

药食两用枳椇的研究进展

陆石英, 覃志高*

(广西-东盟食品检验检测中心, 南宁 530001)

摘要: 枳椇为鼠李科枳椇属植物, 且为药食同源两用品。枳椇含有黄酮类、生物碱类、皂苷类以及有机酸、脂肪酸等化学成分。现代药理实验表明枳椇具有解酒、保肝, 抗肿瘤、抗氧化、免疫调节等多种药理活性, 本文就枳椇的化学成分、生物活性、质量控制、产品开发及安全性的研究进行了概述, 并分析了目前枳椇研究中存在的问题, 旨在为枳椇药用研究和资源综合利用提供理论依据。

关键词: 枳椇; 化学成分; 生物活性; 质量控制

Research progress on *Hoveniadelphica* Lindl. for medicine and food

LU Shi-Ying, QIN Zhi-Gao*

(Guangxi-ASEAN Center for Food Control, Nanning 530001, China)

ABSTRACT: *Hoveniadelphica* Lindl. is a member of *Rhamnaceae* family, an edible traditional Chinese medicine. *Hoveniadelphica* Lindl. contains flavonoids, alkaloids, saponins, organic acids, fatty acids and other chemical components. Pharmacological experiments show that *Hoveniadelphica* Lindl. has many pharmacological activities, such as anti alcohol, liver protection, anti-tumor, anti-oxidation, immune regulation, etc. In this paper, the chemical composition, biological activity, quality control, product development and safety research of *Hoveniadelphica* Lindl. were summarized, and the existing problems in the research of *Hoveniadelphica* Lindl. were analyzed, in order to provide theoretical basis for the medicinal research and comprehensive utilization of resources.

KEY WORDS: *Hovenia acerba* Lindl.; chemical components; biological activity; quality control

1 引言

枳椇 (*Hovenia acerba* Lindl.) 为鼠李科枳椇属植物 (*Rhamnaceae* genus), 目前研究的有 3 个种, 分别为北枳椇 (*Hovenia dulcis*)、枳椇 (*Hovenia acerba*) 和毛果枳椇 (*Hovenia trichocarpa*)。主要分布于中国、朝鲜、日本和印度。枳椇因其果梗肉质膨大扭曲, 肉质肥厚形似鸡爪, 味甘甜如枣, 故名拐枣 (俗称万寿果)。枳椇子始载于《新修本草》, 现由《中华人民共和国卫生部颁药品标准》收载, 枳椇子为枳椇的干燥成熟种子。枳椇子性甘、酸, 味平, 归心、脾经, 具解酒毒, 止渴除烦, 止呕, 利二便的功效^[1]。枳椇子为卫生部 2002 年公布的 87 种药食两用的药物之一,

也是我国保健食品重要原料之一, 其营养价值和药用价值已逐步被人们发现和认可。本文对枳椇的化学成分、生物活性、质量控制、产品开发及安全性的研究进行了概述, 并分析了目前枳椇研究中存在的问题, 旨在为枳椇药用研究和资源综合利用提供理论依据。

2 枳椇的化学成分

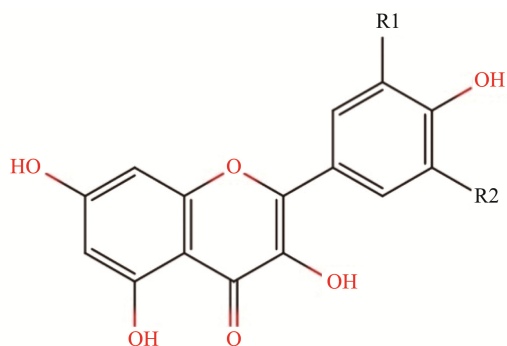
2.1 黄酮类成分

枳椇黄酮类成分是枳椇解酒、保肝生物活性物质基础, 目前有关研究报道较多。2011 年徐方方^[2]从枳椇子 70%乙醇提取物分离得到 25 个化合物, 其中黄酮类化合物有山

*通讯作者: 覃志高, 副教授, 主要研究方向为食品药品安全检验检测。E-mail: 342191623@qq.com

*Corresponding author: QIN Zhi-Gao, Associate Professor, Guang Xi-ASEAN Center for Food Control, No.42, FoZiLing Road, QingXiu District, Nanning 530001, China. E-mail: 342191623@qq.com

