

# 铁皮石斛化学成分及生物活性研究进展

张帮磊<sup>1,3</sup>, 杨豪男<sup>1,3</sup>, 沈晓静<sup>1,2</sup>,  
张冬英<sup>1,2</sup>, 王宣军<sup>1,2</sup>, 盛军<sup>1,3\*</sup>, 字成庭<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>云南农业大学 普洱茶教育部重点实验室; <sup>2</sup>云南农业大学理学院;

<sup>3</sup>云南农业大学食品科学技术学院, 昆明 650201

**摘要:**铁皮石斛为我国传统的名贵中药材,在日常保健和临床治疗中应用广泛,并且受到国内外学者广泛关注。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、微量元素、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。本文基于国内外铁皮石斛近 20 年的文献报道,对其化学成分、分离现状及药理功效相关文献进行整理、分析,系统的综述了其化学成分及药理功效的研究进展,可为今后铁皮石斛资源的深入研究和新药研发提供理论依据。

**关键词:**铁皮石斛;化学成分;药理作用

中图分类号:R284;R285

文献标识码:A

文章编号:1001-6880(2019)Suppl-0139-11

DOI:10.16333/j.1001-6880.2019.S.022

## Review on chemical composition and biological activity of *Dendrobium candidum*

ZHANG Bang-lei<sup>1,3</sup>, YANG Hao-nan<sup>1,3</sup>, SHEN Xiao-jing<sup>1,2</sup>,  
ZHANG Dong-ying<sup>1,2</sup>, WANG Xuan-jun<sup>1,2</sup>, SHENG Jun<sup>1,3\*</sup>, ZI Cheng-ting<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Key Laboratory of Pu-er Tea Science, Ministry of Education, Yunnan Agricultural University;

<sup>2</sup>College of Science, Yunnan Agricultural University;

<sup>3</sup>College of Food Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China

**Abstract:** *Dendrobium candidum* is a traditional Chinese medicine, widely used in daily health care and clinical treatment, and has been widely concerned by scholars at home and abroad. In recent years, studies have shown that *Dendrobium candidum* has many chemical components, including polysaccharides, astragalus, amino acids, mineral elements, alkaloids, volatile oils, etc., of which polysaccharides and astragalus are the main components. Antioxidant, anti-tumor, immune regulation, fatigue relief, treatment of diabetes are the main pharmacological activities, researchers mainly studied on its antioxidant and anti-tumor. Based on the literature reports of *Dendrobium candidum* in recent 20 years, the chemical composition, separation status and pharmacological efficacy of *Dendrobium candidum* were summarized and analyzed. This paper may provide theoretical basis for further research on *Dendrobium candidum* resources and new drug research and development in the future.

**Key words:** *Dendrobium candidum*; chemical compositions; pharmacological activity

石斛属(*Dendrobium* SW.)药用始载于《神农本草经》<sup>[1]</sup>,列为上品,称其“主伤中、除痹、下气、补五脏、虚劳羸瘦、强阴”,历代本草<sup>[2]</sup>和《中国药典》<sup>[3]</sup>均有记载,其中 2010 版中国药典收录的有 4 种,为金钗石斛(*D. nobile*)、鼓槌石斛(*D. chrysotoxum*)、流苏石斛(*D. fimbriatum*)、铁皮石斛(*D. officinale*

Kimura et Migo)。铁皮石斛为兰科石斛属多年生附生草本植物,是一种名贵的中药材,自古以来就有“药中黄金”之称,民间称之为“救命仙草”。在我国主要分布在云南、贵州、广西、安徽、浙江等地。在我国传统医学中,石斛常做药用,具有滋阴清热、生津益胃、润肺止咳等功能,用于热病伤津、口干烦渴、病后虚热、目暗不明等多种病症。铁皮石斛的化学成分较为复杂,目前已确定的化合物类型主要有:多糖,生物碱,芪类,氨基酸,微量元素等。其生物活性也具有多样性,主要有:免疫作用,抗氧化,抗肿瘤,

收稿日期:2019-04-12 接受日期:2019-06-04

基金项目:国家自然科学基金(21602196);云南省自然科学基金(2017ZF003,2017FG001(-046),2017FD084);云南农业大学自然科学基金(2015ZR08)

\*通信作者 Tel:86-018787175560;E-mail:zichengting@126.com

降血糖,抗菌等作用。本文在前人研究的基础上,着重对铁皮石斛的化学成分、分离现状及药理活性等进行综述,旨在为进一步研究开发铁皮石斛资源提供依据。

## 1 铁皮石斛的主要成分

### 1.1 多糖

现代药理学表明多糖类成分是石斛的一种活性成分,石斛多糖具有免疫增强和抗肿瘤作用<sup>[4]</sup>,并且按照石斛药材传统的质量标准“质重,嚼之粘牙,味甘,无渣者为优”,所以石斛药材质量的好坏常以多糖含量的高低来判断。Li等<sup>[5]</sup>对比人工栽培铁皮石斛和野生铁皮石斛加工的铁皮枫斗,总多糖含量分别为25.31%和29.38%,说明人工栽培铁皮石斛主要药用成分的质量与野生材料相近,可作为野生铁皮石斛的替代资源加以开发;在多糖的结构方面,Wang等<sup>[6]</sup>从铁皮石斛中分得3种多糖:黑节草多糖

I、黑节草多糖II、黑节草多糖III,确定其结构为一类O-乙酰葡萄糖甘露聚糖,主链有几个 $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3)-甘露型吡喃糖基和一个 $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-D-吡喃葡萄糖基重复构成,支链可能由 $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-D-葡萄糖基和其他戊糖基组成,支链连接在主链葡萄糖基的2、3或6位上;Yang等<sup>[7]</sup>发现DT2和DT3的单糖不仅包括甘露糖、葡萄糖和半乳糖,还包括阿拉伯糖;Hua等<sup>[8]</sup>通过分离纯化铁皮石斛粗多糖得到中性糖DOP-1以及5个酸性糖DOP-2-A1、DOP-3-A1、DOP-4-A1、DOP-5-A1、DOP-6-A1;Chen等<sup>[9]</sup>从CDOP中获得了6个质量均一的多糖,分别为DOPW-1、DOPW-2、DOPS1-1、DOPS1-2、DOPS1-3和DOPS1-4;He等<sup>[10,11]</sup>从铁皮石斛原球茎中分离得到了DCPP1a-1和DCPP3c-1;Sheng<sup>[12]</sup>采用水提法提取铁皮石斛茎粉多糖,纯化得到两种多糖DOP1、DOP2。铁皮石斛中的多糖成分总结于表1。

