

[33] Nikolaev S M, Nikolaeva G G, Mondodoev A G, et al. Anti-inflammatory action of polyextract of *Orthosiphon stamineus* (leaves), *Arctostaphylos uvaursi* (leaves), *Polygonum Aviculare* (herbs), *Calendula officinalis* (flowers), and *Glycyrrhiza uralensis* (root) on the ratprostate[J]. *Pharm Chem J*, 2018, 52(2): 117-121.

[34] Saremi J, Kargar J H, Pourahmadi M. Effect of *Polygonum aviculare* L. on nephrolithiasis induced by ethylene glycol and ammonium chloride in rats[J]. *Urol J*, 2018, 15(3): 79-82.

[35] 缪晓明, 高鹤, 马卫琴, 等. 一味萹蓄饮对2型糖尿病合并泌尿道感染的临床研究[J]. 中医临床研究, 2019, 11(30): 130-132.

[36] Sung Y, Yoon T, Yang W, et al. The antidiobesity effect of *Polygonum aviculare* L. ethanol extract in high-fat diet-induced obese mice[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2013, 2013: 626397.

[37] Haeng Park S, Sung Y, Jin Nho K, et al. Anti-atherosclerotic effects of *Polygonum aviculare* L. ethanol extract in ApoE knockout mice fed a Western diet mediated via the MAPK pathway[J]. *J Ethnopharmacol*, 2014, 151(3): 1109-1115.

[38] Yang H H, Hwangbo K, Zheng M S, et al. Quercetin-3-O- β -D-glucuronide isolated from *Polygonum aviculare* inhibits cellular senescence in human primary cells[J]. *Arch Pharm Res*, 2014, 37(9): 1219-1233.

[39] Nugroho A, Kim E J, Choi J S, et al. Simultaneous quantification and peroxynitrite-scavenging activities of flavonoids in *Polygonum aviculare* L. herb[J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2014, 89: 93-98.

[40] 于茜, 王巍嵩, 朱贲贲. 扁蓄苷对人乳腺癌 MDA-MB-231 细胞凋亡、周期及 PI3K/AKT 信号通路的影响[J]. 中南药学, 2020, 18(1): 48-52.

[41] Habibi R M, Mohammadi R A, Delazar A, et al. Effects of *Polygonum aviculare* herbal extract on proliferation and apoptotic gene expression of MCF-7[J]. *Daru*, 2011, 19(5): 326-331.

[42] Luo X, Xue L, Xu H, et al. *Polygonum aviculare* L. extract and quercetin attenuate contraction in airway smooth muscle[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 3114.

[43] 丁建海, 张俊芳. 扁蓄提取物对小菜蛾生物活性的影响[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(7): 1593-1595.

[44] 杜飞飞. 槲皮素及其苷类化合物大鼠体内药代动力学比较研究[D]. 上海: 上海中医药大学, 2019.

[45] 刁磊, 陈惠杰. 金丝桃素在大鼠体内的药代动力学研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2015, 2(3): 157-159.

接骨木属植物化学成分及药理活性研究进展

王泽玲, 韩立峰, 郝佳, 胡存玉, 王涛, 张鹏*

(天津中医药大学中医药研究院, 省部共建组分中药国家重点实验室, 天津 301617)

摘要: 接骨木属植物广泛分布于北半球温带和亚热带地区, 主要包括接骨木、接骨草、血满草、西洋接骨木、西伯利亚接骨木, 含萜类、苯丙素、黄酮、生物碱、甾醇、挥发油、酚酸等成分, 作为治疗风湿痹痛、跌打损伤、筋骨疼痛的民间用药已有悠久历史。现代药理研究表明, 该属植物的提取物及单体化合物具有骨保护、抗炎镇痛、抗真菌、抗氧化、抗血栓、肝保护等药理活性, 主要成分为木脂素类、黄酮类、萜类。本文对接骨木属植物中化学成分及药理活性进行综述, 以期为其药效物质基础研究和新药开发提供思路。

