanuts*, 2016, 45(3): 66.
- [23] 张添运. 优质花生新品种龙花 243 主要农艺性状及配套栽培技术[J]. *农业与技术*, 2018, 38(15): 107–108.
- ZHANG T Y. Main agronomic characters and supporting cultivation techniques of new peanut variety Longhua 243[J]. *Agriculture and Technology*, 2018, 38(15): 107–108.
- [24] 唐兆秀, 徐日荣, 陈湘瑜, 等. 高蛋白花生新品种福花 9 号的选育及丰产栽培技术[J]. *福建农业学报*, 2018, 33(1): 17–20.
- TANG Z X, XU R R, CHEN X Y, et al. High-protein peanut varieties Fuhua 9 breeding and tissue culture technology[J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2018, 33(1): 17–20.
- [25] 郭陞焱, 陈剑洪, 谢少和, 等. 高蛋白红皮花生新品种泉红花 1 号的选育[J]. *福建农业学报*, 2016, 31(12): 1308–1311.
- GUO S Y, CHEN J H, XIE S H, et al. Breeding of a new high protein red peanut variety Quanhonghua[J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2016, 31(12): 1308–1311.
- [26] 颜孙安, 林香信, 刘文静, 等. 福建省花生地方品种营养特性分析[J]. *热带亚热带植物学报*, 2023, 31(3): 380–386.
- YAN S A, LIN X X, LIU W J, et al. Analysis of nutritional characteristics of peanut landraces in Fujian province[J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2023, 31(3): 380–386.
- [27] 姜慧芳, 段乃雄. 花生品种蛋白质含量、含油量及脂肪酸组成的分析[J]. *作物品种资源*, 1994(4): 29–31.
- JIANG H F, DUAN N X. Analysis of protein content, oil content and fatty acid composition of peanut varieties [J]. *Crop Variety Resources*, 1994(4): 29–31.
- [28] 姜慧芳, 任小平. 我国栽培种花生资源农艺和品质性状的遗传多样性[J]. *中国油料作物学报*, 2006, 28(4): 421–426.
- JIANG H F, REN X P. Genetic diversity of agronomic and quality traits of cultivated peanut resources in China[J]. *Chinese Journal of Oil Crops Sciences*, 2006, 28(4): 421–426.
- [29] 王强. 花生深加工技术[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 61–81.
- WANG Q. Deep processing technology of peanut[M]. Beijing: Science Press, 2014: 61–81.
- [30] 刘大川, 张维农, 胡小泓. 花生蛋白制备工艺和功能特性的研究[J]. *武汉工业学院学报*, 2001(4): 1–3, 10.
- LIU D C, ZHANG W N, HU X H. Study on preparation technology and functional properties of peanut protein [J]. *Journal of Wuhan Institute of Technology*, 2001(4): 1–3, 10.
- [31] 王强. 花生生物活性物质概论[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2012: 1–10.
- WANG Q. Introduction to peanut bioactive substances [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2012: 1–10.
- [32] MONTEIRO P V, PRAKASH V. Effect of proteases



