杜嘉璐, 罗婷, 王豆, 等. 药食同源植物活性物质缓解功能性便秘的机制研究进展 [J]. 食品工业科技, 2026, 47(5): 446−453. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2025010252

DU Jialu, LUO Ting, WANG Dou, et al. Research Progress on the Mechanism of Active Ingredients from Medicine Food Homology Plants in Relieving Functional Constipation[J]. Science and Technology of Food Industry, 2026, 47(5): 446−453. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2025010252

· 专题综述 ·

药食同源植物活性物质缓解功能性便秘的机制研究进展

杜嘉璐[1,2,3], 罗　婷[2], 王　豆[2,4], 李诗语[3], 刘　滔[3], 李小辉[1,*], 杨桂玲[1,2,3,4,*]

（1.宁波大学食品科学与工程学院, 农产品质量安全全国重点实验室, 浙江 宁波 315832;
2.浙江省农业科学院农产品质量安全与营养研究所, 农产品质量安全全国重点实验室, 浙江 杭州 310021;
3.湘湖实验室, 浙江 杭州 311231;
4.农业农村部农业转基因生物朔源重点实验室, 浙江 杭州 310021）

摘　要: 功能性便秘（functional constipation，FC）是一种常见的胃肠道疾病，其病因十分复杂，临床表现为排便频次减少、粪便干硬、排便困难或排便不尽等症状，严重影响患者生活质量。当前，市面上针对便秘的治疗药物虽多，但普遍存在治疗效果有限、毒副作用明显以及患者依从性不佳等问题。近年来，药食同源植物活性物质的开发和应用备受关注。众多研究显示，多种药食同源植物活性物质在改善 FC 方面具有显著效果。本文综述了国内外研究成果，深入探究了 FC 的可能发病机制，系统梳理了药食同源植物活性物质缓解 FC 的疗效及作用机制，为开发对于 FC 具有良好疗效的功能性食品或保健品提供理论参考。

关键词: 功能性便秘, 药食同源, 活性物质, 作用机制

中图分类号: TS201.4　　**文献标识码:** A　　**文章编号:** 1002−0306(2026)05−0446−08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2025010252　　本文网刊:

Research Progress on the Mechanism of Active Ingredients from Medicine Food Homology Plants in Relieving Functional Constipation

DU Jialu[1,2,3], LUO Ting[2], WANG Dou[2,4], LI Shiyu[3], LIU Tao[3], LI Xiaohui[1,*], YANG Guiling[1,2,3,4,*]

（1.State Key Laboratory for Quality and Safety of Agro-products, College of Food Science and Engineering, Ningbo University, Ningbo 315832, China;
2.State Key Laboratory for Quality and Safety of Agro-products, Institute of Agro-product Safety and Nutrition, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China;
3.Xianghu Laboratory, Hangzhou 311231, China;
4.Key Laboratory of Traceability for Agricultural Genetically Modified Organisms, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Hangzhou 310021, China）

Abstract: Functional constipation (FC) is a prevalent gastrointestinal disorder with complex causes. It is characterized by decreased bowel movement frequency, dry and hard stools, difficult defecation, or incomplete evacuation. And these symptoms might significantly impact the life quality of patients. Currently, there are numerous medications available for

收稿日期: 2025−01−23

基金项目: 龙泉灵芝（黑木耳）全产业链质量提升关键技术研究（2024C4H01002）; 农产品质量安全全国重点实验室开放课题（2021DG700024-KF202316）。

作者简介: 杜嘉璐（1999−）, 男, 硕士研究生, 研究方向: 功能性食品开发, E-mail: 1542786689@qq.com。

*** 通信作者:** 杨桂玲（1976−）, 女, 博士, 研究员, 研究方向: 农产品质量安全风险评估和健康食品创制, E-mail: guilingchina2008@163.com。
李小辉（1989−）, 男, 博士, 副教授, 研究方向: 植物活性物质合成和代谢机制研究, E-mail: lixiaohui@nbu.edu.cn。

FC. However, they often lead to issues such as limited efficacy, significant toxic side effects, and low patient compliance. In recent years, there has been considerable interest in the development and application of bioactive ingredients derived from medicine food homology plants. Numerous studies have demonstrated that various bioactive compounds derived from medicinal and edible plants exert significant benefits in alleviating FC. This review comprehensively summarizes domestic and international research advancements and elucidates the potential pathogenesis of FC. Furthermore, therapeutic efficacy and underlying mechanisms of bioactive components derived from medicinal and edible homologous plants in alleviating FCs are systematically examined. The findings provide a theoretical foundation for the development of functional foods or dietary supplements with demonstrated efficacy against FC.

Key words: functional constipation; medicine food homology; active ingredients; mechanism of action

由于现代生活方式和饮食习惯改变、社会老龄化加剧、社会压力增加以及药物副作用等诸多因素，便秘的患病率呈逐年上升趋势。流行病学数据显示，便秘的全球发病率为 11%~14%，且随年龄的增长呈正相关态势[1]。然而，近年来其发病年龄逐渐呈年轻化趋势。长期的便秘症状会大幅降低患者的生活质量，其复杂的发病机制也给临床治疗带来挑战[2]。

功能性便秘（functional constipation，FC）作为便秘常见的主要亚型之一，近年来备受关注。其主要临床表现为排便频次减少、粪便干硬、排便困难或排便不尽感等[2]。研究表明，FC 的发生与肠道功能障碍密切相关，包括 Cajal 间质细胞（interstitial cell of Cajal，ICC）数量和形态改变，肠神经系统（enteric nervous system，ENS）异常、水通道蛋白（aquaporin，AQP）表达异常、胃肠神经递质失调等[3]。当前，FC 治疗主要依赖药物，但存在显著局限性：首先，FC 的病因具有多元性，多数药物仅针对单一病因，导致整体疗效有限，仅能暂时缓解症状而难以根治，导致病情易反复；另一方面，部分 FC 治疗药物毒副作用明显，长期服用可能引发药物依赖性、肠道损伤以及恶心、呕吐、腹痛等其它副作用[4]。此外，FC 药物疗效个体差异显著，加之需长期治疗并配合生活方式调整，可能导致患者依从性不佳的问题。基于以上现状，深入解析 FC 的发病机制，开发安全、有效的相关功能性产品，对满足患者需求、提升患者生活质量具有重要意义。

