

doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2020.07.044

余甘子化学成分、药理活性及质量控制提升的研究进展*

兰 杨¹, 姜 红², 张仕瑾¹, 彭贤东¹, 郭廷东^{1△}, 唐志立¹

(1. 四川省南充市中心医院·川北医学院第二临床医学院药学部·个体化药物治疗南充市重点实验室, 四川 南充 637000; 2. 四川省成都市第五人民医院药学部, 四川 成都 611930)

摘要:余甘子为我国常用藏药,常与诃子、毛诃子配伍使用,作为多数藏族验方的基础方。该文归纳了近年来关于余甘子的研究,总结了其在化学成分、药理活性和质量控制等方面的研究进展,旨在提升余甘子的质量控制水平。

关键词:余甘子;化学成分;药理活性;质量控制

中图分类号:R932;R284.1;R285.1

文献标识码:A

文章编号:1006-4931(2020)07-0156-04

Research Progress on Chemical Constituents, Pharmacological Activities and Quality Control of *Phyllanthus Emblica*

LAN Yang¹, JIANG Hong², ZHANG Shijin¹, PENG Xiandong¹, GUO Tingdong¹, TANG Zhili¹

(1. Department of Pharmacy, Nanchong Central Hospital, The Second Clinical College of North Sichuan Medical College, Nanchong Key Laboratory of Individualized Drug Therapy, Nanchong, Sichuan, China 637000; 2. Department of Pharmacy, Chengdu Fifth People's Hospital, Chengdu, Sichuan, China 611930)

Abstract: *Phyllanthus emblica* is a commonly used Tibetan medicine in China. It is often used in combination with *Terminalia chebula* and *Terminalia bellirica* as the basis of most Tibetan prescriptions. In this paper, the research progress of *Phyllanthus emblica* in recent years is summarized, including its chemical composition, pharmacological activity and quality control, aiming to improve the quality control level of *Phyllanthus emblica*, provide reference for the quality control of prescription preparation, and promote the development of *Phyllanthus emblica* and prescription preparation.

Key words: *Phyllanthus emblica*; chemical composition; pharmacological activity; quality control

余甘子为大戟科植物余甘子 *Phyllanthus emblica* L. 的干燥成熟果实,是我国藏医药和印度传统医学中的常用药材。余甘子又名庵摩勒,《新修本草》记载余甘子主

风虚热气,而《本草纲目拾遗》记载其主补益、强气力。现代中医药认为,其性凉,具有清热凉血、消食健胃、生津止渴作用,目前已被开发为余甘子喉片,用于燥热伤津

*基金项目:四川省南充市市校科技战略合作项目[18SXHZ0453];川北医学院科研发展计划项目[CBY18-A-YB32];四川省南充市市校合作科研专项课题[NSMC20170109]。