关键词: 接骨木属植物; 化学成分; 药理活性

中图分类号: R284.1; R285.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2023)06-1936-08

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2023.06.031

接骨木属植物系忍冬科落叶乔木或灌木, 共二十余种, 广泛分布于北半球温带和亚热带地区, 包括接骨木、接骨草、血满草、西洋接骨木和西伯利亚接骨木^[1]。其中, 接

骨木 *Sambucus williamsii* Hance 应用最为广泛, 它出自《新修本草》^[2], 别名续骨木、接骨风、铁骨散等, 其根、茎、叶、花、果实均可入药, 味甘、苦, 性平, 无毒, 归肝经,

收稿日期: 2021-03-30

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(81803691); 国家“重大新药创制”科技重大专项项目(2018ZX09735-002); 天津市自然科学基金项目(19JCYBJC28500)

作者简介: 王泽玲(1997—), 女, 硕士生, 从事中药化学与分析研究。Tel: 15735010835, E-mail: 15735010835@163.com

*通信作者: 张鹏(1979—), 女, 副研究员, 从事中药化学与分析研究。Tel: 18622910952, E-mail: zhangpeng@tjutcm.edu.cn

网络出版日期: 2022-05-25

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1368.R.20220524.1739.002.html>

具有接骨续筋、祛风利湿、活血止痛的功效, 常用来治疗风湿痹痛、跌打损伤、筋骨疼痛等, 同时也是中成药三七伤药颗粒、三七伤药胶囊、三七伤药片^[3]等中成药的主要原料; 接骨草 *Sambucus chinensis* Lindl 始载于《神农本草经》^[4], 其味苦, 性寒, 无毒, 具有疏肝健脾、祛风利湿的功效, 大多用于急性病毒性肝炎、骨折等症; 血满草 *Sambucus adnata* Wall. ex DC. 为云南省常用药, 其味辛, 性温, 具有祛风活络、散瘀止痒的功效^[5]; 西洋接骨木 *Sambucus nigra* L. 原产于欧洲, 其花泡茶可缓解感冒症状或花粉症, 还可做成甜点、果酱、糖浆等; 西伯利亚接骨木 *Sambucus sibirica* Nakai 大多作为园林绿化灌木风景树种, 为阿尔泰山脉的特有树种。该属植物主要含有萜类、苯丙素、黄酮、生物碱、甾醇、挥发油、酚酸等化学成分, 有广泛的药理活性, 如骨保护、抗炎镇痛、抗氧化、抗血栓等, 本文对上述 2 个方面进行了综述, 以期为其开发利用

提供参考。

1 化学成分

1.1 萜类 共得到 22 个 (1~22), 包括 3 个单萜类, 其中 2 个为 Wang 等^[6]从接骨木根皮 95% 乙醇提取物中分离得到的新的环烯醚萜类化合物 (1~2), 另 1 个为欧阳富等^[7]从接骨木茎枝 60% 乙醇提取物中分离得到化合物 3, 另外从茎枝中还分离得到了 1 个愈创木烷型倍半萜类化合物 (4)^[8]。三萜类是接骨木属植物中含量最高的成分, 目前大多从醇提物中分离得到, 包括 5 个熊果烷型 (5~9), 11 个齐墩果烷型 (10~20), 2 个羽扇豆烷型 (21~22)^[9~14], 其中熊果烷型五环三萜双键大多在 12 位, 2、3 位大多为羟基取代或 3 位氧取代, 齐墩果烷型五环三萜 2、12、13 位大多为羟基取代, 3 位具有羟基或氧取代, 28 位有羧基取代。详见表 1、图 1。

