

· 综述 ·

## 铁皮石斛化学成分及药理活性研究进展

孙恒<sup>1,2</sup>, 胡强<sup>1</sup>, 金航<sup>3,4</sup>, 王元忠<sup>3,4\*</sup>

- (1. 云南省农业科学院 高山经济植物研究所, 云南 丽江 674199;
2. 云南省农业科学院 农产品加工研究所, 昆明 650200;
3. 云南省农业科学院 药用植物研究所, 昆明 650200;
4. 云南省省级中药 原材料质量监测技术服务中心, 昆明 650200)

**[摘要]** 铁皮石斛为我国传统药用植物,在日常保健和临床治疗中应用悠久,受到国内外学者广泛关注。作者在前人的基础上,通过查阅国内外铁皮石斛近 10 年的文献报道,对化学成分和药理活性相关文献进行整理、分析和归纳,系统的综述了其化学成分和药理活性的研究进展。近年来研究表明,铁皮石斛化学成分类别较多,包括多糖、芪类、氨基酸、矿质元素、生物碱、挥发油等,其中以多糖及芪类成分为主;药理活性有抗氧化、抗肿瘤、调节免疫力、缓解疲劳、治疗糖尿病等,以抗氧化和抗肿瘤研究为主。本文对国内外铁皮石斛化学成分及药理活性相关研究进行综述,以期为该物种的深入研究开发和新药配伍提供理论参考。

**[关键词]** 铁皮石斛; 化学成分; 药理活性

**[中图分类号]** R284.1;R285.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)11-0225-10

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2017110225

**[网络出版地址]** <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170309.1013.040.html>

**[网络出版时间]** 2017-03-09 10:13

## Research Advances in Chemical Constituents and Pharmacological Activities of *Dendrobii Officinalis Caulis*

SUN Heng<sup>1,2</sup>, HU Qiang<sup>1</sup>, JIN Hang<sup>3,4</sup>, WANG Yuan-zhong<sup>3,4\*</sup>

- (1. *Institute of Alpine Economic Plants, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Lijiang 674199, China;*
2. *Institute of Agro-food Science & Technology, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650200, China;*
3. *Institute of Medicinal Plants, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650200, China;*
4. *Yunnan Technical Center for Quality of Chinese Materia Medica, Kunming 650200, China)*

**[Abstract]** *Dendrobii Officinalis Caulis* is a traditional medicinal plant used for thousands of years in the daily health care and clinical treatment. It has attached more and more attention by domestic and foreign scholars. Based on the previous studies, the author collected, analyzed and summarized the literature on *Dendrobii Officinalis Caulis* at home and abroad in recent 10 years, and systemically reviewed the research advances in chemical constituents and pharmacological activities. The research results showed that the chemical compositions of *Dendrobii Officinalis Caulis* were complicated, including polysaccharides, stilbenes, amino acids, mineral elements, alkaloids, volatile oil and so on, mainly of polysaccharides and stilbenes. According to modern pharmacological

**[收稿日期]** 20161229(015)

**[基金项目]** 国家自然科学基金项目(81660638);云南省自然科学基金重大项目(2013FC006)

**[第一作者]** 孙恒,研究实习员,从事药、食用植物资源开发与利用的研究,E-mail:sunhengsci@163.com

**[通讯作者]** \*王元忠,博士在读,副研究员,从事药用植物资源学研究,E-mail:boletus@126.com

researches, this herb medicine has many activities, such as antioxidant, anti-tumor, immune regulation, relieving fatigue and treating diabetes, mainly of antioxidant and anti-tumor effects. In this paper, the chemical constituents and pharmacological activities of *Dendrobii Officinalis Caulis* were summarized based on the studies at home and abroad, hoping to provide a theoretical reference for further research, reasonable exploitation and utilization of the species.

**[Key words]** *Dendrobii Officinalis Caulis*; chemical compositions; pharmacological activity

石斛始载于《神农本草经》,因“强阴益精、厚肠胃、补内绝不足、平胃气、长肌肉、益智除惊、轻身延年”等多重功效被历代医药学家所推崇<sup>[1-3]</sup>。1963 至 2015 年版《中国药典》收录的石斛基源有环草石斛(美花石斛) *Dendrobium loddigesii*, 黄草石斛(束花石斛) *D. chrysanthum*, 铁皮石斛 *D. officinale*, 金钗石斛 *D. nobile*, 流苏石斛 *D. fimbriatum*, 鼓槌石斛 *D. chrysotoxum* 等的鲜或干燥茎<sup>[4-7]</sup>。铁皮石斛自 1963 年版《中国药典》以“耳环石斛”收载后,历经多版修订,始终为石斛基源植物<sup>[8]</sup>。铁皮石斛又名耳环石斛、黑节草、铁吊兰、救命仙草等,为兰科 Orchidaceae 多年生附生草本植物,主要分布在我国安徽、浙江、湖南、福建、广西、四川、云南等地<sup>[9]</sup>。由铁皮石斛制成的产品(铁皮枫斗)市场需求量大,价格高昂。根据国家食品药品监督管理局数据查询结果显示,截至 2016 年与铁皮石斛相关的保健食品共有 72 种<sup>[10]</sup>,较石斛属其他植物功效突出。

近年来对石斛化学成分<sup>[11-14]</sup>、药理活性<sup>[15-18]</sup>、种植栽培<sup>[19-22]</sup>、组织培养<sup>[23-27]</sup>、基因表达<sup>[28-30]</sup>等领域的研究较为活跃,对此,陈晓梅等<sup>[31]</sup>对石斛化学成分及其分析的研究进行了综述。邵曰凤等<sup>[32]</sup>对石斛属的化学成分和药理活性进行了研究。蒋玉兰等<sup>[33]</sup>对药用石斛中多糖的药理活性进行了综述。但目前多数文献是对石斛属植物的综述,对于铁皮石斛化学成分与药理活性的研究缺乏全面性和深入性总结。本文对 2008 年以来国内外相关铁皮石斛研究中具代表性的工作进行综述,对铁皮石斛药理作用的开拓和机制研究具有指导意义,同时也将为该资源的深入开发利用和方剂配伍提供参考。

## 1 石斛属植物分类及基源

石斛隶属兰科石斛亚族石斛属植物,全世界共有 1 000 余种,我国有 74 种 2 变种,云南产 58 种 2 变种,该属植物又细分为禾叶组、顶叶组、石斛组、心叶组、瘦轴组、叉唇组、距囊组、黑毛组、草叶组、基肿组、剑叶组、圆柱叶组等 12 个组群。被历版《中国药典》收录过的石斛基源植物中铁皮石斛、金钗石斛、美花石斛、流苏石斛和束花石斛出自石斛组,

鼓槌石斛出自顶叶组,其中石斛组中多数植物均有民间药用历史<sup>[8-9,33]</sup>。如石斛对眼科疾病有明显的治疗作用,对半乳糖性白内障不仅有抑制作用,而且有一定的治疗作用。中药处方“清睛粉”用石斛、麦冬组成,有滋阴散热、疏风清热、通络散结、退翳明目之功效,用于联合翼状胬肉切除、角膜移植手术,效果较好。“石斛夜光丸”由石斛、人参等 25 味中药材组成,对治疗白内障、青光眼、视神经炎等有较好疗效。石斛是夜光丸、脉络宁注射液、通塞脉片、清睛粉、清咽宁、石斛散、鲜石斛露、芪斛楂、养阴口服液等数十种中成药及保健品的必要原料<sup>[34-37]</sup>。

