

梔子化学成分及药理作用研究进展

卜妍红^{1,2,3}, 陆婷⁴, 吴虹^{1,2,3}, 孙明慧^{1,2,3}, 张衡^{1,2,3}, 邓然^{1,2,3}, 王言^{1,2,3}

(1. 安徽中医药大学, 安徽合肥 230012; 2. 新安医学教育部重点实验室, 安徽合肥 230012;

3. 中药复方安徽省重点实验室, 安徽合肥 230012; 4. 云南省林业和草原技术推广总站, 云南昆明 650224)

[摘要] 梔子具有泻火除烦、清热利尿、凉血解毒等功效, 常用于治疗自身免疫性疾病、糖尿病和肝脏损伤等。现代研究发现, 梔子化学成分复杂, 主要有环烯醚萜类、二萜类、黄酮类和有机酸酯类等。梔子苷是从梔子中分离得到的一种环烯醚萜苷类化合物, 具有抗感染、免疫调节和抗氧化等多种药理作用。梔子苷可恢复促炎/抗炎细胞因子的动态平衡, 调节免疫细胞的功能和活化, 减少炎症递质和炎症因子的产生, 以及调节多种信号通路发挥抗感染和免疫调节作用。

[关键词] 梔子; 环烯醚萜苷; 梔子苷; 化学成分; 药理作用

[中图分类号] R282.7 **[DOI]** 10.3969/j.issn.2095-7246.2020.06.022

梔子(*Gardenia jasminoides* Ellis)来源于茜草科梔子属,《中国植物志》记载中国本属有植物5种、1变种,产于中部以南各省区^[1]。《中华人民共和国药典》把梔子列入常用中药,果实、花、根及叶均可入药。《神农本草经》《伤寒论》和《本草衍义》都对梔子药用价值有十分详实的记载,其性寒、味苦,无毒,主归心、肺、三焦经,具有凉血解毒、清热利尿之功效^[2]。

梔子化学成分复杂,包括以梔子苷为主的环烯醚萜苷类、二萜类、黄酮类及有机酸酯类等。研究^[3-4]发现,梔子苷可调节炎症疾病相关免疫细胞的功能和活化,恢复促炎/抗炎细胞因子间的动态平衡,改善异常信号通路及信号通路之间的相互干扰。现代药理实验表明,梔子具有显著的抗炎镇痛、保肝利胆、消肿解热功效,临床上将生梔子用于治疗跌打损伤、扭挫伤等病症。本研究总结梔子的化学成分、药理作用和部分作用机制,重点阐述梔子苷的抗感染、免疫调节及抗氧化作用,为梔子的进一步开发与利用提供参考。

1 化学成分

1.1 环烯醚萜类 环烯醚萜类化合物为梔子中主要的一类活性成分,其母核为半缩醛及环戊烷结构,由于醇羟基属于半缩醛羟基,其性质不稳定,易与

糖(多为葡萄糖)形成环烯醚萜苷,并以苷的形式存在于梔子果实中。环烯醚萜基本骨架经环氧化、羟基化及芳香酸酯化,导致该类化合物的多样性和广泛的生物活性,是多种植物药的活性成分。梔子果实中已报道的环烯醚萜苷类化合物有梔子苷、京尼平-1- β -龙胆苷、梔子苷酸、去乙酰基车叶草苷酸等20余种^[5]。此类化合物多存在于梔子果实中,且多以梔子苷为母核,不同化合物间仅取代基之间有差异。

中药梔子化学成分复杂,单用或配伍使用在剂量上没有统一标准,因此进入体内后的代谢也会有所不同。目前研究表明,梔子苷主要以口服给药方式为主,在正常大鼠体内组织分布广,生物利用度高。从分布的结果来看,药物在血浆中浓度最高,组织中浓度由高到低依次为肾、肝、脾和脑^[6]。近年来,相关研究^[7-8]表明,牛膝总皂苷对梔子苷具有靶向引导作用,可增加梔子苷在关节腔的浓度,二者协同可增强药效。

