

南北五味子化学成分、药理作用等方面差异的研究进展

刘宇灵¹, 付赛¹, 樊丽姣¹, 胡惠君^{1,2}, 林龙飞¹, 李慧^{1*}

(1. 中国中医科学院 中药研究所, 北京 100700

2. 江西中医药大学, 南昌 330004)

[摘要] 五味子为木兰科植物五味子 *Schisandra chinensis* 或华中五味子 *S. sphenanthera* 的干燥成熟果实,前者称为“北五味子”,后者称为“南五味子”。五味子始载于《神农本草经》,作为中药使用已有一千多年历史,且应用于多种成方制剂。早在明代南北五味子的疗效差异已被众多医家认识,自 2000 年版《中国药典》开始,对五味子和南五味子分别收载,并建立了各自的质量控制标准,直至 2015 年版《中国药典》对其不断完善,南、北五味子形态、产地不同,成分各有差异,功能主治各有侧重,但目前临床使用存在南北五味子混用之现象。所以为了区分南北五味子,更加合理、安全、有效地将五味子应用于现代临床的治疗,该文对近年来关于南北五味子的研究进行搜集、检索、归纳、总结,从品种鉴别,化学成分(其中北五味子挥发油成分、总木脂素的含量、多糖疗效均大于南五味子),药理作用(以五味子对中枢神经系统、消化系统、心血管系统的影响为主)等方面的差异进行综述,以期对南、北五味子的研究开发以及临床应用提供参考,使南北五味子不但从形式上而且从根本上真正分开,使临床用药更加安全、准确。

[关键词] 南五味子; 北五味子; 品种鉴别; 化学成分; 药理作用

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)12-0228-07

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2017120228

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170324.1440.066.html>

[网络出版时间] 2017-03-24 14:40

Review on Differences in Pharmacological, Constituents and Other Aspects Between *Schisandrae Chinensis Fructus* and *Schisandrae Sphenantherae Fructus*

LIU Yu-ling¹, FU Sai¹, FAN Li-jiao¹, HU Hui-jun^{1,2}, LIN Long-fei¹, LI Hui^{1*}

(1. *Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;*

2. *Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China*)

[Abstract] *Schisandrae* is the dry fruit from *Schisandra chinensis* or *S. sphenanthera*. The former is called as *Schisandrae Chinensis Fructus*, and the latter is often called as *Schisandrae Sphenantherae Fructus*. *Schisandrae* was first contained in the *Shennong Bencao Jing*, with a history of over one thousand years as a traditional Chinese medicine in various prescriptions. The efficacy differences between *Schisandrae Chinensis Fructus* and *Schisandrae Sphenantherae Fructus* have been recognized by many physicians since Ming dynasty. From the 2000 edition of *Chinese Pharmacopoeia*, *Schisandrae Chinensis Fructus* and *Schisandrae Sphenantherae Fructus* have been introduced separately, and their respective quality control standards have been established until continuous improvement in the 2015 edition of *Chinese Pharmacopoeia*. The form and origin of *Schisandrae Chinensis Fructus* and *Schisandrae Sphenantherae Fructus* were different, with different compositions and functions, but there was a serious phenomenon of mixing use of *Schisandrae Chinensis Fructus* and *Schisandrae Sphenantherae Fructus* in

[收稿日期] 20170207(013)

[基金项目] 国家中药标准化项目(ZYBZH-C-GZ-10);中国中医科学院博士研究生创新人才培养基金项目(CX201606)

[第一作者] 刘宇灵,在读博士,从事中药学研究,Tel:13720020822,E-mail:liuyulingyl@163.com

[通讯作者] *李慧,研究员,从事中药新型给药系统研究、新药研发,Tel:010-64088670,E-mail:lihuiyiren@163.com

clinical application. In order to distinguish *Schisandrae Chinensis Fructus* and *Schisandrae Sphenantherae Fructus*, and more reasonably, safely and effectively apply *Schisandrae* in modern clinical treatment, the recent studies on *Schisandrae Chinensis Fructus* and *Schisandrae Sphenantherae Fructus* were collected, retrieved, concluded and summarized in this paper, and the differences in variety identification, chemical components (components of volatile oil, total lignans content and polysaccharide efficacy of *Schisandrae Sphenantherae Fructus* were better than those in *Schisandrae Chinensis Fructus*), and pharmacological action (mainly including the effects of *Schisandrae* on central nervous system, digestive system, and cardiovascular system) were reviewed, hoping to provide a reference for the research, development and clinical application of *Schisandrae*, fundamentally distinguish *Schisandrae Chinensis Fructus* and *Schisandrae Sphenantherae Fructus* not only from the forms and achieve safer and more accurate clinical application.