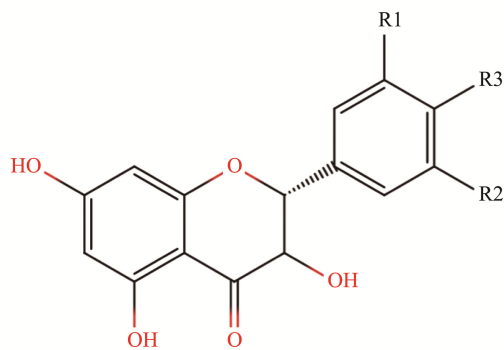
奈酚、槲皮素、杨梅素、枳碱(hovenin) A、Hovenin B、Hovenin C、Hovenin D、落叶黄素、双氢山奈酚、根皮素-3', 5'-二-C- β -D-葡萄糖、异牡荆素 2''-O- β -D-葡萄糖苷、杨梅素-3-O- β -D-葡萄糖苷等 12 种。2012 年谢蓉蓉等^[3]从枳椇子的乙酸乙酯部位分离得到 3 种黄酮类化合物二氢黄酮 I(hovenitinsI)及 Laricetrin, 二氢杨梅素(dihydromyricetin), 且药理实验表明枳椇子的乙酸乙酯部位是枳椇解酒、保肝的活性提取部位^[4]。2013 年吴龙火等^[5]从枳椇子 80%乙醇提取物分离得到 10 个化合物, 其中黄酮类化学成分为山奈酚、杨梅素、二氢杨梅素及 5,7-二羟基-3,4,5-三甲氧基黄酮为, 高美华等^[6]也从毛果枳椇子 70%乙醇提取物分离得到槲皮素、双氢槲皮素、杨梅素、二氢杨梅素等 9 种黄酮类成分。据文献报道, 黄酮类化合物是枳椇保肝、解酒重要的活性成分, 且含量较高为黄酮醇、二氢黄酮醇和黄酮苷。如杨梅素、二氢杨梅素、槲皮素、二氢槲皮素、杨梅素-3-O- β -D-葡萄糖等, 其基本母核化学结构式见图 1、图 2 和图 3。



注: 山奈酚: R1=R2=H; 槲皮素: R1=OH, R2=H; 杨梅素 R1=R2=OH; 落叶黄素 R1=OMe, R2=OH。

图 1 黄酮醇基本母核

Fig.1 Basic parent nucleus of flavonols



注: 双氢山奈酚 R1=R2=H, R3=OH; 3,3,5,5,7-五羟基双氢黄酮 R1=R2=OH, R3=H; 二氢杨梅素 R1=R2=R3=OH; Hovenitin R1=OMe, R2=R3=OH。

图 2 二氢黄酮醇基本母核

Fig.2 Dihydroflavone alcohol basic parent nucleus

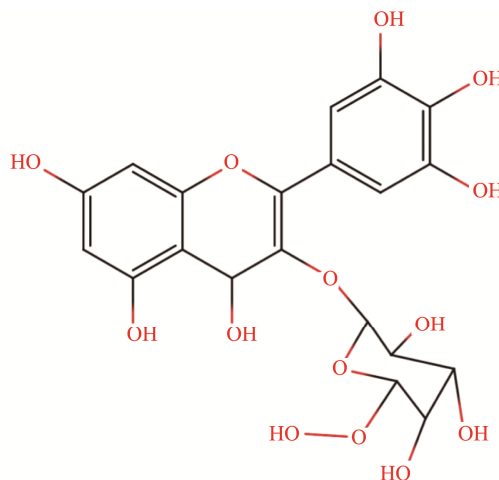


图 3 杨梅素-3-O- β -D 葡萄糖
Fig.3 Myricetin-3-O- β -D dextrose

2.2 皂苷类化合物

枳椇属皂苷主要为达玛烷型三萜皂苷类, 2011 年徐方^[2]从枳椇子分离出两种新的皂苷 acerboside A、acerboside B, 2015 年晋海洋^[7]从枳椇子发现的北枳椇皂苷 A1 和北枳椇皂苷 B1, 北拐枣皂苷 III, 其基本母核见图 4。