1.2 二萜类 梔子中还富含二萜色素类成分,如藏红花素、藏红花酸及其衍生物。藏红花素类在梔子果实中含量较高,作为梔子黄色素的主要成分,其具有无毒、安全性高等特点,是天然色素的良好来源。目前,从梔子属植物中检测出此类成分多为全反式西红花糖苷结构,有藏红花酸, E-、Z-藏红花素-二- β -D-龙胆二糖酯,新西红花苷 A 等^[9]。除在梔子中发现此类成分,二萜类化合物还大量存在于藏红花中,但由于藏红花药材稀缺名贵,梔子则成为该类成分的主要来源。

临床上梔子常以炮制品入药,而色素类成分及其含量经炮制均会发生改变,因此主要以梔子苷

基金项目: 国家自然科学基金项目(81874360, 81473400, 81073122); 安徽中医药大学探索性科研项目(RD17100457, 2017HXTS37)

作者简介: 卜妍红(1995-),女,硕士研究生

通信作者: 吴虹(1967-),女,博士,教授,博士研究生导师, hongw@aliyun.com

含量高低评价炮制品质量。此外,炮制过程中辅料姜汁的加入方式对栀子二萜色素苷类成分也有较大影响^[10]。随着对二萜类成分的抗癌活性等药理作用和机制研究的不断深入,该类成分展现出广泛的应用和开发前景。

1.3 黄酮类 栀子中黄酮类成分主要存在于栀子的花和树胶。文献报道,从栀子属植物分离得到的黄酮类成分有20多种,主要有槲皮素、栀子素A、槲皮素-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷、3',4',5'-四甲氧基黄酮等。随着分离技术的发展,张忠立等^[11]鉴定了栀子果实中12个黄酮类化合物,其中5,7-二羟基-3',4',5'-三甲氧基黄酮和5,7,4'-三羟基-8-甲氧基黄酮为首次从栀子中分离得到。目前,有关栀子属植物黄酮类成分的研究较少,仅集中于成分的提取分离。有研究^[12]报道,通过响应面法建立黄酮类成分的提取模型,可较好地预测、分析并优化提取工艺,为工业上制备分离栀子总黄酮奠定基础。刘美琴^[13]运用超声协同复合酶技术提取的黄酮类提取物的纯度为97.6%,提取率大大提高,酶解时间明显缩短,可为工业生产提供依据。

1.4 有机酸酯类 有机酸酯类化合物在自然界各种属植物中广泛存在,文献报道栀子属植物中含有近20种有机酸酯类成分,主要有绿原酸、3,4-二-O-咖啡酰基奎宁酸、欧前胡素、异欧前胡素等。有研究^[14]采用高效液相-全波长紫外扫描-质谱分析法从栀子果实中提取出多种新化合物,其中有机酸酯类化合物有隐绿原酸、新绿原酸等。另有研究^[15]证明,喹宁酸衍生物可抑制脂氧酶活性,其中喹宁酸酯的抗HIV-1作用主要与其清除1,1-二苯基-2-三硝基苯肼自由基活性有关。相较于藏红花素等二萜类化合物的弱清除作用,咖啡酰喹宁酸等有机酸酯类化合物对自由基的清除起主导作用,说明栀子有一定的抗氧化活性。

2 药理活性

2.1 抗炎与免疫调节 目前,关于栀子及其有效成分栀子苷的抗炎与免疫调节作用研究较多。如黄芩清除除痹胶囊常用于因风寒湿热所致的类风湿关节炎,方中栀子作为君药被证实可抑制佐剂性关节炎大鼠炎症细胞增生、继发性肿胀以及血清中炎症细胞因子水平^[16]。栀子生品的抗炎作用最强,但当炮制温度过高时,其抗炎作用消失^[17]。这与栀子苷受热破坏分解,有效成分损失增加有关,说明栀子发挥抗炎作用的成分主要为栀子苷。