第一作者:兰杨,男,硕士研究生,主管中药师,研究方向为院内制剂开发,(电子信箱)1653531156@qq.com。

△通信作者:郭廷东,男,大学本科,主任中药师,研究方向为院内制剂开发,(电子信箱)2660846236@qq.com。

- 实验研究[J]. 中西医结合杂志,1991(6):357-359.
- [62] 吴慧平,陈建伟,李 祥,等. 板蓝根多糖对NF- κ B活性的作用[J]. 药物生物技术,2001,8(5):276-278.
- [63] 陆广马. 板蓝根中多糖的分离以及高效液相色谱分析[J]. 亚太传统医药,2014,10(2):30-31.
- [64] 王 莉,鲁建江,顾承志,等. 微波技术在板蓝根多糖提取及含量测定中的应用[J]. 中药材,2001,24(3):27-28.
- [65] 唐志华. 微波辅助提取板蓝根多糖的工艺条件研究[J]. 农业机械,2011(5):159-161.
- [66] 刘 依,韩鲁佳. 微波技术在板蓝根多糖提取中的应用[J]. 中国农业大学学报,2002,7(2):31-34.
- [67] 车荣珍,吴 艳,艾连中,等. 超声波辅助提取板蓝根多糖的工艺优化[J]. 时珍国医国药,2011,22(10):188-191.
- [68] 张 明,李苗苗,卢 惠. 复合酶法提取板蓝根多糖工艺的研究[J]. 食品科技,2009,34(11):218-221.
- [69] 陈 奎,陈易彬. 板蓝根多糖提取工艺的研究[J]. 食品研究与开发,2007,28(4):64-66.
- [70] 国 欣,胡小龙,王月荣,等. 板蓝根多糖的系统分离纯化与组成分析[J]. 中草药,2016,47(9):1508-1514.
- [71] 马 莉,唐健元,李祖伦,等. 板蓝根多糖分离纯化及其性质的研究[J]. 中草药,2007,38(8):1143-1146.
- [72] 张体祥,刘 捷,张 萍,等. 板蓝根多糖的提取和纯化工艺研究[J]. 时珍国医国药,2009,20(8):1992-1994.
- [73] 鲁建江,王 莉,顾承志,等. 板蓝根多糖的提取及含量测定[J]. 今日药学,2001,11(4):16-18.
- [74] 李成义,杨苗苗,张樱山,等. 甘肃不同产地板蓝根中多糖含量分析[J]. 西部中医药,2015,28(2):5-7.
- [75] 王 斌,张腾霄,宋相周,等. 不同产地板蓝根中多糖及总氨基酸含量的分析比较[J]. 南方农业学报,2014,45(1):24-27.
- [76] 曾金娣,刘 微,谢 茵,等. 不同醇沉浓度板蓝根浸膏粉中多糖糖含量测定[J]. 江西中医药,2014,45(7):70-71.
- [77] 刘云海,吴晓云,方建国,等. 板蓝根化学成分研究(V)[J]. 中南药学,2003,1(5):302.

(收稿日期:2019-09-11)

引起的咽喉干燥疼痛。现代研究表明,余甘子具有抗氧化、抑菌、抗炎、抗癌、抗肿瘤等多种生物活性,但目前对余甘子的质量控制多以单一成分含量为指标,不具有代表性。在此对余甘子化学成分、药理活性机制进行了归纳和总结,为其质量控制提供参考。

1 化学成分

余甘子化学成分主要包括多酚类、鞣质类、黄酮类、多糖类和三萜等。张兰珍等^[1]应用各种分离纯化、理化和现代波谱法分离鉴定出余甘子中的 11 个化合物。罗维等^[2]通过 1D-核磁共振(NMR)、质谱(MS)及红外(IR)等光谱手段鉴定了 18 个化学成分。BHARATHI 等^[3]采用超高效液相色谱-紫外-质谱(UHPLC-UV-MS)联用法鉴定了余甘子中的单宁和三萜皂苷。

近年来,部分研究者逐渐关注余甘子的其他药用部位,包括树皮、叶和壳。CHAPHALKAR 等^[4]采用过氧化氢清除法和 ABTS 脱色法测定了余甘子树皮中总酚、黄酮和单宁的含量,其含量较高,这使得余甘子树皮具有较强的抗氧化活性。ZHANG 等^[5]从余甘子的叶和枝中分离鉴定出 2 种新的酰化黄烷酮苷、1 种新的酚苷及 22 种已知化合物。TAHIR 等^[6]通过高效液相色谱-全波长(HPLC-DAD)法分析出余甘子叶中含有没食子酸、芦丁、山柰酸和咖啡酸等成分。LUO 等^[7]通过质谱法和 NMR 鉴定了果壳中 5 种酚类物质,化学成分分析结果显示,余甘子树皮、叶、壳与果实具有相似的有效成分,故树皮和叶可被充分开发,实现资源的综合利用。

2 药理活性

2.1 抗氧化作用

抗氧化作用是余甘子主要的药理活性,这一活性与其他药理作用密切相关。余甘子中多种成分具有抗氧化活性。朱智芸等^[8]测定了余甘子中没食子酸、柯里拉京、诃子鞣质和鞣花酸这 4 种酚酸类成分的抗氧化活性,结果均表现出较强的抗氧化活性。ZHANG 等^[9]从余甘子的甲醇提取物中分离得到 7 种酚类,通过 DPPH 法、FRAP 法和 ABTS 法测定,这 7 种酚类均表现出较强的抗氧化活性。王锐^[10]采用体外化学模型研究余甘子降血糖和抗氧化活性,DPPH 试验表明,余甘子多糖清除率总体上弱于维生素 C,但在较高浓度时的清除作用与维生素 C 基本一致。LI 等^[11]通过沉淀纯化法从余甘子中分离出 1 种新型的水溶性多糖,并通过多种方法测定了该多糖的抗氧化活性,结果显示,其具有显著的抗氧化能力。ZENG 等^[12]从余甘子果实中分离得到水溶性多糖,通过 DPPH 法和羟基自由基清除能力证实了该多糖具有良好的还原能力。