[Key words] *Schisandrae Sphenantherae Fructus*; *Schisandrae Chinensis Fructus*; species identification; chemical composition; pharmacological effect

五味子为木兰科植物五味子 *Schisandra chinensis* 或华中五味子 *S. sphenanthera* 的成熟果实。前者习称“北五味子”，主产于东北；后者习称“南五味子”主产于西南及长江流域以南各省。秋季果实成熟时采摘，晒干。生用或经醋、蜜拌蒸，晒干用^[1]。五味子始载于《神农本草经》，具有收敛固涩，益气生津，补肾宁心之功效，可用于久咳虚喘，盗汗遗精，久泻不止，津伤口渴，失眠多梦等证。其临床应用较广泛，且应用于多种成方制剂，如定喘固金丸^[2]、护肝片等，也有研究证实其在治疗慢性乙型肝炎^[3,4]、高血压^[5]等方面也具有较好疗效。

1963 年版《中国药典》仅收录了“北五味子”，自 1977 年版至 1995 年版《中国药典》除收录北五味子外，还将同科植物华中五味子作为正品列入，在五味子的功效描述上，有了一个逐步发展的过程。2000 年版《中国药典》将五味子和南五味子分列，并建立了各自的质量控制方法，直至 2015 年版《中国药典》仍将二者分别记载，且质量控制方法不断完善。诸多报道均是针对其成分、药理作用等方面的区别进行研究。本文对南、北五味子的功效、性状、化学成分、药理作用等方面的差异进行归纳、总结，以期五味子的研究开发以及临床应用提供参考。

1 功效与传统用药应用差异

北五味子，收敛固涩，益气生津，补肾宁心。用于咳喘、遗精、久泻、自汗、盗汗、心悸失眠。具有益气、滋肾、敛肺、涩精、生津、止渴、益智、安神等功效。南五味子，收敛固涩，益气生津，补肾宁心。用于久嗽虚喘，梦遗滑精，遗尿尿频，久泻不止，自汗盗汗，津伤口渴，内热消渴，心悸失眠。李时珍在《本草纲目》中有：“五味子今分南北，南产者色红，北产者色黑，入药补必用北者乃良”。《本草会编》：“五味子

治喘嗽，须分南北。生津液止渴、润肺、补肾、劳嗽，宜用北者；风寒在肺，宜用南产”^[6]。《本草备要》：“北产紫黑者良，入滋补药，蜜浸蒸，入滋嗽药，生用俱褪碎核；南产色红而枯，苦风寒在肺宜南者。从蓉为使，恶萎荻，熬膏良”^[7]。《本草蒙荃》：“风寒咳嗽，南五味为奇，虚损劳伤，北五味最妙”^[8]。历代医家在临床应用中认为北五味子为传统使用正品，除收敛固涩外，功偏补益心肾，而南五味子则偏敛肺止咳，入滋阴药当以北五味子为宜，由此可见南、北五味子在传统用药上是存在差异的。

2 品种鉴别

2.1 性状差异 《金世元中药材传统鉴别经验》对南北五味子的性状做了如下介绍：北五味子果实呈不规则球形，直径 5~8 mm，表面红、紫红或暗红，皱缩，显油润，有时可见“白霜”。果肉柔软，内含种子 1~2 粒。种子肾形，长 4~5 mm，宽 3 mm，表面黄棕色，有光泽；种皮坚硬而脆，内有淡黄色胚乳，富油性。果肉气微，味酸。种子破碎后有香气，味辛，微苦。南五味子果实较小，直径 4~8 mm，表面红棕色至暗红色，干瘪皱缩，略带微涩，种子比北五味子略小，直径 3~4 mm。表面黄棕色，微粗糙，种背部有疣状突起^[9]。见图 1。