众多研究表明，药食同源植物活性物质在缓解 FC 方面具有显著疗效，其主要活性成分包括多糖类、多酚类和膳食纤维等。例如，白术多糖[5] 和黄芪多糖[6] 可通过调节胃肠神经递质水平以及肠道菌群代谢产物，显著改善 FC 小鼠的排便功能。此外，多酚类物质如罗汉果甜苷[7] 和桑葚黄酮[8]，膳食纤维如山楂膳食纤维[9]、薏苡仁抗性淀粉[10] 等也可通过不同程度优化肠道菌群组成结构，促进短链脂肪酸（short-chain fatty acids，SCFAs）生成等途径发挥肠道功能调节作用。综合现有研究，药食同源植物活性物质主要可以通过调节 AQP 表达、促进 ICC 增殖、影响神经递质释放、改善肠道菌群组成等多种途径有效减轻 FC 症状或治疗 FC，展现出广阔的应用前景。本文主要从 FC 的可能发病机制、药食同源植物活性物质对 FC 的干预效果和作用机制两个方面来进行探讨，为功能性食品和保健品及创新疗法的研发提供理论依据。

1　FC 概述

FC 是一种常见的功能性胃肠道疾病，通常以排便频次减少、粪便干硬、排便困难或排便不尽感等为典型临床表现，且通常无明显生理学或器质性病变[11]。根据报道显示，FC 的全球发病率平均为 15% 左右，其中 60 岁以上人群患病比例为 33%，呈现随着年龄增加发病率上升的变化特征。从地域分布看，北美国家的 FC 患病率为 12%~19%，欧洲国家为 10%~15% 左右，亚洲国家则分布在 2%~16.7%[12]。研究显示，我国 FC 患病率与亚洲平均水平基本持平，为 3%~11%，其中成年人的平均患病率为 10.9%[13]，60 岁以上人群达 15%~20%[14]，并呈现女性好发于男性的特征[15]。根据病理机制，FC 可分为三个亚组：慢传输型便秘（slow-transit constipation，STC）、出口梗阻便秘（outlet obstructive constipation，OCC）以及混合型便秘（mixedconstipation，MC）[16]。

1.1　FC 的病因和危害

FC 的发病机制涉及多因素交互作用，主要病因可归纳为以下类别（图 1）：a.饮食因素：膳食纤维摄入不足会影响肠道蠕动，水分摄入不够则容易导致大便干结[17]。b.生活方式因素：缺乏运动、长时间久坐、排便习惯不良等，会通过降低肠道平滑肌张力导致肠道

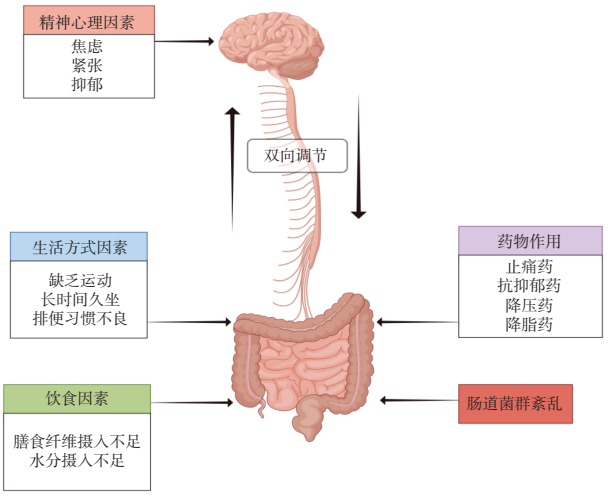


图 1　FC 病因[17−20]

Fig.1　FC etiology[17−20]

动力不足[18]。c.精神心理因素：精神紧张、焦虑、抑郁等不良情绪可通过脑-肠轴干扰肠道的神经调节功能，破坏肠道蠕动节律[19]。d.肠道菌群失调：菌群失调会影响微生物的定植和代谢，影响肠道屏障功能和电解质转运等，削弱肠道的消化和吸收功能[20]。

长期 FC 可导致胃肠消化功能紊乱，还可能引发其他系统性健康风险：如肠道毒素过量累积会增加肝脏代谢压力，导致肝功能异常；粪便滞留会导致腹内压升高，可能增加心脑血管疾病的风险；而长期肠道不适与内分泌失调，还可能增加抑郁和患癌风险。

1.2 FC 的形成机制

食物经胃肠道消化吸收后，在结肠内微生物的作用下形成粪便。粪便通过肠道蠕动推送至结肠，当体积达到排便阈值时，触发排便反射：神经冲动通过神经系统传递至大脑皮层，再由大脑皮层将信号发回至直肠，调控直肠肌肉收缩及肛门内括约肌放松，最终推动粪便顺利排出。正常排便需要全身多器官和系统协同参与，受到多重因素共同调节，任一环节失调都可能导致 FC 的发生。现有研究表明，排便过程主要与 ICC、AQP、ENS、胃肠神经递质以及肠道菌群稳态等存在重要关联[21]。

a.ICC 形态和数量改变：ICC 通过生成并传导周期性慢波电位来控制肠道收缩运动。结肠 ICC 数量减少或形态改变会导致慢波节律紊乱、传导异常，使平滑肌收缩受到抑制，从而破坏正常肠蠕动，最终诱发 FC[22]。

b.AQP 表达异常：AQP 家族（共 13 种亚型）是一类细胞膜通道蛋白，主要介导胃肠水以及离子跨膜转运[3,20]。当 AQP 表达异常时，结肠水重吸收失衡，同时通透性改变，导致肠道中水分减少，粪便含水量降低，导致排便困难[23]。

c.胃肠神经递质紊乱：胃肠神经递质主要可分为兴奋性和抑制性两类，通过兴奋-抑制平衡作用于平滑肌，调节胃肠道运动。兴奋性神经递质包括乙酰胆碱(acetylcholine, ACh)、P 物质(substance P, SP)、5-羟色胺（5-hydroxytryptamine, 5-HT）、胃动素（motilin, MTL）、胃泌素（gastrin, GAS）等：ACh 与 M 受体结合触发平滑肌膜去极化，加速平滑肌的收缩[24]；5-HT 通过作用于 5-HT3/4 受体调控胃肠动力及内容物转运[25]；SP 在应激条件下可快速释放，诱导平滑肌收缩，促进肠蠕动[26]；GAS 则可刺激组胺形成，促进胃酸分泌，间接加速胃肠蠕动速度[27]；MTL 可增强胃肠道运动及水的转运过程，其水平升高可促使结肠运动加快，加速肠内容物排出[28]。抑制性神经递质包括血管活性肠肽（vasoactive intestinal polypeptide, VIP）、一氧化氮（nitric oxide, NO）、生长抑素（somatostatin, SS）等。VIP 虽是一种抑制性神经递质，但其含量过度减少会削弱抑制性反射，引发结肠过度蠕动并减弱有效肠推进运动，导致 FC 发生[29]；NO 水平过量会抑制肠推进运动，延长排便时间[29]：SS 水平升高可直接抑制肠道蠕动与分泌功能，加重排便障碍[30]。

d.肠道菌群紊乱：肠道菌群与 FC 存在双向调控机制，一方面，菌群紊乱会影响肠屏障功能而诱发 FC；另一方面，FC 导致的肠道内环境变化可能进一步加剧菌群组成的改变。FC 患者与健康人群肠道菌群组成和丰度上存在差异，FC 患者肠道中普雷沃氏菌属丰度显著降低[31]，产甲烷菌丰度显著上升[32]。也有一些研究指出，FC 患者肠道还可能呈现出好氧菌和潜在致病菌丰度上升、专性厌氧菌丰度下降[33]、产 SCFAs 菌减少等特征，导致肠黏膜能量供应不足，影响水钠吸收及肠蠕动驱动力。