当机体发生炎症反应时,诱导炎症细胞因子和趋化因子释放,而大量炎症细胞因子的释放又促进

炎症反应的进行。大量研究证明,栀子苷可通过降低炎症细胞因子水平发挥抗感染及免疫调节作用。如栀子苷能升高白细胞介素-10(interleukin-10, IL-10)的表达水平,降低IL-1 β 、肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor α , TNF- α)水平,从而减少小胶质细胞损伤^[18]。栀子苷能下调类风湿关节炎大鼠促炎细胞因子干扰素- γ 、IL-6和IL-17的分泌水平,上调抗炎细胞因子IL-4和转化生长因子- β_1 水平,恢复促炎/抗炎细胞因子间的动态平衡^[19],降低Th17细胞的细胞因子分泌水平和增加Treg细胞的细胞因子水平^[20]。

研究^[21]表明,栀子苷通过降低细胞外调节蛋白激酶(extracellular regulated protein kinases 1/2, ERK1/2)、c-Jun氨基末端激酶(c-Jun NH₂-terminal kinase, JNK)和p38丝裂原活化蛋白激酶(p38 mitogen-activated protein kinase, p38MAPK)的过度磷酸化水平,抑制亢进的MAPKs信号,从而改善滑膜组织的炎症反应,缓解佐剂性关节炎大鼠症状。结果提示,栀子苷发挥抗炎免疫作用可能与JNK、ERK1/2和p38的协同作用密切相关,靶向MAPKs信号传导可能是新的炎症性/自身免疫性疾病的治疗策略。阻断一个MAPK通路会抑制其他MAPKs通路的激活,表明MAPKs信号之间存在串扰。栀子苷调节促炎/抗炎细胞因子的动态平衡并减弱了成纤维样滑膜细胞(fibroblast-like synoviocyte, FLS)的通透性,与下调RhoA/p38MAPK/NF- κ B/F-actin信号传导有关^[22]。在TNF- α 诱导的类风湿关节炎FLS中,栀子苷可能通过间接作用上调miR-124a的表达水平,抑制其靶基因整合素1的表达,从而抑制Ras-MEK1/2-ERK1/2信号转导的激活,发挥抗炎及免疫调节作用^[23]。

2.2 抗血管新生 血管新生在发育、伤口愈合和组织修复等生理过程中发挥重要作用。然而,异常血管新生作为关键病理改变已被证实与多种疾病相关,如癌症、慢性炎症性疾病和糖尿病视网膜病变。血管新生与类风湿关节炎亦有关联,其不仅通过增加氧气和养分维持关节滑膜内的细胞数量,而且促使白细胞向组织内募集,从而加重病程。

血管生成本是机体正常的生理过程,但生成过度会导致疾病的发生,糖尿病的主要病理改变即为病理性血管新生。栀子苷通过抑制人脐静脉内皮细胞(human umbilical vein endothelial cells, HUVECs)的黏附和细胞黏附分子基因的表达,减少糖尿病的病理性血管生成,发挥治疗糖尿病的作用^[24]。栀子的乙醇提取物通过抑制肿瘤细胞中促

血管生成因子的释放,抑制肿瘤诱导的血管生成,包括微血管出芽和内皮细胞迁移,从而抑制肿瘤细胞的转移和生长^[25],且研究发现这一机制可能通过抑制 NF- κ B p65 核移位和缺氧诱导因子-1 α 通路实现。此外,栀子中另一有效成分藏红花素可通过血管内皮生长因子及其下游的 PI3K/Akt/eNOS 轴,增加细胞活力,调节 HUVECs 的血管生成^[26]。在癌症发展过程中,藏红花素通过诱导乳腺癌细胞凋亡以及抑制 HUVEC 增殖、迁移和成管作用,以抑制肿瘤细胞生长,但其分子机制还有待进一步研究。

