DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20260325006
引用格式: 李钰芳, 代杏莹, 郑文涛, 等. 人参属植物花的化学成分、生物活性及功能食品开发研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(11): 21–30.
LI YF, DAI XY, ZHENG WT, *et al*. Research progress on chemical composition, biological activities and functional food development of *Panax* species flowers [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2026, 17(11): 21–30. (in Chinese with English abstract).

人参属植物花的化学成分、生物活性及功能食品开发研究进展

李钰芳[1], 代杏莹[1], 郑文涛[2], 陶文丽[1], 和金泽[1], 李世俊[1*]
(1. 云南农业大学食品科学技术学院, 昆明 650201; 2. 陕西师范大学食品工程与营养科学学院, 西安 710062)

摘 要: 近年来, 随着人参花茶、三七花饮品等特色产品的开发利用不断深化, 以及功能性食品领域的快速发展, 人参属植物花的研究逐渐受到广泛关注。人参属植物花作为人参属植物重要组成部分, 富含人参皂苷、多酚、黄酮、多糖及挥发性成分等多类活性物质, 具有抗氧化、抗炎、免疫调节、神经保护及抗疲劳等生物学功能。本文系统综述了近年来人参属植物花(三七花、人参花、西洋参花)的主要化学成分、生理活性及其作用机制的研究进展, 重点分析了不同花部资源在功能食品开发中的应用现状与优势, 比较了其功能成分与健康效应之间的关联, 并对未来在人参属植物花资源高值化利用、功能产品开发及精准营养应用等方面的发展方向进行展望, 以期为相关领域的基础研究与产业应用提供理论参考与科学依据。

关键词: 人参属植物花; 三七花; 人参花; 西洋参花; 生物活性; 功能食品

Research progress on chemical composition, biological activities and functional food development of *Panax* species flowers

LI Yu-Fang[1], DAI Xing-Ying[1], ZHENG Wen-Tao[2], TAO Wen-Li[1], HE Jin-Ze[1], LI Shi-Jun[1*]
(1. *College of Food Science and Technology*, *Yunnan Agricultural University*, *Kunming* 650201, *China*;
2. *College of Food Engineering and Nutritional Science*, *Shaanxi Normal University*, *Xi'an* 710062, *China*)

ABSTRACT: In recent years, with the continuous development and utilization of characteristic products such as *Panax ginseng* flower tea and *Panax notoginseng* flower beverages, as well as the rapid growth of the functional food sector, research on flowers of *Panax* species has attracted increasing attention. As an important component of *Panax* plants, these flowers are rich in diverse bioactive compounds, including ginsenosides, polyphenols, flavonoids, polysaccharides and volatile constituents, and exhibit various biological activities such as antioxidant, anti-inflammatory, immunomodulatory, neuroprotective and anti-fatigue effects. This review systematically summarized recent advances in the chemical composition, biological activities and underlying mechanisms of *Panax* species flowers (including *Panax notoginseng* flower, *Panax ginseng* flower and *Panax quinquefolius* flower). It

收稿日期: 2026-03-25
第一作者: 李钰芳(1998—), 女, 博士研究生, 主要研究方向为食品科学。E-mail: yufangfangli@126.com
***通信作者:** 李世俊(1972—), 男, 硕士, 教授, 主要研究方向为食品科学。E-mail: lsj7783@126.com

further focused on the current applications and advantages of different flower resources in functional food development, and compared the relationships between their bioactive components and health benefits. In addition, it discussed future perspectives on the high-value utilization of *Panax* flower resources, the development of functional products and applications in precision nutrition, aiming to provide theoretical references and scientific support for both fundamental research and industrial applications in this field.

KEY WORDS: *Panax* species flowers; *Panax notoginseng* flowers; *Panax ginseng* flowers; *Panax quinquefolius* flowers; biological activities; functional foods

0 引 言

人参属(*Panax*)隶属于五加科(Araliaceae)，主要分布于东亚、东南亚及北美等温带地区，是传统重要的药食两用植物资源。人参属植物包括人参(*Panax ginseng*)、三七(*Panax notoginseng*)、西洋参(*Panax quinquefolium*)、竹节参(*Panax japonicus*)等多个重要种类，目前已报道约 15~20 个种，以人参、三七、西洋参等最具代表性[1−3]。

人参和三七在中国的栽培面积最大，西洋参则主要分布于东北亚及北美地区[2,4]。长期以来，人参属植物的研究主要集中于其根部的药理活性和化学成分，而对花部(如人参花、三七花及西洋参花)的系统研究相对较少。这主要因为传统药用体系中人参属植物以根部入药为主，花部长期被视为非主要药用部位；同时，花部产量有限、采集季节性强、保存稳定性较差，加之其化学成分组成复杂、基础研究起步较晚，导致相关系统研究和应用开发明显滞后。实际上，作为植物生长过程中代谢最活跃的组织之一，人参属植物花富含多种人参皂苷、多酚、黄酮、多糖和挥发性化合物，展现出独特的生物活性价值与良好的开发潜力(图 1)。

随着健康产业快速发展和消费者对“天然、植物来源功能因子”的需求增加，人参花、三七花及西洋参花等作为功能性食品原料的研究受到广泛关注。研究表明，人参花中皂苷种类丰富且含量高于根部，尤其是人参皂苷 Rg1、Rb1、Re、Rh1、R1 等成分比例更为均衡，并且人参皂苷具有增强免疫、防治心血管疾病等功能活性[5−6]；PENG 等[7]报道三七花皂苷能通过核因子激活的 B 细胞的 κ-轻链增强(nuclear factor-kappa B, NF-κB)通路抑制炎症反应；而西洋参多糖则具有调节肠道菌群、改善疲劳的功能[8]。同时，人参属植物花还具有良好的食用安全性和独特风味特征，如具有降压、降脂、抗氧化功能的人参花茶、三七花茶、三七花含片、三七花鲜花饼等[9−11]，目前人参属植物花已经广泛应用于茶饮、功能饮料及复合食品中。

综上所述，人参属植物花作为人参资源综合利用的重要方向，具有显著的药理潜力和功能食品开发价值。然而，现有研究多聚焦于单一物种或单一功能成分，缺乏对不同人参属植物花在化学成分组成、生物活性差异及其构效关系方面的系统比较与整合分析，同时其在功能食品中的应用机制及评价体系仍有待进一步完善。因此，本文以三七花、人参花和西洋参花为代表，系统梳理其主要化学成分类型及分布特征，归纳其抗氧化、抗炎及免疫调节等生物活性研究进展，重点比较不同花部资源的成分差异及其潜在健康效应，并结合功能食品开发现状，探讨其高值化利用路径与未来发展趋势。本文对人参属植物花资源进行多维度系统分析，弥补了现有文献缺乏系统整合，为其在功能食品领域的精准开发与科学利用提供了更加系统的理论依据与实践参考。