## 2 化学成分

化学成分是药用植物发挥活性的物质基础,铁皮石斛化学成分研究始于 1980 年代,目前发现多糖、芪类、氨基酸、矿质元素、生物碱、挥发油等。本文总结了共 127 个主要化合物。

**2.1 多糖** 多糖是铁皮石斛中主要的化学成分,也是铁皮石斛中指标性成分,《中国药典》记载以无水葡萄糖糖计不得少于 25%<sup>[8]</sup>。针对该成分的相关研究报道过以下几个方面:多糖种类、构成多糖的单糖、确定相对分子质量范围、单糖的连接点形式、单糖和糖苷键类型等<sup>[34-37]</sup>。国内外学者从中分离的多糖成分见表 1。在此基础上,张冠亚等<sup>[38]</sup>对铁皮石斛多糖的人体消化作用效果做了体外模拟实验,结果表明多糖在胃肠道消化体系中相对分子质量降低,糖苷键发生了断裂,但是没有释放出游离的单糖。铁皮石斛多糖的在人体内的吸收转化鲜有研究,可以预见将来铁皮石斛多糖及化学成分的研究会偏向于在人体内的转化、合成和分解等各种方向延伸<sup>[39-44]</sup>。

**2.2 芪类** 芪类化合物(图 1, 24 ~ 41)是最近几年分离鉴定的热点,其结构特点是由 2 个联苜母核构成,包括菲类、联苜及其衍生物。1994 年马国祥等首次从铁皮石斛中<sup>[45-46]</sup>分离了鼓槌菲(56)和毛兰素(31)后,长时间没有关于芪类化合物的报道,直至 2008 年李燕等<sup>[47-53]</sup>分离了芪类及其衍生物铁皮石斛素 A ~ R(24 ~ 27, 39 ~ 52), 4, 4'-二羟基-3, 5-二

表 1 铁皮石斛茎中的多糖成分

Table 1 Polysaccharides constituents in *Dendrobii Officinalis Caulis*

No.	多糖名称	相对分子质量	单糖组成	文献
1	黑节草多糖 I	1 000 000	$\beta$ -甘露糖型吡喃糖, $\beta$ -D-吡喃糖, $\beta$ -D-葡糖糖, 其他戊糖	[34]
2	黑节草多糖 II	500 000	$\beta$ -甘露糖型吡喃糖, $\beta$ -D-吡喃糖, $\beta$ -D-葡糖糖, 其他戊糖	[34]
3	黑节草多糖 III	120 000	$\beta$ -甘露糖型吡喃糖, $\beta$ -D-吡喃糖, $\beta$ -D-葡糖糖, 其他戊糖	[34]
4~8	DOP-2-A1, 3-A1, 4-A1, 5-A1, 6-A1	-	$\beta$ -D-甘露糖基的蛋白聚糖	[35]
9	中性糖 DOP-1	128 000	甘露糖、葡糖糖、阿拉伯糖	[35]
10	DOPW-1	78 000	半乳糖、阿拉伯糖、葡糖糖	[37]
11	DOPW-2	37 000	半乳糖、阿拉伯糖、葡糖糖	[37]
12	DOPS1-1	287 000	半乳糖、阿拉伯糖、葡糖糖	[37]
13	DOPS1-2	351 000	半乳糖、阿拉伯糖、鼠李糖	[37]
14	DOPS1-3	335 000	半乳糖、阿拉伯糖、葡糖糖	[37]
15	DOPS1-4	171 000	半乳糖、阿拉伯糖、鼠李糖	[37]
16	2-O-乙酰葡糖糖甘露聚糖	-	甘露糖、葡糖糖、阿拉伯糖	[39]
17	DT2	740 000	葡糖糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖	[40]
18	DT3	540 000	葡糖糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖	[40]
19	DCPP1 a-1	189 000	甘露糖、葡糖糖	[41]
20	DCPP3 c-1	724 000	甘露糖、鼠李糖、半乳糖醛酸、葡糖糖、半乳糖、阿拉伯糖	[42]
21	DOP1	533 700	葡糖糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖	[43]
22	DOP2	159 500	葡糖糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖	[43]
23	HPS-1B23	-	葡糖糖、半乳糖、甘露糖	[44]

甲氧基联苳(32), 3,4-二羟基-5,4'-二甲氧基联苳(33), 3'-羟基-3,4,5'-三甲氧基联苳(34), 4,4'-二羟基-3,3',5'-三甲氧基联苳(35), 3,4'-二羟基-5-甲氧基联苳(36), 3',4-二羟基-3,5'-二甲氧基联苳(37), 二氢白藜芦醇(38), dendromonilaside E(28), denbinobin(57), 2,4,7-三羟基-9,10-二氢菲(64); 2009年, 李榕生等<sup>[54]</sup>从铁皮石斛根茎的乙醇提取物中纯化得到6个菲类化合物(58~63); 2012年, 王涵<sup>[55]</sup>分离了铁皮石斛素 S(53); 2014年, YANG等<sup>[56]</sup>分离了铁皮石斛素 T(54), 铁皮石斛素 U(55); 2015年, 包晓青等<sup>[57]</sup>分离了5-羟基3,4'-二甲氧基联苳(29), 4'-羟基-3',5'-二甲氧基联苳(30)。芪类化合物有独特的药效活性, 铁皮石斛中芪类的活性研究可预见将会称为一个新的方向。相应结构见图1。

### 2.3 其他

**2.3.1 酚类、核苷类、苯丙素类、甾类等** 从铁皮石斛中分离的化合物还包括酚类、核苷类、苯丙素类、甾类等<sup>[58-64]</sup>。铁皮石斛微量成分的研究始于2000年, 在郭顺星等<sup>[58]</sup>研究野生铁皮石斛内生菌——石斛小菇时, 从中分离了D-甘露醇(65), 尿嘧啶

(66), 黄嘌呤(67), 5-羟甲基糠醛(68), 正三十一烷(69), 尿素(70),  $\beta$ -谷甾醇(71), 6,9-epoxy-ergosta-7,22-dien-3-ol(72)等, 后被李燕证明铁皮石斛中亦此类成分<sup>[47]</sup>; 2008—2010年, 李燕<sup>[47]</sup>分离了铁皮石斛中等极性化学成分: *N-p*-香豆酰酪胺(73), 反-*N*-(4-羟基苯乙基)阿魏酸酰胺(74), 二氢松柏醇二氢对羟基桂皮酸酯(75), 二氢阿魏酰酪胺(76), 对羟基苯丙酰酪胺(77), 丁香酸(78), 香草酸(79), 丁香醛(80), 对羟基苯丙酸(81), 对羟基桂皮酸(82), 阿魏酸(83), 对羟基苯甲酸(84), (+)-丁香脂素-*O*- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷(85), 沙参苷 I(86), 左旋丁香脂素(87), icariol A<sub>2</sub>-4-*O*- $\beta$ -D-glucopyranoside(88), (+)-lyoniresinol-3a-*O*- $\beta$ -D-glucopyranoside(89), 裂异落叶松脂醇(90), 灯盏花苷 II(91), 钩状石斛素(92), 洋地黄内酯(93), 柚皮素(94), 3',5,5',7-四羟基二氢黄酮(95), 腺苷(96), 尿苷(97), 鸟苷(98), 蔗糖(99), koaburaside(100), 反式阿魏酸二十八烷基酯(101), 对羟基反式肉桂酸三十烷基酯(102), 对羟基顺式肉桂酸三十烷基酯(103), 胡萝卜苷(104), 十六烷酸(105), 十七烷(106), 十七烷酸(107), 三十一烷醇(108); 2010年, 王芳菲等<sup>[62]</sup>