2.3 抗氧化 细胞内氧化应激反应会引起机体损伤,从而诱发疾病。抗氧化作用作为人体防御系统中不可缺少的一部分已引起广泛关注。氧化过程中产生的活性氧簇(reactive oxygen species, ROS)具有高度化学活性,ROS 过多引起蛋白质变构、细胞器及 DNA 氧化损伤,从而诱发衰老、癌症及一系列退行性疾病。由于 ROS 对人体有广泛而严重的危害,因此,抗氧化即抗自由基成为一个重要的研究课题。研究^[27]表明,栀子苷可抑制氧化应激损伤模型中脂质过氧化物的产生,降低细胞内 ROS 水平,并通过激活 PI3K/Akt 通路抑制缺氧/复氧诱导的 H9C2 心肌细胞氧化损伤。随着栀子苷含量的增加,氧化应激保护作用有不同程度的增强,说明栀子苷呈剂量相关性地发挥内皮细胞抗氧化应激作用^[28]。脑缺血再灌注损伤(ischemia-reperfusion injury, IRI)使脑组织内氧化与抗氧化系统失衡,引起一系列由 ROS 和活性氮自由基参与的氧化应激级联反应。栀子苷可通过抑制炎症细胞因子和黏附分子表达,提高脑组织中神经细胞的线粒体活性,从而对抗自由基和神经细胞损伤,对局灶性 IRI 发挥保护作用^[29]。

近年来,研究发现栀子的环烯醚萜苷成分具有较强的生物学活性,推断其抗氧化应激可能与母核结构有关,主要体现在分别以栀子苷和藏红花酸为代表的环烯醚萜类和二萜色素类成分^[30]。二者不仅能直接清除 ROS,还能提高超氧化物歧化酶等抗氧化酶活性,从而增加体内小分子抗氧化剂含量以及作用于靶蛋白等途径发挥抗氧化作用^[31]。

2.4 保肝利胆及肝毒性 作为传统的保肝利胆中药,国内外有关栀子治疗肝脏疾病的研究均肯定了其主要有效成分栀子苷的保肝利胆作用。然而,近年来研究发现其具有肝毒性,限制了栀子苷的临床应用。因此,许多学者对栀子苷保肝利胆及肝毒性进行研究。

在四氯化碳致肝中毒小鼠模型中,栀子苷通过

降低血清谷氨酸氨基转移酶和天冬氨酸氨基转移酶活性,增加肝脏内谷胱甘肽(glutathione, GSH)浓度,从而发挥保肝作用^[32]。四氯化碳由于细胞色素 P₄₅₀ 活化,产生自由基而造成肝脏损伤,而 GSH 促使其与自由基的反应,以清除自由基,减少毒害。在雷公藤多苷引起的肝损伤中,栀子苷可降低肝脏 GSH 和炎症细胞因子 TNF- α 水平,抑制炎症和氧化应激,并促进组织修复和再生,发挥肝脏保护作用^[33]。

综上,栀子发挥保肝利胆的作用机制可能为:①抑制氧化应激反应,减少 ROS 生成并增强清除 ROS 的能力;②抗脂质过氧化作用^[34];③诱导信号通路激活,调控肝细胞凋亡和炎症因子释放;④调节肝微粒体酶的活性。

栀子对肝脏的双重作用与个体差异、给药途径、给药剂量、肠道内 pH 值密切相关。栀子苷小、中剂量具有肝保护作用,而大剂量产生肝毒性,且呈剂量依赖性。原因可能是大剂量条件下细胞色素氧化酶 CYP3A2 活性受到抑制,导致代谢减慢,毒性代谢成分蓄积而产生毒性反应。栀子苷在肠道内水解为京尼平,从而自发地转变为二醛中间体,共价结合肝蛋白游离赖氨酸残基的伯胺基团,京尼平与非蛋白巯基化合物反应,影响 GSH 系统^[35]。

3 结语

目前国内外对栀子的研究非常广泛,关于其化学成分的研究主要包括以栀子苷为代表的环烯醚萜苷类、二萜色素类以及多糖、黄酮类等成分。由于栀子苷具有广泛的药理活性,以其为主的环烯醚萜类成分至今仍是研究的重点。作为中药栀子的主要药效物质基础,栀子苷的抗感染作用最为显著,且具有多系统、多靶点的治疗作用。栀子苷抗炎与免疫调节作用的广泛性,一方面是指其作用靶点的广泛性,另一方面是其结合的靶标具有广泛的治疗作用。栀子苷可通过降低炎症细胞因子的分泌,抑制 APKs/ERK/GPCRs、NF- κ B 等信号转导通路的过度激活,以及改善由免疫细胞介导的炎症及免疫反应,发挥抗炎和免疫调节作用。随着研究的深入,越来越多的药理活性被发现,抑制血管新生和抗氧化应激正成为研究的热点。以目前研究进展来看,探讨的靶点蛋白或信号通路较为单一,且未深入涉及信号通路方面的研究。栀子的有效成分具体通过哪些信号通路发挥作用还需要进行更加深入的研究。今后应以中医药理论为指导,对化学成分和药理作用进行深入研究,旨在阐明栀子已知药理作用的分子机制并发掘新的药理活性,为其临床应用提供依据。