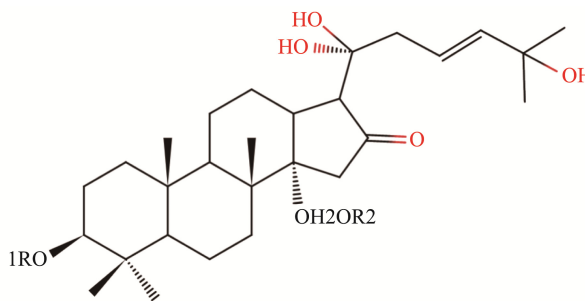


图 4 三萜皂苷基本母核

Fig.4 Triterpenoid saponins basic parent nucleus

2.3 生物碱类

金宝渊等^[8]从北枳椇子中提取到 β -carboline 生物碱化合物 perlolryne 即黑麦草碱和异欧鼠李碱, 其结构式见图 5。

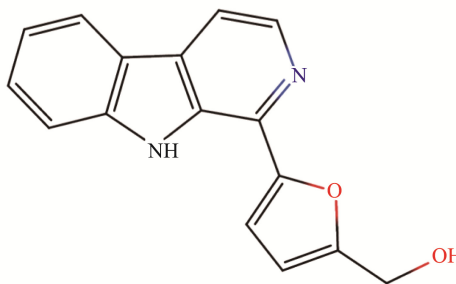


图 5 黑麦草碱

Fig.5 Perlolryne

2.4 有机酸和脂肪酸

曹利雅等^[9]采用气质气相色谱-质谱联用(gas chromatography-mass spectrometer, GC-MS)技术对枳椇子油的总脂肪酸、结合型脂肪酸和游离型脂肪酸组成及相对含量进行测定,枳椇子油中检出总脂肪酸15种,主要成分为亚油酸和油酸,其含量分别为28.47%和26.29%,亚油酸和油酸均为人体必需的脂肪酸,在肿瘤的抑制和防止中发挥重要的作用。王玲等^[10]对枳椇子油的理化特性进行了测定,并利用气相色谱-质谱联用技术对枳椇子油的脂肪酸组成进行了分析和鉴定,结果,枳椇子含油率为8.0%,不饱和脂肪酸占87.46%以上,亚麻酸含量高达45.56%,枳椇子油具有较高的营养价值。

2.5 其他成分

汪名春^[11]发现枳椇肉质果梗多糖由7种单糖组成,分别为鼠李糖、阿拉伯糖、岩藻糖、木糖、甘露糖、葡萄糖和半乳糖。此外,徐方方^[2]从枳椇子分离出色氨酸、五倍子酸、没食子儿茶素。吴龙火等^[5]从枳椇子分离出咖啡乙酸、3-羟基-3-羧基戊二酸二甲酯、表儿茶素、香草醛等化学成分。

3 生物活性

3.1 解酒、保肝作用

枳椇是治疗酒精中毒和保肝护肝的经典中药之一,通过延长醉酒时间并缩短因醉酒而引发的睡眠时间,激活乙醇脱氢酶(alcohol dehydrogenase, ADH)、乙醛脱氢酶(acetaldehyde dehydrogenase, ALDH)从而降低体内乙醇的浓度^[12]。郑晓晗等^[13]实验研究表明,枳椇子水提液有促进胃肠运动及解酒作用,其解酒机制可能与乙醇在胃肠道的首过代谢、促进肠胃运动及NO水平有关。钟宇萧等^[14]采用在体灌胃法和离体小肠灌流法复制2种家兔急性酒精中毒模型,观察枳椇子水提液对急性酒精中毒家兔离体小肠平滑肌收缩活动的影响,结果,枳椇子水提取液对两种模型的急性酒精中毒家兔离体小肠运动均有抑制作用,其机制可能是通过抑制小肠对乙醇的吸收,减缓乙醇氧化为乙醛的速度,使产生乙醛的量减少,这与李欢的报道一致,可能与黄酮类化合物的二氢杨梅素有关^[15]。

张永华等^[16]观察了枳椇子水提取液对实验大鼠非酒精性脂肪性肝炎的治疗作用,其作用机制可能与提高胰岛素敏感性、抗氧化、抑制炎症细胞因子等有关。蔡冰洁^[17]通过水提醇沉分级法获得枳椇碱提多糖(alkali extraction polysaccharides of *Hoveniadelphicis*, SHDPS)对ADH具有激活作用,提示SHDPS具有解酒作用。汪名春^[11]通过提前给药枳椇肉质果梗多糖(polysaccharides from peduncles of *Hoveniadelphicis*, HDPS)2天,能显著减弱因肝损伤引起的血液中和含量的升高,显著增强酒精性肝损伤小鼠肝脏中抗

氧化酶和的活性、减少脂质过氧化产物的生成,这表明,HDPS可能是通过增强体内抗氧化酶的活性、直接清除、抑制脂质过氧化以及螯合金属离子等途径来拮抗氧化应激引起的急性酒精性肝损伤。Dong S等^[18]研究了枳椇果实乙醇提取物对对乙酰氨基酚(acetaminophen, APAP)诱导的小鼠急性肝毒性的保护作用及其可能的分子机制,结果提示,枳椇果实乙醇提取物通过抑制细胞色素P450活性、肝细胞凋亡和调节胆汁酸稳态失衡,以剂量依赖的方式减轻APAP诱导的肝损伤。

枳椇解酒、保肝作用主要机制是促进乙醇的新陈代谢,降低血液中乙醇的含量,增强抗氧化酶的活性,减少脂质过氧化产物的生成,其物质基础为黄酮类和肉质果梗多糖。且枳椇子和枳椇肉质果梗即可入药又可直接食用,用于解酒、保肝,安全、无毒。