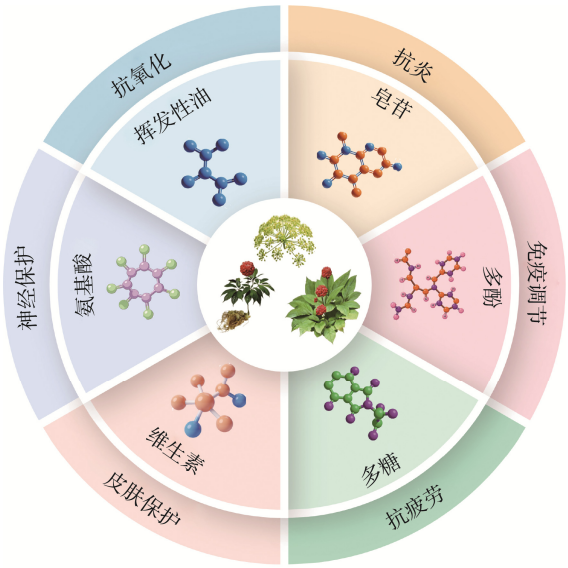


图 1 人参属植物花(人参花、三七花及西洋参花)的化学成分及生物活性

Fig.1 Chemical constituents and biological activities of *Panax* species flowers (*Panax ginseng* flowers, *Panax notoginseng* flowers and *Panax quinquefolius* flowers)

1 人参属植物花的化学成分

人参属植物花是其地上部分中活性成分最为丰富的组织之一，富含多种皂苷、多酚、有机酸、多糖及挥发性成分等，这些物质在维持植物生理功能、抵御胁迫及赋予花特有药理活性方面起着重要作用[12]。研究表明，人参花、三七花和西洋参花虽同属五加科人参属，如表 1 所示，其

表 1　三七花、人参花和西洋参花主要活性化学成分含量[9,13–18]

Table 1　Content of major bioactive chemical constituents in *Panax notoginseng* flowers, *Panax ginseng* flowers and *Panax quinquefolius* flowers[9,13–18]

人参属植物花	皂苷含量/wt.%	多酚含量/(mg/g)	多糖含量/wt.%	挥发油含量/wt.%
三七花	20.00~28.48	7.24	2.72~4.27	/
人参花	5.28~10.68	4.84	4.22~6.54	0.04~0.09
西洋参花	18.21	/	7.03	/

注: /代表未查询到相关信息, 下表同。

主要化学组成和含量特征存在明显差异[9,14–19]。其中, 三七花皂苷含量较高, 人参花多糖含量相对丰富, 这些差异进一步影响了其功能特性及产品开发方向。总之, 不同花部在皂苷、多酚及多糖等关键活性成分的含量上呈现出显著差异, 表明其功能特性及开发潜力各具特点。基于此, 本文将分别对三七花、人参花和西洋参花的功能特性及应用研究进行综述。

1.1　皂苷类化合物

皂苷是一类由亲脂的苷元和亲水的糖链组成的天然化合物, 因其能产生类似肥皂的泡沫而得名, 并具有广泛的生物活性。皂苷是人参属植物花中最具代表性的活性成分[20]。人参属植物的皂苷主要属于三萜皂苷类, 统称为人参皂苷, 人参皂苷是人参属植物中最具代表性的生物活性成分, 根据其母核结构不同, 又可分为两大类型[21]: 原人参二醇型(protopanaxadiol, PPD-type): 如 Rb1、Rb2、Rc、Rd、Rg3 等; 原人参三醇型(protopanaxatriol, PPT-type): 如 Rg1、Re、Rf、Rh1 等。研究发现三七花中的皂苷主要包括二醇型皂苷、三醇型皂苷, 如 Rb1、Rb2、Rb3、Rc、Re 等, 其中 Rc、Rb2、Rb3 通常在三七花中含量较高, 并且三七花中的皂苷含量高于三七的其他部位[22–24]。人参花中人参皂苷含有种类较为丰富, 皂苷成分主要包括 Rb1、Rb2、Rb3、Rc、Rd、Rg1、Re 等, 人参皂苷 Re 含量相对于其他皂苷较高, 并且人参花中总皂苷含量高于人参根、人参茎叶和人参果[25]。西洋参花蕾中人参皂苷总含量高于西洋参根, 且人参皂苷 Rb2、Rb3、Rc、Rd 在西洋参花蕾中含量较高[26–27]。贾丽[28]基于离线三维色谱-高分辨质谱与代谢组学技术从人参花、西洋参花、三七花中分别鉴定 553、596 与 605 个皂苷成分。人参花、西洋参花、三七花都属于人参属但其皂苷成分及含量存在差异。周定婷等[29]发现三七花皂苷的含量显著高于人参花。

近年来, 学者对于西洋参茎叶以及果实成分研究的报道逐渐增多, 但对其花蕾关注仍相对不足。上述相关研究表明, 人参花、三七花、西洋参花的皂苷含量均高于根部, 其中, 三七花总皂苷含量尤为突出, 高于人参花和西洋参花。此外, 人参属植物的化学成分受产地、生态环境及生长条件影响显著, 从而导致其成分及含量的差异。然而总体来看, 当前研究仍主要聚焦于人参属植物根部活性成分, 对花部皂苷的系统定量分析、成分与功能关联机制及不同组织间差异的系统比较研究仍较为薄弱。因此, 亟需围绕人参花、三七花及西洋参花中皂苷类成分开展系统研究, 深入解析其功能活性差异及作用机制, 以支撑其高值化利用与功能产品开发。

1.2　多酚类化合物

多酚类化合物是植物花部的重要组分, 包括黄酮类、酚酸类、芪类和木质素类等, 因其显著的自由基清除能力与金属离子螯合活性而被普遍认为是花部抗氧化活性的主要贡献者之一[30–31]。研究表明, 三七的不同部位都含有多酚类化合物, 其中花部的多酚含量最高, 三七花中含有儿茶素、没食子酸、儿茶素、槲皮素等酚类物质, 其中儿茶素含量最高[32–34]。人参花中的多酚类物质主要是酚酸和黄酮类, 并且富含麦芽酚、儿茶素, 人参花中的总酚酸、总黄酮含量高于人参茎叶[35]。而西洋参花主要含有人参黄酮苷 I 三叶豆苷、人参黄酮苷和山柰酚等酚类物质[36]。综上, 人参属花部富含多酚类化合物, 是其显著抗氧化活性的核心物质基础, 为开发花部功能性食品及天然抗氧化剂提供了化学依据。但仍需进一步通过系统性的成分-结构-活性关联研究, 明确关键活性成分及其协同作用机制, 以促进花部资源的深入开发与利用。

1.3　多糖类化合物

多糖是人参属植物花中具有多种生理活性的物质[37]。研究发现, 人参花、三七花中的多糖成分包括鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖、葡萄糖和半乳糖等, 人参花、三七花多糖提取物具有较好的抗氧化及降血糖活性[29,38]。孟祥颖等[26]研究了西洋参花中的多糖主要由 *D*-甘露糖、*D*-阿拉伯糖、*D*-半乳糖、岩藻糖、鼠李糖、半乳糖等组成。罗维莹等[39]发现西洋参花蕾、花柄、叶中糖类成分进行测定, 发现西洋参花蕾中的总糖、还原糖含量均高于花柄和叶。进一步研究表明, 西洋参花多糖可通过调控 Toll 样受体 4 (Toll-like receptor 4, TLR4)/NF-κB 信号通路, 减轻葡聚糖硫酸钠(dextran sulfate sodium, DSS)诱导的小鼠溃疡性结肠炎炎症反应, 从而发挥抗炎作用[40]。这些研究表明, 多糖类物质是人参属花中除皂苷外又一类重要的功能性成分。目前已有研究表明, 人参属植物花的多糖不仅结构复杂多样, 且具有多种生物活性。尽管已有研究者对其活性开展了系统研究, 但关于该类多糖结构解析、构效关系以及与