表1 铁皮石斛中的多糖成分

Table 1 Polysaccharides in *Dendrobium candidum*

多糖种类 Type of polysaccharide	相对分子质量 Relative molecular mass (KD)	单糖组成 Monosaccharide composition	文献 Reference
黑节草多糖 I	1 000	$\beta$ -甘露糖型吡喃糖、 $\beta$ -D-吡喃糖、 $\beta$ -D-葡萄糖、其他戊糖	6
黑节草多糖 II	500	$\beta$ -甘露糖型吡喃糖、 $\beta$ -D-吡喃糖、 $\beta$ -D-葡萄糖、其他戊糖	6
黑节草多糖 III	120	$\beta$ -甘露糖型吡喃糖、 $\beta$ -D-吡喃糖、 $\beta$ -D-葡萄糖、其他戊糖	6
DT2	740	葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖	7
DT3	540	葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖	7
中性糖 DOP-1	128	甘露糖、葡萄糖、阿拉伯糖	8
DOP-2-A1	-	$\beta$ -D-甘露糖基的蛋白聚糖	8
DOP-3-A1	-	$\beta$ -D-甘露糖基的蛋白聚糖	8
DOP-4-A1	-	$\beta$ -D-甘露糖基的蛋白聚糖	8
DOP-5-A1	-	$\beta$ -D-甘露糖基的蛋白聚糖	8
DOP-6-A1	-	$\beta$ -D-甘露糖基的蛋白聚糖	8
DOPW-1	78	半乳糖、阿拉伯糖、葡萄糖	9
DOPW-2	37	半乳糖、阿拉伯糖、葡萄糖	9
DOPS1-1	287	半乳糖、阿拉伯糖、葡萄糖	9
DOPS1-2	351	半乳糖、阿拉伯糖、鼠李糖	9
DOPS1-3	335	半乳糖、阿拉伯糖、葡萄糖	9
DOPS1-4	171	半乳糖、阿拉伯糖、鼠李糖	9
DCPP1a-1	189	甘露糖、葡萄糖	10
DCPP3c-1	724	甘露糖、鼠李糖、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖	11
DOP1	533.7	葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖	12
DOP2	159.5	葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖	12

## 1.2 生物碱

生物碱类成分是最早从石斛属植物中分离得到的化合物,至今已经从十六种石斛中提取出了三十二种生物碱,主要分为石斛碱型(最多的一类)、咪唑型、四氢吡咯型和八氢中氮茛型。Zhu 等<sup>[13]</sup>人对人工栽培的铁皮石斛与市场购买的铁皮枫斗药材总生物碱进行分析表明,其生物碱含量在 0.019 0% ~ 0.043 0% 之间。石斛碱型倍半萜类生物碱是石斛属植物特有的,其中的石斛碱(dendrobine)是最早被发现并研究的一个化合物,被认为是中药石斛解热镇痛作用的有效成分。

## 1.3 氨基酸和微量元素

游离的氨基酸也是石斛中的主要有效成分之一,野生铁皮石斛中含有 17 中氨基酸,其中主要含有的氨基酸为天冬氨酸、谷氨酸、缬氨酸和亮氨酸,且含有全部的人体必须七种氨基酸<sup>[14]</sup>。Li 等<sup>[15]</sup>人研究表明总氨基酸含量的从高到底分布为铁皮石斛组织培养物 > 人工栽培铁皮石斛 > 铁皮枫斗 > 铁皮石斛胶囊,对铁皮石斛中 10 种微量元素进行分析表明除 Cu 外,铁皮石斛组织培养物中其他微量元素均高于其他品类的石斛;此外,石斛中含有大量的微量元素,铁皮石斛中含有较高量的钙、镁和钾,磷含

量较低<sup>[16]</sup>;Zhu 等<sup>[17]</sup>人研究发现铁皮石斛中含有 Ca、K、Na、Mg、Fe、Zn、Mn、Cu、Sr 等 11 种微量元素,并且不同品类的含量存在着明显的不同。

## 1.4 芪类

从铁皮石斛中分离得到的芪类化合物包括菲类和联苳类化合物,芪类是具有 1,2-二苯乙烯母核或其聚合物的天然产物总称,普遍认为芪类化合物有抗肿瘤和清除自由基的活性<sup>[18,19]</sup>。Li 等<sup>[20-25]</sup>从铁皮石斛中分离得到了 28 种芪类及其衍生物铁皮石斛素,分别是铁皮石斛素 A ~ R(1 ~ 18)、联苳类和非类(23 ~ 30、33、34);Li 等<sup>[26]</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(35 ~ 40);Wang 等<sup>[27]</sup>分离了铁皮石斛素 S(19);Yang 等<sup>[28]</sup>人从铁皮石斛干茎中发现了 2 种新化合物,铁皮石斛素 T(20)和 U(21);Zhang 等<sup>[29]</sup>人在铁皮石斛中分离得到了 1 个新化合物铁皮石斛素 V(22);2015 年,Bao 等<sup>[30]</sup>分离了 5-羟基 3,4'-二甲氧基联苳(31),4'-羟基-3',5'-二甲氧基联苳(32)。芪类化合物具有独特的药理活性,铁皮石斛中芪类的活性研究可为新药的研发提供一个新的方向。铁皮石斛中的芪类化合物总结于表 2,相应结构见图 1。