表 1 接骨木属植物中萜类化合物

| 序号 | 化合物 | 来源 | 部位 | 文献 |
|----|--|-------------|---------|-----------|
| 1 | williamsoside C | 接骨木 | 根皮 | [6] |
| 2 | williamsoside D | 接骨木 | 根皮 | [6] |
| 3 | 莫诺昔 | 接骨木 | 茎枝 | [7] |
| 4 | 2 β ,4 β ,10 α -trihydroxy-1 α H,5 β H-guaia-6-ene | 接骨木 | 茎枝 | [8] |
| 5 | 熊果酸 | 血满草、接骨草 | 全草 | [9,14] |
| 6 | 2 α ,23-二羟基-熊果酸 | 血满草 | 全草 | [9] |
| 7 | 2 α ,3 α ,23-三羟基-熊果酸 | 血满草 | 全草 | [9] |
| 8 | 13 β -羟基-11-烯-熊果酸 | 血满草 | 全草 | [9] |
| 9 | 乌索酸 | 接骨草 | 叶 | [10] |
| 10 | 齐墩果酸 | 血满草、接骨木、接骨草 | 全草、茎枝、叶 | [9~12,14] |
| 11 | 3-羰基齐墩果酸 | 接骨木 | 茎枝 | [11] |
| 12 | α -香树脂醇 | 血满草、接骨草 | 全草 | [9,12,14] |
| 13 | 28-羟基- α -香树脂醇 | 血满草 | 全草 | [9] |
| 14 | α -香树脂醇乙酸酯 | 血满草 | 全草 | [12] |
| 15 | 接骨木烷 A | 接骨木 | 茎枝 | [11] |
| 16 | 12 α ,13-dihydroxyolean-3-oxo-28-oic acid | 接骨草 | 全草 | [13] |
| 17 | 13-hydroxyolean-3-oxo-28-oic acid | 接骨草 | 全草 | [13] |
| 18 | 3-oxo oleanolic acid | 接骨草 | 全草 | [13] |
| 19 | 山楂酸 | 接骨草 | 全草 | [13] |
| 20 | 科罗索酸 | 接骨草 | 全草 | [13] |
| 21 | 白桦酸 | 接骨木、血满草 | 茎枝、全草 | [11~12] |
| 22 | 3,28,29-三羟基羽扇豆烷 | 血满草 | 全草 | [12] |

1.2 苯丙素类 共得到 39 个 (23~61), 大多为从接骨木茎枝、全草和血满草全草醇提物中分离得到^[7~9,14~18], 结构特点大多为两分子或三分子苯丙素衍生物通过呋喃环聚合而成, 多数呈游离状态, 少数与糖结合成苷, 包括 2 个简单苯丙素 (23~24), 1 个香豆素东莨菪素 (25)。另外, 从接骨木属植物中分离鉴定了大量分子中含有四氢呋喃结构的木脂素类化合物, 可作为该属植物的特征成分, 包括 8 个单环氧木脂素 (26~33), 存在 7-O-9'-四氢呋喃结构, 苯环上多具有甲氧基或羟基取代; 5 个双骈四氢呋喃类木脂素 (34~38), 在 7、7' 位连有 α 、 β 芳香基; 15 个苯骈四氢呋喃类木脂素 (39~53), 其呋喃环上多具有 CH_2OH 取

代, 苯环上多有甲氧基和羟基取代; 2 个降木脂素 (54~55), 苯丙素与苯乙素相连构成少 1 个碳的木脂素; 1 个倍半木脂素 (56); 5 个其他木脂素 (57~61)。详见表 2、图 2。

1.3 黄酮类 共得到 6 个 (62~67), 主要为黄酮和黄酮醇, 其 4'、5、7 位常连有羟基, 黄酮醇类常在 3 位连有葡萄糖、鼠李糖^[12,14,19], 是接骨木属植物抗炎镇痛的主要活性物质, 详见表 3、图 3。

1.4 生物碱 共得到 3 个 (68~70), 均从接骨木果实 95% 乙醇提取物的正丁醇部位中分离得到, 为吲哚类生物碱, 结构中大多含有色胺部分^[19]。详见表 4、图 4。