其他来源的多糖结构差异比较，仍是未来需要深入探索的重要研究方向。

1.4 挥发油类成分

人参属植物花的挥发性化合物主要包括萜类、醇类、醛类、酮类及芳香族化合物等，其药理活性广泛，主要包括抗菌、抗炎、抗氧化、抗肿瘤及镇静等作用，是现代天然药物研究与开发的重要资源[41]。研究者对不同产地的三七花挥发油类成分进行测定，发现三七花是整棵植株中挥发油含量最丰富的部位，包括萜烯类、酯类及烷烃类等，其中萜烯类化合物含量较多[42−43]。孟祥颖等[44]从西洋参花种鉴定的挥发油类主要包括烃类、醛酮类、醇类、萜类等，其中具有多种生物活性的β-金合欢烯在西洋参花挥发油类物质占比接近一半。人参花中的挥发油类成分主要包括酯类、烷烃、倍半萜及甾体，通过不同提取方式从人参花提取的挥发油类化合物中均是倍半萜烯类化合物含量最高[45]。挥发油是人参属植物花特殊香气的来源，不同的植物花其挥发油组成不同，未来研究可进一步聚焦于不同人参属植物花挥发性成分的香气解析，为研制不同植物花属的特殊的功能性食品提供理论基础。

总之，人参属植物花中，皂苷是主要的活性成分，其次多酚、与黄酮种类同样丰富。此外，还含有多糖、挥发油成分等，共同赋予人参属花生理活性以及感官品质。这些非皂苷成分与人参皂苷协同作用，共同构成人参属植物花的功能物质基础，为其在功能食品领域的开发提供了科学依据。

2 人参属植物花的生物活性

当前研究表明，人参花、三七花及西洋参花在抗氧化、抗炎、免疫调节、抗疲劳、神经保护等方面具有显著作用(表 2)。

2.1 抗氧化活性

氧化应激是由于 ROS 产生过多，超过机体抗氧化防御能力时产生的不平衡状态。这种失衡与多种慢性疾病密切相关，尤其在衰老、癌症、神经退行性疾病和心血管疾病的发展中具有重要作用[46]。人参属花因其富含皂苷、多酚和多糖等物质而具有较好的抗氧化效果。研究表明，三七花皂苷通过 PI3K/AKT/HIF-1α 信号通路缓解 1 型糖尿病相关肝损伤，具有一定的抗氧化、抗炎活性[47]; JING 等[48]比较了超声破碎提取和热回流提取两种工艺对三七花多糖提取的影响，发现超声破碎提取显著改善了三七花多糖的提取效率和抗氧化活性; JIAO 等[49]研究了人参花、叶、根部的提取物含有人参皂苷和寡糖，提取物可显著清除 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical, DPPH)自由基、2,2’-联氮双(3-乙基苯并噻唑啉-6-磺酸)二铵盐[2,2’-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate) diammonium salt, ABTS]阳离子自由基，并提高 CAT、SOD 及 GSH-Px 的活性发挥抗氧化作用。多项研究证实，西洋参花在 DPPH、ABTS、亚铁还原能力(fluorescence recovery after photobleaching, FRAP)等体外抗氧化实验中表现出显著活性，多糖、皂苷等物质是其抗氧化作用的关键物质基础[50−52]。目前已有多项研究表明三七皂苷或叶部皂苷可促进核因子 E2 相关因子 2 (nuclear factor erythroid 2-related factor 2, Nrf2)核转位，上调血红素加氧酶-1 (heme oxygenase-1, HO-1)等下游抗氧化酶表达，从而增强细胞抗氧化能力[60−62]。目前关于人参花抗氧化活性及机制研究较多，而西洋参花也研究了抗氧化成分及抗氧化活性，然而三七花抗氧化活性的研究相对较少，主要集中研究了三七根、叶的抗氧化活性，目前的研究表明三七花中皂苷等活性物质的含量相对较高，皂苷又是具有抗氧化活性的物质，后续可以进一步开展三七花的抗氧化活性研究，为三七花的开发利用提供理论基础。

2.2 抗炎活性

抗炎活性是指物质通过抑制促炎因子产生、阻断炎症信号通路等方式，有效缓解过度炎症反应的能力。人参属花中的皂苷(Rg1、Rb1、R1)和多糖是主要的抗炎活性组分。已有研究表明，不同提取方式显著影响三七花中活性成分的组成及其抗炎效应，其中甲醇提取物通常表现出较水提取物更强的抗炎活性，这种差异主要与皂苷类成分的富集程度及结构差异有关[63]。从具体活性成分来看，三七花中的人参皂苷 Rb2、Rb3 和 Rc 被认为是发挥抗炎作用的重要物质基础，其作用机制主要通过抑制炎症因子释放，从而减轻组织炎症反应[64]。进一步的机制研究表明，三七花提取物可在脂多糖(lipopolysaccharides, LPS)诱导的巨噬细胞炎症模型中显著抑制炎症反应，其关键作用途径在于阻断 NF-κB 信号通路，进而下调 iNOS、COX-2 及多种促炎细胞因子的表达[65]。此外，西洋参花多糖同样展现出良好的抗炎潜力，其通过抑制炎性因子分泌，可有效缓解缺氧诱导的 H9C2 心肌细胞损伤，提示其在心血管炎症相关损伤中的潜在应用价值[52]。总体来看，人参属植物花的抗炎作用主要是通过其所含的皂苷、多糖等活性成分，调控炎症相关信号通路(如 NF-κB)，从而抑制炎症因子的产生，最终发挥抗炎效果，体现出多成分协同作用的特点。然而，目前相关研究仍以三七花和西洋参花为主，对人参花抗炎活性的系统研究相对不足，同时不同物种花部活性成分差异及其构效关系尚缺乏深入比较。此外，现有研究多停留在体外或细胞水平，对其体内作用机制及剂量效应关系的研究仍有待加强。因此，未来研究应进一步聚焦于人参属植物花抗炎活性的物质基础解析、作用机制阐明及多组学整合分析，并推动其在功能性食品及天然抗炎制剂中的应用开发。

2.3 免疫调节活性

免疫系统是身体至关重要的防御系统，能够抵御外来侵害，保持正常的生理稳态。LI 等[13]比较了三七花、

表 2　人参花、三七花及西洋参花的主要活性成分及活性机制

Table 2　Major bioactive constituents and their mechanisms of action in *Panax ginseng* flowers, *Panax notoginseng* flowers and *Panax quinquefolius* flowers

植物来源	主要活性成分	生物活性	主要作用机制	参考文献
三七花、人参花、西洋参花	皂苷	免疫调节	/	[13]
人参花	多糖	抗氧化、降糖	/	[19,29]
三七花	乙醇提取物	抗炎	阻断 NF-κB 信号通路, 进而抑制 iNOS、COX-2 以及多种促炎细胞因子的表达	[46]
三七花	皂苷	抗氧化、抗炎	通过 PI3K/AKT/HIF-1α 信号通路缓解 1 型糖尿病相关肝损伤	[47]
三七花	多糖、多酚	抗氧化	/	[9,48]
人参花	皂苷、寡糖	抗氧化	提升 SOD、CAT 和 GSH-Px 酶活性, 降低 MDA 含量	[49]
西洋参花	多糖、皂苷	抗氧化、抗炎	降低细胞内活性氧(reactive oxygen species, ROS)的累积, 抑制炎性因子 IL-6、TNF-α 分泌	[50–52]
人参花	提取物	皮肤保护	抑制 AP-1 和 CREB 转录因子及激活上游 MAPK 和 CREB 通路	[53]
人参花	醇提物	保护肝损伤	/	[54]
三七花	提取物	心脏保护	调控 TGF-β/Smad 信号转导通路	[55]
人参花	皂苷	抗疲劳、免疫调节、保护心血管	/	[56–58]
人参花	寡糖	抗衰老	/	[59]