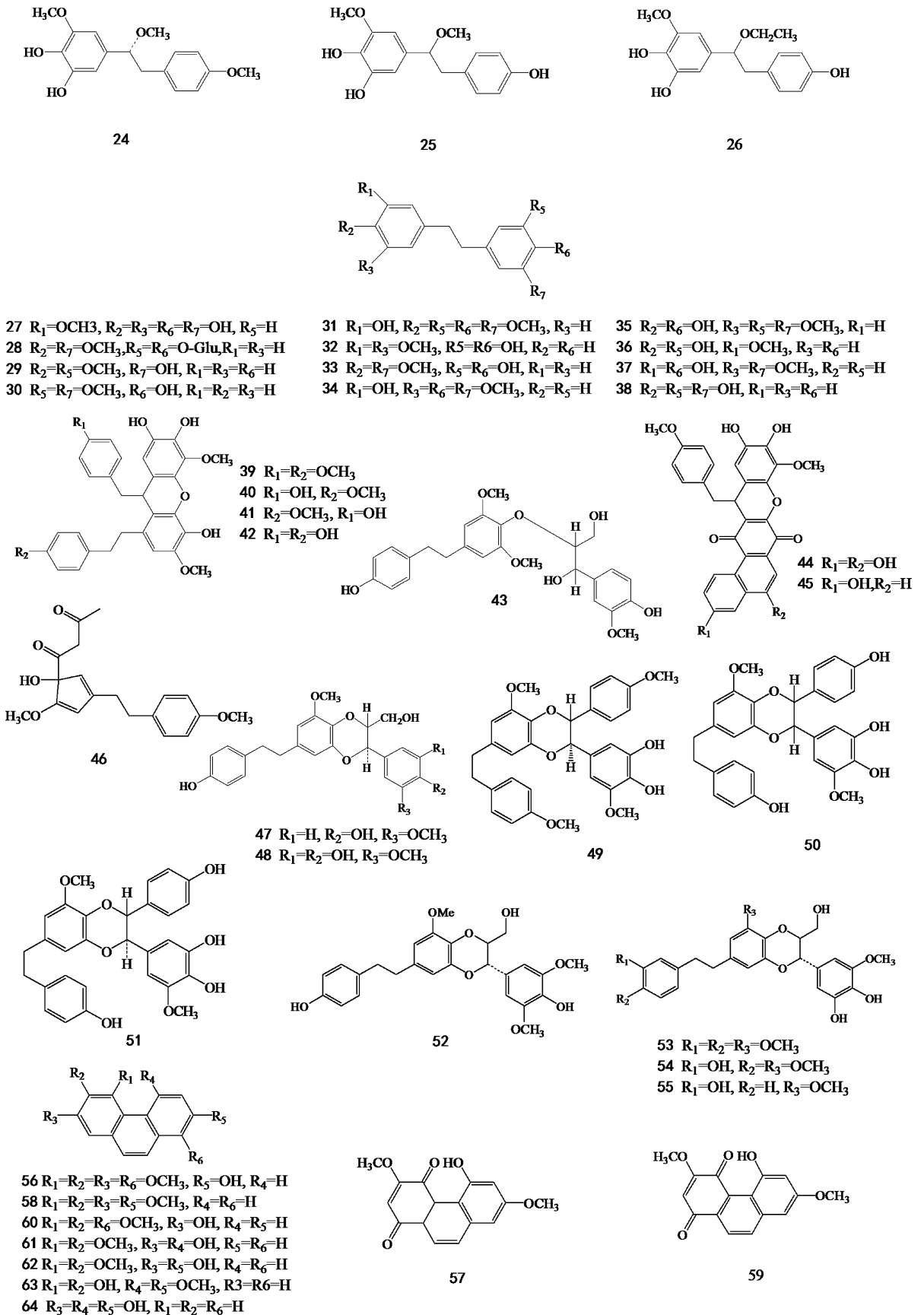


图 1 化合物 24 ~ 64 结构

Fig. 1 Structures of compounds 24-64

在李燕的基础上分离了铁皮石斛中大极性化学成分:丁香脂素 4, 4'-双-*O*-氧葡萄糖糖苷(109), 3, 4, 5-三甲氧基苯基-1-*O*- $\beta$ -*D*-芹糖-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -*D*-葡萄糖糖苷(110), 2-甲氧基苯基-1-*O*- $\beta$ -*D*-芹糖-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -*D*-葡萄糖糖苷(111), (1'*R*)1'-(4-羟基-3, 5-二甲氧基苯基)-1-丙醇-4-*O*- $\beta$ -*D*-葡萄糖糖苷(112), 铁皮石斛苷(113), 4-羟基-2, 6-二甲氧基苯基葡萄糖糖苷(114); 2012 年, 孟志霞等<sup>[63]</sup>在铁皮石斛原球茎中分离到化学成分: 1-*O*-*p*-阿魏酰基- $\beta$ -*D*-吡喃葡萄糖糖苷(115), arillatose B(116), 4-( $\beta$ -*D*-吡喃葡萄糖基)苜蓿醇(117), 4-羟甲基-2, 6-二甲氧基苯基- $\beta$ -*D*-吡喃葡萄糖糖苷(118), 3 $\beta$ , 25-二羟基-23-烯-环菠萝蜜烷(119); 2012 年, 周桂芬等<sup>[64]</sup>在铁皮石斛叶中分离到 8 种黄酮碳苷: 芹菜素-6, 8-二-*C*- $\beta$ -*D*-吡喃葡萄糖糖苷(120), 芹菜素-6-*C*- $\beta$ -*D*-木糖-8-*C*- $\beta$ -*D*-吡喃葡萄糖糖苷(121), 异夏佛托苷(122), 夏佛托苷(123), 芹菜素-6-*C*- $\beta$ -*D*-吡喃葡萄糖-8-*C*- $\beta$ -*D*-木糖苷(124), 芹菜素-6-*C*- $\beta$ -*D*-木糖-8-*C*- $\alpha$ -*L*-阿拉伯糖苷(125), 芹菜素-6, 8-二-*C*- $\alpha$ -*L*-吡喃阿拉伯糖苷(126), 芹菜素-6-*C*- $\alpha$ -*L*-阿拉伯糖-8-*C*- $\beta$ -*D*-木糖苷(127)。