表 2 铁皮石斛中的芪类化合物

Table 2 Astragalus compounds in *Dendrobium candidum*

序号 No.	化合物 Compound	文献 Reference
1	铁皮石斛素 A Dendrocandin A	21
2	铁皮石斛素 B Dendrocandin B	21
3	铁皮石斛素 C Dendrocandin C	22
4	铁皮石斛素 D Dendrocandin D	22
5	铁皮石斛素 E Dendrocandin E	22
6	铁皮石斛素 F Dendrocandin F	23
7	铁皮石斛素 G Dendrocandin G	23
8	铁皮石斛素 H Dendrocandin H	23
9	铁皮石斛素 I Dendrocandin I	23
10	铁皮石斛素 J Dendrocandin J	24
11	铁皮石斛素 K Dendrocandin K	24
12	铁皮石斛素 L Dendrocandin L	24
13	铁皮石斛素 M Dendrocandin M	24
14	铁皮石斛素 N Dendrocandin N	24

续表 2(Continued Tab. 2)

序号 No.	化合物 Compound	文献 Reference
15	铁皮石斛素 O Dendrocandin O	24
16	铁皮石斛素 P Dendrocandin P	24
17	铁皮石斛素 Q Dendrocandin Q	24
18	铁皮石斛素 R Dendrocandin R	25
19	铁皮石斛素 S Dendrocandin S	27
20	铁皮石斛素 T Dendrocandin T	28
21	铁皮石斛素 U Dendrocandin U	28
22	铁皮石斛素 V Dendrocandin V	29
23	4,4'-二羟基-3,5-二甲氧基联苳 4,4'-Dihydroxy-3,5-dimethoxybibenzyl	20
24	3,4-二羟基-5,4'-二甲氧基联苳 3,4-dihydroxy-5,4'-dimethoxybibenzyl	20
25	3'-羟基-3,4,5'-三甲氧基联苳 3-O-Methylgigantol	20
26	4,4'-二羟基-3,3',5'-三甲氧基联苳 Dendrophenol	20
27	3,4'-二羟基-5-甲氧基联苳 3,4'-Dihydroxy-5-methoxybibenzyl	20
28	3',4'-二羟基-3,5'-二甲氧基联苳 Gigantol	20
29	二氢白藜芦醇 Dihydroresveratrol	20
30	双苳葡萄糖苷 E Dendromonilside E	20
31	5-羟基-3,4'-二甲氧基联苳 5-Hydroxy-3,4'-methoxybibenzyl	30
32	4'-羟基-3',5'-二甲氧基联苳 4'-Hydroxy-3',5'-methoxybibenzyl	30
33	金钗石斛菲醌 Denbinobin	20
34	2,4,7-三羟基-9,10-二氢菲 2,4,7-Trihydroxy-9,10-dihydrophenanthrene	20
35	2,3,4,7-四甲氧基菲 2,3,4,7-Tetramethoxyphenanthrene	26
36	1,5-二羧基-1,2,3,4-四甲氧基菲 Nakaharain	26
37	2,5-二羟基-3,4-二甲氧基菲 2,5-Dihydroxy-3,4-dimethoxyphenanthrene	26
38	2,7-二羧基-3,4,8-三甲氧基菲 Confusarin	26
39	2,5-二羧基 3,4-二甲氧基菲 Nudol	26
40	3,5-二羧基-2,4-二甲氧基菲 Bulbophyllanthrin	26

### 1.5 酚类和木质素

Li 等<sup>[20]</sup>从铁皮石斛中分离鉴定的酚类和木质素类化合物包括:*N-p*-香豆酰酪胺、反-*N*-(4-羟基苯乙基)阿魏酸酰胺、二氢松柏醇二氢对羟基桂皮酸酯、二氢阿魏酰酪胺、对羟基苯丙酰酪胺、丁香酸、丁香醛、香草酸、对羟基苯丙酸、对羟基桂皮酸、阿魏酸、对羟基苯甲酸、二氢丁香苷; Guan 等<sup>[31]</sup>从铁皮石斛中分离鉴定了松柏醇、香草醇、穆坪马兜铃酰胺、顺式阿魏酰对羟基苯乙胺、反式桂皮酰对羟基苯乙胺 5 种酚类及木质素; Wang 等<sup>[32]</sup>从铁皮石斛中

分离鉴定的酚类和木质素类化合物包括:(+)-丁香脂素-*O*- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷、淫羊藿醇 A2-4-*O*- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷、(+)-南烛木树脂酚-3 $\alpha$ -*O*- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷、裂异落叶松脂醇、丁香脂素和丁香脂素-4,4'-*O*-双- $\beta$ -D-葡萄糖苷; Liu 等<sup>[33]</sup>从铁皮石斛乙醇提取物中分离并鉴定了  $\omega$ -hydroxypropioquaiacone、5,5'-二甲氧基-落叶松脂素、丁香树脂酚-4-*O*- $\beta$ -D-葡萄糖苷。铁皮石斛中的酚类和木质素类化合物总结于表 3, 部分结构见图 2。