2.2 抗菌作用

余甘子作为天然的抗菌药物,对多种细菌具有抑制

作用。LIU 等^[13]分离出余甘子中的挥发油,并测定其抑菌活性,发现挥发油对革兰阴性菌、革兰阳性菌和 3 种病原菌均有抑制作用,余甘子水溶性多糖也具有抑菌作用^[14]。基于余甘子的抑菌作用,MASUM 等^[15]将余甘子提取物合成银纳米颗粒用于控制水稻的细菌性疾病。JAIN 等^[16]对比了 6 种植物对致龋细菌-变形链球菌的抑制作用,发现余甘子水提物和生姜醇提物的抑菌活性最高,可作为预防龋齿的替代药物,也可作为漱口水,既安全又经济。GAO 等^[17]将余甘子提取物做成口香糖,咀嚼口香糖可刺激唾液的分泌,还可显著降低细菌总数和变形链球菌的唾液水平,用于改善口腔卫生。

2.3 抗炎作用

余甘子中多酚和黄酮类成分均具有抗炎活性,对多种炎症因子的抑制作用有显著的剂量依赖性和选择性,如余甘子提取物可有效抑制环氧合酶(COX)-2、诱导型一氧化氮合成酶(iNOS)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素(IL)-1 β 和 IL-6 的表达,但不能抑制 COX-1 的表达。体内试验证明,余甘子提取物以剂量依赖性的方式抑制角叉菜胶诱导的大鼠足肿胀^[18-19]。对于不同炎症模型,余甘子的不同提取液的抗炎效果有一定差异。李伟等^[20]研究了余甘子不同溶剂提取物对脂多糖(LPS)诱导的炎症模型的抗炎活性,结果发现余甘子乙醇提取物具有最佳的抗炎效果。岑志芳等^[21]采用尿酸钠诱导大鼠痛风性关节炎模型,对比了余甘子多种提取部位的抗炎作用,结果表明正丁醇部位和乙酸乙酯部位均具有明显的抗炎镇痛作用。

2.4 抗肿瘤作用

近年来,余甘子被发现具有潜在的抗肿瘤作用,目前已发现其可抑制多种肿瘤细胞,如肝癌细胞、宫颈癌细胞、直肠癌细胞、乳腺癌细胞、肺癌细胞和卵巢癌细胞等^[22]。目前关于余甘子中多酚物质抗肿瘤活性的研究较多,ZHU 等^[23]从余甘子提取物中分离出多酚物质,并测定其对宫颈癌细胞增殖、细胞周期、凋亡的影响,结果表明,余甘子中的多酚可抑制宫颈癌细胞的增殖,促进细胞凋亡;没食子酸、鞣花酸和柯里拉京均对多种肿瘤细胞表现出抑制作用^[24-28]。余甘子可通过抑制 AP-1 和致癌病毒基因的靶向转录显示其对乳腺癌细胞的抗癌活性^[29]。

2.5 保肝作用

余甘子对酒精性和非酒精性肝炎均有保护作用。对于非酒精性肝炎,余甘子可显著降低肝脏脂质过氧化和细胞色素 P4502E1(CYP2E1)、TNF- α 和 IL-1 β 的 mRNA 表达,降低血清中天门冬氨酸氨基转移酶(AST)和丙氨酸氨基转移酶(ALT)浓度^[30]。对于酒精性肝炎,余甘子可通过乙醇代谢酶活性调节、脂代谢调控、抗氧化

损伤、抗炎和抗细胞凋亡等多个途径来保护肝损伤^[31]。

2.6 其他作用

长期服用余甘子可降低体质量及胰岛素,调节血脂等,具有抗肥胖的潜力^[32]。同时,余甘子可降低超重和一级肥胖成人患心血管疾病的风险^[33]。此外,余甘子能上调 PI3K/Akt/GSK3 β / β 连环蛋白的心脏保护通路,从而在缺血再灌注损伤过程中保护心肌细胞^[34]。