2.2 显微差异 在种皮横切面特征中，种皮外层形态及细胞均表现出一定的差异性，粉末的颜色、石细胞特征及淀粉粒形状均表现出一定的差异性^[10-13]，具体特征差异见表 1。

3 化学成分差异

五味子中成分主要包括挥发油、木脂素类、多糖以及有机酸类。挥发油中主要成分为柠檬醛，依兰烯， α -依兰烯， α -恰米烯， β -恰米烯以及恰米烯等。木脂素类成分主要包括五味子素，五味子甲素，五味

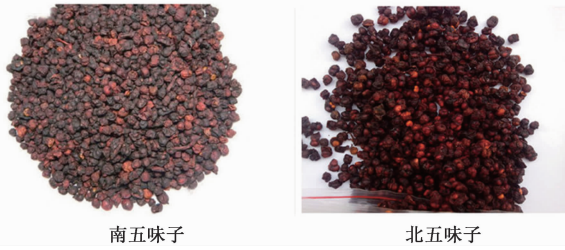


图 1 南、北五味子的外观形态
Fig. 1 External forms of *Schisandrae Chinensis Fructus* and *Schisandrae Sphenantherae Fructus*

表 1 南、北五味子的显微性状差异
Table 1 Microscopic characteristics of *Schisandrae Chinensis Fructus* and *Schisandrae Sphenantherae Fructus*

鉴别	切面特征	粉末特征
南五味子	种皮外层为 1 列细胞壁均匀增厚的栅栏状石细胞,其内侧为 5~6 列壁极厚椭圆形石细胞,木化增厚的细胞壁呈点状突入细胞腔。内有 1~2 列薄壁细胞,下方为 1 层长方形的油细胞。	暗棕色;种皮表皮石细胞壁厚,呈多角形,孔沟极密,腔内含棕色物,纵断面呈长方形,外侧壁无突起;种皮内层石细胞呈长圆形,孔沟明显;果皮表皮细胞垂周壁不呈珠状增厚,淀粉粒不规则。
北五味子	种皮的内表皮与南五味子相同。	暗紫偏黑色;果皮的表皮细胞呈多角形,排列整齐,垂周壁呈连珠状增厚,表面有角质层纹,散有多个油细胞;中果皮内含深棕色物及淀粉粒,淀粉粒类圆形,可见脐点。

子乙,伪 γ -五味子素,五味子醇甲,五味子醇乙,五味子丙素,五味子酯甲,五味子酯乙,戈米辛 D, E, F, G, 当归酰戈米辛,巴豆酰戈米辛 H 等成分。此外,五味子中尚含有糖类、苯甲酸、柠檬酸、酒石酸、精氨酸、维生素 C 等成分^[14]。

3.1 挥发油 挥发油是五味子中的主要成分,研究表明北五味子的挥发油成分比南五味子复杂。南五味子挥发性成分中单萜类化合物及其衍生物较少,且相对质量分数之和较低;北五味子的种类以及相对质量分数较高,约是前者的 10 倍以上。此外,南五味子不含 α -蒎烯、蒎烯及 β -蒎烯等萜类化合物^[15]。李昕等^[16]采用 GC-MS 进行了成分鉴定,南五味子挥发油中鉴定出 51 个化合物,北五味子挥发油中鉴定出 40 个化合物,且主要成分不同,如北五味子中依兰烯的含量远远高于南五味子,此区别可作为区分南北五味子的重要依据。除此之外,有报道采用 GC-MS 从北五味子挥发油中分离并鉴定出 39 种成分等^[17-18];毛日文等^[19]采用超临界流体-

CO₂ 萃取法提取南五味子挥发油鉴定出 16 个成分,采用水蒸气蒸馏法鉴定出 24 个成分,此类研究结论基本一致。

3.2 木脂素 木脂素类化合物是由两分子(少数为三分子或四分子)苯丙素衍生物聚合而成的天然化合物^[20]。从 1961 年苏联研究者第一次从五味子果实中分离出了五味子醇, γ -五味子素,去氧五味子素,伪- γ -五味子素,五味子素等 5 种化合物开始,经过近半个世纪的研究,研究人员共分离出 150 余种木脂素类成分^[21-22],这些木脂素类成分可分为 5 类,即为联苯环辛二烯类,螺苯骈呋喃型联苯环辛二烯类,4-芳基四氢萘类,2,3-二甲基-1,4-二芳基丁烷类,2,5-二芳基四氢呋喃类,其中种类最多、生物活性最强的是联苯环辛二烯类^[23]。