参考文献:

- [1] 潘媛,李隆云,王钰,等.我国主要栀子栽培资源分布与综合利用调查[J].天然产物研究与开发,2019,31(10):1823-1830.
- [2] 乔利军,张新春,黄燕.《伤寒论》栀子汤类方方证探析[J].新中医,2017,49(6):160-162.
- [3] WANG G F, WU S Y, XU W, et al. Geniposide inhibits high glucose-induced cell adhesion through the NF- κ B signaling pathway in human umbilical vein endothelial cells [J]. Acta Pharmacol Sin, 2010, 31: 953-962.
- [4] FU Y, LIU B, LIU J, et al. Geniposide, from *Gardenia jasminoides* Ellis, inhibits the inflammatory response in the primary mouse macrophages and mouse models [J]. Int Immunopharmacol, 2012, 14:792-798.
- [5] 廖铁松,闵建新,潘玲玲,等.茜草科植物环烯醚萜类化合物的研究进展[J].中草药,2018,49(6):1437-1450.
- [6] 吴欢,吴虹,袁美燕,等.栀子苷在正常大鼠体内的药物代谢动力学和组织分布[J].安徽中医学院学报,2011,30(2):57-60.
- [7] WANG W Y, WANG W, WU H, et al. Microdialysis sampling combined with ultra-high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry for the determination of geniposide in dialysate of joint cavities in adjuvant arthritis rats [J]. Rapid Commun Mass Spectrom, 2018, 32(6):516-522.
- [8] 占翔,王文宇,傅俊,等.UHPLC-MS/MS联用微透析法研究牛膝引栀子苷关节靶向在佐剂性关节炎大鼠体内药动学的影响[J].中国中药杂志,2019,44(2):364-371.
- [9] 邹毅,周敏.栀子化学成分及药理作用的研究进展[J].江西化工,2019(5):47-48.
- [10] 曹虹虹,严维花,郭爽,等.栀子姜炙工艺及姜炙前后化学成分变化研究[J].中国中药杂志,2019,44(24):5413-5420.
- [11] 张忠立,左月明,杨雅琴,等.栀子中的黄酮类化学成分研究[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(4):79-81.
- [12] 黄潇,刘婧,彭水梅,等.响应面法优化栀子中总多酚、总黄酮的提取工艺[J].中国药房,2017,28(28):3964-3968.
- [13] 刘美琴.超声波协同复合酶法提取栀子中黄酮的研究[J].粮食与油脂,2019,32(7):92-94.
- [14] HE W H, LIU X, XU H G, et al. On-line HPLC-ABTS screening and HPLC-DAD-MS/MS identification of free radical scavengers in *Gardenia* (*Gardenia jasminoides* Ellis) fruit extracts [J]. Food Chemistry, 2010, 123(2):521-528.
- [15] NISHIZAWA M, IZUHARA R, KANEKO K, et al. 5-Lipoxygenase inhibitors isolated from *Gardenia fructus* [J]. Chem Pharma Bull, 1988, 36(1):87-95.
- [16] 江莹,张静,孟楣,等.黄芩清热除痹胶囊对佐剂性关节炎大鼠的抗炎作用[J].华西药学杂志,2015,30(2):178-180.
- [17] 江国杰.中药栀子不同炮制方法的含量变化与抗炎效果的影响[J].北方药学,2015,12(12):106-107.
- [18] 高原雪,沈甜,何林,等.黄芩苷、栀子苷及其配伍对小胶质细胞增殖及激活后炎症因子影响[J].现代中医药,2019,39(3):106-109.