注: 诱导型一氧化氮合酶(inducible nitric oxide synthase, iNOS); 环氧化酶-2 (cyclooxygenase-2, COX-2); 磷脂酰肌醇 3-激酶/蛋白激酶 B/缺氧诱导因子-1α (phosphatidylinositol 3-kinase/protein kinase B/hypoxia-inducible factor-1α, PI3K/AKT/HIF-1α); 过氧化氢酶(catalase, CAT); 超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD); 谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px); 丙二醛(malondialdehyde, MDA); 白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6); 肿瘤坏死因子-α (tumor necrosis factor-α, TNF-α); 激活蛋白-1 (activator protein-1, AP-1); 环磷腺苷效应元件结合蛋白(cAMP-response element binding protein, CREB); 丝裂原活化蛋白激酶(mitogen-activated protein kinase, MAPK); 转化生长因子-β/Smad (transforming growth factor-β/Smad signaling pathway, TGF-β/Smad)。

人参花、西洋参花中皂苷的免疫调节活性, 三七花皂苷的免疫调节活性低于人参花、西洋参花, 原人参三醇型皂苷与丙二酰基皂苷可能是增强其免疫功能的核心成分; 还有研究者发现三七花皂苷能显著抑制 LPS 诱导的 NO 过量生成和 iNOS 表达, 其机制主要通过下调 TLR4 介导的 MAPK/NF-κB 信号通路, 从而发挥抗炎与免疫调节作用[7]。HUU 等[66]比较人参不同部位(根、茎叶、花)对免疫抑制小鼠的免疫调节作用, 人参花处理组小鼠的巨噬细胞吞噬指数显著提高, 表明其能增强机体非特异性免疫防御能力; 而西洋参花多糖可通过增强巨噬细胞吞噬能力, 释放免疫因子等方面增强巨噬细胞免疫活性[67]。人参、西洋参、三七是一种维持人体稳态的补品, 被用作免疫调节剂。人参属花提取物能通过多靶点调节机体免疫功能, 具有开发增强免疫的食品的潜能。

2.4　其他活性

人参属花还具有皮肤保护等功效。人参花提取物通过抑制 AP-1 和 CREB 转录因子及激活上游 MAPK 和 CREB 通路抑制黑色素生成, 具有皮肤保护特性[53]。邢艺缤[54]研究了人参花醇提物具有保护肝损伤的作用。刘笑[68]发现三七花通过调控关键离子通道(如 NaV1.7 和 TRPV1)发挥镇咳作用, WANG 等[55]发现三七花提取物通过调控 TGF-β/Smad 信号转导通路发挥心脏保护作用, 人参皂苷和多糖还具有抗疲劳、神经保护、认知增强等活性[69–70], 然而目前这些活性主要集中在人参、三七、西洋参的茎叶、根部、提取物等研究。花部富含人参皂苷、多糖等活性物质[71–75], 后续进一步研究花部的抗疲劳、神经保护、认知增强等活性及相关机理, 为人参属植物花作为保健食品的功能成分提供更多应用前景。

3　人参属植物花功能性食品开发与应用

人参属植物花(三七花、西洋参花和人参花)因富含多种具有生物活性的皂苷、多糖、黄酮和挥发性成分而成为近年来功能性食品开发的重点原料(图 2)。如表 3 所示, 目前人参属植物花(三七花、西洋参花和人参花)已广泛应用于茶饮、鲜花饼、植物发酵饮品、酒类等, 其中茶饮比较多, 关于人参花、西洋参花产品开发及功效研究较少。



图 2 人参花、三七花及西洋参花的相关食品开发

Fig.2 Related food products developed from *Panax ginseng* flowers, *Panax notoginseng* flowers and *Panax quinquefolius* flowers

表 3 三七花、西洋参花和人参花在食品中的应用

Table 3 Applications of *Panax notoginseng* flowers, *Panax quinquefolius* flowers and *Panax ginseng* flowers in food products

类别	名称	健康功能	参考文献
茶饮	三七花茶	降压	[11]
茶饮	人参花茶、三七花茶	抗氧化	[9]
含片	三七花口含片	降脂	[10]
饼干	三七花香草鲜花饼	/	[76]
饼干	人参花曲奇饼	/	[77]
糖果类	三七花提取物凝胶软糖、三七花保健硬糖、三七花花生酥糖、三七花菠萝夹心软糖	/	[78–80]
复合饮品	三七花复合饮料	/	[81–82]
酒类	三七花石斛酒的研制、三七蒸馏烧酒	/	[83–85]

3.1 功能性食品开发技术

人参属植物花功能性食品的开发主要依赖于活性成分的高效提取、转化与稳定化技术。传统水提和醇提方法虽应用广泛，但存在提取效率低及活性物质易降解等问题，近年来超声辅助提取、微波辅助提取及酶法提取等技术逐渐应用于皂苷、多糖及多酚类物质的高效获取[48,86]。同时，基于酶促转化或微生物发酵的人参皂苷结构修饰技术可显著提高其生物利用度，其中乳酸菌发酵在促进皂苷向稀有人参皂苷转化及改善风味方面具有明显优势。此外，微胶囊包埋及纳米递送技术在提升活性成分稳定性及控释性能方面展现出良好应用前景，为人参属植物花功能食品的深加工提供了重要技术支撑。

3.2 产品配方与品质控制

在人参属植物花功能食品开发过程中，配方设计逐渐由单一原料向多成分协同方向发展，通过与蜂蜜、枸杞、维生素及益生菌等功能因子的复配，可实现抗氧化、免疫调节及肠道健康等多重功能的协同增强。同时，产品品质控制需重点关注活性成分稳定性及风味特性，其中皂苷类物质易在加工过程中发生水解或转化，多糖则可能因热处理发生降解，从而影响产品功能效果。此外，人参属植物花中苦味及涩味物质较多，需通过发酵或复配调味实现风味优化。因此，建立以总皂苷、多糖含量及抗氧化活性为核心指标的质量评价体系，对于保障产品稳定性及功能一致性具有重要意义。

3.3 产业化关键问题与发展对策

尽管人参属植物花具有较高的功能价值和开发潜力，但在产业化过程中仍面临诸多挑战。首先，花部资源利用率较低，且原料质量受产地、采收时期及加工方式影响较大，缺乏统一的标准化体系；其次，当前市场产品以茶饮为主，产品形态单一，同质化现象较为严重。针对上述问题，未来应加强标准化原料体系建设，结合多组学技术深入解析其功能机制，并开发多样化功能食品(如发酵饮品、功能零食等)，同时推动产学研协同发展，以提升产业整体竞争力。

此外，在人参属植物花功能食品开发与应用过程中，产品合规性是影响其产业化推广的重要因素。首先，不同国家和地区对人参属植物花的食用属性认定存在差异，例如其是否纳入药食同源目录，将直接影响其在普通食品或保健食品中的应用范围；其次，功能性食品在宣传过程中需严格遵循相关法规，避免涉及疾病预防或治疗功效的违规表述；此外，针对人参属植物花的长期摄入安全性及毒理学评价仍有待完善，尤其是在高剂量或特殊人群中的应用风险需进一步评估。因此，建立完善的质量标准与安全评价体系，并规范功能声称，对于推动人参属植物花功能食品的规范化发展具有重要意义。