3.2 抗疲劳作用

Na CS等^[19]发现枳椇果梗水提取物具有抗疲劳活性。实验表明高剂量的水提取物能显著降低小鼠皮质醇与促肾上腺皮质激素,从而增加游泳小鼠的体力。郑悦等^[20]通过对枳椇子水提醇沉提取物和枳椇子乙酸乙酯提取物的抗疲劳作用的比较得知黄酮类成分是枳椇子提取物抗疲劳作用的有效成分且初步证明槲皮素和二氢杨梅素是抗疲劳作用的活性成分。

3.3 降糖作用

叶文斌等^[21]研究拐枣多糖对四氧嘧啶诱导糖尿病小鼠血糖和血脂的影响。结果,拐枣多糖能明显降低正常小鼠血糖,能显著降低肾上腺素引起的高血糖,能够有效降低糖尿病小鼠的空腹血糖(fasting blood-glucose, FBG)、糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin, HbA1c)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG),升高高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)含量,能够显著降低糖尿病小鼠的空腹血糖、改善血脂代谢紊乱。Meng等^[22]研究枳椇总黄酮、杨梅素和槲皮素对餐后高血糖的缓解作用。实验表明,枳椇总黄酮、杨梅素和槲皮素通过抑制 α -淀粉酶和 α -葡萄糖苷酶的活性对餐后高血糖有缓解作用,结果总黄酮、杨梅素、槲皮素能减轻餐后高血糖,是对2型糖尿病有效有希望的功能性食品。

3.4 免疫调节活性以及抑制肿瘤细胞增殖活性

汪名春^[11]运用细胞实验对HDPS进行了体外免疫调节活性以及抗肿瘤活性筛选。结果,HDPS在不同程度上刺激脾细胞增殖、促进巨噬细胞的合成、增强巨噬细胞酸性磷酸酶活性和巨噬细胞吞噬中性红的能力,对肿瘤细胞BGC-823细胞抑制增殖效果显著。张奇^[23]利用体外四甲基偶氮唑盐(methyl thiazolyl tetrazolium, MTT)法检测枳椇子水提取物和乙醇提取物对肿瘤细胞的体外增值抑制活性,结果发现,枳椇子60%乙醇提取物的抗肿瘤活性最高。枳

枳子 60%乙醇提取物部位中乙酸乙酯部位具有最强的抗肿瘤活性,且从枳子乙酸乙酯部位中分离富集得到了抗肿瘤活性较高的化合物命名为 SIPI-ZQ2;对比文献,发现 SIPI-ZQ2 的质谱、核磁、紫外吸收等数据与二氢杨梅素(dihydromyricetin)一致。蔡冰洁^[17]通过水提醇沉分级法获得 HDPS 和枳椇水提果渣中获得 SHDPS 均具有提高免疫系统的活性和抗肿瘤活性。实验结果显示,HDPS 和 SHDPS 对巨噬细胞 RAW264.7 无毒性并且均能一定程度上刺激其增殖,促进 RAW264.7 释放 NO,增强 RAW264.7 吞噬中性红的能力,这与汪名春^[11]报道一致。

枳椇黄酮类成分、枳椇肉质果梗多糖不仅具解酒、保肝作用还有免疫调节活性以及抑制肿瘤细胞增殖活性,提示枳椇在药食两用方面具有广阔的发展前景。

4 质量控制

4.1 黄酮类的含量测定

枳椇黄酮醇、二氢黄酮醇的含量较高,王彦平等^[24]以芦丁为标准品,采用分光光度法测定枳椇子中黄酮类物质的含量,枳椇子中黄酮类物质的含量为 27.61 mg/g。Park 等^[25,26]用 HPLC 测定枳椇提取物中二氢杨梅素、二氢槲皮素、杨梅素、槲皮素的含量,以 C₁₈ 为色谱柱,在 365 nm 或 350 nm 处检测 4 个化合物的含量,结果二氢杨梅素、二氢槲皮素、杨梅素、槲皮素在 1~400 μg/mL 有良好的线性范围。彭玲^[27]对二氢杨梅素、二氢槲皮素、槲皮素的含量进行测定,其含量分别为 4.51、7.711、0.931 mg/g。

4.2 其他成分的含量测定

王志强等^[28]以齐墩果酸为对照品,建立三波长分光光度法测定拐枣油脂中齐墩果酸含量的方法。结果,拐枣油脂中齐墩果酸含量为 38.7 g/100 g,方法回收率在 95.5%~97.9%之间。向乐进等^[29-31]以没食子酸为标样,比色法测定枳椇果梗多酚、果梗酚酸的含量,在 750 nm 处测定吸光度,多酚质量浓度在 1.21~8.47 mg/L 范围内与吸光度有良好的线性关系。