1.3 FC 的治疗现状

FC 的临床治疗以恢复正常排便功能为核心，包括一般生活治疗、药物治疗、生物反馈治疗、手术治疗等[34]。一般生活治疗主要是针对调整个人行为及日常习惯，通过优化饮食结构、确保规律作息、培养规律的肠道活动模式起到缓解 FC 症状的效果[35]。现阶段，药物治疗仍是 FC 最主要的治疗方式，常用治疗药物主要包括泻剂[36]、促分泌剂[37]、促动力剂[38]。这些药物短期内效果显著，但长期服用易引发耐药性，导致疗效下降。生物反馈治疗也是 FC 治疗的有效手段之一，主要是使用仪器检测肛门肌肉的活动情况，引导患者进行锻炼，以改善肌肉收缩和肠道排便功能，对于肌肉功能失调导致的 FC 有一定疗效[39]。当 FC 长期发生且药物治疗无效时，则需要进行手术干预治疗。手术治疗仅适用于药物及非手术治疗无效的慢性顽固性 FC，同时手术还可能存在较高并发症风险，临床应用需严格把握指征[40]。

2 药食同源植物活性物质缓解 FC 的作用机制

药食同源植物是指兼具食品安全性与药用保健功能的特殊植物资源，在日常饮食和传统医学领域都有重要地位[41]。黄芪[6]、铁皮石斛[42]、生白术[5]、桑叶[43]、桑葚[8]、山楂[44] 等药食同源植物通常含有具有丰富的生物活性物质，主要包括多糖、多酚、黄酮、膳食纤维等。这些药食同源植物及其生物活性物质可通过促进 ICC 增殖、调节 AQP的表达、调控胃肠神经递质水平、调节肠道菌群及其代谢产物含量等多种作用机制来缓解 FC，具体作用效果及机制见文中表 1 和图 2。

表 1 药食同源植物活性物质缓解 FC 的效果

Table 1 Effect of active ingredients from medicine food homology plants in relieving FC

药食同源物质	活性成分名称	剂量	评价模型	作用效果	参考文献
黄芪	黄芪多糖	200 mg/kg	洛哌丁胺诱导，大鼠	胃肠转运时间减少30%~40%、粪便量增加50%~100%、粪便含水量提升20%~30%	[6]

续表 1

药食同源物质	活性成分名称	剂量	评价模型	作用效果	参考文献
肉苁蓉	肉苁蓉多糖	100 mg/kg	洛哌丁胺诱导，小鼠	体重增加、胃肠转运率提高、首粒黑便排出时间缩短	[56]
白术	生白术多糖	4030 mg/kg	洛哌丁胺诱导，大鼠	粪便含水量及12 h排出粪便颗粒数增加、小肠推进率增加	[5]
铁皮石斛	铁皮石斛多糖	114 mg/kg	地芬诺酯诱导，小鼠	胃肠传输率提升30%~50%、粪便湿重提高80%以上	[42]
枸杞	枸杞多糖	120 mg/kg	地芬诺酯诱导，小鼠	体重增加、排便量和粪便含水量增加、小肠推进率提高	[47]
番泻叶	番泻叶苷	2 mg/d	冰水诱导，大鼠	提高环行肌和纵行肌肉收缩频率和收缩幅度、提升小肠推进率	[55]
火麻仁	柚皮苷	29.6 g/kg	地芬诺酯诱导，大鼠	体重和24 h粪便排除颗粒数增加、碳墨推进率提升	[46]
桑葚	黄酮	790 mg/kg	地芬诺酯诱导，小鼠	提高小肠酚红推进率	[8]
桑叶	黄酮	5 g/kg	洛哌丁胺诱导，大鼠	首粒白便时间缩短、小肠推进率、24 h内排粪便粒数增加、回肠收缩张力及幅度提升、肌层厚度变厚	[43]
山楂	山楂膳食纤维	2 g/kg	地芬诺酯诱导，小鼠	粪便含水量、墨水渗透率、结肠水含量、排便频率分别提高45.65%、89.90%、25.11%、97.06%	[44]