4 结束语

人参属植物花部作为传统药用资源的重要拓展，凭借其独特的化学成分组成及多靶点生物活性，正逐渐成为功能性食品研究与产业开发的热点。人参花、西洋参花和三七花均富含皂苷、多糖等多种活性物质，在免疫调节、抗疲劳、抗炎、抗氧化、神经保护与代谢调控等方面表现出多层次的生理效应。在功能性食品领域，该类资源已成功应用于茶饮、发酵饮品等产品，并在免疫健康、衰老管理、认知支持及亚健康调理等方向展现出广阔的应用前景。

为推动相关功能食品的高质量发展，未来可从以下几个方面开展深入研究：(1)深化活性成分结构解析与作用机制研究。当前针对花部活性成分的研究多集中于总量测定及粗略成分分析，缺乏对皂苷、多糖等关键成分的精细结构解析。未来应结合核磁共振法(nuclear magnetic resonance, NMR)、质谱法等技术手段，系统解析三七花、人参花及西洋参花中皂苷及多糖的单体组成、连接方式及

空间构型, 并进一步阐明其与抗氧化、抗炎及免疫调节等生物活性之间的构效关系, 同时关注多成分之间的协同作用机制。(2)阐明体内代谢过程与生物利用度机制。目前人参属植物花活性成分在体内的消化吸收、代谢转化及生物利用度规律尚不明确, 限制了其功能评价与产品开发。未来可通过体内外结合的研究策略, 解析皂苷及多糖在胃肠道中的转化过程、肠道菌群介导的代谢途径及其关键代谢产物的生物学作用, 从而为功能因子的精准递送与高效利用提供理论依据。(3)加强活性成分富集与生物转化调控研究。针对花部活性成分含量及利用效率不高的问题, 可通过微生物发酵、酶促转化等手段, 实现皂苷结构转化及多糖功能增强, 提高其生物利用度及功能活性。同时, 应探索不同加工方式对活性成分稳定性及转化路径的影响, 为高效开发利用提供技术支撑。(4)推进多元化功能食品开发与应用拓展。目前人参属植物花产品以茶饮为主, 产品形态较为单一。未来应结合其多靶点健康功能, 开发功能饮料、发酵食品、营养补充剂及功能零食等多样化产品形式, 并拓展其在免疫调节、认知改善及慢性代谢调控等领域的应用场景, 以提升其产业附加值与市场竞争力。

参考文献

[1] ZHANG H, ABID S, AHN JC, *et al*. Characteristics of *Panax ginseng* cultivars in Korea and China [J]. Molecules, 2020, 25(11): 2635.

[2] 线小云, 李葵秀, 李满桥, 等. 人参属药用植物种质资源研究进展[J]. 中草药, 2025, 56(1): 360–373.
XIAN XY, LI KX, LI MQ, *et al*. Research progress on germplasm resources of *Panax medicinal* plants [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2025, 56(1): 360–373.

[3] 孔令蕙, 陈海宁, 王英秀, 等. 人参属植物果实活性成分及其加工利用研究进展[J]. 食品与机械, 2025, 41(6): 244–250.
KONG LH, CHEN HN, WANG YX, *et al*. Research progress on active components and processing and utilization of ginseng fruit [J]. Food & Machinery, 2025, 41(6): 244–250.

[4] 程夏倩, 赵维良, 黄琴伟, 等. 五加科法定药用植物基原考证[J]. 中国现代应用药学, 2021, 38(12): 1461–1468.
CHENG XQ, ZHAO WL, HUANG QW, *et al*. Textual research on the origin of Araliaceae medicinal plants [J]. Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 2021, 38(12): 1461–1468.

[5] 焦传新, 袁武, 黄仁嵩, 等. 人参花中人参皂苷 Re 和 Rg1 成分提取工艺优选[J]. 亚太传统医药, 2019, 15(1): 60–63.
JIAO CX, YUAN W, HUANG RS, *et al*. Optimization of extraction process of ginsenoside Re and Rg1 in ginseng flower [J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2019, 15(1): 60–63.

[6] 杨慧洁, 杨世海, 庞立杰. 人参花蕾研究进展[J]. 人参研究, 2013, 25(1): 56–57.
YANG HJ, YANG SH, PANG LJ. Research progress of ginseng flower buds [J]. Ginseng Research, 2013, 25(1): 56–57.

[7] PENG X, ZHANG S, WANG X, *et al*. *Panax notoginseng* flower saponins (PNFS) inhibit LPS-stimulated NO overproduction and iNOS gene overexpression via the suppression of TLR4-mediated MAPK/NF-kappa B signaling pathways in RAW264.7 macrophages [J]. Chinese Medicine, 2015, 10(1): 15.

[8] 任多多, 邵紫君, 刘松鑫, 等. 西洋参多糖对克林霉素磷酸酯诱导的抗生素相关性腹泻的改善作用[J]. 食品工业科技, 2021, 42(12): 354–361.
REN DD, SHAO ZJ, LIU SX, *et al.* Ameliorative effect of American ginseng polysaccharides on clindamycin phosphate-induced antibiotic-associated diarrhea [J]. Food Industry Science and Technology, 2021, 42(12): 354–361.

[9] 乔俊茹, 艾连中, 夏永军, 等. 人参属花茶中酚类物质的提取动力学与体外抗氧化活性[J]. 中国食品学报, 2025, 25(4): 8–18.
QIAO JR, AI LZ, XIA YJ, *et al*. Extraction kinetics and *in vitro* antioxidant activity of phenolic compounds in ginseng flower tea [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2025, 25(4): 8–18.

[10] 叶萌. 基于降脂活性的三七花口含片制备工艺及质量标准研究[D]. 成都: 成都大学, 2025.
YE M. Study on preparation process and quality standard of *Sanqihuakou* buccal tablets based on lipid-lowering activity [D]. Chengdu: Chengdu University, 2025.

[11] 周理强, 杨鸥, 龚吕东, 等. 三七花茶对自发性高血压大鼠的降压作用及机制研究[J]. 云南中医中药杂志, 2025, 46(7): 82–88.
ZHOU LQ, YANG OU, GONG LD, *et al.* Study on the antihypertensive effect and mechanism of *Sanqihuacha* on spontaneously hypertensive rats [J]. Yunnan Journal of Traditional Chinese Medicine, 2025, 46(7): 82–88.

[12] RYU H, JUNG C, BEIK G. Antioxidant activities of flower, berry and leaf of *Panax ginseng* C. A. Meyer [J]. Korean Journal of Food Science and Technology, 2020, 52(4): 342–349.

[13] LI F, LV C, LI Q, *et al*. Chemical and bioactive comparison of flowers of *Panax ginseng* Meyer, *Panax quinquefolius* L., and *Panax notoginseng* Burk [J]. Journal of Ginseng Research, 2017, 41(4): 487–495.

[14] 白钰, 查琳, 王影, 等. 人参食品深加工研究进展及产业化现状[J]. 人参研究, 2025, 37(3): 81–87.
BAI Y, CHA L, WANG Y, *et al*. Research progress and industrialization status of ginseng food deep processing [J]. Ginseng Research, 2025, 37(3): 81–87.

[15] 孙梦晓. 西洋参花中皂苷精准鉴定策略与多指标含量测定研究[D]. 天津: 天津中医药大学, 2022.
SUN MX. Study on accurate identification strategy and multi-index content determination of saponins in American ginseng flower [D]. Tianjin: Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, 2022.