3 质量控制现状

近年来,多成分含量测定、一测多评、指纹图谱、代谢组学、质量标志物等方法逐渐应用到中药中,中药质量控制得到了一定提升^[35-38]。2015年版《中国药典(一部)》中,采用没食子酸作为对照品对余甘子进行含量测定,但单一成分难以代表余甘子的复杂体系。有研究发现,余甘子加热回流过程中所含的水解鞣质会受热水解为没食子酸,进而影响检测结果的准确性^[39],故单一测定没食子酸的含量来表征余甘子的质量具有很大缺陷。张文莉等^[40]采用 HPLC 测定余甘子中没食子酸和鞣花酸的含量。李琦等^[41]建立了同时测定余甘子没食子酸、没食子儿茶素、柯里拉京、诃子联苯酸和鞣花酸含量的 HPLC 法。赵生玉等^[42]建立了同时测定余甘子中 5 种成分(没食子酸、没食子儿茶素、表儿茶素、柯里拉京和鞣花酸)含量的方法,为余甘子质量控制提供了参考。唐仕荣等^[43]以不同产地的余甘子为原料,建立 HPLC 指纹图谱,提取 33 个共有峰,完善了余甘子质量控制的质量标准。目前,余甘子的质量控制得到了提高,可为含余甘子的复方制剂的质量控制提供技术支持。此外,还可将代谢组学、质量标志物等应用到余甘子的研究中,进一步完善余甘子的质量控制。

4 展望

余甘子的传统用药部位为成熟果实,近年来,随着对其他药用部位的研究发现,其化学成分与果实相似,且树皮有保肝作用,叶有抗氧化活性和改善肺纤维化的作用,表明其他药用部分也具有较高的药用研究价值。后续研究中可借鉴余甘子果实的研究模式,加深对其他药用部分化学成分、药理活性的研究,开发更多的中药产品,实现余甘子资源的综合利用。

余甘子常与诃子和毛诃子配伍使用,是藏药方中常见的基础方,习称“大三果”,但这 3 味药材的质量控制中仅余甘子以没食子酸为对照品进行了含量测定,而诃子和毛诃子无含量测定项。2015 年版《中国药典(一部)》收载的成方制剂藏族验方二十五味松石丸、二十五味珍珠丸、十五味沉香丸和催汤丸均包含这 3 种药材,其中仅二十五味珍珠丸有对西红花苷-I 的含量测定项,而其他 3 种制剂均无含量测定项。随着分析手段和分析方法的不断提高,对余甘子的研究越加深入,含量

测定由单一成分发展到多成分同时测定,再发展到指纹图谱鉴别,一方面可完善余甘子的质量控制,另一方面余甘子含量测定和药理机制的研究可弥补诃子和毛诃子无含量测定项的不足,可为成方制剂含量测定提供参考。

参考文献:

- [1] 张兰珍,赵文华,郭亚健,等. 藏药余甘子化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2003,28(10):940-943.
- [2] 罗维. 余甘子干果活性成分的分离鉴定与生物活性研究[D]. 广州:华南理工大学,2010.
- [3] BHARATHI A, WANG YH, WANG M, et al. Simultaneous Determination and Characterization of Tannins and Triterpene Saponins from the Fruits of Various Species of Terminalia and Phyllanthus emblica Using a UHPLC-UV-MS Method: Application to Triphala[J]. Planta Med, 2013, 79(2): 181-188.
- [4] CHAPHALKAR R, APTE KG, TALEKAR Y, et al. Antioxidants of *Phyllanthus emblica* L. Bark Extract Provide Hepatoprotection against Ethanol-Induced Hepatic Damage: A Comparison with Silymarin[J]. Oxid Med Cell Longev, 2017: 3876040.
- [5] ZHANG YJ, ABE T, TANAKA T, et al. Two new acylated flavanone glycosides from the leaves and branches of *Phyllanthus emblica*[J]. Chem Pharm Bull, 2002, 50(6): 841-843.
- [6] TAHIR I, KHAN MR, SHAH NA, et al. Evaluation of phytochemicals, antioxidant activity and amelioration of pulmonary fibrosis with *Phyllanthus emblica*[J]. BMC Complement Altern Med, 2016, 16(1): 406.
- [7] LUO W, WEN L, ZHAO M, et al. Structural identification of isomallotusin and other phenolics in *Phyllanthus emblica* L. fruit hull[J]. Food Chem, 2012, 132(3): 1527-1533.
- [8] 朱智芸,赵毅,邓林,等. UPLC 法测定余甘子中 4 种抗氧化活性成分的含量[J]. 中药材, 2017, 40(12): 2891-2894.
- [9] ZHANG J, MIAO D, ZHU WF, et al. Biological Activities of Phenolics from the Fruits of *Phyllanthus emblica* L. (Euphorbiaceae)[J]. Chem Biodivers, 2017, 14(12): 201700404.
- [10] 王锐. 余甘子多糖体外降血糖及抗氧化活性研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(17): 189-192.
- [11] LI Y, CHEN J, CAO L, et al. Characterization of a novel polysaccharide isolated from *Phyllanthus emblica* L. and analysis of its antioxidant activities[J]. J Food Sci Technol, 2018, 55(7): 2758-2764.
- [12] ZENG Z, LV W, JING Y, et al. Structural characterization and biological activities of a novel polysaccharide from *Phyllanthus emblica*[J]. Drug Discov Ther, 2017, 11(2): 54-63.
- [13] LIU X, ZHAO M, LUO W, et al. Identification of volatile components in *Phyllanthus emblica* L. and their antimicrobial activity[J]. J Med Food, 2009, 12(2): 423-428.
- [14] 曹莉莉,王芳,杨贺忠,等. 余甘子果实水溶性多糖抑菌及群体感应抑制活性初探[J]. 亚热带植物科学, 2015, 44(4): 289-292.