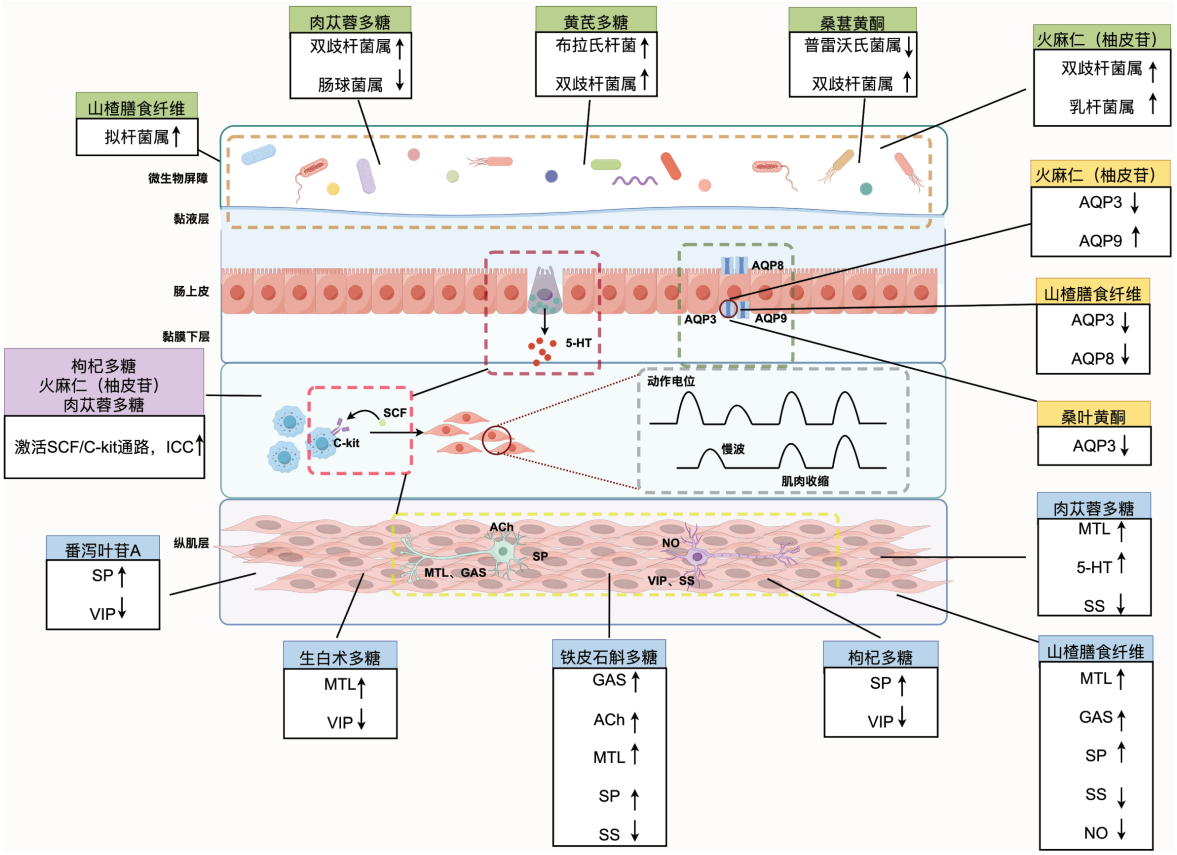


图 2　药食同源植物活性物质缓解 FC 的机制

Fig.2　Mechanism of active ingredients from medicine food homology plants in relieving FC

2.1　促进 ICC 增殖

ICC 在平滑肌和神经系统中扮演着起搏器的角色，通过生成并传导慢波电位调控平滑肌节律性收缩，同时还可放大和转导平滑肌细胞神经元信号[45]。ICC 数量减少或形态改变会使肠道收缩异常，导致 FC 的发生。其生理功能完整性主要依赖于酪氨酸激酶受体（C-kit）与干细胞因子（SCF）的特异性结合：SCF 与 C-kit 受体结合后，会激活下游信号通路，驱动 ICC 增殖并维持线粒体、内质网等结构的完整性。

研究中常用 C-kit 和 SCF 的表达情况来表征 ICC 的增殖状况。火麻仁中的多酚类物质柚皮苷是治疗 FC 的主要活性成分。蒋峰[46] 使用含有火麻仁柚皮苷的润肠汤对 FC 小鼠进行干预处理，发现干预后可显著上调小鼠结肠组织 SCF/C-kit 表达，使部分损伤的 ICC 超微结构得到恢复，增强了平滑肌的收缩，使小鼠 FC 症状得到缓解。类似地，Liu 等[47] 发现枸杞多糖干预后，FC 小鼠结肠中 C-kit 和 SCF 表达水平也明显提高，同时肠道 ICC 数量也有所增加，有效促进了肠道蠕动。此外，药食同源植物多糖也具有促进 ICC 增殖的生物活性。高金龙[48] 通过实验发现，肉苁蓉多糖能显著上调 FC 大鼠 C-kit 基因和蛋白的表达，ICC 数量恢复至接近正常水平，提高了结肠敏感性；而注射伊马替尼阻断 SCF/C-kit 信号通路后，治疗效果消失。此项研究不仅揭示了肉苁蓉多糖治疗 FC 的机制，同时也验证了 ICC 数量受 SCF/C-kit 通路特异性表达调控的结论。综上，枸杞多糖、肉

苁蓉多糖以及火麻仁中的活性成分柚皮苷均可通过激活 SCF/C-kit 通路来改善 FC，但作用细节略有差异：火麻仁中的柚皮苷侧重于 ICC 结构修复，增强平滑肌收缩，枸杞多糖和肉苁蓉多糖主要侧重增加 ICC 数量，促进结肠蠕动。

2.2 调节 AQP 的表达

AQP 是细胞膜上负责水分跨膜转运的关键蛋白，对机体水代谢具有重要的调控作用，肠道中的 AQP 参与水液平衡调节，其表达异常会导致肠道水分过度吸收和黏液分泌减少[49]。其中 AQP3、AQP8 和 AQP9 在结肠中大量分布，与 FC 的发生密切相关[50]。研究表明，AQP3 参与结肠中水分代谢和运输，影响粪便含水量。许多粪便含水量降低的 FC 模型中，肠道 AQP3 表达普遍升高[51]。AQP8 主要调节结肠中水分的重吸收，当 AQP8 表达水平升高时，结肠中重吸收水分量会增多，粪便含水量下降[52]。AQP9 多数表达于肠道杯状细胞，其主要功能为分泌肠黏液、修复肠黏膜并润滑粪便[46]。

药食同源植物生物活性物质也可通过调节 AQP 的表达起到缓解和治疗 FC 的作用。蒋峰[46] 发现火麻仁中的柚皮苷除了可促进 ICC 增殖外，还能显著降低 FC 小鼠结肠中 AQP3 的表达，同时促进 AQP9 的表达，从而提高粪便含水量、增加肠黏液分泌起到润滑粪便的作用。另外，Zhang 等[44] 发现用山楂膳食纤维可降低 FC 小鼠结肠中 AQP3 和AQP8 的表达，减少结肠中的水分被过度吸收。段晓峰等[43] 还发现桑叶水提物，其主要活性成分桑叶黄酮，也可显著抑制 AQP3 的表达，通过增加粪便含水量，实现软化粪便的效果。综上，火麻仁中的柚皮苷、桑叶黄酮及山楂膳食纤维均可通过降低 AQP3的表达来抑制结肠对水分的重吸收，增强粪便含水量，缓解 FC。不同的是，火麻仁柚皮苷还可促进 AQP9 的表达，增加肠粘液分泌，从而更全面地起到改善 FC 的效果。

2.3 调控胃肠神经递质

胃肠神经递质主要由消化道神经细胞合成，其紊乱会导致胃肠传输障碍、排空效率降低，进而引发 FC[53]。健康人体的胃肠神经递质维持动态平衡，可作用于平滑肌调节胃肠道运动[54]。神经递质作为中间介质可分为兴奋性（ACh、SP、5-HT、MTL、GAS 等）和抑制性（VIP、NO、SS 等）两类。