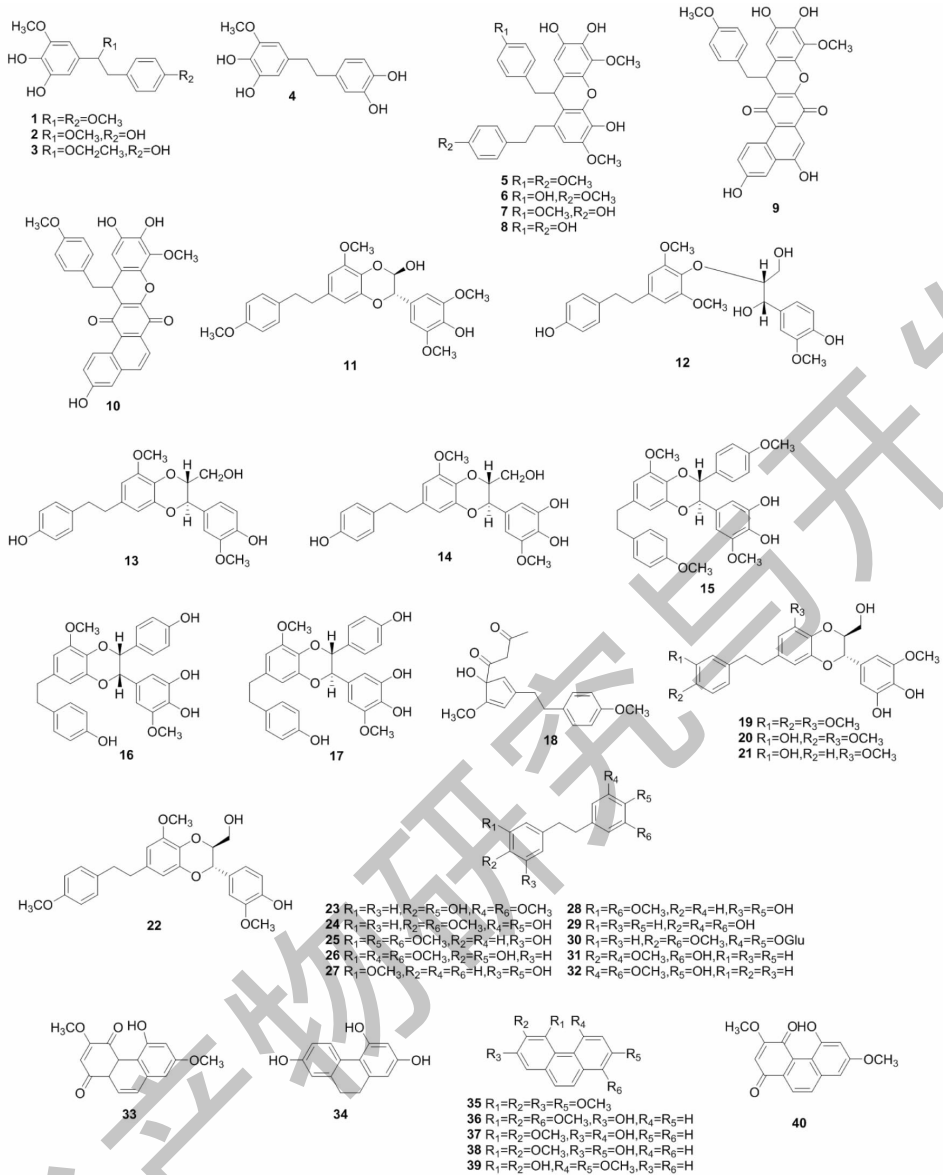


图 1 化合物 1~40 的结构

Fig. 1 Structures of compounds 1-40

表 3 铁皮石斛中的酚类和木质素类化合物

Table 3 Phenolic and lignin compounds in *Dendrobium candidum*

序号 No.	化合物 Compound	文献 Reference
41	N-p-香豆酰酰胺 Paprazine	20
42	反-N-(4-羟基苯乙基)阿魏酸酰胺 Moupinamide	20
43	二氢松柏醇二氢对羟基桂皮酸酯 Dihydroconiferyl dihydro-p-cumarate	20
44	二氢阿魏酰酰胺 Dihydro-feruloyltyramine	20
45	对羟基苯丙酰酰胺 p-Hydroxyphenylpropionyl tyramine	20
46	丁香酸 Syringic acid	20
47	丁香醛 Syringaldehyde	20
48	香草酸 Vanillic acid	20
49	对羟基苯丙酸 p-Hydroxy-phenylpropionic acid	20

续表 3 (Continued Tab. 3)

序号 No.	化合物 Compound	文献 Reference
50	对羟基桂皮酸 p-Hydroxy-phenylpropionic acid	20
51	阿魏酸 Ferulic acid	20
52	对羟基苯甲酸 4-Hydroxybenzoic acid	20
53	松柏醇 3-(4-Hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-propen-1-ol	31
54	香草醇 4-Hydroxy-3-methoxybenzyl alcohol	31
55	穆坪马兜铃酰胺 N-trans-feruloyl tyramine	31
56	顺式阿魏酰对羟基苯乙胺	31
57	反式桂皮酰对羟基苯乙胺	31
58	$\omega$ -Hydroxypropioiguaiacone	33
59	(+)-丁香脂素-O-(D-吡喃葡萄糖苷) (+)-Syringaresinol- $\beta$ -D-glucopyranoside	32
60	淫羊藿醇 A2-4-O-(D-吡喃葡萄糖苷) Icarinol A2-4-O- $\beta$ -D-glucopyranoside	32
61	(+)-南烛木树脂酚-3(-O-(D-吡喃葡萄糖苷) (+)-Lyoniresinol-3(-O- $\beta$ -D-glucopyranoside)	32
62	裂异落叶松脂醇 (-)-Secoisolariciresinol	32
63	5,5'-二甲氧基-落叶松脂素 5,5'-Dimethoxy-lariciresinol	33
64	左旋丁香脂素 (-)-Syringaresinol	32
65	丁香脂素-4,4'-O-双-(D-葡萄糖苷) Syringaresinol-4,4'-bis- $\beta$ -D-glucoside	32
66	丁香树脂酚-4-O-(D-葡萄糖苷) Syringaresinol-4-O- $\beta$ -D-glucopyranoside	33
67	二氢丁香香 Dihydroxyrigin	20