**2.3.2 挥发性成分** 相对石斛属其他植物铁皮石斛中发现的挥发性成分种类较多<sup>[65]</sup>。铁皮石斛花挥发性成分中相对质量分数 > 2.0% 的为壬醛 9.21%, 桉叶-5, 11-二烯-8, 12-交酯 5.55%, 反-2-癸烯醛 4.63%, 2, 3-脱氢-1, 8-叶油素 4.39%, 正二十五烷 4.03%,  $\alpha$ -柏木醇 3.69%, 异土木香内酯 3.65%, 反式-2-庚醛 3.60%, *E, E*-2, 4-癸二烯醛 2.14%,  $\beta$ -佛尔酮 2.03% 等<sup>[66]</sup>; 愈伤组织主要有石竹烯,  $\gamma$ -榄香烯, 1-乙烯基-1-甲基-2, 4-二(1-甲基乙炔基)-[1*S*, (1,  $\alpha$ , 2,  $\beta$ , 4,  $\beta$ )]-环己烷,  $\alpha$ -石竹烯, (*Z*)-7, 11-二甲基-3-甲基-1, 6, 10-十二碳三烯, 反-2-辛烯醛等; 试管苗主要有反-2-辛烯醛,  $\beta$ -紫罗兰酮, 反-2-己烯醛, (*E*)-壬烯醛, 石竹烯等<sup>[67]</sup>; 不同部位挥发性成分差异大, 茎中存在多种根、叶中不含有的成分, 主要为萜烯类和烯醇类化合物<sup>[68-69]</sup>; 2016 年, 吕素华等<sup>[70]</sup>对铁皮石斛 11 个杂交家系的鲜花挥发性成分进行了分析检测, 进一步确认了挥发性成分以萜类、脂肪族、芳香族化合物为主。铁皮石斛多种挥发性成分的研究给予了石斛精油提取和芳香理疗研究方向提供了可能。

**2.3.3 氨基酸、矿质元素和生物碱** 铁皮石斛还含有人体所需的必需氨基酸<sup>[71]</sup>、矿质元素<sup>[72-73]</sup>和生物碱。生物碱是最先从石斛属植物中分离得到的化合物<sup>[74]</sup>, 目前没有文献报道从铁皮石斛中分离到具体

的生物碱类化合物结构, 但诸燕等<sup>[75]</sup>以酸性染料比色法测定了铁皮石斛的总生物碱含量, 发现浙江省 11 个种质的 1 年生样品平均含量为 0.025 3%, 云南产 1 年生样品为 0.034 3%, 不同种质、年龄的含量差异很大, 并且随着生长年限的增加而增加。

### 3 药理活性

传统药理学认为石斛是滋阴圣品, 主胃肾经, 养阴生津, 厚肠胃, 补阴虚, 治病后虚热不退, 骨蒸劳热, 目暗不明等证<sup>[8]</sup>。现代药理学对铁皮石斛的研究着重于抗氧化、抗肿瘤、增强免疫力、改善糖尿病、缓解疲劳等方面。

**3.1 抗氧化** 氧化衰老是生物随着时间推移自发的必然过程, 延缓衰老是医药学家永恒的研究课题。自由基被认为是人体氧化衰老的主要因素, 清除自由基的能力经常被作为抗氧化能力的评价指标。铁皮石斛的抗氧化能力基于多糖, 通过清除体内过多的自由基达到延缓脏器衰老病变的目的。铁皮石斛原球茎多糖 DCPPIa-1 能明显抑制  $\cdot$ OH 和  $O_2\cdot$  的浓度, 半数抑制浓度 ( $IC_{50}$ ) 分别为 1.181, 0.727  $g \cdot L^{-1}$ , 并能降低体外温育和  $Fe^{2+}$ ,  $H_2O_2$  诱导的小鼠肝组织匀浆丙二醛 (MDA) 的产生, 抑制小鼠肝线粒体 MDA 的生成<sup>[76]</sup>。其纯化多糖和粗多糖能使环磷酸胺人造小鼠氧化模型的胸腺、血清和肝脏中的总抗氧化能力 (TOC), 过氧化氢酶 (CAT), 超氧化物歧化酶 (SOD), 谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-PX) 等恢复到正常范围内<sup>[77]</sup>。HUANG 等<sup>[78]</sup>发现不同相对分子质量的多糖在不同的抗氧化体系中, 其抗氧化活性有明显差异, 相对相对分子质量 <  $3.53 \times 10^4$  或者 >  $7.44 \times 10^4$  时, 生物活性较高, 最高清除率为 79.0%。龚庆芳等<sup>[79]</sup>发现铁皮石斛茎的清除 DPPH $\cdot$  自由基能力略高于花, 但当其甲醇提取物浓度升高至 0.8  $g \cdot L^{-1}$ , 花的清除 DPPH $\cdot$  自由基能力高于茎, 茎和花的  $IC_{50}$  分别为 0.333, 0.452  $g \cdot L^{-1}$ 。梁楚燕等<sup>[80]</sup>通过跳台实验和迷宫实验, 发现铁皮石斛能明显减少初老小鼠走出迷宫的时间, 延长跳台实验中的潜伏期, 减少错误次数, 证明该物种具有辅助改善小鼠记忆及延缓重要脏器衰老病变, 并从整体上改善衰老的功能。

**3.2 抗肿瘤** 铁皮石斛抗肿瘤活性物质主要为多糖和芪类化合物, 对肝癌、胃癌、宫颈癌、神经母瘤、结肠癌、乳腺癌等细胞生长均有抑制作用。何铁光等<sup>[41]</sup>从铁皮石斛原球茎粗多糖中分离纯化的灰色粉末状多糖 DCPPIa-1, 发现低剂量组抑瘤效果最好。金乐红等<sup>[81]</sup>发现铁皮石斛水溶性多糖能有效

抑制小鼠肉瘤 S180 瘤体和离体肝肿瘤 SMMC 27721 细胞生长,提高 SOD 活性和降低 MDA 含量,促进神经母瘤细胞凋亡,二者均显示能显著提高胸腺和脾指数。赵益等<sup>[82]</sup>考察了铁皮石斛提取物对甲基硝基亚硝基胍(MNNG)引起的小鼠胃癌癌变,结果其高剂量组有明显的抑制癌变作用。鲍丽娟等<sup>[83]</sup>发现霍山石 *D. huoshanense*,铁皮石斛、金钗石斛、马鞭石斛等水提取物对人宫颈癌细胞 HelaS3 和肝癌细胞 HepG2 均有不同程度的抑制作用,且在所选浓度范围内对剂量和时间有依赖性。ZHAO 等<sup>[84]</sup>在体外抗结肠癌细胞 HTC-116 及体内抗转移实验中证实铁皮石斛具有明显促凋亡作用,并且在小鼠体内检测中发现给药小鼠转移到肺部的癌细胞明显低于对照组,证明了体内抗癌细胞转移作用。SUN 等<sup>[85]</sup>对乳腺癌细胞 MCF-7 给药,发现铁皮石斛抗癌机制可能是阻断细胞周期中 G<sub>2</sub>/M 期,抑制癌细胞增殖。