4.3 无机元素的含量测定

张剑等^[32]用火焰原子吸收光谱法对枳椇枝干中的 6 种微量元素含量进行了测定,用浓 HNO₃-HClO₄ 常压消解样品,采用校准曲线法测定,枳椇中含有丰富的 Fe、Zn、Mg、Ca、Cu 和 Mn 6 种金属元素,钙含量最高,锌含量最低。贾春晓等^[33]采用微波消解-火焰原子吸收光谱测定拐枣中 6 种元素的含量,拐枣中 Fe 和 Ca 含量相对较高。陈红艳等^[34]用微波消解-电感耦合等离子体发射光谱法测定拐枣 12 种矿物质元素。样品经微波消解,直接用电感耦合等离子体发射光谱仪同时测定。检出限范围在 0.0088~0.1210 mg/L,检测结果显示拐枣中含有丰富的 K、Ca、Mg、P。

5 安全性研究

王艳林等^[35]对食用拐枣的安全性进行了综合性研究。结果指出,拐枣无急、慢性毒性。长期食用对实验动物的造血系统功能、肝肾功能、血脂代谢、血糖浓度、脏器重量及组织细胞的形态结构均无明显影响,可长期安全食用。

6 枳椇产品开发

6.1 药品

目前,已开发多种以枳椇子为原料的药品。如枳椇解酒颗粒、葛根枳椇栀子胶囊、葛花枳椇子醒酒咀嚼片、肝醒酒浓缩丸、均具有醒酒、解酒的作用^[36-39]。

6.2 保健食品

陈景等^[40]以拐枣果实为主要原料,采用液态发酵法制取拐枣果醋,调配的拐枣果醋运动保健饮料,经运动员饮用效果的初步观察。具有抗训练疲劳等功效。付晓萍等^[41]以拐枣、黑米为主要原料,研制风味独特、营养丰富的低糖型果酱。谢冬娣等^[42]以拐枣和冬枣为试材,制备拐枣果汁冬枣果粒悬浮饮料。枳椇子、枳椇叶和枳椇果梗为原料制成的保健食品有枳椇叶保健饮料,枳椇果酒、枳椇果醋、枳椇袋泡茶等具有解酒、保肝的作用^[43-45]。

7 结语

目前国内外对枳椇的研究主要集中在枳椇的药理作用以及其化学成分。而枳椇作为解酒保肝的传统中药,其作用机制及有效物质成分尚未明确。枳椇含黄酮类、多糖类等生物活性成分,现代药理研究表明,枳椇子及枳椇果实均具有解酒保肝的作用,而枳椇果实即枳椇肉质果梗,安全无毒,可作为食品长期食用。这些都说明枳椇是一种稳定性好、生理效价高的优质天然绿色植物资源,食用开发利用价值高。总之,枳椇果实营养丰富,生物活性显著,即可鲜食,又可入药,是药食两用的第三代水果。随着越来越多的学者对枳椇的研究不断拓展,枳椇在药食两用领域有着十分优越的开发前景。

参考文献

- [1] 谢宗万,余友岑. 全国中草药名鉴[M]. 北京:人民卫生出版社,1996.
Xie ZW, Yu YC. National Chinese herbal medicine [M]. Beijing: People's Medical Publishing House Press, 1996.
- [2] 徐方方. 枳椇子的化学成分[D]. 广州:暨南大学,2011.
XU FF. Study on chemical of *Hovenia Dulcis* [D]. GuangZhou: Jinan university, 2011.
- [3] 谢蓉蓉,张德志,庞小雄,等. 枳椇子乙酸乙酯部位化学成分的研究[J]. 亚太传统医药,2012,8(9): 27-28
Xie RR, Zhang DZ, Pang XX, et al. study on chemical constituents from