木脂素类化合物为五味子中的主要活性成分,也为鉴别南、北五味子的重要特征性成分。柯华香等^[24]采用 HPLC 测定南、北五味子中 5 种木脂素成分(五味子醇甲、五味子醇乙、五味子酯甲、五味子甲素及五味子乙素)的含量。结果表明不同来源的南五味子药材中种成分含量差异较大,而不同来源的北五味子的含量却比较稳定;且北五味子中五味子醇甲、五味子醇乙及五味子乙素的含量高于五味子甲素和五味子酯甲,但南五味子恰与之相反。表 2 中列举了南、北五味子中主要木脂素的含量变化范围,可以看出北五味子中的五味子醇甲、五味子醇乙的含量高于南五味子,且北五味子中的总木脂素的含量大于南北五味子中的含量;也有研究表明部分地区南五味子中无五味子醇甲、五味子醇乙^[25-27]。

除此之外,南五味子中含有较高含量的表戈米辛 O,五味子酯丁,苯甲酰异戈米辛 O,当归酰戈米辛 O,巴豆酰戈米辛 P 和当归酰戈米辛 Q;而北五味子中含有较高含量的五味子乙素,五味子丙素,巴豆酰戈米辛 H, γ -五味子醇甲,戈米辛 D^[28-29]。

3.3 多糖 1960 年代以后,多糖作为广谱免疫促进剂而引起人们极大的兴趣,特别是自从人们发现真菌多糖具有抗肿瘤活性以后,多糖的研究受到越来越广泛的重视^[30]。薛梅等^[31]从五味子中用酚-硫酸法提取出多糖并测出含量,测得五味子多糖中多糖的质量分数为 11.98%,平均回收率为 102.13%。随后众多试验考察了不同提取方法对多糖含量的影响^[32-33]。王召帅^[34]从南、北五味子中提取得到南、北五味子多糖样品,分析结果表明,南、北五味子中多糖的组成单糖以半乳糖和葡萄糖为主,但其回转半径、立体形态、构象以及活性等方面都存

表 2 南、北五味子中主要木脂素的含量范围

Table 2 Contents of main elements in Schisandrae Chinensis Fructus and Schisandrae Sphenantherae Fructus

品种	五味子醇甲	五味子醇乙	五味子酯甲	五味子甲素	五味子乙素	五味子丙素
南五味子	0.01 ~ 0.35	0.004 ~ 0.067 4	0.01 ~ 0.644	0.01 ~ 0.619	0.01 ~ 0.18	微量
北五味子	0.292 ~ 1.218	0.14 ~ 0.503	0.013 ~ 0.226	0.055 9 ~ 0.27	0.061 ~ 0.653	0.051 1 ~ 0.039 3

在不同,抗氧化活性实验的结果显示南五味子多糖的活性高于北五味子多糖。

3.4 其他 五味子中的主要成分除木脂素、挥发油、多糖等成分外,同时存在多种其他结构类型成分。如有研究从云南、四川等 8 个产地五味子以及五味子叶和藤茎中鉴定出多个黄酮类和多酚类成分^[35-36]。另外,五味子中含有大量的营养成分,如蛋白质,氨基酸,维生素 E,维生素 C 以及 K, Ca, Zn, Fe 等微量元素^[37]。此类成分在南、北五味子中也存在差异。

4 药理作用

五味子具有收敛固涩、益气生津、补肾宁心之功效,可用于久咳虚喘、盗汗遗精、久泻不止、津伤口渴、失眠多梦等。现代研究表明五味子可应用于中枢神经系统、消化系统、心血管系统方面的疾病。在中枢神经系统方面主要有保护脑组织、增强学习记忆能力、镇静安眠、抗衰老以及镇痛等作用。其中多种成分均具有改善学习、记忆能力的作用^[38];在消化系统方面主为抗溃疡作用;在心血管系统方面主