- [15] MASUM MMI, SIDDIQA MM, ALI KA, et al. Biogenic Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Phyllanthus emblica* Fruit Extract and Its Inhibitory Action Against the Pathogen *Acidovorax oryzae* Strain RS-2 of Rice Bacterial Brown Stripe[J]. *Front Microbiol*, 2019, 10:820.
- [16] JAIN I, JAIN P, BISHT D, et al. Use of traditional Indian plants in the inhibition of caries-causing bacteria—*Streptococcus mutans*[J]. *Braz Dent J*, 2015, 26(2):110–115.
- [17] GAO Q, LI XM, HUANG HT, et al. The Efficacy of a Chewing Gum Containing *Phyllanthus emblica* Fruit Extract in Improving Oral Health[J]. *Curr Microbiol*, 2018, 75(5):604–610.
- [18] SRIPANIDKULCHAI B, JUNLATAT J. Bioactivities of alcohol based extracts of *Phyllanthus emblica* branches: antioxidation, antiproliferation and anti-inflammation[J]. *J Nat Med*, 2014, 68(3):615–622.
- [19] 孙秀娟, 于然, 刘建兴, 等. 余甘子总黄酮提取物对H1N1流感病毒感染小鼠肺炎的影响[J]. *中医药导报*, 2016, 22(5):64–65.
- [20] 李伟, 朱华伟, 陈运娇, 等. 余甘子不同溶剂提取物抗炎活性的研究[J]. *天然产物研究与开发*, 2018, 30(3):418–424.
- [21] 岑志芳, 张继平, 李海燕, 等. 余甘子提取物对尿酸钠诱导大鼠急性痛风性关节炎的作用研究[J]. *中国药房*, 2011, 22(47):4425–4427.
- [22] NQAMKITIDECHAKUL C, JAIJOY K, HANSAKUL P. Antitumor effects of *Phyllanthus emblica* L.: induction of cancer cell apoptosis and inhibition of in vivo tumour promotion and in vitro invasion of human cancer cells[J]. *Hytotther Res*, 2010, 24(9):1405–1413.
- [23] ZHU X, WANG J, OU Y. Polyphenol extract of *Phyllanthus emblica*(PEEP) induces inhibition of cell proliferation and triggers apoptosis in cervical cancer cells[J]. *Eur J Med Res*, 2013, 18(1):46.
- [24] HO HH, CHANG CS, HO WC, et al. anti-metastasis effects of gallic acid on gastric cancer cells involves inhibition of NF- κ B activity and downregulation of PI3K/AKT/small GTPase signals[J]. *Food Chem Toxicol*, 2010, 48(8–9):2508–2516.
- [25] HO HH, CHANG CS, HO WC, et al. Gallic acid inhibits gastric cancer cells metastasis and invasive growth via increased expression of RhoB, downregulation of AKT/small GTPase signals and inhibition of NF- κ B activity[J]. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2013, 266(1):76–85.
- [26] JI BC, HSU WH, YANG JS, et al. Gallic acid induces apoptosis via caspase-3 and mitochondrion-dependent pathways in vitro and suppresses lung xenograft tumor growth in vivo[J]. *J Agric Food Chem*, 2009, 57(16):7596–7604.