- Hoveniaacerbera* Lindl. exacted with ethyl acetate parts [J]. Asia Pacific Tradit Med, 2012, 8(9): 27–28.
- [4] 时涛, 陈振德. 枳椇子乙酸乙酯提取部位的解酒作用研究[J]. 中国药房, 2009, 20(18): 1378–1379.
- Shi T, Chen ZD. Effect of ethyl acetate extract of the seeds of *Hoveniaacerbera* Lindl. alcoholism [J]. Chin Pharm, 2009, 20(18): 1378–1379
- [5] 吴龙火, 张剑. 枳椇子的化学成分研究[J]. 时珍国医国药, 2013, 24(5): 1028–1029.
- Wu LH, Zhang J. The chemical constituents of *Hoveniaacerbera* Lindl. [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2013, 24(5): 1028–1029.
- [6] 高美华, 贺婷, 张晓琦, 等. 毛果枳椇子的黄酮类成分研究[J]. 药学研究, 2016, (35)8: 453–456.
- Gao MH, He T, Zhang XQ, *et al.* Study of flavonoid constituents in the seeds of *Hoveniaacerbera* Lindl. [J]. Pharm Res, 2016, (35)8: 453–456.
- [7] 晋海洋. 枳椇子化学成分的研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2015.
- Jin HY. Study on chemical constituents from the seed of *Hoveniaacerbera* Lindl. [D]. Jilin: Jilin University, 2015.
- [8] 金宝渊, 朴万基, 朴政一. 枳椇子生物碱成分的研究[J]. 中草药, 1994, 2(3): 161.
- Jin BY, Piao WJ, Piao ZY. Study on the alkaloids of *Hoveniaacerbera* Lindl. [J]. Chin Herbal Med, 1994, 2(3): 161.
- [9] 曹利雅, 李齐激, 薛斌, 等. 枳椇子油的脂肪酸组成及其抗氧化活性[J]. 贵州农业科学, 2014, 42(5): 69–72.
- Cao LY, Li QJ, Xue Y, *et al.* Constituents and antioxidant activity of fatty acids from *Hovenia dulcis* [J]. Guizhou Agric Sci, 2014, 42(5): 69–72.
- [10] 王玲, 李志西, 于修焯, 等. 枳椇籽油理化性质及其脂肪酸分析[J]. 中国油脂, 2010, 35(7): 73–75.
- Wang L, Li ZX, Yu XZ, *et al.* Physicochemical properties and fatty acids composition of *Hoveniaacerbera* Lindl. seed oil [J]. Chin Oil Ang Fatty, 2010, 35(7): 73–75.
- [11] 汪名春. 枳椇肉质果梗多糖的分离纯化、结构分析及生物活性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- Wang MC. Extraction, purification structure and bioactivity of polysaccharides from the peduncles of *Hoveniaacerbera* Lindl. [D]. Nanjing: Nanjing Agric University, 2011.
- [12] 唐晖慧, 朱双良. 北枳椇的醒酒和保肝作用研究进展[J]. 中国食物与营养, 2012, 18(2): 69–72.
- Tang HH, Zhu SL. Research progress of *Hoveniaacerbera* Lindl.' antialcoholism and liver protection effect [J]. Food Nutr Chin, 2012, 18(2): 69–72.
- [13] 郑晓哈, 钟宇萧, 覃蓝妹, 等. 枳椇子水提液对急性酒精中毒小鼠的影响[J]. 中国民族民间医药, 2018, 27(22): 25–28.
- Zheng XH, Zhong YX, Qin LM, *et al.* Effect of water extract of *Hoveniaacerbera* Lindl. on acute alcoholism in mice [J]. Chin J Ethnomed Ethnopharm, 2018, 27(22): 25–28.
- [14] 张永华, 李永峰, 张敏娜, 等. 枳椇子水提取液治疗非酒精性脂肪性肝炎的实验研究[J]. 浙江中西医结合杂志, 2009, 19(1): 13–14.
- Zhang YH, Li YF, Zhang MN, *et al.* Experimental study on the water extract of *Hoveniaacerbera* Lindl. in treatment of non-alcoholic steatosis hepatitis [J]. Zhejiang J Integr Tradit Chin West Med, 2009, 19(1): 13–14.
- [15] 李欢. 枳椇子的解酒有效部位研究[D]. 广东: 广东药学院, 2010.
- Li H. Studies on the alcoholic sobering effects from *Hoveniaacerbera* Lindl. [D]. Guangdong: Guang Dong Pharmaceutical College, 2010.