要有抗心肌缺血、抑制心肌收缩力、减慢心率及降血压等作用。除此之外,还具有降血糖、抗糖尿病慢性并发症、肝保护、增强免疫功能等作用^[39]。但众多实验表明南、北五味子的药理作用方面存在差异,且有研究认为北五味子的药效优于南五味子,由表 3 可以看出南、北五味子在诸多药理作用方面均存在差异。如南五味子水提取物使正常小鼠血清总胆固醇(TC),甘油三酯(TG),低密度脂蛋白胆固醇(LDL)和肝脏 TG 降低,降低正常小鼠血清和肝脏脂质水平,北五味子水提物则不明显。南、北五味子醇提物降低正常小鼠血清 ALT 活性,具有肝脏保护作用,且南五味子醇提物有降低体重的作用;南、北五味子镇静、催眠有效成分主要分布于醚提物和醇提物中,南、北五味子相比,北五味子的镇静作用稍好,而催眠作用无明显差异。另有研究表明,同一种供试细菌北五味子的抑菌圈直径显著大于南五味子,最小抑菌浓度比南五味子至少高 1 个稀释倍数,二者抑菌活性的差异主要是由它们木脂素类含量的巨大差异造成^[40]。

表 3 南、北五味子的药理作用的异同

Table 3 Similarities and differences in pharmacological effects of Schisandrae Chinensis Fructus and Schisandrae Sphenantherae Fructus

作用部位	研究模型	药理作用	北五味子	南五味子	参考文献
中枢神经系统	小鼠	改善学习记忆障碍以及拟痴呆小鼠学习记忆获得性障碍;通过提高机体清除自由基的能力、降低脂质过氧化损伤程度、保护脑组织,减轻自由基对脑组局部的损害	+	-	[41]
	HT22 细胞	增强细胞活力、细胞保护抑制细胞凋亡的作用	+	-	-
	小鼠、大鼠	镇静催眠作用	+	+	[42-43]
	神经母瘤细胞	保护由谷氨酸损伤的人神经母瘤细胞	+	-	[44]
消化系统	小鼠	水提物降低正常小鼠血清和肝脏脂质水平	-	+	[45-47]
		水提物降低高胆固醇血症小鼠肝脏脂质水平	+	+	
		醇提物降低正常小鼠血清 ALT 活性	+	+	
		醇提物对正常小鼠体重有降低的作用	-	+	
		醇提物可使高胆固醇血症小鼠血脂水平升高,肝脂水平降低	+	+	
		醇提物保肝	+	-	
		脂肪油升高正常和高胆固醇血症小鼠血脂水平,增加肝脏质量,降低 ALT 活性即保肝作用	+	+	
		改善拘束应激负荷造成的小鼠肝脏损伤和肝脏癌转移;能够缓解乙醇代谢引发的脂质过氧化作用,清除氧自由基,保护肝细胞及细胞的功能和结构;调控乙醇代谢中的关键酶,尤其是 CYP2E1 的表达,从而减少 ROS 的生成,减轻对肝脏造成的氧化损伤;此外还能够诱导 HO-1 的表达,激活其被乙醇抑制的抗氧化作用,将 CYP2E1 作为底物降解从而降低其活力,增强机体的抗氧化能力,进而改善酒精摄入造成的氧化损伤	+	-	[48-49]