[16] 徐清华, 王国明, 谢丽娟, 等. 西洋参花多糖的提取工艺优化及其含量测定[J]. 数理医药学杂志, 2024, 37(11): 806–814.
XU QH, WANG GM, XIE LJ, *et al.* Extraction process optimization and content determination of polysaccharide from American ginseng flower [J]. Journal of Mathematical Medicine, 2024, 37(11): 806–814.

[17] 谢丽娟, 杜跃中, 郭畅冰, 等. 西洋参及其加工品中人参皂苷的成分分析[J]. 人参研究, 2025, 37(5): 34–39.
XIE LJ, DU YZ, GUO CB, *et al*. Analysis of ginsenosides in American ginseng and its processed products [J]. Ginseng Research, 2025, 37(5): 34–39.

[18] 李银飞. 三七花及主根中主要皂苷成分转化菌株筛选及转化产物鉴定[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2023.
LI YF. Screening of transformation strains of main saponins in flowers and

main roots of *Panax notoginseng* and identification of transformation products [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2023.

[19] 谭莉. 三七、人参不同部位中多糖提取及抗氧化活性研究[D]. 吉林: 长春师范大学, 2018.
TAN L. Study on polysaccharide extraction and antioxidant activity in different parts of *Panax notoginseng* and *Panax ginsen* [D]. Jilin: Changchun Normal University, 2018.

[20] OZLEM G, GIUSEPPE M. Saponins: Properties, applications and processing [J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2007, 47(3): 231–258.

[21] WEI G, ZHANG G, LI M, *et al*. *Panax notoginseng*: Panoramagram of phytochemical and pharmacological properties, biosynthesis, and regulation and production of ginsenosides [J]. Horticulture Research, 2024, 11(8): e170.

[22] ZHOU X, CHEN L, XIE RF, *et al*. Chemosynthesis pathway and bioactivities comparison of saponins in radix and flower of *Panax notoginseng* (Burk.) F.H. Chen [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2017, 201: 56–72.

[23] YANG W, BO T, JI S, *et al.* Rapid chemical profiling of saponins in the flower buds of *Panax notoginseng* by integrating MCI gel column chromatography and liquid chromatography/mass spectrometry analysis [J]. Food Chemistry, 2013, 139(1-4): 762–769.

[24] MA L, MA N, WANG B, *et al.* Ginsenoside distribution in different architectural components of *Panax notoginseng* inflorescence and infructescence [J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2021, 203: 114221.

[25] 李莹, 葛盟, 王安琪, 等. UPLC-MS 法同时测定人参不同部位中 16 种皂苷含量及差异性分析研究[J]. 特产研究, 2023, 45(4): 139–145.
LI Y, GE M, WANG ANQ, *et al.* UPLC-MS method was used to simultaneously determine the content and difference analysis of 16 saponins in different parts of *Panax ginseng* [J].Special Wild Economic Animal and Plant Research, 2023, 45(4): 139–145.

[26] 孟祥颖, 李向高, 于洋. 国产西洋参花蕾化学成分的研究I.人参皂苷的分离、鉴定及含量测定[J]. 吉林农业大学学报, 2000(3): 1–8.
MENG XY, LI XG, YU Y. Study on chemical constituents of American ginseng buds I. isolation, identification and content determination of ginsenoside [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2000(3): 1–8.

[27] 许宁. 西洋参花主要化学成分的研究[D]. 长春: 长春中医药大学, 2020.
XU N. Study on the main chemical constituents of American ginseng flower [D]. Changchun: Changchun University of Traditional Chinese Medicine, 2020.

[28] 贾丽. 基于离线三维色谱-高分辨质谱与代谢组学技术的人参花、西洋参花、三七花系统物质基础及其差异比较研究[D]. 天津: 天津中医药大学, 2020.
JIA L. Comparative study on the material basis and differences of *Panax ginseng* flower, *Panax quinquefolium* flower and *Panax notoginseng* flower system based on off-line three-dimensional chromatography-high resolution mass spectrometry and metabolomics technology [D]. Tianjin: Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, 2020.

[29] 周定婷, 陈晓彤, 张华峰, 等. 人参花、三七花的化学组成及多糖提取物抗氧化、抑制血糖相关酶活性的比较研究[J/OL]. 特产研究, 1–9. [2026-05-27]. https://doi.org/10.16720/j.cnki.tcyj.2025.136
ZHOU DT, CHEN XT, ZHANG HF, *et al.* Comparative study on the chemical composition of ginseng flower and notoginseng flower and the antioxidant and hypoglycemic related enzyme activities of polysaccharide extracts [J/OL]. Special Wild Economic Animal and Plant Research, 1–9. [2026-05-27]. https://doi.org/10.16720/j.cnki.tcyj.2025.136

[30] LANKANAYAKA A, LAKSHAN ND, JAYATHUNGE L, *et al*. A review of sustainable strategies for encapsulating antioxidant-rich plant polyphenolic extracts using nanoemulsification to enhance the oxidative stability of edible oils [J]. Discover Food, 2025, 5(1): 65.

[31] 郝霄鹏. 植物多酚的提取工艺、生物学功能及其在动物生产中应用的研究进展[J]. 饲料研究, 2021, 44(23): 153–156.
HAO XP. Research progress on extraction process, biological function and application in animal production of plant polyphenols [J]. Feed Research, 2021, 44(23): 153–156.

[32] 陈铁杨. 三七酚类物质提取、纯化及其生物活性的研究[D]. 大连: 大连工业大学, 2022.
CHEN TY. Study on the extraction, purification and biological activity of phenolic compounds from *Panax notoginseng* [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2022.

[33] 梁正维, 郑伟, 潘俊倩, 等. 三七花活性成分提取工艺优化及其组成成分分析[J]. 食品科技, 2021, 46(8): 184–191.
LIANG ZW, ZHENG W, PAN JQ, *et al*. Extraction process optimization and composition analysis of active components in *Panax notoginseng* flowers [J]. Food Science and Technology, 2021, 46(8): 184–191.

[34] 刘英. 三七地上部分新食品原料开发研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2015.
LIU Y. Study on the development of new food raw materials in the aboveground part of *Panax notoginseng* [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2015.

[35] 徐艳阳, 赵玉娟, 高峰, 等. 高效液相色谱法分析中国人参不同部位中多酚类化合物[J]. 食品科学, 2021, 42(4): 240–246.
XU YY, ZHAO YJ, GAO F, *et al*. High performance liquid chromatography analysis of polyphenols in different parts of Chinese ginseng [J]. Food Science, 2021, 42(4): 240–246.

[36] 刘昌达. 西洋参花蕾化学成分的研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2008.
LIU CD. Studies on the chemical constituents of American ginseng buds [D]. Shenyang: Shenyang Pharmaceutical University, 2008.

[37] SHUAI Z, CHUANBO D, XINGLONG L, *et al*. Research progress on extraction, isolation, structural analysis and biological activity of polysaccharides from *Panax genus* [J]. Molecules (Basel, Switzerland), 2023, 28(9): 3733.

[38] 田梦, 李航蕾, 戴文文, 等. 不同提取方法对三七花多糖生物活性的影响[J]. 食品科技, 2024, 49(8): 210–217.
TIAN M, LI HL, DAI WW, *et al*. Effects of different extraction methods on the biological activity of polysaccharides from *P. notoginseng* flowers [J]. Food Science and Technology, 2024, 49(8): 210–217.