- [19] WANG R, WU H, CHEN J, et al. Antiinflammation effects and mechanisms study of geniposide on rats with collagen-induced arthritis [J]. Phytother Res, 2017, 31(4):631-637.
- [20] DAI M M, WU H, LI H, et al. Effects and mechanisms of Geniposide on rats with adjuvant arthritis [J]. Int Immunopharmacol, 2014, 20(1):46-53.
- [21] LI F, DAI M M, WU H, et al. Immunosuppressive effect of geniposide on mitogen-activated protein kinase signalling pathway and their cross-talk in fibroblast-like synoviocytes of adjuvant arthritis rats [J]. Molecules, 2018, 23(1):91.
- [22] DENG R, LI F, WU H, et al. Anti-inflammatory mechanism of geniposide: inhibiting the hyperpermeability of fibroblast-like synoviocytes via the RhoA/p38MAPK/NF- κ B/F-actin signal pathway [J]. Front Pharmacol, 2018, 9:105.
- [23] WANG Y, DAI L, WU H, et al. Novel anti-inflammatory target of geniposide: inhibiting Itg β 1/Ras-Erk1/2 signal pathway via the miRNA-124a in rheumatoid arthritis synovial fibroblasts [J]. Int Immunopharmacol, 2018, 65:284-294.
- [24] KOO H J, SONG Y S, KIM H J, et al. Antiinflammatory effects of genipin, an active principle of *Gardenia* [J]. Eur J Pharmacol, 2004, 495(2/3):201-208.
- [25] IM M, KIM A, MA J Y. Ethanol extract of baked *Gardenia fructus* exhibits *in vitro* and *in vivo* anti-metastatic and anti-angiogenic activities in malignant cancer cells; role of suppression of the NF- κ B and HIF-1 α pathways [J]. Int J Oncol, 2016, 49(6):2377-2386.
- [26] NASIRZADEH M, RASMI Y, RAHBARGHAZI R, et al. Crocetin promotes angiogenesis in human endothelial cells through PI3K-Akt-Enos signaling pathway [J]. EXCLI J, 2019, 18:936-949.
- [27] JIANG Y Q, CHANG G L, WANG Y, et al. Geniposide prevents hypoxia/reoxygenation-induced apoptosis in H9C2 cells; improvement of mitochondrial dysfunction and activation of GLP-1R and the PI3K/AKT signaling pathway [J]. Cell Physiol and Biochem, 2016, 39(1):407-421.
- [28] 王梓淞.基于单克隆抗体特异性敲除技术的栀子苷与栀子改善 HUVEC 细胞氧化应激损伤作用的相关性研究[D].北京:北京中医药大学,2017.