续表 3

作用部位	研究模型	药理作用	北五味子	南五味子	参考文献
		降低小鼠 ALT, AST 以及 TG 水平;同时使肝组织丙二醛(MDA)及 NOS 活性显著下降;GSH 水平升高。具有保肝作用	+	-	[50]
		显著的抗乙型肝炎病毒作用,对小鼠急性肝损伤有明显的保护作用	-	+	[51]
	大鼠、犬	对胃、消化道溃疡具有抑制作用	+	-	[52]
心血管系统	大鼠、犬	改善缺血再灌注所致的心肌功能损伤,减少梗死面积,提高心肌中 p-Akt 和 p-GSK-3 β 蛋白表达	+	-	[53-54]
	犬	五味子的木脂素对由 PEG2a 和 CaCl ₂ 引起的离体狗肠系膜动脉产生的收缩分别具有缓解和抑制作用,以此作钙拮抗药物治疗高血压	+	-	[55]
其他	大鼠	提高 SOD 的活性,显著降低 MDA 的生成,增强机体抗氧化能力,具有抗衰老作用	+	-	[56]
	小鼠及各种癌细胞	促使癌细胞退变、凋亡;使瘤内炎细胞增多,瘤周浸润部瘤细胞部分退变	+	-	[57-60]
		五味子木脂素对人乳腺癌细胞 MCF-7,胃癌细胞株 SGC-8901,肝癌细胞 HepG2, Hepa-3B, SMMC-7721,口腔表皮样癌细胞 KB,人结肠癌细胞 Colo-205,小鼠肝癌细胞 Hepa 有细胞毒作用,对肿瘤细胞 MDR 有逆转作用			
	大鼠	通过影响色氨酸代谢、嘌呤代谢、肠内菌代谢、脂肪酸代谢等通路对糖尿病肾病发挥治疗作用	+	-	[61]

注:“+”表示有此药理作用;“-”表示无此药理作用;“-”表示未有此方面研究报道。

5 讨论

五味子为临床常用药之一,在传统及现代用药时,存在南五味子和北五味子通用的情况,为避免互混、互代、以假充真的现象,需对南、北五味子进行鉴别。如采用 RAPD-SCAR 技术^[62]鉴别南、北五味子;采用 GC-MS^[63]检测五味子油化学组分及相对含量,而后以聚类分析和主成分分析法区分出北五味子和南五味子;也有研究者运用红外图谱,指纹图谱法、扫描电镜技术(SEM)、分子生物技术等现代对南北五味子进行鉴定。

由于南、北五味子存在地理分布差异、性状差异、化学成分的种类以及含量差异,因此药效也存在一定差异。所以,正确区分南、北五味子;找出二者成分组成的差异是对其产生不同功效的物质基础的正确理解,同时对保证临床正确应用、维持药材市场秩序以及五味子的进一步研究开发具有重要意义。

【参考文献】

[1] 高学敏. 中药学[M]. 北京:中国中医药出版社 2012;486.

[2] 霍艳双,陈晓辉,李康,等. 北五味子的镇静、催眠作用[J]. 沈阳药科大学学报,2005,22(2):126-128.

[3] 杨觉民,钱义. 五味子联合黄芪饮片治疗慢性乙型肝炎[J]. 江西中医药,2003,34(5):18-19.

[4] 蔡新吉,陈大为,毕京峰. 逍遥散加五味子对 HBeAg 阳性慢性乙型肝炎降酶作用的临床观察[J]. 中国医学创新,2012,9(16):42-43.

[5] 贾朝旭,耿玉,史安,等. 金东明教授五味子治五脏型高血压经验[J]. 长春中医药大学学报,2016,32(1):48-49.

[6] 南京中医药大学. 中药大辞典. 上册[M]. 上海:上海人民出版社,2006;389.

[7] 光明中医函授大学. 本草备要讲解. 下册[M]. 北京:光明日报出版社,1988;589.

[8] 陈嘉. 本草蒙鉴[M]. 王淑民,点校. 北京:人民卫生出版社,1988;4.

[9] 金世元. 中药材传统鉴别经验[M]. 北京:中国中医药出版社,2010;261-262.

[10] 吴恒孚,马红芳,孟维和. 南、北五味子的鉴别研究[J]. 天津中医药,2010,27(6):512-514.

[11] 朱水永,苏玉纯. 五味子与混用品南五味子的鉴别[J]. 光明中医,2016,31(15):2280-2281.

[12] 赵志远. 最新中草药真伪鉴别实用大全[M]. 北京:中国电子音像出版社,2003:362.

[13] 朱水永,苏玉纯. 五味子与混用品南五味子的鉴别[J]. 光明中医,2016,31(15):2280-2281.

[14] 张贵君. 现代实用中药鉴别技术[M]. 北京:人民卫生出版社,2000;125.