[39] 罗维莹, 迟力加, 孟祥颖. 4 年生国产西洋参花蕾花柄中糖类物质的测定[J]. 人参研究, 1999(2): 33–35.
LUO WY, CHI LJ, MENG XY. Determination of carbohydrates in pedicels of 4-year-old American ginseng buds [J]. Ginseng Research, 1999(2): 33–35.

[40] 康忠禹. 西洋参花多糖对小鼠溃疡性结肠炎保护作用的研究[D]. 长春:

长春中医药大学, 2024.
KANG ZY. Study on the protective effect of American ginseng flower polysaccharide on ulcerative colitis in mice [D]. Changchun: Changchun University of Traditional Chinese Medicine, 2024.

[41] 刘富梅, 郑昊卓, 侯景, 等. 植物源中药挥发油的提取和药理活性研究进展[J]. 江西化工, 2025, 41(4): 10–15.
LIU FM, ZHENG HZ, HOU J, *et al*. Research progress on extraction and pharmacological activity of volatile oil from botanical Chinese medicine [J]. Jiangxi Chemical Industry, 2025, 41(4): 10–15.

[42] 甘昌敏, 陈洪熠, 龚云麒. 三七花化学成分的研究进展[J]. 云南中医中药杂志, 2019, 40(9): 73–75.
GAN CM, CHEN HY, GONG YQ. Research progress on chemical constituents of *Panax notoginseng* flowers [J]. Yunnan Journal of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica, 2019, 40(9): 73–75.

[43] 胥聪, 龙普明, 魏均娴, 等. 三七花挥发油的化学成分研究[J]. 华西药学杂志, 1992(2): 79–82.
XU C, LONG PM, WEI JX, *et al*. Study on chemical constituents of volatile oil from flowers of *Panax notoginseng* [J]. West China Journal of Pharmaceutical Sciences, 1992(2): 79–82.

[44] 孟祥颖, 李向高, 张宏, 等. 国产西洋参花蕾中挥发油的分离与鉴定[J]. 分析化学, 2001(5): 542–545.
MENG XY, LI XG, ZHANG H, *et al.* Isolation and identification of volatile oil from the buds of American ginseng [J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2001(5): 542–545.

[45] 满枋霖, 孙新, 田丹, 等. 人参花药理药效的研究进展[J]. 特种经济动植物, 2019, 22(6): 26–27.
MAN FL, SUN X, TIAN D, *et al*. Research progress on pharmacological effects of ginseng flowers [J]. Special Economic Animals and Plants, 2019, 22(6): 26–27.

[46] JUNG CH, SEOG HM, CHOI IW, *et al*. Antioxidant properties of various solvent extracts from wild ginseng leaves [J]. LWT-Food Science & Technology, 2006, 39(3): 266–274.

[47] HAN LH, JIN M, QI X, *et al*. Ginseng flower total saponin extract alleviates type 1 diabetes mellitus-associated liver injury via PI3K/AKT/HIF-1α signaling pathway [J]. Journal of Agriculture and Food Research, 2025, 23: 102198.

[48] JING W, RUIZHAN C, LI T, *et al*. Ultrasonic disruption effects on the extraction efficiency, characterization, and bioactivities of polysaccharides from *Panax notoginseng* flower [J]. Carbohydrate Polymers, 2022, 291: 119535.

[49] JIAO L, LI B, WANG M, *et al*. Antioxidant activities of the oligosaccharides from the roots, flowers and leaves of *Panax ginseng* C.A. Meyer [J]. Carbohydrate Polymers, 2014, 106: 293–298.

[50] 张竣杰. 西洋参花化学组分及心肌细胞损伤保护作用研究[D]. 长春: 长春中医药大学, 2023.
ZHANG JJ. Study on the chemical components of American ginseng flower and the protective effect of myocardial cell injury [D]. Changchun: Changchun University of Traditional Chinese Medicine, 2023.

[51] 康忠禹, 赵大庆, 姚佳婧, 等. 西洋参花多糖闪式提取工艺优化及抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技, 2024, 45(7): 184.
KANG ZY, ZHAO DQ, YAO JJ, *et al*. Optimization of flash extraction process and antioxidant activity of polysaccharides from American ginseng flowers [J]. Science and Technology of Food Industry, 2024, 45(7): 184.

[52] 王国明, 谢丽娟, 李健豪, 等. 西洋参花多糖对心肌细胞缺氧损伤改善作用研究[J]. 人参研究, 2025, 37(3): 3–6.
WANG GM, XIE LJ, LI JH, *et al*. Study on the improvement of myocardial cell hypoxia injury by American ginseng flower polysaccharide [J]. Ginseng Research, 2025, 37(3): 3–6.

[53] LEE J, KIM E, KIM J H, *et al*. Antimelanogenesis and skin-protective activities of *Panax ginseng* calyx ethanol extract [J]. Journal of Ginseng Research, 2018, 42(3): 389–399.

[54] 邢艺缤. 人参花醇提物对药物性肝损伤的保护作用研究[D]. 延吉: 延边大学, 2024.
XING YB. Protective effect of ethanol extract of ginseng flower on drug-induced liver injury [D]. Yanji: Yanbian University, 2024.

[55] WANG Y, QIAN P, LIU P, *et al*. Effects of *Panax notoginseng* flower extract on the TGF-β/Smad signal transduction pathway in heart remodeling of human chymase transgenic mice [J]. Molecular Medicine Reports, 2012, 5(6): 1443–1448.

[56] LI S, LI K, XU F, *et al*. A strategy for simultaneous isolation of less polar ginsenosides, including a pair of new 20-methoxyl isomers, from flower buds of *Panax ginseng* [J]. Molecules, 2017, 22(3): 442.

[57] 郑维玲. 人参花总皂苷对心血管系统影响的实验研究[D]. 长春: 长春中医药大学, 2009.
ZHENG WL. Experimental study on the effect of ginseng flower total saponins on cardiovascular system [D]. Changchun: Changchun University of Traditional Chinese Medicine, 2009.

[58] 王政, 蒋嘉烨, 可燕, 等. 三七花总皂苷对大鼠离体胸主动脉的舒张作用及其机制[J]. 中国药理学通报, 2014, 30(7): 956–960.
WANG Z, JIANG JY, KE Y, *et al*. Vasodilative effect of total saponins of *Panax notoginseng* flower on isolated thoracic aorta in rats and its mechanism [J]. Chinese Pharmacological Bulletin, 2014, 30(7): 956–960.

[59] 马林, 焦丽丽, 张晓瑜, 等. 人参花寡糖抗衰老作用研究[J]. 吉林农业, 2016(21): 78.
MA L, JIAO LL, ZHANG XY, *et al*. Study on the anti-aging effect of ginseng flower oligosaccharides [J]. Agriculture of Jilin, 2016(21): 78.

[60] HU S, WU Y, ZHAO B, *et al. Panax notoginseng s*aponins protect cerebral microvascular endothelial cells against oxygen-glucose deprivation/reperfusion-induced barrier dysfunction via activation of PI3K/Akt/Nrf2 antioxidant signaling pathway [J]. Molecules, 2018, 23(11): 2781.

[61] ZHOU N, TANG Y, KEEP RF, *et al.* Antioxidative effects of *Panax notoginseng* saponins in brain cells [J]. Phytomedicine, 2014, 21(10): 1189–1195.

[62] LIU XW, LU MK, ZHONG HT, *et al. Panax notoginseng* saponins protect H9c2 cells from hypoxia-reoxygenation injury through FOXO3a/HIF-1α cell signaling pathway [J]. Journal of Cardiovascular Pharmacology, 2021: 78(5): e681–e689.