多项研究表明，多种药食同源植物活性物质可通过调节胃肠神经递质水平来改善 FC。例如，贾梦鑫等[5] 发现生白术多糖可以提高 FC 大鼠血浆中 MTL 含量，同时降低 VIP 水平，从而加速胃排空进程。Luo 等[42] 发现，铁皮石斛多糖可上调 FC 小鼠血浆中 ACh、MTL、SP、GAS 水平，同时下调 SS 水平，促进肠道蠕动以及肠液分泌。此外，枸杞多糖[47] 和番泻叶苷 A[55] 分别可使 FC 小鼠和大鼠血浆中 SP 和 VIP 恢复至正常水平，刺激肠道推进运动。山楂膳食纤维[44] 也能促进 FC 小鼠血浆 MTL、GAS、SP 水平升高，导致 SS、NO 水平下降，促进肠道平滑肌收缩。Yu 等[56] 发现 FC 小鼠血浆中的 MTL、5-HT 水平显著下降，SS 水平显著升高，而肉苁蓉多糖干预逆转了这种现象，促进了肠黏液的释放和肠道运动。综上，药食同源植物活性成分调节胃肠神经递质水平的指标体系略有差异，主要通过调控神经递质兴奋-抑制平衡（即促进兴奋性递质分泌、减少抑制性递质分泌），最终作用于肠道平滑肌，增强肠道动力，从而发挥改善 FC 的功效。

2.4 调节肠道菌群及其代谢产物

药食同源植物活性成分（多糖、多酚、膳食纤维等）可通过调节肠道微生态及代谢产物，改善肠道功能[57]。肠道菌群代谢产物 SCFAs 在肠道健康中具有关键作用：可通过降低肠道微环境 pH 抑制病原微生物定植，作为营养物质调控肠道生理功能，通过促进肠道菌群增殖及为肠黏膜上皮细胞供能维持菌群-宿主互作，还能通过诱导抗炎因子分泌及调节紧密连接蛋白表达维持肠黏膜完整性[58]。

据报道，药食同源植物多糖可通过调节肠道菌群进而改善 FC。Yu 等[56] 发现肉苁蓉多糖能增加 FC 小鼠肠道中双歧杆菌属的丰度，降低肠球菌属等条件致病菌的数量，促进 SCFAs 的产生，提高肠道菌群多样性。Liu 等[6] 证实了黄芪多糖可显著提升 FC 大鼠肠道中布拉氏杆菌和双歧杆菌属的相对丰度，同时促进产生 SCFAs 并降低 FC 大鼠粪便中乙酸盐、丁酸盐和丙酸盐的水平，降低肠道 pH，抑制有害菌生长。Bai 等[59] 发现山药多糖释放的游离葡萄糖和甘露糖可被肠道菌群利用产生 SCFAs，并促进双歧杆菌属的增殖。Fu 等[60] 发现，马齿苋多糖可通过降低衰老大鼠肠道中厚壁菌/拟杆菌的比值以及梭杆菌的相对丰度来优化肠道菌群。综上，药食同源植物多糖可通过促进有益菌生长、抑制有害菌繁殖、增加 SCFAs 产生、优化肠道菌群结构几个方面来缓解 FC 症状，但不同来源的活性多糖作用特点存在差异：黄芪多糖和肉苁蓉多糖对促进双歧杆菌属的增殖作用更为显著，山药多糖和马齿苋多糖在调节复杂菌群平衡方面可能更具优势。

药食同源植物多酚在调节肠道菌群中同样发挥着重要作用。付山等[8] 发现桑葚黄酮可使 FC 小鼠肠道中的双歧杆菌属丰度显著提高，普雷沃氏菌属的丰度下降；李寒冰等[61] 发现火麻仁油中的柚皮苷可使 FC 大鼠肠道中的双歧杆菌属、乳杆菌属的丰度增加，杆菌/球菌比值升高，同时乙酸、丁酸等 SCFAs 含量显著增加。同样的，Xiao 等[62] 发现罗汉果苷对肠道菌群也存在类似的调控作用，促进维持肠道微生态平衡。综上，桑葚黄酮和火麻仁油中的植物活性成分柚皮苷均可影响 SCFAs 的产生，降低肠道 pH，促进有益菌增殖，同时抑制有害菌生长，调节肠道菌群构成从而起到缓解 FC 的作用。罗汉果苷也同样具备上述类似功效，但目前针对罗汉果苷应用于治疗

FC 方面的研究较少，但其在改善 FC 方面具有较大应用潜力。

药食同源膳食纤维在调节肠道菌群方面颇具潜力。Zhang 等[44] 发现山楂膳食纤维可使 FC 小鼠肠道中的拟杆菌属的相对丰度增加，SCFAs 乙酸、丙酸、异丁酸、异戊酸水平显著提高，优化了肠道菌群构成，并降低肠道 pH，抑制致病菌生长，修复肠黏膜损伤，从而起到缓解 FC 的功效。包辰[10] 发现薏苡仁抗性淀粉可以使大鼠肠道中双歧杆菌属和乳杆菌属的相对丰度显著增加，大肠杆菌和产气荚膜梭菌丰度则有所降低，SCFAs 如乙酸、丙酸、丁酸含量也有所改变，从而调节肠道屏障功能，增加了大鼠粪便含水量，在缓解和治疗 FC 方面展现出很大潜力。药食同源膳食纤维对于治疗 FC 的研究除山楂膳食纤维外，对其他膳食纤维的研究相对较少，薏苡仁抗性淀粉在未来改善 FC 方面的研究具有很大挖掘空间。

3　总结与展望

综上，FC 的病因和发病机制复杂，药食同源植物活性物质主要通过调节肠道菌群及其代谢产物、ICC 数量和形态、AQPs 的表达、胃肠神经递质的分泌等途径来改善或治疗 FC。药食同源植物活性物质可促进肠道中益生菌的增殖和定植，并且抑制潜致病菌的增殖，从而改善胃肠道微环境。然而，相关领域研究仍存在一些不足之处：a.药食同源植物富含丰富的活性物质，成分复杂（包括多糖、黄酮类、酚类、膳食纤维等），部分成分虽然已被证实对 FC 具有良好缓解治疗作用，但各组分间相互作用机制（协同或拮抗）尚不清楚，这也对药食同源植物直接用于相关产品开发与生产提出了挑战；b.虽然目前明确了部分药食同源植物活性物质可以改善 FC，但是深度不足，比如同为多糖，不同药食同源植物多糖结构组成、功能特性上存在差异，甚至同一植物来源的多糖也有结构差异，多酚和膳食纤维同样存在类似的问题，而这些差异性成分在调节 FC 效果及机制上的对比研究仍十分匮乏；c.现有多数关于药食同源植物活性物质缓解 FC 的研究存在样本量小、实验周期短的问题，临床研究上缺乏长期跟踪，难以精准评估产品的安全性和有效性。