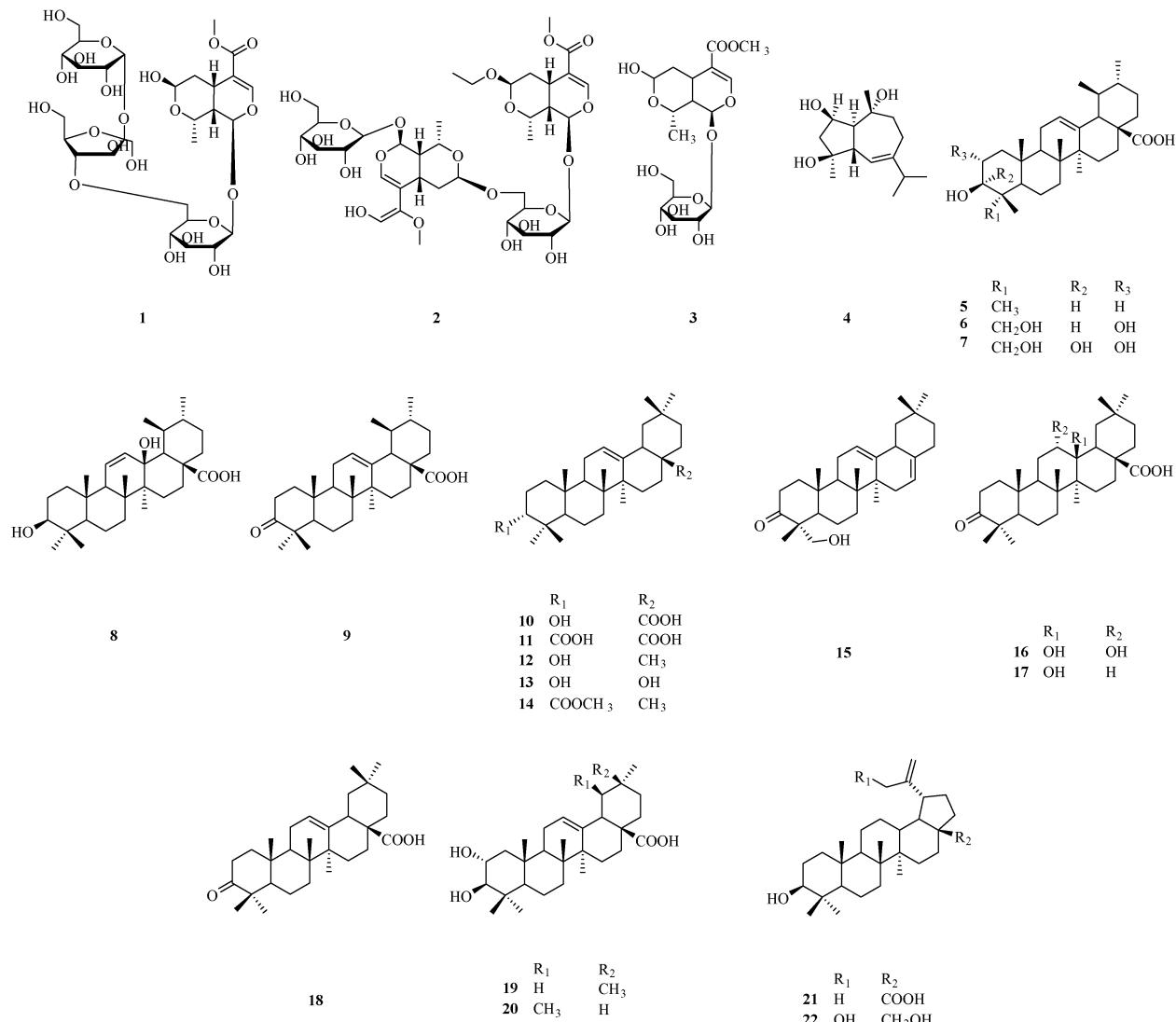


图1 接骨木属植物中萜类化合物结构式

表2 接骨木属植物中苯丙素类化合物

| 序号 | 化合物 | 来源 | 部位 | 文献 |
|----|---|----|-----|---------------|
| 23 | 绿原酸 | | 接骨草 | 全草 [14] |
| 24 | samwiphenol | | 接骨木 | 茎枝 [8] |
| 25 | 东莨菪素 | | 接骨草 | 全草 [14] |
| 26 | (7 α H,8' α H)-4,4',8 α ,9-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7,9'-epoxylignan | | 接骨木 | 茎枝 [15] |
| 27 | 落叶松脂醇 | | 接骨木 | 全草、茎枝 [14-15] |
| 28 | berchemol | | 接骨木 | 茎枝 [15] |
| 29 | 7-hydroxylariciresinol | | 接骨木 | 茎枝 [15] |
| 30 | 5-methoxy- <i>trans</i> -dihydrodehydrodiconiferyl alcohol | | 接骨木 | 茎枝 [17] |
| 31 | (7R,8S,7'R,8'S,8"S)-seslignanoccidentalol A | | 接骨木 | 茎枝 [16] |
| 32 | (7R,8S,8'R,8S)-2,3-dihydro-2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-7-methoxy-5-[tetrahydro-5-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-4-(hydroxymethyl)-3-furanyl] methyl]-3-benzofuranmethanol | | 接骨木 | 茎枝 [16] |
| 33 | (7R,8S,7'R,8'S,8"S)-2,3-dihydro-2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-7-methoxy-5-[tetrahydro-4-(4-hydroxyl-3-methoxyphenyl) methyl]-3-(hydroxymethyl)-2-furanyl]-3-benzofuranmethanol | | 接骨木 | 茎枝 [16] |
| 34 | lirioresinol A | | 接骨木 | 茎枝 [17] |
| 35 | 1-hydroxypinoresinol | | 接骨木 | 茎枝 [17] |
| 36 | (-)-medioresinol | | 接骨木 | 茎枝 [15] |
| 37 | (-)-pinoresinol | | 接骨木 | 茎枝 [15] |
| 38 | samsesquinoiside | | 接骨木 | 茎枝 [16] |

续表 2

| 序号 | 化合物 | 来源 | 部位 | 文献 |
|----|--|-----|----|------|
| 39 | 4-O-甲基雪松素 | 血满草 | 全草 | [9] |