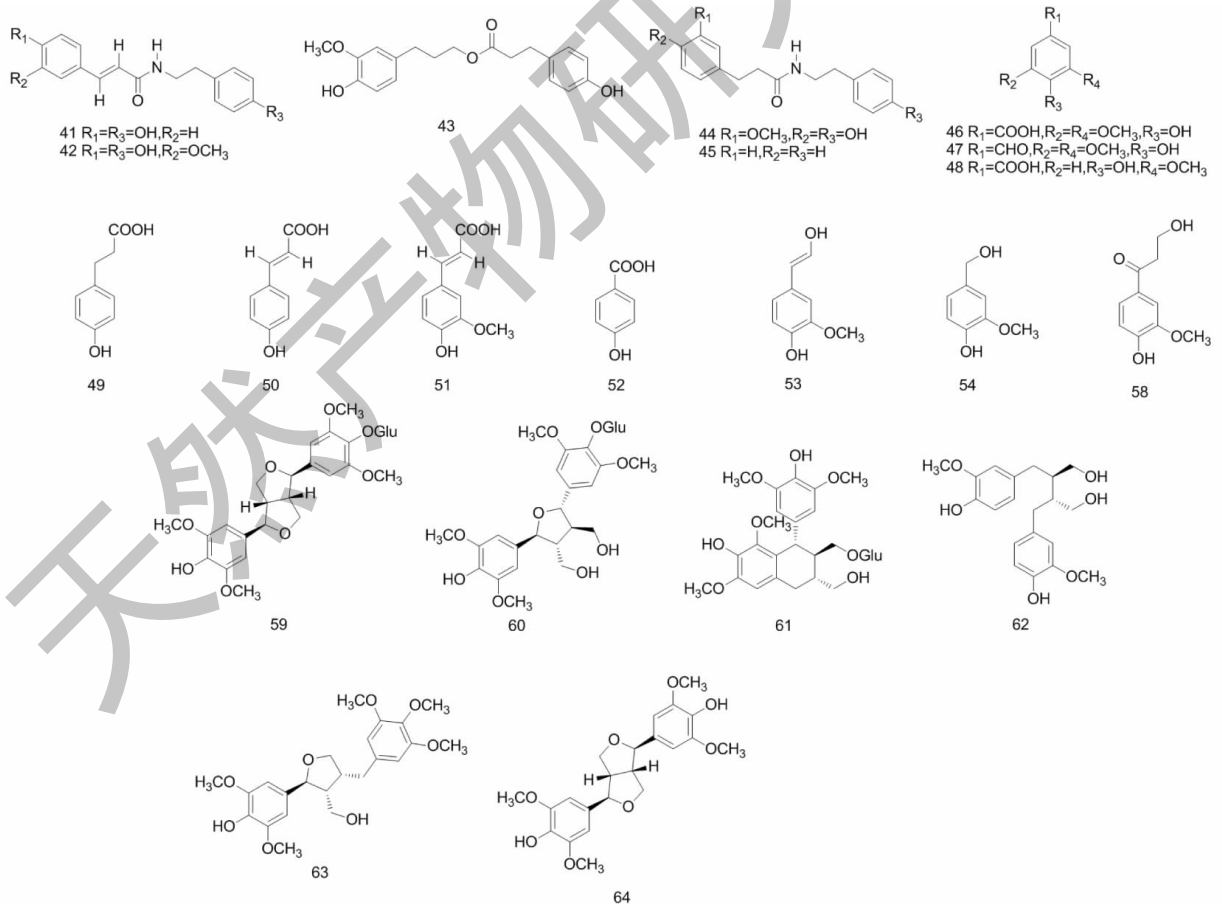


图 2 化合物 41~64 的结构

Fig. 2 Structures of compounds 41-64

## 1.6 其他成分

迄今为止,从铁皮石斛中还分离得到内酯类,黄酮以及挥发油等化合物。Li<sup>[20,34]</sup>从铁皮石斛中分离鉴定的内酯类化合物有2个:钩状石斛素和洋地黄内酯;二氢黄酮类化合物有2个:柚皮素和3',5,5',7-四羟基二氢黄酮;其他类型化合物16个:灯盏花苷Ⅱ、腺苷、尿苷、5-羟甲基糠醛、3,5-二甲基-4-羟基苯基-1-*O*- $\beta$ -D-葡萄糖苷、反式阿魏酸二十八烷基酯、对羟基反式肉桂酸三十烷基酯、对羟基顺式肉桂酸三十烷基酯、胡萝卜苷、 $\beta$ -谷甾醇、十六烷酸、十七烷、三十一烷醇、十七烷酸;Wang等<sup>[32]</sup>从铁皮石斛中分离鉴定了4种糖苷类化合物:3,4,5-三甲氧基苯基-1-*O*- $\beta$ -D-芹糖-(1 $\rightarrow$ 2)-(-D-葡萄糖苷、4-羟基-

2,6-二甲氧基苯基葡萄糖苷、2-甲氧基苯基-1-*O*- $\beta$ -D-芹糖-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-葡萄糖苷、(1*R*)-1-(4-羟基-3,5-二甲氧基苯基)-1-丙醇-4-*O*- $\beta$ -D-葡萄糖苷;Liu等<sup>[33]</sup>从铁皮石斛乙醇提取物中分离并鉴定了3,5-dimethoxyphenethylamine、豆甾-5-烯-3 $\beta$ -醇-7-酮。铁皮石斛中的其他化合物总结于表4,部分结构见图3。

## 2 铁皮石斛的药理功效

### 2.1 免疫作用

根据文献报道石斛属植物具有增强机体免疫力的有效成分主要是多糖类成分,表现在能刺激小鼠脾淋巴细胞的增殖,增加小鼠碳粒廓清能力和脾脏指数,促进T细胞和B细胞的增值等。石斛多糖调