[63] MA L, LIU F, ZHONG Z, *et al.* Comparative study on chemical components and anti-inflammatory effects of *Panax notoginseng* flower extracted by water and methanol [J]. Journal of Separation Science, 2017, 40(24): 4730–4739.

[64] LIU J, WU Y, MA W, *et al.* Anti-inflammatory activity of *Panax notoginseng* flower saponins quantified using LC/MS/MS [J]. Molecules, 2023, 28(5): 2416.

[65] JUNG H, SEO U, KIM J, *et al*. Flower extract of *Panax notoginseng* attenuates lipopolysaccharide-induced inflammatory response via blocking of NF-κB signaling pathway in murine macrophages [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2008, 122(2): 313–319.

[66] HUU TN, HONG QT, JEONG-HYUN S, *et al*. Inhibitory effect of ginsenosides from steamed ginseng-leaves and flowers on the LPS-stimulated IL-12 production in bone marrow-derived dendritic cells [J]. Archives of Pharmacal Research, 2011, 34(4): 681–685.

[67] 刘雪莹, 赵雨, 刘莉, 等. 西洋参花多糖的提取和体外免疫调节作用的研究[J]. 食品工业, 2018, 39(1): 23–25.
LIU XY, ZHAO Y, LIU L, *et al*. Study on the extraction of polysaccharide from American ginseng flower and its immunomodulatory effect *in vitro* [J]. The Food Industry, 2018, 39(1): 23–25.

[68] 刘笑. 三七花镇咳效应的物质基础及机制研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2024.
LIU X. Study on the material basis and mechanism of the antitussive effect of *Panax notoginseng* flowers [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2024.

[69] FENG S, LI T, WEI X, *et al*. The antioxidant and anti-fatigue effects of rare ginsenosides and γ-aminobutyric acid in fermented ginseng and germinated brown rice puree [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2024, 25(19): 10359.

[70] 刘飞祥, 林子璇, 张怀亮, 等. 人参抗疲劳的作用机制和潜在靶点研究[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(24): 5479–5487.
LIU FX, LIN ZX, ZHANG HL, *et al*. Study on the mechanism and potential targets of ginseng anti-fatigue [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2019, 44(24): 5479–5487.

[71] BELL L, BERTHON PF, LE-COZANNET R, *et al*. Effects of American ginseng (*Panax quinquefolius*) extract on human neurocognitive function: A review [J]. Nutritional Neuroscience, 2025, 29: 213–223.

[72] DI L, JIN-WEI R, TING Z, *et al*. Anti-fatigue effects of small-molecule oligopeptides isolated from *Panax quinquefolium* L. in mice [J]. Food & Function, 2018, 9(8): 4266–4273.

[73] WANG N, WANG X, HE M, *et al*. Ginseng polysaccharides: A potential neuroprotective agent [J]. Journal of Ginseng Research, 2020, 45(2): 211–217.

[74] HUIMIN Z, HUAN Y, BO C, *et al*. Protective effect of total *Panax notoginseng* saponins on retinal ganglion cells of an optic nerve crush injury rat model [J]. BioMed Research International, 2021, 2021: 4356949.

[75] 胡海悦, 袁林丽, 俞佳乐, 等. 人参皂苷 Rb2 通过 p38 MAPK 信号通路调节皮肤屏障和保湿功能[J/OL]. 现代食品科技, 1–11. [2026-05-27]. https: //doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2026.6.0421
HU HY, YUAN LL, YU JL, *et al*. Ginsenoside Rb2 regulates skin barrier and moisturizing function through p38 MAPK signaling pathway [J/OL]. Modern Food Science and Technology, 1–11. [2026-05-27]. https: //doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2026.6.0421

[76] 陈红惠, 孔妍文. 三七花香草鲜花饼的工艺研究及品质分析[J]. 文山学院学报, 2024, 37(5): 14–21.
CHEN HH, KONG YW. Technology research and quality analysis of *Sanqihuaxiangcao* fresh flower cake [J]. Journal of Wenshan University, 2024, 37(5): 14–21.

[77] 吴淑清, 姜志鹏, 尹明, 等. 人参花曲奇饼干的研制[J]. 粮食与油脂, 2022, 35(1): 92–95.
WU SQ, JIANG ZP, YIN M, *et al*. Development of ginseng flower cookies [J]. Cereals & Oils, 2022, 35(1): 92–95.

[78] 曹洁, 刘俊. 三七花保健硬糖的研制[J]. 文山学院学报, 2018, 31(6): 31–34.
CAO J, LIU J. Development of Sanqihua health hard candy [J]. Journal of Wenshan University, 2018, 31(6): 31–34.

[79] 覃清霞, 张莹樱, 庞婷, 等. 响应面法优化三七花提取物凝胶软糖的制备工艺[J]. 轻工科技, 2024, 40(5): 1–6.
QIN QX, ZHANG YY, PANG T, *et al*. Response surface methodology was used to optimize the preparation process of soft candy gel from *Panax notoginseng* flower extract [J]. Light Industry Science and Technology, 2024, 40(5): 1–6.

[80] 曹洁, 刘俊. 三七花菠萝夹心软糖的研制[J]. 农产品加工, 2019(1): 20–22.
CAO J, LIU J. Development of Sanqihua pineapple sandwich jelly [J]. Agricultural Products Processing, 2019(1): 20–22.

[81] 郝青芳, 高永龙, 桂云霞, 等. 双酶法制备紫薯三七花复合饮料[J]. 食品研究与开发, 2023, 44(6): 72–77.
HAO QF, GAO YL, GUI YX, *et al*. Preparation of compound beverage of purple sweet potato and notoginseng flower by double enzyme method [J]. Food Research and Development, 2023, 44(6): 72–77.

[82] 梁应忠, 崔秀明, 向巧, 等. 三七花玫瑰复合饮料的研制[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(15): 228–233.
LIANG YZ, CUI XM, XIANG Q, *et al*. Development of sanchi rose compound beverage [J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(15): 228–233.

[83] 苟丽, 徐怀春, 陈红惠, 等. 四种三七蒸馏烧酒的制备及成分分析[J]. 文山学院学报, 2021, 34(3): 1–4.
GOU L, XU HC, CHEN HH, *et al*. Preparation and composition analysis of four kinds of Sanqi distilled liquor [J]. Journal of Wenshan University, 2021, 34(3): 1–4.

[84] 周家明, 张金妍, 赵爱, 等. 三七花石斛酒的研制[J]. 食品工业, 2022, 43(8): 25–29.
ZHOU JM, ZHANG JY, ZHAO AI, *et al*. Development of *Dendrobium notoginseng* flower wine [J]. The Food Industry, 2022, 43(8): 25–29.

[85] 朱卓, 朱虹江. 三七花啤酒的研制[J]. 云南中医学院学报, 2018, 41(6): 19–21.
ZHU Z, ZHU HJ. Development of Sanqihua beer [J]. Journal of Yunnan University of Traditional Chinese Medicine, 2018, 41(6): 19–21.

[86] 牛世蓉, 王凤忠, 崔伟业, 等. 三七活性成分提取、分离纯化及其抗氧化活性研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(19): 163–171.
NIU SR, WANG FZ, CUI WY, *et al*. Research progress on extraction, separation and purification, antioxidant activity of active components from *Panax notoginseng* [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2023, 14(19): 163–171.

(责任编辑: 安香玉 蔡世佳)