| 40 | dehydroniconiferyl alcohol-4-O- β -D-glucopyranoside | 接骨木 | 茎枝 | [7] |
| 41 | dihydrodehydroniconiferyl alcohol-4-O- β -D-glucopyranoside | 接骨木 | 茎枝 | [7] |
| 42 | (7S,8R)-dihydro-3'-hydroxy-8-hydroxymethyl-7-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1'-benzofuranpropanol | 接骨木 | 茎枝 | [7] |
| 43 | 蛇菰宁 | 接骨木 | 茎枝 | [17] |
| 44 | 5-甲氧基蛇菰宁 | 接骨木 | 茎枝 | [17] |
| 45 | samwisiide | 接骨木 | 茎枝 | [16] |
| 46 | sambucasinol A | 接骨木 | 茎枝 | [15] |
| 47 | sambucasinol B | 接骨木 | 茎枝 | [15] |
| 48 | sambucasinol C | 接骨木 | 茎枝 | [15] |
| 49 | samwirin | 接骨木 | 茎枝 | [8] |
| 50 | (7S,8R)-hierochin D | 接骨木 | 茎枝 | [16] |
| 51 | 7R,8S-dihydrodehydroniconiferyl alcohol | 接骨木 | 茎枝 | [15] |
| 52 | (7R,8S)-dehydroniconiferyl alcohol | 接骨木 | 茎枝 | [16] |
| 53 | (7R,8S)-dehydroniconiferyl alcohol- γ -methyleneether | 接骨木 | 茎枝 | [16] |
| 54 | (7R,8S)-ficus | 接骨木 | 茎枝 | [16] |
| 55 | (7R,8S)-ceplignan | 接骨木 | 茎枝 | [16] |
| 56 | (7R,8S,7'R,8'S)-vitrifol A | 接骨木 | 茎枝 | [16] |
| 57 | samwinol | 接骨木 | 茎枝 | [16] |
| 58 | erythro-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-[2-hydroxy-4-(3-hydroxypropyl)phenoxy]-1,3-propanediol | 接骨木 | 茎枝 | [7] |
| 59 | threo-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-[2-hydroxy-4-(3-hydroxypropyl)phenoxy]-1,3-propanediol | 接骨木 | 茎枝 | [7] |
| 60 | threo-guaiacylglycerol- β -O-4'-conifery ether | 接骨木 | 茎枝 | [18] |
| 61 | (7R,8R,8'R)-4'-guaiacylglyceryl-evodifolin B | 接骨木 | 茎枝 | [16] |