[15] 谭晓虹,王治宝,王清佳,等. 火焰原子吸收光谱法测定南、北五味子中微量元素的含量[J]. 河北北方学院学报,2012,28(6):64-67.

[16] 李昕,聂晶,高正德,等. 超声微波协同水蒸气蒸馏-GC-MS 分析南、北五味子挥发油化学成分[J]. 食品科学,2014,35(8):269-274.

- [17] 朱凤妹,杜彬,李军,等. 气相色谱-质谱法测定北五味子中挥发油成分[J]. 食品与发酵工业,2008,34(3):149-152.
- [18] 谢旭东,穆淑珍,沈晓华,等. 北五味子总木脂素的GC-MS分析及其生物活性[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(2):33-37.
- [19] 毛日文,张敏,徐佐旗,等. 超临界流体CO₂提取法和水蒸气蒸馏法提取南五味子挥发油的成分比较[J]. 食品与药品,2011,13(5):189-191.
- [20] 匡海学. 中药化学[M]. 北京:中国中医药出版社,2014:10.
- [21] 高建平. 五味子、南五味子基源植物的比较研究[D]. 上海:复旦大学,2003.
- [22] 陈延镛,舒增宝,黎莲娘. 五味子的研究——北五味子降谷丙转氨酶有效成分的分离和鉴定[J]. 中国科学:数学,1976,19(1):98-110.
- [23] 陈延镛,黎莲娘. 五味子的研究——五味子酯甲和五味子酯乙的化学结构测定[J]. 化学学报,1976,34(1):45-52.
- [24] 柯华香,李化,苏建春,等. 南北五味子中木脂素类成分含量的比较[J]. 中国实验方剂学杂志,2015,21(17):40-43.
- [25] 杨博,陈彤,李学龙,等. 高效液相色谱法测定南、北五味子中木脂素含量[J]. 大连工业大学学报,2009,28(2):102-106.
- [26] 薛晖,王新,葛新. 微乳液相色谱法测定南、北五味子中5种木脂素类成分[J]. 中国中医药信息杂志,2015,22(5):94-98.
- [27] 阴冠秀,杜冰,鲁旺旺,等. 高效液相色谱法测定南、北五味子中4种木脂素含量[J]. 食品科学,2011,32(10):218-221.
- [28] 王卫锋. 《中国药典》五味子功效描述的衍进[J]. 陕西中医,2005,26(6):583.
- [29] 李伟,刘亚丽,宋永贵,等. UPLC-Q-TOF-MSE结合OPLS-DA模式快速鉴定南、北五味子化学成分与识别差异标志物[J]. 中草药,2015,46(15):2212-2218.
- [30] 周卫东,项磊,陈泽伟,等. 五味子多糖对化疗性肠道黏膜炎小鼠的保护作用[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(22):124-128.
- [31] 薛梅,周静,王鲁石,等. 五味子多糖的提取及含量测定[J]. 陕西中医,2003,24(3):267-268.
- [32] 赵婷,仰榴青,竺祖林,等. 五味子醇提残渣中多糖的提取工艺研究[J]. 食品研究与开发,2008,29(8):70-73.
- [33] 范荣军. 五味子综合开发利用研究[D]. 长春:吉林大学,2007.
- [34] 王召帅. 南北五味子多糖的比较研究[D]. 天津:天津大学,2012.
- [35] 郑春英,李宏涛,陆欣媛,等. 五味子叶中总黄酮最佳提取工艺研究[J]. 食品科学,2007,28(5):139-142.
- [36] 姜明辉,张洁,台海川,等. 云南五味子藤生药学研究[J]. 中国民族医药杂志,2007,13(12):40-41,80.
- [37] 李爱民,王英范,李昌禹,等. 北五味子果实成熟期营养成分变化的研究[J]. 特产研究,2004,26(3):8-10.
- [38] 王艳春,任旷,范红艳,等. 五味子总素对记忆障碍模型小鼠学习记忆的改善作用[J]. 中国中药杂志,2011,36(23):3310-3314.
- [39] 邹金美,王伟,张蜜春,等. 南、北五味子抑菌活性差异比较研究[J]. 云南民族大学学报:自然科学版,2012,21(5):319-322.
- [40] 杨洁彬. 乳酸菌-生物学基础及应用[M]. 北京:中国轻工业出版社,1996:249-250.
- [41] 谢云亮. 五味子有效成分分离纯化及对记忆障碍模型小鼠学习记忆的影响[D]. 长春:吉林大学,2013.
- [42] 胡竟一,白筱璐,雷玲,等. 南五味子总木脂素的催眠作用及对脑单胺类神经递质的影响[J]. 中药药理与临床,2016,32(2):110-113.
- [43] 徐丽华,黄芳,孙萌,等. 南北五味子镇静催眠活性部位共有成分的分析[J]. 分析化学,2009,37(6):828-834.
- [44] 杨擎,隋欣. 五味子乙素对谷氨酸诱导SH-SY5Y细胞损伤的保护作用及其机制[J]. 吉林大学学报:医学版,2016,46(1):80-84.
- [45] 俞青. 南/北五味子不同提取物对小鼠脂质代谢的影响初探[D]. 北京:北京中医药大学,2013.
- [46] 孙楠,张翼,王晓艳,等. 北五味子仁提取物对高胆固醇血症小鼠脂质代谢的影响[J]. 世界科学技术—中医药现代化,2013,15(8):1706-1712.
- [47] 孔华丽,闫亮,段惠娟. 五味子醇提取物保肝作用成分分析[J]. 解放军药学学报,2010,26(1):27-29.
- [48] 唐淑红. 五味子标准提取物对应激性肝损伤和肝癌转移的作用研究[D]. 大连:大连医科大学,2010.
- [49] 朱力杰. 北五味子总三萜、木脂素对酒精性肝损伤的保护作用及其机制的研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2014.
- [50] 李生,李贺,高晓旭,等. 北五味子粗多糖对酒精诱导小鼠急性肝损伤的保护作用及其机制研究[J]. 北华大学学报:自然科学版,2014,15(4):472-475.
- [51] 刘瑛,刘元,王丽,等. 长梗南五味子抗HBV活性及对急性肝损伤保护作用的研究[J]. 中医药导报,2016,22(1):40-45.
- [52] 杨连荣,李晓梅,崔阔,等. 北五味子抗溃疡的研究[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2015,31(3):271-273.