**3.3 增强机体免疫力** 铁皮石斛通过增加白细胞数、淋巴因子的产生和增强巨噬细胞吞噬功能,增强机体的免疫力。黄民权等<sup>[86]</sup>通过铁皮石斛多糖对小白鼠白细胞数和淋巴细胞移动抑制因子研究,证实能够显著提升外周白细胞数和促进淋巴细胞产生移动抑制因子,消除实验条件下免疫抑制剂环磷酰胺引发的副作用。李钦等<sup>[87]</sup>发现铁皮石斛颗粒能明显提高荷瘤小鼠巨噬细胞的吞噬功能,促进 T 淋巴细胞的增殖与分化,提高 NK 细胞的活性及血清半数溶血值(HC<sub>50</sub>)水平,多糖能显著刺激脾淋巴细胞的增殖并促进脾淋巴细胞中  $\gamma$ -干扰素和白细胞介素-2 的分泌<sup>[88]</sup>,增强自然杀伤细胞介导的淋巴细胞毒性<sup>[43]</sup>,增加巨噬细胞的吞噬作用和一氧化氮产量,达到提高免疫力的目的。HUANG 等<sup>[89]</sup>发现高纯度的多糖较粗多糖具有更高的免疫调节能力。Lau 等<sup>[90]</sup>通过铁皮石斛提取物对小鼠脾细胞的体外实验,也验证了其能提高小鼠的免疫力。

**3.4 抗疲劳** 研究发现小鼠经口灌胃不同剂量铁皮石斛后,显示游泳时间均显著延长,血乳酸和肌酸激酶含量显著降低<sup>[91]</sup>,同时提高睫状神经营养因子(CNTF mRNA)的表达<sup>[92]</sup>和机体糖原储备,减少血清含量,促进蛋白质合成提高血红蛋白含量,抑制氨基酸和蛋白质分解,增强抗疲劳能力<sup>[93]</sup>。铁皮石斛抗疲劳的机制可能是调节能量代谢和营养肌肉。

**3.5 改善糖尿病** 据报道铁皮石斛对糖尿病有辅助治疗作用,能通过双向调节胰岛  $\alpha$ 、 $\beta$  细胞分泌的激素水平来发挥降血糖作用,既能明显降低链脲佐菌素诱导的糖尿病(STZ-DM)大鼠的血糖值,促进

胰岛  $\beta$  细胞分泌胰岛素和抑制胰岛  $\alpha$  细胞分泌胰高血糖素,又能对损伤的胰岛  $\beta$  细胞具有修复作用<sup>[94-95]</sup>;陈爱君等<sup>[96]</sup>发现,铁皮石斛膏能降低四氧嘧啶所致糖尿病小鼠血糖值,并明显改善小鼠耐糖量,且对正常小鼠耐糖量也有一定改善作用,改善链脲佐菌素引起的糖尿病早期并发症。

**3.6 其他作用** 铁皮石斛还具有保肝<sup>[97]</sup>、降血压<sup>[98]</sup>、降血脂<sup>[99-100]</sup>、抗辐射<sup>[101]</sup>、抑菌,调整肠道微生物的平衡<sup>[102-103]</sup>、促进毛发生长<sup>[104]</sup>、改善心功能<sup>[105]</sup>、改善干燥综合征<sup>[106]</sup>等作用。

## 4 临床应用

铁皮石斛单剂和方剂较少,临床上多用于改善气阴两虚和阴液不足的症状。辛金钟等<sup>[107]</sup>将 60 例 2 型糖尿病胰岛素抵抗(IR)患者随机分为治疗组 30 例和对照组 30 例,治疗组服用盐酸二甲双胍和石斛合剂,对照组单纯服用盐酸二甲双胍,结果指示治疗组改善 IR 更明显。同时治疗组改善患者的血脂水平更为显著。吴人照等<sup>[108]</sup>通过铁皮枫斗颗粒(胶囊)治疗慢性萎缩性胃炎气阴两虚证临床研究表明,症状改善总有效率为 98.6%,铁皮枫斗胶囊总有效率为 98.7%,生脉胶囊对照组总有效率为 88.6%,提示铁皮枫斗颗粒(胶囊)对慢性萎缩性胃炎气阴两虚证疗效显著。陈晓萍等<sup>[109]</sup>在放、化疗结合铁皮枫斗制剂治疗 80 例肺癌患者的研究中,表明该制剂对气阴两虚证及肺癌患者症状改善效果显著。

## 5 结语

铁皮石斛用药历史悠久分布区域广阔。由于地理环境的敏感性和人类大量采挖,致使野生品种生存环境碎片化<sup>[110]</sup>,生态环境变化和基因交流的隔离导致所含化学成分变化。浙江产铁皮石斛总生物碱为 0.025 3%,总多糖为平均质量分数 34.47%;云南总生物碱为 0.034 3%,总多糖 35.32%<sup>[75,111]</sup>;云南产多糖主要由葡萄糖构成,而安徽及浙江产的则以甘露糖为主;在增强免疫力方面,云南产铁皮石斛强于安徽及浙江<sup>[112]</sup>。化学成分是药用植物的药效物质基础,化学成分含量及组分配比的变化将会对铁皮石斛的疗效造成巨大的影响<sup>[113]</sup>。因此,对各区域铁皮石斛化学成分进行分析,筛选各分布地区的优势种源,将能更好发挥其疗效。

铁皮石斛化学成分复杂,研究主要集中在多糖类化合物,药理作用研究主要集中于抗氧化活性。近年来关于铁皮石斛化学成分的研究取得了突破性的进展,但是缺乏植物代谢组学方面的研究,缺少功

效成分群之间作用机制的系统研究。因此,对铁皮石斛应保持持续性研究,分析具体有效成分结构、合成机制和作用机制,并探讨新的药理作用,为铁皮石斛资源的充分开发利用、传统方剂配伍和新药开发提供理论依据。

[参考文献]

[ 1 ] 唐慎微. 神农本草经 [M]. 尚志钧,校注. 北京:学苑出版社, 2008:42.

[ 2 ] 李时珍. 本草纲目 [M]. 刘恒如,刘山永,校注. 北京:华夏出版社, 2013:49.

[ 3 ] 江苏新医学院. 中药大辞典. 上册 [M]. 上海:上海科学技术出版社, 2002:819-822.

[ 4 ] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部 [M]. 北京:人民卫生出版社, 1963:75-76.

[ 5 ] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部 [M]. 北京:化学工业出版社, 1995:145-146.

[ 6 ] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部 [M]. 北京:化学工业出版社, 2000:145-146.

[ 7 ] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部 [M]. 北京:中国医药科技出版社, 2010:85-87.

[ 8 ] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部 [M]. 北京:中国医药科技出版社, 2015:282-283.

[ 9 ] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志. 第1卷 [M]. 北京:科学出版社, 2004: 117.

[ 10 ] 国家食品药品监督管理局 (<http://www.sda.gov.cn/>).

[ 11 ] CHEN Y G, YU H, LIU Y. Chemical constituents from *Dendrobium brymerianum* Rehb. F [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2014, 57(8): 175-177.

[ 12 ] 王磊, 张朝凤, 王峥涛, 等. 晶帽石斛化学成分的研究 [J]. *中国中药杂志*, 2008, 33 (15): 1847-1848.

[ 13 ] WANG L, WANG C, PAN Z, et al. Application of pyrolysis-gas chromatography and hierarchical cluster analysis to the discrimination of the Chinese traditional medicine *Dendrobium candidum* Wall. ex Lindl [J]. *J Anal Appl Pyrol*, 2011, 90 (1): 13-17.