- [27] EDDERKAOU M, ODINOKOVA I, OHNO I, et al. Ellagic acid induces apoptosis through inhibition of nuclear factor κ B in pancreatic cancer cells[J]. *World Journal of Gastroenterology*, 2008, 14(23):3672–3680.
- [28] JIA L, JIN H, ZHOU J, et al. A potential anti-tumor herbal medicine, Corilagin, inhibits ovarian cancer cell growth through blocking the TGF- β signaling pathways[J]. *BMC Complementary & Alternative Medicine*, 2013, 13:33.
- [29] MAHATA S, PANDEY A, SHUKLA S, et al. Anticancer activity of *Phyllanthus emblica* Linn. (Indian gooseberry): inhibition of transcription factor AP-1 and HPV gene expression in cervical cancer cells[J]. *Nutr Cancer*, 2013, 65:88–97.
- [30] TUNG YT, HUANG CZ, LIN JH, et al. Effect of *Phyllanthus emblica* L. fruit on methionine and choline-deficiency diet-induced nonalcoholic steatohepatitis[J]. *Journal of Food and Drug Analysis*, 2018, 26(4):1245–1252.
- [31] 张志毕, 张媛, 于浩飞, 等. 余甘子提取物对小鼠急性酒精肝损伤的保护作用研究[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(5):350–356.
- [32] NAZISH I, ANSARI SH. *Emblca officinalis* – Anti-obesity activity[J]. *J Complement Integr Med*, 2017, 15(2):20160051.
- [33] KHANNA S, DAS A, SPIELDENNER J, et al. Supplementation of a standardized extract from *Phyllanthus emblica* improves cardiovascular risk factors and platelet aggregation in overweight/class-1 obese adults[J]. *J Med Food*, 2015, 18(4):415–420.
- [34] THIRUNAVUKKARASU M, SELVARAJU V, TAPIAS L, et al. Protective effects of *Phyllanthus emblica* against myocardial ischemia-reperfusion injury: the role of PI3-kinase/glycogen synthase kinase 3 β / β -catenin pathway[J]. *J Physiol Biochem*, 2015, 71(4):623–633.
- [35] 秦昆明, 杨冰, 胡静, 等. 一测多评在中药多组分质量控制中的应用现状与思考[J]. *中草药*, 2018, 49(3):725–731.
- [36] 周蔚昕, 刘涛, 刘钱, 等. 川芎饮片标准汤剂的 HPLC 及物理指纹图谱研究[J]. *中草药*, 2018, 49(12):5107–5115.
- [37] 陆春美, 崔秀明. 基于代谢组学技术的中药质量控制和毒性评价研究进展[J]. *中国中医药信息杂志*, 2019, 26(1):141–144.
- [38] 张铁军, 白钢, 刘昌孝. 中药质量标志物的概念、核心理论与研究方法[J]. *药学学报*, 2019, 54(2):187–196.
- [39] 黄浩洲, 魏夕川, 林俊芝, 等. 余甘子回流过程中鞣质转化及药典含量测定方法合理性探讨[J]. *中国药学杂志*, 2019, 54(7):581–587.
- [40] 张文莉, 张俊仪, 张龙开, 等. 高效液相色谱法测定余甘子提取物中没食子酸与鞣花酸含量[J]. *中国药业*, 2019, 28(2):26–29.
- [41] 李琦, 裴河欢, 李静, 等. HPLC 法同时测定余甘子中 5 种成分的含量及主成分、聚类分析[J]. *中国药房*, 2018, 29(11):1491–1495.
- [42] 赵生玉, 黄浩洲, 姜红, 等. 基于化学分析与抗氧化活性的余甘子提取工艺效果对比[J]. *中华中医杂志*, 2019, 34(2):796–800.
- [43] 唐仕荣, 宋慧, 高兆建, 等. 不同产地余甘子多酚类成分 HPLC 指纹图谱分析研究[J]. *中国食品添加剂*, 2018(2):182–187.