郁李仁化学成分及药理学研究进展

刘 滢¹, 李 焯¹, 张春红^{2,3}, 毕雅琼^{1,4}, 李旻辉^{1,2,3,4}

(1. 内蒙古自治区中医医院, 内蒙古 呼和浩特 010020; 2. 包头医学院, 内蒙古 包头 014040;

3. 内蒙古自治区特色道地药材资源保护与利用重点实验室, 内蒙古 包头 014040;

4. 内蒙古自治区中医药研究所, 内蒙古 呼和浩特 010020)

[摘要]郁李仁中的化学成分主要有黄酮类、脂肪酸类、氨基酸类、苷类及矿物元素等, 其中黄酮类与脂肪酸类成分具有润燥滑肠的作用, 部分黄酮类、氨基酸类、氰类成分具有抗炎、镇痛的作用。此外, 药理学研究表明, 郁李仁还具有抗氧化、抗衰老、抗肿瘤、抗惊厥、降血压、抗动脉粥样硬化和镇咳等作用, 能够用于治疗便秘、水肿、呼吸道等疾病。对郁李仁的化学成分及药理学作用进行综述, 可为郁李仁的开发研究提供依据。

[关键词]郁李仁; 化学成分; 药理作用; 研究进展

[中图分类号]R282.7 **[DOI]**10.3969/j.issn.2095-7246.2020.06.023

郁李仁 (*Pruni semen*) 为蔷薇科植物欧李 (*Prunus humilis* Bge.)、郁李 (*Prunus japonica* Thunb.) 或长柄扁桃 (*Prunus pedunculata* Maxim.) 的干燥成熟种子, 又名郁子、郁里仁、小李仁^[1]。郁李仁味辛、甘、苦, 性平, 具有润肠通便、利水消肿的功效^[1]。郁李仁含有的化学成分主要包括黄酮类、脂肪酸类、氨基酸类、苷类及矿物元素, 其中含量最多的是脂肪酸类成分^[2]。药理学研究^[3]表明, 郁李仁具有促进肠蠕动、止咳平喘、抗炎镇痛、抗惊厥、降血压等作用, 常用于治疗肠燥便秘、水肿等疾病。

1 化学成分

1.1 黄酮类 郁李仁中主要的黄酮类化合物有阿福豆苷、山奈苷、营实苷、郁李仁苷 A、郁李仁苷 B 等, 黄酮类化合物是郁李仁的重要组成部分, 其中一

些黄酮苷类成分为郁李仁的主要活性成分^[2-5]。

1.2 脂肪酸类 郁李仁含有丰富的油脂类成分, 这些油脂类成分在治疗肠燥便秘的主要成分。刘星劼^[6]共测出 8 种郁李仁油中的脂肪酸类成分, 分别为棕榈酸、棕榈油酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、花生酸、顺-11-二十碳烯酸, 种仁油含量为 40.19%~50.27%。在郁李仁的脂肪酸类成分中, 不饱和脂肪酸含量占总油脂含量的 90% 以上, 其中油酸含量最高, 为 69%~91%, 亚油酸与棕榈酸分别为 23%~25% 与 4.3%^[7]。油酸能通过降低低密度脂蛋白胆固醇、增加高密度脂蛋白胆固醇降低心血管疾病发生的风险, 对血管疾病、消化系统疾病以及生长发育方面的疾病有良好的治疗作用^[8], 亚油酸也能够用于血管疾病的治疗^[9]。孙萌^[7]比较北京、河北、内蒙古三地种植的郁李仁, 发现不同产地不同品种郁李仁中脂肪酸类成分差异很大, 其中内蒙古正蓝旗种植的郁李仁脂肪酸成分最为丰富。

1.3 氨基酸类 郁李仁中含有丰富的氨基酸类成

基金项目:中央本级重大增减支项目(2060302); 省级中药资源普查实施方案项目(财社[2019]39号)

作者简介:刘滢(1994-), 女, 硕士研究生

通信作者:李旻辉(1978-), 男, 教授, li_minhui@aliyun.com

[29] RONG Y P, HUANG H T, LIU J S, et al. Protective effects of geniposide on hepatic ischemia/reperfusion injury[J]. *Transplant Proc*, 2017, 49(6):1455-1460.

[30] 苏文钊, 陈阳, 蔡仕宁, 等. 栀子中西红花苷和 gardecin 的抗氧化活性研究[J]. *华西药学杂志*, 2016, 31(1): 21-23.

[31] 陈丽萍, 王先敏, 李茂星, 等. 栀子中抗氧化的活性成分研究[J]. *华西药学杂志*, 2018, 33(2):179-182.

[32] CHEN P, CHEN Y, WANG Y R, et al. Comparative evaluation of hepatoprotective activities of geniposide, crocins and crocetin by CCl₄-induced liver injury in mice[J]. *Biomol Ther*, 2016, 24(2):156-162.

[33] WANG J M, MIAO M S, QU L B, et al. Protective effects of geniposide against Tripterygium glycosides (TG)-induced liver injury and its mechanisms[J]. *J Toxicol Sci*, 2016, 41(1):165-173.

[34] 董玲, 黄湘, 覃陆慧, 等. 山栀子根提取物对四氯化碳诱导肝纤维化大鼠的作用研究[J]. *中药材*, 2019, 42(4): 897-901.

[35] LI Y, PAN H, LI X B, et al. Role of intestinal microbiota-mediated genipin dialdehyde intermediate formation in geniposide-induced hepatotoxicity in rats[J]. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2019, 377:114624.

(收稿日期:2020-02-02; 编辑:张倩)