[ 14 ] XING X, CUI S W, NIE S, et al. Study on *Dendrobium officinale* O-acetyl-glucomannan (Dendronan®); Part I. Extraction, purification, and partial structural characterization [J]. *Bio Carbohydr Diet Fibre*, 2014, 4 (1): 74-83.

[ 15 ] WANG J H, LUO J P, ZHA X Q, et al. Comparison of antitumor activities of different polysaccharide fractions from the stems of *Dendrobium nobile* Lindl [J]. *Carbohydr Polym*, 2010, 79 (1): 114-118.

[ 16 ] FAN Y, LUO A. Evaluation of anti-tumor activity of water-soluble polysaccharides from *Dendrobium*

*denneanum* [J]. *Afr J Pharm Pharmacol*, 2011, 5 (3): 415-420.

[ 17 ] 安祯祥, 何远利, 陈昱江, 等. 金钗石斛多糖对肝纤维化大鼠肝功能损伤治疗作用及机制探讨 [J]. *时珍国医国药*, 2016, 27 (8): 1865-1867.

[ 18 ] 徐静静, 叶河江. 石斛夜光丸联合羟糖苷滴眼液治疗肝肾阴虚型干眼症的临床观察 [J]. *成都中医药大学学报*, 2010, 33 (1): 18-20.

[ 19 ] 萧凤回, 郭玉姣, 王仕玉, 等. 云南主要药用石斛种植区域调查及适宜性初步评价 [J]. *云南农业大学学报:自然科学版*, 2008, 23 (4): 498-505.

[ 20 ] 李戈, 李荣英, 高微微. 药用石斛规模化种植中的病害问题及防治策略 [J]. *中国中药杂志*, 2013, 38 (4): 485-488.

[ 21 ] 何伯伟, 潘慧锋. 浙江铁皮石斛产业提升发展的实施措施与建议 [J]. *浙江农业科学*, 2014, 1 (2): 152-155.

[ 22 ] 席刚俊, 赵桂华. 铁皮石斛栽培技术概况 [J]. *安徽农业科学*, 2011, 39 (32): 19740-19742.

[ 23 ] 袁颖丹, 李志, 胡冬南, 等. 铁皮石斛组织培养研究进展 [J]. *湖北农业科学*, 2016, 55 (1): 9-12.

[ 24 ] 江爱明, 曹婷. 秦巴山区及毗邻地区野生金钗石斛组织培养与快速繁殖 [J]. *华中师范大学学报:自然科学版*, 2016, 50 (3): 417-422.

[ 25 ] 王一诺, 李林轩, 韦莹, 等. 不同浓度激素配比对重唇石斛组织培养的影响 [J]. *北方园艺*, 2016 (10): 148-151.

[ 26 ] 尹利方, 陈泽斌, 夏体渊, 等. 一株铁皮石斛组织培养污染内生细菌的分离与鉴定 [J]. *西南农业学报*, 2016, 29 (8): 1982-1986.

[ 27 ] 朱庆竖, 陈勇, 余花, 等. 铁皮石斛组织培养及快繁技术研究 [J]. *中国农学通报*, 2015, 31 (31): 19-24.

[ 28 ] Bhattacharyya P, Kumaria S, Kumar S, et al. Start Codon Targeted (SCoT) marker reveals genetic diversity of *Dendrobium nobile* Lindl., an endangered medicinal orchid species [J]. *Gene*, 2013, 529 (1): 21-26.

[ 29 ] Pitakdantham W, Sutabutra T, Chiemsombat P, et al. Isolation and characterization of chalcone synthase gene isolated from *Dendrobium sonia* Earsakul [J]. *Pak J Bio Sci*, 2010, 13 (20): 1000-1005.

[ 30 ] CHENG X, CHEN W, ZHOU Z, et al. Functional characterization of a novel tropinone reductase-like gene in *Dendrobium nobile* Lindl [J]. *J Plant Physiol*, 2013, 170 (10): 958-964.