未来研究方向需聚焦机制解析：可通过利用网络药理学手段挖掘具有缓解 FC 功效的药食同源活性成分，全方位、多角度研究不同药食同源植物活性成分改善 FC 的具体机制和作用通路；同时结合基础实验和临床研究，建立不同药食同源植物活性物质之间相互作用的标准化体系，筛选多种对于改善 FC 不同作用机制及通路的药食同源植物活性物质进行复配，确定不同组合的最佳剂量、配比及使用方法，提高产品的有效性和稳定性。在产品开发方面，需要研发产品新剂型，采用先进的微囊化技术、纳米技术等，将具有高活性的药食同源植物活性物质进行包埋，制备成肠溶胶囊或缓释体系，提高其适口性、稳定性以及生物利用度，增强肠道靶向性，保证安全高效，为 FC 患者提供可靠的治疗选择。

© The Author(s) 2026. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

参考文献

[1] WANG Lin, LUO Xiaoying, QING Xiangli, et al. Symptom effects and central mechanism of acupuncture in patients with functional gastrointestinal disorders: A systematic review based on fMRI studies[J]. BMC Gastroenterology, 2024, 24(1): 47.

[2] 刘双, 董红敬, 张艳艳, 等. 中医药治疗便秘的用药规律及网络药理学探析[J]. 山东科学, 2022, 35(6): 24−32. [LIU Shuang, DONG Hongjing, ZHANG Yanyan, et al. Exploration of the rule and network mechanism of traditional Chinese medicine in the treatment of constipation[J]. Shandong Science, 2022, 35(6): 24−32.]

[3] 洪关婷, 杨勇军. 中药活性成分治疗功能性便秘的药理作用研究进展[J]. 现代药物与临床, 2024, 39(11): 2970−2976. [HONG Guanting, YANG Yongjun. Pharmacological research progress on active ingredients in traditional Chinese medicine in treating functional constipation[J]. Drugs & Clinic, 2024, 39(11): 2970−2976.]

[4] 张继月. 基于肠道菌群探究软枣猕猴桃对功能性便秘小鼠润肠通便作用机制[D]. 沈阳：沈阳农业大学, 2023. [ZHANG Jiyue. The laxative mechanism of kiwi berry on functional constipation mice through gut microbiota[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2023.]

[5] 贾梦鑫, 于猛, 秦玲玲, 等. 生白术多糖对洛哌丁胺诱导大鼠便秘的改善作用研究[J]. 中草药, 2022, 53(24): 7808−7815. [JIA Mengxin, YU Meng, QIN Lingling, et al. Ameliorative effect of polysaccharides from raw *Atractylodes macrocephala* on constipation induced by loperamide in rats[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2022, 53(24): 7808−7815.]

[6] LIU Xiaojie, LI Mengyu, JIAN Chen, et al. *Astragalus* polysaccharide alleviates constipation in the elderly via modification of gut microbiota and fecal metabolism[J]. Rejuvenation Research, 2022, 25(6): 275−290.

[7] 魏炳琦, 高小雨, 刘延鑫, 等. 罗汉果苷的功能及应用研究进展[J]. 食品工业科技, 2023, 44(11): 434−441. [WEI Bingqi, GAO Xiaoyu, LIU Yanxin, et al. Research progress on function and application of mogroside[J]. Science and Technology of Food Industry, 2023, 44(11): 434−441.]

[8] 付山, 吕开原, 贺凌霜, 等. 桑葚提取物主要成分分析及润肠通便作用的观察[J]. 武警后勤学院学报（医学版）, 2019(1): 1−5. [FU Shan, LÜ Kaiyuan, HE Lingshuang, et al. Analysis of the main components of mulberry extracts and observation on the function of relaxing bowel[J]. Journal of Logistics University of PAP (Medical Sciences), 2019(1): 1−5.]

[9] 刘田, 崔同, 高哲, 等. 山楂膳食纤维的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(6): 199−204. [LIU Tian, CUI Tong, GAO Zhe, et al. Recent advances in dietary fiber of hawthorn[J]. Food Research and Development, 2020, 41(6): 199−204.]

[10] 包辰. 薏苡仁抗性淀粉结构特性及其对肠道菌群调节机制的研究[D]. 福州：福建农林大学, 2017. [BAO Chen. The structural characteristic of semen coicis (*Coix lachryma*-jobi) resistant starch and its mechanism in regulating intestinal flora[D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2017.]