- [16] 钟宇萧. 枳椇子水提取液对急性酒精中毒家兔离体小肠运动的影响及其解酒机制探讨[J]. 中国民族民间医药, 2018, 27(21): 19–22.
- Zhong YX. Effect of water extract of semen trifoliolate on the movment of small intestine in rabbits with acute alcoholism and the mechanism of alcohol detoxication [J]. Chin J Ethnomed Ethnopharm, 2018, 27(21): 19–22.
- [17] 蔡冰洁. 枳椇多糖的理化性质及生物活性研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2017.
- Cai BJ. Physicochemical properties and bioactivities of polysaccharides from *Hoveniaacerbera* Lindl. [D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2017.
- [18] Dong S, Ji J, Zhang B, *et al.* Protective effects and possible molecular mechanism of *Hoveniaacerbera* Lindl. extract on acetaminophen-induced hepatotoxicity [J]. 2018, 73(11): 666–670.
- [19] Na CS, Yoon SY, Kim JB, *et al.* Anti-fatigue activity of *Hoveniaacerbera* Lindl. on a swimming mouse model through the inhibition of stress hormone expression and antioxidation [J]. Am J Chin Med, 2013, 41(4): 945–955.
- [20] 郑悦. 枳椇子提取物抗疲劳作用研究[D]. 上海: 第二军医大学, 2011.
- Zheng Y. Study on Anti-fatigue effect of extract of *Hoveniaacerbera* Lindl [D]. Shanghai: Second Military Medical University, 2011.
- [21] 叶文斌, 樊亮, 王昱, 等. 拐枣多糖对糖尿病小鼠血糖血脂的影响[J]. 现代食品科技, 2016, 32(1): 6–12.
- Ye WB, Fan L, Wang Y, *et al.* Effects of polysaccharides Extracted from *Hoveniaacerbera* Lindl. on glycemia and lipidemia in diabetic mice [J]. Mod Food Sci Technol, 2016, 32(1): 6–12.
- [22] Meng Y, Su A, Yuan S, *et al.* Evaluation of total flavonoids, myricetin, and quercetin from *Hoveniaacerbera* Lindl. As Inhibitors of α -amylase and α -glucosidase [J]. Plant Foods Human Nutr, 2016, 71(4): 444–449.
- [23] 张奇. 枳椇子抗肿瘤活性化合物 SIPI-ZQ2 的分离、纯化及其体内、外抗肿瘤活性评价和急性毒性研究[D]. 上海: 上海医药工业研究院, 2017.
- Zhang Q. Isolation and purification of anti-tumor active compound SIPI-ZQ2 from *Hoveniaacerbera* Lindl. and Its *in vitro* and *in vivo* antitumor activity evaluation and acute toxicity [D]. Shanghai: Shanghai Pharmaceutical Industry Research Institute, 2017.
- [24] 王彦平, 袁贵英, 陈月英, 等. 枳椇子营养成分和总黄酮含量分析及评价[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(24): 21–24.
- Wang YP, Yuan GY, Chen YY, *et al.* Analysis and evaluation of nutrition composition and total flavonoids on *Hoveniaacerbera* Lindl. [J]. Food Res Dev, 2016, 37(24): 21–24.
- [25] Park JS, kim IS, Shaheedur R, *et al.* HPLC determination of bioactive flavonoids in *Hoveniaacerbera* Lindl. Fruit Extract [J]. J Chromatogr Sci, 2016, 54(2): 130–135.
- [26] 杨雪艳, 张楠, 闫丽晔, 等. 枳椇子药材 HPLC 指纹图谱及 4 种黄酮类成分的含量测定方法研究[J]. 沈阳药科大学学报, 2019, 36(2): 130–136.
- Yang XY, Zhang N, Yan LY, *et al.* HPLC fingerprint and quantitative analysis of 4 flavonoids from *Hoveniaacerbera* Lindl. seed [J]. J Shenyang Pharm Univ, 2019, 36(2): 130–136.
- [27] 彭玲. 枳椇子化学成分及质量标准研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2010.