表4 铁皮石斛中的其他化合物

Table 4 Other compounds in *Dendrobium candidum*

序号 No.	化合物 Compound	文献 Reference
68	3,4,5-三甲氧基苯基-1- <i>O</i> - $\beta$ -D-芹糖-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-葡萄糖苷 Khaephuouside	32
69	4-羟基-2,6-二甲氧基苯基葡萄糖苷 Leonuriside A	32
70	2-甲氧基苯基-1- <i>O</i> - $\beta$ -D-芹糖-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-葡萄糖苷 2-Methoxyphenyl-1- <i>O</i> - $\beta$ -D-apiofuromosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-glucopyranoside	32
71	4-烯丙基-2,6-二甲氧基苯基葡萄糖苷	31
72	金盏花苷Ⅱ Erigeside Ⅱ	20
73	腺苷 Adenosine	34
74	尿苷 Uridine	34
75	鸟苷 Guanosine	34
76	钩状石斛素 Aduncin	34
77	洋地黄内酯 Digiprolactone	34
78	柚皮素 Naringenin	20
79	3',5,5',7-四羟基二氢黄酮 3',5,5',7-Tetrahydroxyflavanone	20
80	胡萝卜苷 Daucosterol	34
81	$\beta$ -谷甾醇 $\beta$ -sitosterol	34
82	反式阿魏酸二十八烷基酯 n-Octacostyl ferulate	34
83	对羟基反式肉桂酸三十烷基酯 Defuscin	34
84	对羟基顺式肉桂酸三十烷基酯 n-Triacontyl cis-p-coumarate	34
85	十六烷酸 Hexadecanoic acid	34
86	十七烷酸 Hexadecanoic acid	34
87	三十一烷醇 hentriacontane	34
88	(1 <i>R</i> )-1-(4-羟基-3,5-二甲氧基苯基)-1-丙醇-4- <i>O</i> - $\beta$ -D-葡萄糖苷 (1 <i>R</i> )-1-(4-Hydroxy-3,5-dimethoxyphenyl) propan-1-ol-4- <i>O</i> - $\beta$ -D-glucopyranoside	32
89	5-羟甲基糠醛 5-Hydroxymethyl-furaldehyde	34
90	3,5-Dimethoxyphenethylamine	33
91	豆甾-5-烯-3 $\beta$ -醇-7-酮 Stigmast-5-en-3 $\beta$ -ol-7-one	33

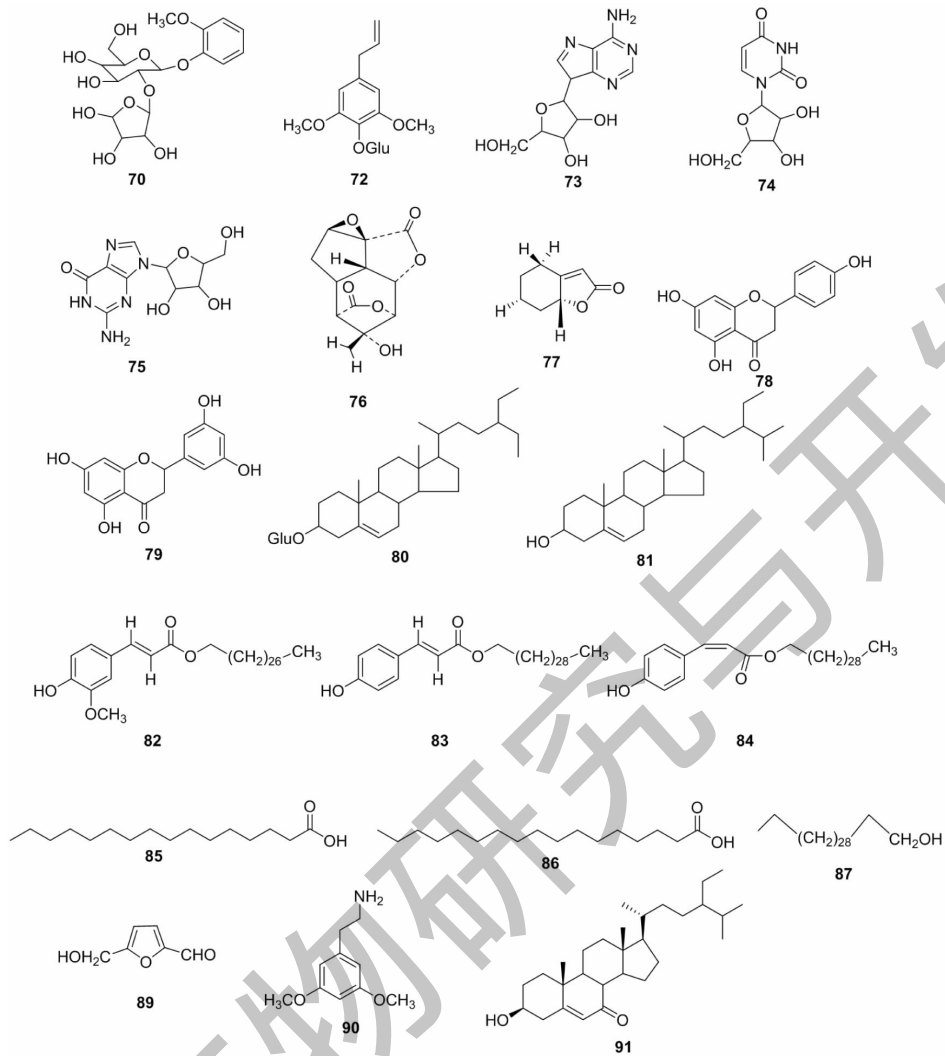


图3 化合物68~91的结构

Fig. 3 Structures of compounds 68-91

节免疫可以通过调节免疫细胞的活性来实现,如巨噬细胞和T细胞,Shi等<sup>[35]</sup>发现,小鼠巨噬细胞吞噬能力可以通过给小鼠喂食石斛多糖来增加,喂食石斛多糖还可以增加小鼠胸腺和脾脏等免疫器官的重量,通过增加T细胞与B细胞增殖来增加抗体数目;Li等<sup>[36]</sup>发现铁皮石斛可以增强细胞免疫和体液免疫。Li等<sup>[37]</sup>研究不同种属石斛多糖对小鼠免疫功能的调节作用。培养小鼠脾淋巴细胞,观察不同浓度铁皮石斛、齿瓣石斛、兜唇石斛、晶帽石斛中多糖成分对小鼠脾淋巴细胞增殖的影响;研究口服给药不同剂量石斛多糖,对小鼠碳粒廓清能力、脾脏指数的影响。结果发现,齿瓣石斛多糖可以刺激脾淋巴细胞的增殖,增加小鼠碳粒廓清能力和脾脏指数,与铁皮石斛具有类似的作用,而其他种类石斛中的