[11] 马良. 中药治疗功能性便秘的数据挖掘和网络药理学研究[D]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2023. [MA Liang. The use of traditional Chinese medicine for treating functional constipation: A study on data mining and network pharmacology[D]. Harbin: Heilongjiang University of Chinese Medicine, 2023.]
[12] 李诞, 崔檬, 王佳贺. 老年人常见未分化疾病: 消瘦的流行病学及诊治进展[J]. 实用老年医学, 2022, 36(3): 223−227. [LI D, CUI M, WANG J H. Common undifferentiated diseases in the elderly: The epidemiology and progress in the diagnosis and treatment of wasting[J]. Practical Geriatrics, 2022, 36(3): 223−227.]
[13] 杨直, 吴晨曦, 高静, 等. 中国成年人慢性便秘患病率的 Meta 分析[J]. 中国全科医学, 2021, 24(16): 2092−2097. [YANG Zhi, WU Chenxi, GAO Jing, et al. Prevalence of chronic constipation in Chinese adults: A meta-analysis[J]. Chinese General Practice, 2021, 24(16): 2092−2097.]
[14] 姚健凤, 郑松柏. 老年人慢性便秘的评估与处理专家共识解读[J]. 中华老年病研究电子杂志, 2017, 4(2): 28−31. [YAO J F, ZHENG S B. Interpretation of expert consensus on the assessment and management of chronic constipation in the elderly[J]. Chinese Journal of Geriatrics Research (Electronic Edition), 2017, 4(2): 28−31.]
[15] 郭晓峰, 柯美云, 潘国宗, 等. 北京地区成人慢性便秘整群、分层、随机流行病学调查及其相关因素分析[J]. 中华消化杂志, 2002, 22(10): 637−638. [GUO Xiaofeng, KE Meiyun, PAN Guozong, et al. Cluster, stratified and randomized epidemiological survey of chronic constipation in adults in Beijing and its related factors[J]. Chinese Journal of Digestion, 2002, 22(10): 637−638.]
[16] ZENG X L, YANG X D, YANG T, et al. Etiology and clinical classification of constipation[J]. Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi, 2022, 25(12): 1120−1125.
[17] BUTTRISS J L, STOKES C S. Dietary fibre and health: An overview[J]. Nutrition Bulletin, 2008, 33(3): 186−200.
[18] 闫敏. 葵花盘可溶性膳食纤维制备及润肠通便作用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2022. [YAN M. Preparation of soluble dietary fiber from sunflower seed hull and its effect on intestinal function[D]. Changchun: Jilin University, 2022.]
[19] 谢振年, 李东冰, 贾小强, 等. 焦虑和抑郁在慢传输型便秘患者发病过程中的作用评估初探[J]. 世界中医药, 2013, 8(9): 1033−1035. [XIE Zhennian, LI Dongbing, JIA Xiaoqiang, et al. Effect of anxiety and depression in the process of slow transit constipation patients[J]. World Chinese Medicine, 2013, 8(9): 1033−1035.]
[20] 柴茂. 双歧杆菌对便秘的缓解作用及其机制分析[D]. 无锡: 江南大学, 2021. [CHAI Mao. Analysis of the alleviation effects on constipation by *Bifidobacterium* and its mechanisms[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2021.]
[21] 张亮. 益生菌复合固体饮料对便秘的缓解作用及其机制研究[D]. 无锡: 江南大学, 2019. [ZHANG Liang. Study on the alleviation effect and mechanism of probiotic composite solid beverage on constipation[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2019.]
[22] WANG L P, XIE S Y, JIANG X, et al. Therapeutic effects of *Bombax ceiba* flower aqueous extracts against loperamide-induced constipation in mice[J]. Pharmaceutical Biology, 2023, 61(1): 125−134.
[23] LIU Shilong, QIU Yueqin, GU Fang, et al. Niacin improves intestinal health through up-regulation of AQPs expression induced by GPR109A[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2022, 23(15): 8332.
[24] 靳远, 曹靖, 张潜, 等. 儿茶酚胺类物质在肠神经系统中的研究进展[J]. 郑州大学学报(医学版), 2022, 57(2): 149−154. [JIN Yuan, CAO Jing, ZHANG Qian, et al. Research progress of catecholamines in the enteric nervous system[J]. Journal of Zhengzhou University (Medical Sciences), 2022, 57(2): 149−154.]
[25] LIU Qihong, KE Danfeng, CHEN Youqin, et al. Effects of Liqi Tongbian decoction on gut microbiota, SCFAs production, and 5-HT pathway in STC rats with Qi Stagnation pattern[J]. Frontiers in Microbiology, 2024, 15: 1337078.
[26] NAITOU K, IWASHITA H, UEDA H H, et al. Intrathecally administered substance P activated the spinal defecation center and enhanced colorectal motility in anesthetized rats[J]. American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology, 2022, 323(1): G21−G30.
[27] ZENG Qiang, OU Lei, WANG Wei, et al. Gastrin, cholecystokinin, signaling, and biological activities in cellular processes[J]. Frontiers in Endocrinology, 2020, 11: 112.
[28] DELOOSE E, VERBEURE W, DEPOORTERE I, et al. Motilin: From gastric motility stimulation to hunger signalling[J]. Nature Reviews Endocrinology, 2019, 15(4): 238−250.
[29] 徐度天, 张虹玺. 中医药治疗慢传输型便秘的实验研究进展[J]. 中医临床研究, 2024, 16(32): 113−118. [XU Dutian, ZHANG Hongxi. A review on the experiment of TCM in the treatment of slow transit constipation[J]. Clinical Journal of Chinese Medicine, 2024, 16(32): 113−118.]
[30] GONKOWSKI S, RYTEL L. Somatostatin as an active substance in the mammalian enteric nervous system[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2019, 20(18): 4461.
[31] 于阿莉, 刘响, 安莹莹, 等. 肠道菌群失调与慢性便秘的研究进展[J]. 国际消化病杂志, 2017, 37(2): 83−86. [YU A L, LIU X, AN Y Y, et al. Research progress on intestinal flora imbalance and chronic constipation[J]. International Journal of Digestive Diseases, 2017, 37(2): 83−86.]
[32] KIM G, DEEPINDER F, MORALES W, et al. *Methanobrevibacter smithii* is the predominant methanogen in patients with constipation-predominant IBS and methane on breath[J]. Digestive Diseases and Sciences, 2012, 57(12): 3213−3218.
[33] 刘海宁, 陈玉琢, 吴昊, 等. 肠道菌群与功能性便秘的研究进展[J]. 复旦学报(医学版), 2015, 42(4): 564−568. [LIU Haining, CHEN Yuzhuo, WU Hao, et al. Research progress of functional constipation and intestinal microbiota[J]. Fudan University Journal of Medical Sciences, 2015, 42(4): 564−568.]
[34] CORSETTI M, BROWN S, CHIARIONI G, et al. Chronic constipation in adults: Contemporary perspectives and clinical challenges. 2: Conservative, behavioural, medical and surgical treatment[J]. Neurogastroenterology & Motility, 2021, 33(7): e14070.
[35] EUN K, RIM L, JU P, et al. Quercetin promotes gastrointestinal motility and mucin secretion in loperamide-induced constipation of SD rats through regulation of the mAChRs downstream signal[J]. Pharmaceutical Biology, 2018, 56(1): 309−317.
[36] LUTHRA P, CAMILLERI M, BURR N E, et al. Polyethylene glycol-based laxatives for chronic constipation-authors' reply[J]. The Lancet Gastroenterology & Hepatology, 2020, 5(2): 110−111.
[37] HWAN B, RYEON K. Subtype classification of functional constipation in children: Polyethylene glycol versus lactulose[J]. Pediatrics International, 2020, 62(7): 816−819.
[38] OMER A, QUIGLEY E M M. An update on prucalopride in the treatment of chronic constipation[J]. Therapeutic Advances in Gastroenterology, 2017, 10(11): 877−887.