[ 31 ] 陈晓梅, 王春兰, 杨峻山, 等. 铁皮石斛化学成分及其分析的研究进展 [J]. *中国药理学杂志*, 2013,

- 48 (19): 1634-1640.
- [ 32 ] 邵曰凤, 胡粉青, 邹澄, 等. 石斛属植物化学成分和药理活性研究现状 [J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(s1): 152-157.
- [ 33 ] 蒋玉兰, 罗建平. 药用石斛多糖药理活性及化学结构研究进展 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22 (12): 2986-2988.
- [ 34 ] 《云南植物志》编辑委员会. 云南植物志 1977-2006 版 1-21 卷合订 [M]. 北京: 科学出版社, 1977: 603-655.
- [ 35 ] 徐静静, 叶河江. 石斛夜光丸联合羟糖苷滴眼液治疗肝肾阴虚型干眼症的临床观察 [J]. 成都中医药大学学报, 2010, 33 (1): 18-20.
- [ 36 ] 杨雨微, 胡晨, 卞慧敏, 等. 通塞脉片对大鼠实验性动脉粥样硬化模型血管内皮细胞的影响 [J]. 中成药, 2010, 32 (3): 371-374.
- [ 37 ] 杨永升, 庄曾渊, 王津津, 等. 石斛散对体外培养人视网膜细胞的作用 [J]. 眼科新进展, 2009, 29 (6): 405-408.
- [ 38 ] 张冠亚, 黄晓君, 聂少平, 等. 体外模拟 3 种消化液对铁皮石斛多糖的消化作用 [J]. 食品科学, 2014, 35 (23): 279-283.
- [ 39 ] 华允芬. 铁皮石斛多糖成分研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2005.
- [ 40 ] 杨虹, 王顺春, 王峥涛, 等. 铁皮石斛多糖的研究 [J]. 中国药学杂志, 2004, 39 (4): 254-256.
- [ 41 ] 何铁光, 杨丽涛, 李杨瑞, 等. 铁皮石斛原球茎多糖 DCPPIa-1 的理化性质及抗肿瘤活性 [J]. 天然产物研究与开发, 2007, 19 (4): 578-583.
- [ 42 ] 何铁光, 杨丽涛, 李杨瑞, 等. 铁皮石斛原球茎多糖 DCPP3c-1 的分离纯化及结构初步分析 [J]. 分析测试学报, 2008, 27 (2): 143-147.
- [ 43 ] XIA L J, LIU X F, GUO H Y, et al. Partial characterization and immunomodulatory activity of polysaccharides from the stem of *Dendrobium officinale* (Tiepishihu) *in vitro* [J]. J Funct Foods, 2012, 4 (1): 294-301.
- [ 44 ] ZHA X Q, LUO J P, LUO S Z, et al. Structure identification of a new immunostimulating polysaccharide from the stems of *Dendrobium huoshanense* [J]. Carbohydr Polym, 2007, 69 (1): 86-93.
- [ 45 ] 马国祥, 徐国均. 鼓槌石斛化学成分的研究 [J]. 药学学报, 1994, 29 (10): 763-766.
- [ 46 ] 马国祥, 徐国钧, 徐璐珊, 等. 反相高效液相色谱法测定 18 种石斛类生药中 chrysotoxene, erianin 及 chrysotoxine 的含量 [J]. 中国药科大学学报, 1994, 25 (2): 103-105.
- [ 47 ] 李燕. 铁皮石斛化学成分的研究 [D]. 北京: 中国协和医科大学, 2009.
- [ 48 ] LI Y, WANG C L, GUO S X, et al. Two new compounds from *Dendrobium candidum* [J]. Chem Pharm Bull, 2008, 56 (10): 1477-1479.
- [ 49 ] LI Y, WANG C L, WANG Y J, et al. Three new bibenzyl derivatives from *Dendrobium candidum* [J]. Chem Pharm Bull, 2009, 57 (2): 218-219.
- [ 50 ] LI Y, WANG C L, WANG Y J, et al. Four new bibenzyl derivatives from *Dendrobium candidum* [J]. Chem Pharm Bull, 2009, 57 (9): 997-999.
- [ 51 ] LI Y, WANG C L, ZHAO H J, et al. Eight new bibenzyl derivatives from *Dendrobium candidum* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2014, 16 (11): 1035-1043.
- [ 52 ] LI Y, WANG C L, ZHAO H J, et al. A novel *O*-benzoquinol and a new bibenzyl from *Dendrobium candidum* [J]. Chem Nat Compd, 2015, 51 (6): 1052-1054.
- [ 53 ] 李燕, 王春兰, 王芳菲, 等. 铁皮石斛化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2010, 35 (13): 1715-1719.
- [ 54 ] 李榕生, 杨欣, 何平, 等. 铁皮石斛根茎中菲类化学成分分析 [J]. 中药材, 2009, 32 (2): 220-223.
- [ 55 ] 王涵. 铁皮石斛素新成分的分离与功效鉴定 [D]. 长春: 吉林大学, 2012.
- [ 56 ] YANG L, LIU S J, LUO H R, et al. Two new dendrocandins with neurite outgrowth-promoting activity from *Dendrobium officinale* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2015, 17 (2): 125-131.
- [ 57 ] 包晓青, 吴志刚, 严鹏程, 等. 铁皮石斛中芪类成分的分离及含量测定 [J]. 上海中医药杂志, 2015, 49 (2): 86-89.
- [ 58 ] 郭顺星, 陈晓梅. 石斛小菇化学成分的研究 [J]. 中国药学杂志, 2000, 35 (6): 372-374.
- [ 59 ] 陈晓梅, 郭顺星. 石斛小菇中的甾醇类化合物 [J]. 药学学报, 2000, 35 (5): 367-369.
- [ 60 ] 李燕, 王春兰, 王芳菲, 等. 铁皮石斛中的酚酸类及二氢黄酮类成分 [J]. 中国药学杂志, 2010, 45 (13): 975-979.
- [ 61 ] 管惠娟, 张雪, 屠凤娟, 等. 铁皮石斛化学成分的研究 [J]. 中草药, 2009, 40 (12): 1873-1876.
- [ 62 ] 王芳菲, 李燕, 董海玲, 等. 铁皮石斛中一个新化合物 [J]. 中国药学杂志, 2010, 45 (12): 898-902.
- [ 63 ] 孟志霞, 舒莹, 王春兰, 等. 铁皮石斛原球茎的化学成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2012, 47 (12): 953-955.
- [ 64 ] 周桂芬, 吕圭源. 基于高效液相色谱-二极管阵列光

- 谱检测-电喷雾离子化质谱联用鉴定铁皮石斛叶中 8 种黄酮碳苷化合物及裂解规律研究 [J]. 中国药理学杂志, 2012, 47 (1): 13-19.
- [ 65 ] 李文静, 李进进, 李桂锋, 等. GC-MS 分析 4 种石斛花挥发性成分 [J]. 中药材, 2015, 38 (4): 777-780.
- [ 66 ] 霍昕, 周建华, 杨迺嘉, 等. 铁皮石斛花挥发性成分研究 [J]. 中华中医药杂志, 2008, 23 (8): 735-737.
- [ 67 ] 康联伟, 宋银, 张媛, 等. 铁皮石斛愈伤组织及试管苗挥发油的气相色谱-质谱比较分析 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22 (6): 1391-1393.
- [ 68 ] 付涛, 王志龙, 林立, 等. GC-MS 法比较铁皮石斛试管苗不同部位中挥发油的成分 [J]. 中成药, 2015, 37 (10): 2233-2238.
- [ 69 ] 付涛, 王志龙. GC-MS 法分析不同部位仿野生与组培快繁铁皮石斛中的挥发性成分 [J]. 中成药, 2015, 37 (12): 2702-2709.
- [ 70 ] 吕素华, 徐萌, 张新风, 等. 11 个铁皮石斛杂交家系鲜花的挥发性成分分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22 (6): 52-57.
- [ 71 ] 黄民权, 阮金月. 铁皮石斛氨基酸组分分析 [J]. 中药材, 1997, 20 (1): 32-33.
- [ 72 ] 诸燕, 苑鹤, 李国栋, 等. 铁皮石斛中 11 种金属元素含量的研究 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36 (3): 356-360.
- [ 73 ] 黎万奎, 胡之璧, 周吉燕, 等. 人工栽培铁皮石斛与其他来源铁皮石斛中氨基酸与多糖及微量元素的比较分析 [J]. 上海中医药大学学报, 2008, 22 (4): 80-83.
- [ 74 ] 陈晓梅, 郭顺星. 石斛属植物化学成分和药理作用的研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13 (1): 70-75.
- [ 75 ] 诸燕, 张爱莲, 何伯伟, 等. 铁皮石斛总生物碱含量变异规律 [J]. 中国中药杂志, 2010, 35 (18): 2388-2391.
- [ 76 ] 何铁光, 杨丽涛, 李杨瑞, 等. 铁皮石斛原球茎多糖 DCPPIa-1 对氧自由基和脂质过氧化的影响 [J]. 天然产物研究与开发, 2007, 19 (3): 410-414.
- [ 77 ] 鲍素华, 查学强, 郝杰, 等. 不同相对分子质量铁皮石斛多糖体外抗氧化活性研究 [J]. 食品科学, 2009, 30 (21): 123-127.
- [ 78 ] HUANG X J, NIE S P, CAI H L, et al. Study on *Dendrobium officinale* O-acetyl-glucomannan (*Dendronan*): part VI. protective effects against oxidative stress in immunosuppressed mice. [J]. Food Res Int, 2015, 72: 168-173.
- [ 79 ] 龚庆芳, 何金祥, 黄宁珍, 等. 铁皮石斛花化学成分及抗氧化活性研究 [J]. 食品科技, 2014, 39 (12): 106-110.
- [ 80 ] 梁楚燕, 梁颖敏, 赵雪洁, 等. 铁皮石斛改善记忆能力及延缓衰老的初步研究 [J]. 暨南大学学报: 自然科学与医学版, 2016, 37 (2): 99-104.
- [ 81 ] 金乐红, 刘传飞, 唐婷. 石斛水溶性多糖的抗肿瘤作用及其机制的研究 [J]. 健康研究, 2010, 30 (3): 167-170.
- [ 82 ] 赵益, 刘燕, 蓝希明, 等. 铁皮石斛提取物对胃癌癌变的抑制作用及机制研究 [J]. 中草药, 2015, 46 (24): 3704-3709.
- [ 83 ] 鲍丽娟, 王军辉, 罗建平. 4 种石斛水提物对子宫颈癌 HeLaS3 细胞和肝癌 HepG2 细胞的抑制作用 [J]. 安徽农业科学, 2008(36): 15968-15970.
- [ 84 ] ZHAO X, SUN P, QIAN Y, et al. *Dendrobium candidum* has *in vitro* anticancer effects in HCT-116 cancer cells and exerts *in vivo* anti-metastatic effects in mice [J]. Nutr Res Pract, 2014, 8 (5): 487-493.
- [ 85 ] SUN J, GUO Y D, FU X Q, et al. *Dendrobium candidum* inhibits MCF-7 cells proliferation by inducing cell cycle arrest at G<sub>2</sub>/M phase and regulating key biomarkers [J]. Onco Targets Ther, 2016, 9: 21-30.
- [ 86 ] 黄民权, 蔡体育. 铁皮石斛多糖对小白鼠白细胞数和淋巴细胞移动抑制因子的影响 [J]. 天然产物研究与开发, 1996, 8 (3): 39-41.
- [ 87 ] 李钦, 陈爱君, 张信岳. 铁皮石斛颗粒增强免疫功能作用研究 [J]. 中药药理与临床, 2008, 24 (1): 53-54.
- [ 88 ] 宋美芳, 李光, 陈曦, 等. 两种石斛多糖提高小鼠免疫活性的初步研究 [J]. 中国药理学杂志, 2013, 48 (6): 428-431.
- [ 89 ] HUANG X J, NIE S P, CAI H L, et al. Study on *Dendrobium officinale*, O-acetyl-glucomannan (*Dendronan*): part IV. immunomodulatory activity *in vivo* [J]. J Funct Foods, 2015, 7(15): 525-532.
- [ 90 ] Lau D T W, Poon M K T, Leung H Y, et al. Immunopotentiating activity of *Dendrobium* species in mouse splenocytes [J]. Chin Med-UK, 2011, 2: 103-108.
- [ 91 ] 鹿伟, 陈玉满, 徐彩菊, 等. 铁皮石斛抗疲劳作用研究 [J]. 中国卫生检验杂志, 2010, 20 (10): 2488-2490.
- [ 92 ] 唐汉庆, 陈桦, 韦祎, 等. 铁皮石斛对运动疲劳小鼠能量代谢和 CNTF mRNA 表达的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20 (15): 164-167.
- [ 93 ] 周海涛, 曹建民, 林强, 等. 铁皮石斛对运动训练大鼠物质代谢及抗运动疲劳能力的影响 [J]. 中国