多糖成分的增强免疫活性较差。

## 2.2 抗氧化

目前药理研究表明石斛属植物中所含的酚性成分具有良好的抗氧化作用,部分酚类成分的抗氧化作用与维生素C相当。Li等<sup>[38]</sup>选择了33个联苜类酚性成分进行DPPH自由基清除实验,实验结果表明化合物中酚羟基的数目和取代位置都会对活性产生影响,其中的双联苜聚合物和联苜与菲的聚合物都表现出与维生素C相当的抗氧化活性。Wang等<sup>[39]</sup>研究石斛多糖的体内、体外抗氧化活性。研究结果发现,石斛多糖具有清除羟基自由基和超氧阴离子自由基的作用,可显著提高小鼠血清和肝组织中超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力,降低丙二醛(MDA)含量。



## 2.3 抗肿瘤

铁皮石斛中鼓槌菲和毛素兰两种抗癌物质,可以明显的抑制肝癌细胞和艾氏腹水癌细胞的活性。Bao 等<sup>[40]</sup>将人宫颈癌细胞 Helas3 和肝癌 HepG2 细胞用含 10% 新生小牛血清的 RPMI. 1640 培养基在 37 °C 和 5% CO<sub>2</sub> 条件下培养,比较了霍山石斛、铁皮石斛、金钗石斛和马鞭石斛水提物对 Hela S3 和 HepG2 细胞的体外抑制作用。4 种石斛水提物对 Hela S3 细胞和 HepG2 细胞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。结果发现,剂量效应分析表明,对 Hela S3 细胞而言,马鞭石斛水提物抑瘤效果较好;对 HepG2 细胞而言,金钗石斛水提物抑瘤效果较好;Wang 等<sup>[41]</sup>经研究发现,鲜铁皮石斛中的生物碱、多糖可抑制 Lewis 肺癌荷瘤小鼠肿瘤的进展;Sun 等<sup>[42]</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 G2/M 期,抑制癌细胞增殖。

## 2.4 降血糖

目前一般认为石斛属植物的降糖作用是以多糖为物质基础,其降糖机制也比较复杂。Wu 等<sup>[43]</sup>认为可通过增加大鼠胰岛素(细胞,减少(细胞,修复链脲霉素诱导的(细胞损伤进而升高血清胰岛素,降低血糖。其采用正常小鼠,肾上腺素性高血糖小鼠,链脲佐菌素性糖尿病(STZ-DM)大鼠,用放射免疫分析和免疫组化 IIP, P-SPA 染色等方法进行研究。结果表明铁皮石斛对正常小鼠血糖及血清胰岛素水平无明显影响,但可使 sr Z-DM 大鼠的血糖值降低、血清胰岛素水平升高、胰高血糖素水平降低。Chen 等<sup>[44]</sup>人发现石斛多糖和四氧嘧啶联用,可以使由四氧嘧啶引起高血糖小鼠的空腹血糖降低和大鼠血糖耐受的增加,但是对正常的小鼠和大鼠没有明显的影响。Zheng 等<sup>[45]</sup>通过石斛抗氧化作用,减少自由基对功能的损伤,从而降低血糖。石斛能降低甘油三脂和胆固醇,降低血清胰高血糖素、心钠素、垂体生长激素,改善肾脏高过滤状态,抑制血小板活化,防止血管损伤及血栓形成,可有效地防治糖尿病肾病的发生。所以说石斛及其复方制剂能有效降低血糖是降血糖的良药。

## 2.5 抗菌

Zhang<sup>[46]</sup>研究石斛多糖的抗菌作用,采用滤纸片抑菌圈法比较铁皮石斛多糖与金钗石斛多糖对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、肺炎球菌的抗菌作用。研究表明,两种石斛多糖均对金黄色葡萄球菌、大肠杆

菌、肺炎球菌抑菌均具有明显的抑菌作用,金钗石斛多糖抑菌作用更为明显。

## 2.6 其他作用

此外,据文献报道石斛属植物还具有降血压,镇痛,抗炎,解热,抑制血小板聚集,抗血栓等作用。Tang 等<sup>[47]</sup>通过研究发现,铁皮石斛能减轻脂质过氧化造成的肝损伤;Hou 等<sup>[48]</sup>研究表明新鲜铁皮石斛榨汁分别以 0.5 g 生药/kg 及 2 g 生药/kg 的剂量灌胃给药,能显著提高热板法小鼠的痛阈值,说明铁皮石斛鲜汁具有镇痛、抗炎、提高免疫的作用。

## 3 结论

铁皮石斛主要的有效成分包括多糖、芪类、生物碱、氨基酸及微量元素等。这些有效成分是铁皮石斛起到调节免疫功能、抗肿瘤、抗氧化、降血糖及抗菌等作用的关键。目前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。近年来对于铁皮石斛化学成分的研究取得了突破性的进展,但是缺少功效成分群之间作用机制的系统研究。因此,应该对铁皮石斛进行更深层次的研究,分析其有效成分结构、合成机制和作用机制,并研究其新的药理作用,为今后铁皮石斛资源的深入研究和新药研发提供理论依据。

## 参考文献

- 1 Tang SW. Sheng Nong's herbal classic(神农本草经)[M]. Beijing:Academic Press,2008:42.
- 2 Li SZ. Compendium of materia medica(本草纲目)[M]. Beijing:Huaxia Publishing House,2013:49.
- 3 Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: Vol I(中华人民共和国药典:第一部)[M]. Beijing, China Medical Science Press,2010, 11:265-266.
- 4 Luo HL, et al. Enhancement of *Dendrobium candidum* polysaccharide on killing effect of LAK cells of umbilical cord blood and peripheral blood of cancer patients *in vitro*[J]. Chin J cancer(中国癌症杂志),2000,19:1124-1126.
- 5 Li WK, et al. Comparative analysis of amino acids, polysaccharides and trace elements in *Dendrobium officinale* from different sources[J]. J Shanghai Univ TCM(上海中医药大学学报),2008,22:80-83.
- 6 Wang SL, et al. Studies on polysaccharides of *Dendrobium candidum*[J]. Acta Botanica Yunnanica(云南植物研究), 1988,10:389-395.
- 7 Yang H, et al. Structural analysis of polysaccharides from *Dendrobium candidum*[J]. Chin Pharm J(中国药学杂志),