- on arachin, conarachin I, and conarachin II from peanut (*Arachis hypogaea* L.)[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 1994, 42(2): 268–273.
- [33] 王丽. 蛋白用花生加工特性与品质评价技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- WANG L. Study on processing characteristics and quality evaluation technology of protein peanut [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2012.
- [34] 刘岩, 赵冠里, 苏新国. 花生球蛋白和伴球蛋白的功能特性及构象研究[J]. 现代食品科技, 2013, 29(9): 2095–2101.
- LIU Y, ZHAO G L, SU X G. Study on functional properties and conformation of arachin and conarachin[J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(9): 2095–2101.
- [35] 王颖佳, 章绍兵, 刘汝慧, 等. 花生蛋白及其组分乳化性质的研究[J]. 食品科技, 2019, 44(4): 261–266.
- WANG Y J, ZHANG S B, LIU R H, et al. Emulsifying properties of peanut protein and its components of the study[J]. Journal of Food Science and Technology, 2019, 44(4): 261–266.
- [36] 赵冠里, 刘岩, 苏新国, 等. 花生球/伴球蛋白富集组分的制备及其物化与功能特性研究 (英文)[J]. 现代食品科技, 2017, 33(7): 97–104.
- ZHAO G L, LIU Y, SU X G, et al. Preparation of arachin/conarachin rich fractions and analysis of their physicochemical and functional properties [J]. Modern Food Science and Technology, 2017, 33(7): 97–104.
- [37] 王丽, 王强, 刘红芝, 等. 花生品质对其蛋白质凝胶性的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(17): 260–267.
- WANG L, WANG Q, LIU H Z, et al. Effect of peanut quality on protein gelatability[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(17): 260–267.
- [38] 杨晓泉, 张水华, 黎茵, 等. 花生2S蛋白的提取分离及部分性质研究[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 1998(4): 2–6.
- YANG X Q, ZHANG S H, LI Y, et al. Extraction, isolation and partial properties of peanut 2S protein [J]. Journal of South China University of Technology (Natural Science Edition), 1998(4): 2–6.
- [39] 贾聪, 芦鑫, 高锦鸿, 等. 花生蛋白亚基组成对蛋白提取率及功能性质的影响[J]. 中国油脂, 2019, 44(11): 63–69.
- JIA C, LU X, GAO J H, et al. Effect of protein subunit composition on extraction yield and functional properties of peanut protein[J]. China Oils and Fats, 2019, 44(11): 63–69.
- [40] 王强. 花生加工品质学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013: 18–40.
- WANG Q. Peanut processing quality [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2013: 18–40.
- [41] 袁秋岩, 刘红芝, 张健, 等. 新疆花生品种 (系) 蛋白亚基组成及品质特性分析[J]. 食品科学, 2020, 41(7): 38–45.
- YUAN Q Y, LIU H Z, ZHANG J, et al. Composition and quality characteristics of protein subunits of peanut cultivars (lines) from Xinjiang[J]. Food Science, 2020, 41(7): 38–45.
- [42] 徐飞, 刘丽, 石爱民, 等. 35.5 kDa 亚基缺失对花生球蛋白受热行为影响[J]. 中国油脂, 2017, 42(1): 84–88.
- XU F, LIU L, SHI A M, et al. Effects of 35.5 kDa subunit deletion on thermal behavior of arachin [J]. China Oils and Fats, 2017, 42(1): 84–88.
- [43] MA T Z, ZHU H G, WANG J, et al. Influence of extraction and solubilizing treatments on the molecular structure and functional properties of peanut protein[J]. LWT—Food Science and Technology, 2017, 79: 197–204.
- [44] 黄六容, 张勋发, 李宇翔, 等. 超声复合酸处理促进花生分离蛋白的亚基解离[J]. 农业工程学报, 2016, 32(18): 285–290.
- HUANG L R, ZHANG X F, LI Y X, et al. Ultrasonic combined acid treatment promotes subunit dissociation of peanut protein isolate[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2016, 32(18): 285–290.
- [45] 芦春斌, 黄上志, 汤学军, 等. 花生种子贮藏蛋白的氨基酸组成分析及发育过程中 17.5 kDa 多肽的合成规律[J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8(4): 339–345.
- LU C B, HUANG S Z, TANG X J, et al. Amino acid composition analysis of peanut seed storage protein and synthesis of 17.5 kDa polypeptide during development [J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2000, 8(4): 339–345.

- [46] SUN X Y, ZHANG W, ZHANG L F, et al. Effect of ultrasound-assisted extraction on the structure and emulsifying properties of peanut protein isolate[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2021, 101(3): 1150–1160.
- [47] LI C, HUANG X J, PENG Q, et al. Physicochemical properties of peanut protein isolate–glucanmannan conjugates prepared by ultrasonic treatment[J]. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2014, 21(5): 1722–1727.
- [48] 何轩辉, 刘红芝, 刘丽, 等. 高压对花生分离蛋白物化特性和微观结构的影响[J]. *中国食品学报*, 2014, 14(8): 123–130.
- HE X H, LIU H Z, LIU L, et al. Effects of high pressure on physicochemical properties and micro-structure of peanut protein isolates[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2014, 14(8): 123–130.
- [49] JI H, DONG S, HAN F, et al. Effects of dielectric barrier discharge (DBD) cold plasma treatment on physicochemical and functional properties of peanut protein[J]. *Food and Bioprocess Technology*, 2017, 11(2): 344–354.
- [50] ZHANG Q T, TU Z C, XIAO H, et al. Influence of ultrasonic treatment on the structure and emulsifying properties of peanut protein isolate[J]. *Food and Bioprocess Technology*, 2014, 92(1): 30–37.
- [51] HE X H, LIU H Z, LIU L, et al. Effects of high pressure on the physicochemical and functional properties of peanut protein isolates[J]. *Food Hydrocolloids*, 2014, 36: 123–129.
- [52] HU X, ZHAO M M, SUN W Z, et al. Effects of microfluidization treatment and transglutaminase cross-linking on physicochemical, functional, and conformational properties of peanut protein isolate[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011, 59(16): 8886–8894.
- [53] 王晓琳, 朱力杰, 陈妍婕, 等. 不同干热处理对花生蛋白二级结构及乳化性的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2016, 42(5): 86–90.
- WANG X L, ZHU L J, CHEN Y J, et al. Different dry heat treatment on the peanut protein secondary structure and the effect of emulsification[J]. *Journal of Food and Fermentation Industry*, 2016, 42(5): 86–90.
- [54] JIANG S, ZHANG J T, LI S H, et al. Effect of enzymatic hydrolysis on the formation and structural properties of peanut protein gels[J]. *International Journal of Food Engineering*, 2021, 17(3): 167–176.
- [55] 杜寅. 花生蛋白主要组分的制备及凝胶特性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- DU Y. Preparation and gel properties of peanut protein components[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2012.
- [56] 曾卫国. 花生蛋白溶解性和乳化性的研究[J]. *农产品加工(学刊)*, 2005(1): 16–18.
- ZENG W G. Study on solubility and emulsification of peanut protein[J]. *Agricultural Products Processing (Journal of Agricultural Sciences)*, 2005(1): 16–18.
- [57] RAO H, TIAN Y, TAO S, et al. Key factors affecting the immunoreactivity of roasted and boiled peanuts: Temperature and water[J]. *LWT–Food Science and Technology*, 2016, 72: 492–500.
- [58] FENG H Y, JIN H, GAO Y, et al. Effects of freeze–thaw cycles on the structure and emulsifying properties of peanut protein isolates[J]. *Food Chemistry*, 2020, 330: 127215.
- [59] LI J X, SHI A M, LIU H Z, et al. Effect of hydrothermal cooking combined with high–pressure homogenization and enzymatic hydrolysis on the solubility and stability of peanut protein at low pH[J]. *Foods*, 2022, 11(9): 1289.
- [60] DONG X H, ZHAO M M, YANG B, et al. Effect of high–pressure homogenization on the functional property of peanut protein[J]. *Journal of Food Process Engineering*, 2011, 34(6): 2191–2204.
- [61] LIN D R, ZHANG Q T, XIAO L J, et al. Effects of ultrasound on functional properties, structure and glycation properties of proteins: A review[J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2020, 61(15): 2471–2481.
- [62] SUN X Y, ZHANG W, ZHANG L F, et al. Molecular and emulsifying properties of arachin and conarachin of peanut protein isolate from ultrasound-assisted extraction[J]. *LWT–Food Science and Technology*, 2020, 132: 109790.
- [63] 耿军凤, 张丽芬, 陈复生. 超声波辅助提取对花生蛋白结构与功能特性的影响[J]. *食品研究与开发*, 2020, 41(9): 61–69.
- GENG J F, ZHANG L F, CHEN F S. Ultrasonic assisted extraction of peanut protein structure and function characteristics[J]. *Food Research and Devel-*