- [53] 孙红霞,陈建光. 北五味子乙素对大鼠离体心肌缺血再灌注损伤的保护作用及分子机制[J]. 食品科学, 2016,37(15):237-241.
- [54] 孙红霞,陈建光. 北五味子乙素对大鼠心肌缺血再灌注损伤的保护作用[J]. 食品科学, 2016, 37(1): 203-207.
- [55] 姜燕,贾有志. 日本五味子木脂素成分研究概况[J]. 国外医药·植物药分册,1991,6(3):106-111.
- [56] 刘晓瑞. 北五味子抗衰老作用的实验研究[J]. 中国老年学杂志,2005,25(12):1562.
- [57] 陆兔林,吴杨,季德,等. 五味子多糖提取分离和药理作用研究进展[J]. 中国中药杂志,2014,39(4): 751-754.
- [58] 禹洁,刘培勋,龙伟,等. 五味子总木脂素的分离纯化与体外抗肿瘤活性的研究[J]. 中国药师,2009,12(12):1718-1720.
- [59] 刘晓霓,张承玉,李月珍,等. 复方五味子素 B 及其成分体外抑制胃癌细胞的增殖[J]. 世界华人消化杂志,2007,15(23):2526-2529.
- [60] 孙杰. 五味子乙素预防阿霉素引起的慢性心肌毒性并增强其抗肿瘤活性的体内研究[D]. 杭州:浙江大学,2010.
- [61] 皮子凤,门丽慧,张静,等. 五味子治疗大鼠糖尿病肾病作用机制的血清代谢组学研究[J]. 分析化学, 2015,43(2):169-175.
- [62] 陈丽静,齐欣,王玉坤,等. 南、北五味子 RAPD-SCAR 鉴别研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(22): 3083-3085.
- [63] 庄红卫,陈建华,王森,等. 不同种源五味子油化学组分的差异性分析[J]. 中国食品学报,2014,14(11): 237-251.

[责任编辑 顾雪竹]