- Peng L. Studies on quality standard and quality standard of semen *Hovenia acerba* Lindl. [D]. Guangzhou: Guangzhou Chinese Traditional Medicine, 2010.
- [28] 王志强, 李维嘉, 蔡大川, 等. 三波长分光光度法测定拐枣油脂中齐墩果酸的含量[J]. 食品科技, 2018, 43(1): 290–296.
Wang ZQ, Li WJ, Cai DC, et al. Determination of oleanolic acid in turnjube oil by three wavelength spectrophotometer [J]. Food Sci Technol, 2018, 43(1): 290–296.
- [29] 向乐进, 李志西, 郭香凤, 等. Folin-Ciocalteu 比色法测定枳椇果梗多酚含量[J]. 食品科学, 2011, 32(14): 210–214.
Xiang LJ, Li ZX, Guo XF, et al. Folin-ciocalteu colorimetric determination of total polyphenol content in *Hovenia acerba* Lindl. Fruit [J]. Food Sci, 2011, 32(14): 210–214.
- [30] 向乐进, 李志西, 甘峰, 等. 枳椇果梗不同类型酚酸含量及抗氧化活性[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(8): 106–111.
Xiang LJ, Li ZX, Gan F, et al. Determination of four different phenolic acids of *Hovenia acerba* Lindl. fruit and their antioxidant activities [J]. J Food Ferment Ind, 2011, 37(8): 106–111.
- [31] 向乐进, 李志西, 李欢, 等. 枳椇果梗不同极性多酚及抗氧化活性研究[J]. 2011, 32(15): 25–29
Xiang LJ, Li ZX, Li H, et al. Separation and antioxidant activity of polyphenols with different polarities from *Hovenia acerba* Fruit [J]. J Food Sci, 2011, 32(15): 25–29.
- [32] 张剑, 廖建华, 李银保. 火焰原子吸收光谱法测定中药枳椇中 6 种微量元素含量[J]. 光谱实验室, 2013, 30(2): 673–675.
Zhang J, Liao JH, Li YB. Determination of six Elements in *Hovenia acerba* lindl. by FAAS [J]. Chin J Spectrosc Lab, 2013, 30(2): 673–675.
- [33] 贾春晓, 王莹莹, 毛多斌, 等. 微波消解-FAAS 法测定大别山区三种中药中的微量元素[J]. 化学研究与应用, 2012, 24(3): 386–389.
Jia CX, Wang YY, Mao DB, et al. Determination of trace Elements in three types of Chinese herbal medicines from Dabie mountains by microwave digestion-FAAS [J]. Chem Res Appl, 2012, 24(3): 386–389.
- [34] 陈红艳, 苑婷婷, 储成群. 微波消解-ICP-OES 法测定拐枣中几种矿质元素的含量[J]. 山东化工, 2018, 47(9): 63–65.
Chen HY, Yuan TT, Chu CQ, et al. Determination of several mineral elements in turnjube by microwave digestion-ICP-OES [J]. Shangdong Chem Ind, 2018, 47(9): 63–65.
- [35] 王艳林, 韩任, 黄利鸣, 等. 拐枣的食用价值研究 II. 食用安全性分析[J]. 天然产物研究与开发, 1994, 6(1): 81–83.
Wang YL, Han R, Huang LM, et al. Study on value of *Hovenia acerba* Lindl. as a food II study of security [J]. Nat Prod Res Dev, 1994, 6(1): 81–83.
- [36] 杨永, 倪艳, 郝云芳, 等. 枳椇解酒颗粒质量标准研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2013, 20(1): 67–69.
Yang Y, Ni Y, Hao YF, et al. Quality standard study on Zhige antialcoholism granule [J]. Chin J Inf TCM, 2013, 20(1): 67–69.
- [37] 吴贤生, 余庆涛, 葛亚中, 等. 葛根枳椇子栀子胶囊的解酒作用及其机制研究[J]. 湖南中医杂志, 2016, 32(11): 169–172.
Wu XS, Yu QT, Ge YZ, et al. Anti-alcoholism effect of Gegen *Hovenia acerba* Lindl. capsules and related mechanisms of action [J]. Hunan J Tradit Chin Med, 2016, 32(11): 169–172.
- [38] 郭志芳, 韩文凤, 林晓丽. 醒酒类咀嚼片的制备工艺研究[J]. 食品与发酵科技, 2013, 49(5): 7–9.
Guo ZF, Han WF, Lin XL. Preparation technology of sobering-up chew tablets [J]. Food Ferment Technol, 2013, 49(5): 7–9.
- [39] 王连平, 李卫平, 彭买姣, 等. 护肝醒酒浓缩丸的质量标准研究[J]. 西北药学杂志, 2013, 28(3): 245–248.
Wang LP, Li WP, Peng MJ, et al. study on the quality standard for protect liver from ingesting pills [J]. Northwest Pharm J, 2013, 28(3): 245–248.
- [40] 陈景, 银永忠, 黄群, 等. 拐枣果醋运动保健饮料研制[J]. 食品与发酵科技, 2010, 46(6): 102–104.
Chen J, Yin YZ, Huang Q, et al. Development of the sports health beverage of *Hovenia dulcis* fruit vinegar [J]. Food Ferment Technol, 2010, 46(6): 102–104.
- [41] 付晓萍, 李凌飞, 陈淑, 等. 低糖型拐枣黑米复合果酱的研制[J]. 食品与发酵科技, 2013, 49(4): 96–97.
Fu XP, Li LF, Chen S, et al. Study on a low-sugar compound jam with honey tree and black rice [J]. Food Ferment Technol, 2013, 49(4): 96–97.
- [42] 谢冬娣, 岳君, 高友君, 等. 拐枣果汁冬枣果粒悬浮饮料的研制[J]. 食品工业科技, 2017, 38(5): 223–226.
Xie DT, Yue J, Gao YJ, et al. Development of drinks of turn jujube juice with suspended jujube granule [J]. Sci Technol Food Ind, 2017, 38(5): 223–226.
- [43] 凌圣宝, 向进乐, 李志西, 等. 拐枣醋饮加工工艺及其抗氧化活性分析[J]. 食品工业科技, 2012, 33(15): 254–257.
Ling SB, Xiang JL, Li ZX, et al. Antioxidant activity and processing technology of vinegar drink from *Hovenia dulcis* [J]. Sci Technol Food Ind, 2012, 33(15): 254–257.
- [44] 杜海艳, 王立江. 拐枣醋的工艺研制[J]. 中国调味品, 2011, 36(8): 12–16.
Du HY, Wang LJ. The development of fermentation processing of honey tree vinegar [J]. Chin Condiment, 2011, 36(8): 12–16.
- [45] 彭亚文, 夏欣欣, 杨苑艺, 等. 葛根枳椇子复合解酒饮料的研制[J]. 中国林副特产, 2012, (6): 3–6.
Peng YW, Xia YY, Yang YY, et al. Development of *Hovenia dulcis* and *pueraria lobata* recombination hangover drinks [J]. Chin Forest Prod, 2012, (6): 3–6.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介

覃志高, 副教授, 主要研究方向为食品药品安全检验检测。

E-mail: 342191623@qq.com

陆石英, 硕士研究生, 主要研究方向为现代分析方法在食品药品质量控制中的应用研究。

E-mail: 330794454@qq.com