- opment, 2020, 41(9): 61–69.
- [64] HU X, AMAKYE W K, HE P Y, et al. Effects of microfluidization and transglutaminase cross-linking on the conformations and functional properties of arachin and conarachin in peanut[J]. LWT-Food Science and Technology, 2021, 146: 111438.
- [65] 沈宁, 杨光. 酶改性提高花生蛋白乳化性的研究[J]. 食品工业, 2008(2): 28–31.
- SHEN N, YANG G. Enzymatic modification to improve the emulsification of peanut protein[J]. Food Industry, 2008(2): 28–31.
- [66] ALROSAN M, TAN T C, EASA A M, et al. Molecular forces governing protein-protein interaction: Structure-function relationship of complexes protein in the food industry[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2022, 62(15): 4036–4052.
- [67] 石晓, 豆康宁, 赵永敢. 花生蛋白在低温肉制品中的应用研究[J]. 粮油加工, 2010(12): 179–181.
- SHI X, DOU K N, ZHAO Y G. Application of peanut protein in low-temperature meat products[J]. Grain and Oil Processing, 2010(12): 179–181.
- [68] HU G G, LIU J, WANG Y H, et al. Applications of plant protein in the dairy industry [J]. Foods, 2022, 11(8): 1067.
- [69] ADEBOYE A S, FAYEMI O E, BAMGBOSE A, et al. Towards the development of peanut-wheat flour composite dough: Influence of reduced-fat peanut flour on bread quality[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2017, 42(1): e13385.

### Effects of Peanut Protein Composition and Structure on Its Functional Properties

Cui Haofan<sup>1</sup>, Guo Qin<sup>1</sup>, Li Zhenyuan<sup>1</sup>, Gu Fengying<sup>1</sup>, Li Tian<sup>1</sup>, Zhao Gengjiu<sup>1</sup>, Zhang Yu<sup>2</sup>, Wang Qiang<sup>1\*</sup>

<sup>(1)</sup>*Institute of Agri-Food Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences,*

*Key Laboratory of Agri-Products Processing, Ministry of Agriculture, Beijing 100193*

<sup>2</sup>*Biotechnology Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Ministry of Agriculture, Beijing 100081)*

**Abstract** Peanut varieties in China are rich in resources and have a large space for development and utilization. The protein composition and subunit content of different peanut varieties are quite different, which determines their different functional characteristics and affects the application field of peanut protein. This paper reviews the current situation of peanut variety resources in China, introduces the composition of peanut protein, and summarizes the differences in protein composition between different varieties and the relationship between different protein components and subunits and their functional characteristics from the perspective of peanut protein composition and structural changes. The relationship between the structure and functional properties of peanut protein under the influence of new technology, enzyme treatment and other factors, and its application in the food field were introduced, aiming to provide a theoretical basis for the processing and utilization of peanut protein in the future.

**Keywords** peanut; protein composition; protein structure; functional characteristics