［39］ 陈方圆. 中医药治疗便秘的临床用药规律研究[D]. 北京：北京中医药大学, 2023. ［CHEN Fangyuan. Clinical medication rules of traditional chinese medicine for the treatment of constipation[D]. Beijing: Beijing University of Chinese Medicine, 2023. ］
［40］ KNOWLES C H, GROSSI U, HORROCKS E J, et al. Surgery for constipation: Systematic review and practice recommendations: Graded practice and future research recommendations[J]. Colorectal Disease, 2017, 19(Suppl 3): 101−113.
［41］ 孙斌, 陈震杰. 植物药食同源用途推广研究[N]. 山西科技报, 2024-09-02(A06). ［SUN B, CHENG Z J. Pharmacopoeia and food use of herbs promotion research[N]. Shanxi Science and Technology Newspaper, 2024-09-02(A06). ］
［42］ LUO Dandan, QU Cao, LIN Guosheng, et al. Character and laxative activity of polysaccharides isolated from *Dendrobium officinale*[J]. Journal of Functional Foods, 2017, 34: 106−117.
［43］ 段晓峰, 王亚文, 耿旭芳, 等. 桑叶水提物改善肠肌运动及缓解便秘的作用[J]. 食品工业科技, 2022, 43(15): 344−351. ［DUAN Xiaofeng, WANG Yawen, GENG Xufang, et al. Effect of mulberry leaf water extract on improving intestinal muscle movement and relieving constipation[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(15): 344−351. ］
［44］ ZHANG Henghui, ZU Qixin, ZHANG Jiancai, et al. Soluble dietary fiber of hawthorn relieves constipation induced by loperamide hydrochloride by improving intestinal flora and inflammation, thereby regulating the aquaporin ion pathway in mice[J]. Foods, 2024, 13(14): 2220.
［45］ VRIESMAN M H, KOPPEN I J N, CAMILLERI M, et al. Management of functional constipation in children and adults[J]. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 2020, 17(1): 21−39.
［46］ 蒋峰. 养阴润肠方治疗慢传输型便秘小鼠的机制研究[D]. 南京：南京中医药大学, 2018. ［JIANG Feng. Investigation on the mechanism of Yangyin Runchang decoction treating slow transmit constipation in mice[D]. Nanjing: Nanjing University of Chinese Medicine, 2018. ］
［47］ LIU Yan, YANG Bo, LIU Haiying, et al. Effect and mechanism of *Lycium barbarum* polysaccharide on gastrointestinal motility in slow transit constipation[J]. Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology, 2025, 398(3): 2923−2931.
［48］ 高金龙. 肉苁蓉对功能性便秘大鼠 Cajal 间质细胞的影响[D]. 长沙：湖南中医药大学, 2020. ［GAO Jinlong. Effect of *Cistanche deserticola* on Cajal interstitial cells in rats with functional constipation[D]. Changsha: Hunan University of Chinese Medicine, 2020. ］
［49］ LOGIN F H, NEJSUM L N. Aquaporin water channels: Roles beyond renal water handling[J]. Nature Reviews Nephrology, 2023, 19(9): 604−618.
［50］ OZU M, ALVEAR-ARIAS J J, FERNANDEZ M, et al. Aquaporin gating: A new twist to unravel permeation through water channels[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2022, 23(20): 12317.
［51］ LIU Wenhui, ZHI Aimin. The potential of quercetin to protect against loperamide-induced constipation in rats[J]. Food Science & Nutrition, 2021, 9(6): 3297−3307.
［52］ 杜丽东, 雒军, 吴国泰, 等. 当归对血虚便秘模型小鼠结肠水通道蛋白 8 表达的影响[J]. 中国中医药信息杂志, 2018, 25(7): 44−48. ［DU Lidong, LUO Jun, WU Guotai, et al. Effects of *Angelica Sinensis Radix* on expressions of AQP8 in colon of blood-deficiency constipation in mice[J]. Chinese Journal of Information on Traditional Chinese Medicine, 2018, 25(7): 44−48. ］
［53］ 吴东, 李景南, 杨爱明, 等. 胃肠激素及相关疾病的百年回眸[J]. 中国科学：生命科学, 2021, 51(8): 920−926. ［WU Dong, LI Jingnan, YANG Aiming, et al. A centenary reflection of gastrointestinal endocrinology and its related diseases[J]. Scientia Sinica (Vitae), 2021, 51(8): 920−926. ］
［54］ ZHENG Zhi, SHANG Yuxi, WANG Ning, et al. Current advancement on the dynamic mechanism of gastroesophageal reflux disease[J]. International Journal of Biological Sciences, 2021, 17(15): 4154−4164.
［55］ 李冀. 番泻苷 A 通腑泄下的作用及机制研究[D]. 西安：中国人民解放军空军军医大学, 2019. ［LI Ji. The effect and mechanism of sennoside a on promoting intestinal motility[D]. Xi'an: Air Force Medical University of PLA, 2019. ］
［56］ YU Ziqing, ZHANG Zhaopeng, HU Chunjie, et al. *Cistanche deserticola* polysaccharide alleviates constipation by regulating intestinal barrier function and intestinal microbiota and their metabolites[J]. American Journal of Translational Research, 2024, 16(11): 7036−7053.
［57］ 周欣, 付志飞, 谢燕, 等. 中药多糖对肠道菌群作用的研究进展[J]. 中成药, 2019, 41(3): 623−627. ［ZHOU Xin, FU Zhifei, XIE Yan, et al. Research progress on the effect of traditional Chinese medicine polysaccharides on intestinal microbiota[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2019, 41(3): 623−627. ］
［58］ JOSEPH N, VASODAVAN K, SAIPUDIN N A, et al. Gut microbiota and short-chain fatty acids (SCFAs) profiles of normal and overweight school children in Selangor after probiotics administration[J]. Journal of Functional Foods, 2019, 57: 103−111.
［59］ BAI Yajuan, ZHOU Yue, ZHANG Ruifen, et al. Gut microbial fermentation promotes the intestinal anti-inflammatory activity of Chinese yam polysaccharides[J]. Food Chemistry, 2023, 402: 134003.
［60］ FU Qiang, HUANG Hui, DING Aiwen, et al. *Portulaca oleracea* polysaccharides reduce serum lipid levels in aging rats by modulating intestinal microbiota and metabolites[J]. Frontiers in Nutrition, 2022, 9: 965653.
［61］ 李寒冰, 吴宿慧, 李根林, 等. 火麻仁油对便秘大鼠肠道微生态的改善作用[J]. 中华中医药学刊, 2018, 36(8): 1878−1881. ［LI Hanbing, WU Suhui, LI Genlin, et al. Ameliorating effect of hemp seed oil on intestinal microecology in constipated rats[J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2018, 36(8): 1878−1881. ］
［62］ XIAO Ruiming, LIAO Wanci, LUO Guangjuan, et al. Modulation of gut microbiota composition and short-chain fatty acid synthesis by mogroside V in an *in vitro* incubation system[J]. ACS Omega, 2021, 6(39): 25486−25496.