- 2004, 39:254-256.
- 8 Bi YF. Study on *Dendrobium officinale* polysaccharide [D]. Hangzhou: Zhejiang University (浙江大学), 2005.
- 9 Chen XM, et al. Study on polysaccharides in *Dendrobium officinale* Protocorm [J]. Chin Pharm J (中国药理学杂志), 2011, 46:1552-1556.
- 10 He TG, et al. Physicochemical properties and antitumor activity of polysaccharide DCPPIa-1 from suspension-cultured protocorms of *Dendrobium candidum* [J]. Nat Prod Res Dev (天然产物研究与开发), 2007, 19:578-583.
- 11 He TG, et al. Isolation, purification and preliminary structure analysis of polysaccharide DCPPIa-1 in suspension-cultured protocorms of *Dendrobium candidum* [J]. J Instrumental Anal (分析测试学报), 2008, 27:143-147.
- 12 Sheng JR, et al. Advances in the study of polysaccharide from *Dendrobium officinale* [J]. J Guangxi Acad Sci (广西科学院学报), 2011, 27:338-340.
- 13 Zhu Y, et al. Quantitative variation of total alkaloids contents in *Dendrobium officinale* [J]. China J Chin Mater Med (中国中药杂志), 2010, 35:2388-2390.
- 14 Hong SR. Research progress on *Dendrobium officinale* [J]. Biology Teaching (生物学教学), 2010, 35:6-7.
- 15 Li WK, et al. Comparative analysis of amino acids, polysaccharides and trace elements in *Dendrobium officinale* from different sources [J]. J Shanghai Univ TCM (上海中医药大学学报), 2008, 22:80-83.
- 16 Yang YL, et al. Research progress of *Dendrobium candidum* [J]. J Shandong Univ TCM (山东中医药大学学报), 2008, 32:82-85.
- 17 Zhu Y, et al. Study on 11 mental element contents in *Dendrobium officinale* [J]. China J Chin Mater Med (中国中药杂志), 2011, 36:356-359.
- 18 Tu GC. Chemical constituents, pharmacological effects and clinical studies of *Dendrobium officinale* [J]. Strait Pharm J (海峡药学), 2010, 22:70-71.
- 19 Zhang GN, et al. Advances in studies on chemical constituents from plants of *Dendrobium* SW. [J]. Chin Tradit Herb Drugs (中草药), 2003, 34:U5-U8.
- 20 Li Y, et al. Phenolic components and flavanones from *Dendrobium candidum* [J]. Chin Pharm J (中华药理学杂志), 2010, 45:975-979.
- 21 Li Y, et al. Two new compounds from *Dendrobium candidum* [J]. Chem Pharm Bull, 2008, 56:1477-1479.
- 22 Li Y, et al. Three new bibenzyl derivatives from *Dendrobium candidum* [J]. Chem Pharm Bull, 2009, 57:218-219.
- 23 Li Y, et al. Four new bibenzyl derivatives from *Dendrobium candidum* [J]. Chem Pharm Bull, 2009, 57:997-999.
- 24 Li Y, et al. Eight new bibenzyl derivatives from *Dendrobium candidum* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2014, 16:1035-1043.
- 25 Li Y, et al. A novel obenzoquinol and a new bibenzyl from *Dendrobium candidum* [J]. Chem Nat Comp, 2015, 51:1052-1054.
- 26 Li RS, et al. Studies on phenanthrene constituents from stems of *Dendrobium candidum* [J]. J Chin Med Mater (中药材), 2009, 32:220-223.
- 27 Wang H. The identification for the separation and the effectiveness of dendrocandins ingredients [J]. Changchun: Jilin University (吉林大学), 2012.
- 28 Yang L, et al. Two new dendrocandins with neurite outgrowth-promoting activity from *Dendrobium officinale* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2015, 17:125-131.
- 29 Zhang C, et al. Sesquiterpene amino ether and cytotoxic phenols from *Dendrobium wardianum* Warner [J]. Fitoterapia, 2017, 122:76-79.
- 30 Bao XQ, et al. Separation and determination of stilbenes ingredients in *Dendrobium officinale* Caulis [J]. Shanghai J Tradit Chin Med (上海中医药杂志), 2015, 49:86-89.
- 31 Guan HJ, et al. Studies on the chemical composition of *Dendrobium candidum* [J]. Chin Tradit Herb Drugs (中草药), 2009, 40:1873-1876.
- 32 Wang FF, et al. A new compound from *Dendrobium candidum* [J]. Chin Pharm J (中国药理学杂志), 2010, 45:898-892.
- 33 Liu MX, et al. Isolation and identification of chemical constituents from *Dendrobium officinale* Kimura et Migo [J]. J Shenyang Pharm Univ (沈阳药科大学学报), 2018, 9:739-743.
- 34 Li Y, et al. Chemical constituents of *Dendrobium candidum* [J]. China J Chin Mater Med (中国中药杂志), 2010, 35:1715-1719.
- 35 Shi ZD, et al. Effect of *Dendrobium nobilis* decoction on phagocytosis of peritoneal macrophages in mice [J]. Henan Tradit Chin Med (河南中医), 1989, 2:35-36.
- 36 Li Q, et al. Study on enhancing immune function of *Dendrobium candidum* granules [J]. Pharmacol Clin Chin Mater Med (中药药理与临床), 2008, 24:53-54.
- 37 Li G, et al. Influence of polysaccharide from different *Dendrobium* on mice spleen immune functions [J]. Chin J Clin Pharmacol Therapeutics (中国临床药理学与治疗学), 2012, 17:1108-1111.
- 38 Li Y, et al. Three New Bibenzyl Derivatives from *Dendrobium candidum* [J]. Chem Pharm Bull, 2009, 57:218-219.
- 39 Wang S, et al. Study on the internal antioxidant activity of polysaccharides from *Dendrobium* [J]. China Practical Med (中国实用医药), 2009, 4:15-16.