- 药学杂志, 2013, 48 (19): 1684-1688.
- [ 94 ] HOU S Z, LIANG C Y, LIU H Z, et al. *Dendrobium officinale* prevents early complications in streptozotocin-induced diabetic rats [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2016, 2016 (2): 1-10.
- [ 95 ] 吴昊姝, 徐建华, 陈立钻, 等. 铁皮石斛降血糖作用及其机制的研究 [J]. 中国中药杂志, 2004, 29 (2): 69-72.
- [ 96 ] 陈爱君, 李钦, 张信岳, 等. 铁皮石斛膏降糖作用的研究 [J]. 中国中医药科技, 2009, 16 (6): 457-458.
- [ 97 ] LI G J, SUN P, WANG Q, et al. *Dendrobium candidum* Wall. ex Lindl. attenuates CCl<sub>4</sub>-induced hepatic damage in imprinting control region mice [J]. *Exp Ther Med*, 2014, 8 (3): 1015-1021.
- [ 98 ] 吴人照, 杨兵勋, 李亚平, 等. 铁皮石斛多糖对 SHR-sp 大鼠抗高血压中风作用的实验研究 [J]. 中国中医药科技, 2011, 18 (3): 204-205.
- [ 99 ] 李亚梅. 铁皮石斛对 ApoE 基因敲除小鼠脂质代谢和炎症反应作用的初步研究 [D]. 长沙: 湖南中医药大学, 2013.
- [ 100 ] 李亚梅, 吴萍, 谢雪皎, 等. 铁皮石斛对 ApoE-(-/-) 小鼠血脂及 TNF- $\alpha$ , IL-6 的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19 (18): 270-274.
- [ 101 ] 吕英俊, 陈群. 铁皮石斛化学成分研究及其对 HepG2 细胞胆固醇代谢影响 [J]. 中华中医药学刊, 2016, 34 (1): 225-228.
- [ 102 ] 孙静平, 张国庆. 铁皮枫斗颗粒对急性放射损伤小鼠的保护作用 [J]. 苏州大学学报: 医学版, 2008, 28 (2): 200-202.
- [ 103 ] 曹蓉, 王欢, 吴维佳, 等. 超微铁皮石斛对脾虚便秘小鼠肠道微生物及酶活的影响 [J]. 中国微生态学杂志, 2014, 26 (9): 1011-1015.
- [ 104 ] 李蕾, 丁长春, 李付惠. 两种石斛多糖的抑菌作用研究 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39 (10): 5753-5754.
- [ 105 ] 陈健, 戚辉, 李金标, 等. 铁皮石斛多糖促进毛发生长的实验研究 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39 (2): 291-295.
- [ 106 ] 陈桦, 王兵, 唐汉庆, 等. 铁皮石斛多糖对冠心病模型家兔心功能及心肌收缩能力的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21 (21): 139-143.
- [ 107 ] 辛金钟, 王麒又, 陈丽娟, 等. 石斛合剂改善 2 型糖尿病胰岛素抵抗的临床研究 [J]. 中国现代医生, 2010, 48 (3): 58-59.
- [ 108 ] 吴人照, 陈军贤, 夏亮, 等. 铁皮枫斗颗粒(胶囊)治疗慢性萎缩性胃炎气阴两虚证临床研究 [J]. 上海中医药杂志, 2004, 38 (10): 28-29.
- [ 109 ] 陈晓萍, 张沂平, 朱娴如, 等. 铁皮枫斗颗粒(胶囊)治疗肺癌放疗患者气阴两虚证的临床研究 [J]. 中国中西医结合杂志, 2006, 26 (5): 394-397.
- [ 110 ] LIN X, Shaw P C, Sze C W, et al. *Dendrobium officinale*, polysaccharides ameliorate the abnormality of aquaporin 5, pro-inflammatory cytokines and inhibit apoptosis in the experimental Sjögren's syndrome mice [J]. *Int Immunopharmacol*, 2011, 11 (12): 2025-2032.
- [ 111 ] HOU B, TIAN M, LUO J, et al. Genetic diversity assessment and ex situ conservation strategy of the endangered *Dendrobium officinale* (Orchidaceae) using new trinucleotide microsatellite markers [J]. *Plant Syst Evol*, 2012, 298 (8): 1483-1491.
- [ 112 ] MENG L Z, LV G P, HU D J, et al. Effects of polysaccharides from different species of *Dendrobium* (shihu) on macrophage function [J]. *Molecules*, 2013, 18 (5): 5779-5791.
- [ 113 ] 王喜军. 中药药效物质基础研究的系统方法学——中医方证代谢组学 [J]. 中国中药杂志, 2015, 40 (1): 13-17.

[责任编辑 邹晓翠]