表 3 接骨木属植物中黄酮类化合物

| 序号 | 化合物 | 来源 | 部位 | 文献 |
|----|---------------------------|---------|----|---------|
| 62 | 洋芹素 | 血满草 | 全草 | [12] |
| 63 | 木犀草素 | 血满草、接骨草 | 全草 | [12,14] |
| 64 | 山柰酚 | 血满草、接骨草 | 全草 | [12,14] |
| 65 | 槲皮素 | 血满草、接骨草 | 全草 | [12,14] |
| 66 | 芦丁 | 接骨木 | 果实 | [19] |
| 67 | 异鼠李素-3-O- β -D-芸香糖苷 | 接骨木 | 果实 | [19] |

表 4 接骨木属植物中生物碱类化合物

| 序号 | 化合物 | 来源 | 部位 | 文献 |
|----|-----------------------------------|-----|----|------|
| 68 | 川芎哚 | 接骨木 | 果实 | [19] |
| 69 | 3-羧基川芎哚 | 接骨木 | 果实 | [19] |
| 70 | 1,2,3,4-四氢-1-甲基- β -咔啉-3-羧酸 | 接骨木 | 果实 | [19] |

1.5 其他 接骨木属植物中还含有甾醇、挥发油、酚酸等化合物 (71~106)，详见表 5。李胜华等^[14]从接骨木 80% 乙醇超声提取物的氯仿和乙酸乙酯部分中分离得到 3 个甾醇类化合物。孙丹丹等^[18]通过水蒸气蒸馏法提取挥发油，GC-MS 法从接骨木 3 个品种的叶中鉴定出 68 种挥发性成分。姜红宇等^[20]采用超临界 CO_2 萃取工艺从接骨草中提取挥发油，并进行 GC-MS 分析，共鉴定得到 16 个化合物。赵杨等^[21]采用固相微萃取-气相色谱-质谱 (SPME-GC-MS) 联用技术，从接骨木中共鉴定 38 种挥发性成分。此外，研究人员还从接骨木茎枝 60% 乙醇提取物^[11,17]、接骨木果实 95% 乙醇提取物的正丁醇部分^[19]、接骨草叶乙醇渗漉提取物的石油醚萃取部位^[10]、血满草全草的 95% 乙醇提取

物^[12]中分离得到 17 个化合物。

2 药理活性

2.1 骨保护 大量细胞和动物实验证明，木脂素、黄酮类是接骨木属植物骨保护的主要活性成分。其中，threo-guaiacylglycerol- β -O-4'-conifery ether (60)、irioresinol A (34)、1-hydroxypinoresinol (35)、5-甲氧基蛇菰宁 (44)、蛇菰宁 (43)、5-methoxy-trans-dihydrodehydroniconiferyl alcohol (30)、对羟基苯甲醛 (97) 均能促进大鼠骨肉瘤细胞 UMR106 的增殖^[17]。王朝元等^[22]发现，接骨草中绿原酸 (23) 可通过促进 I 型胶原的表达而促进成骨细胞的增殖分化。Han 等^[23]发现，接骨木中的莫诺昔 (3) 衍生物对胚胎成骨细胞 MC3T3-E1 具有良好的增殖作用，而且能促进

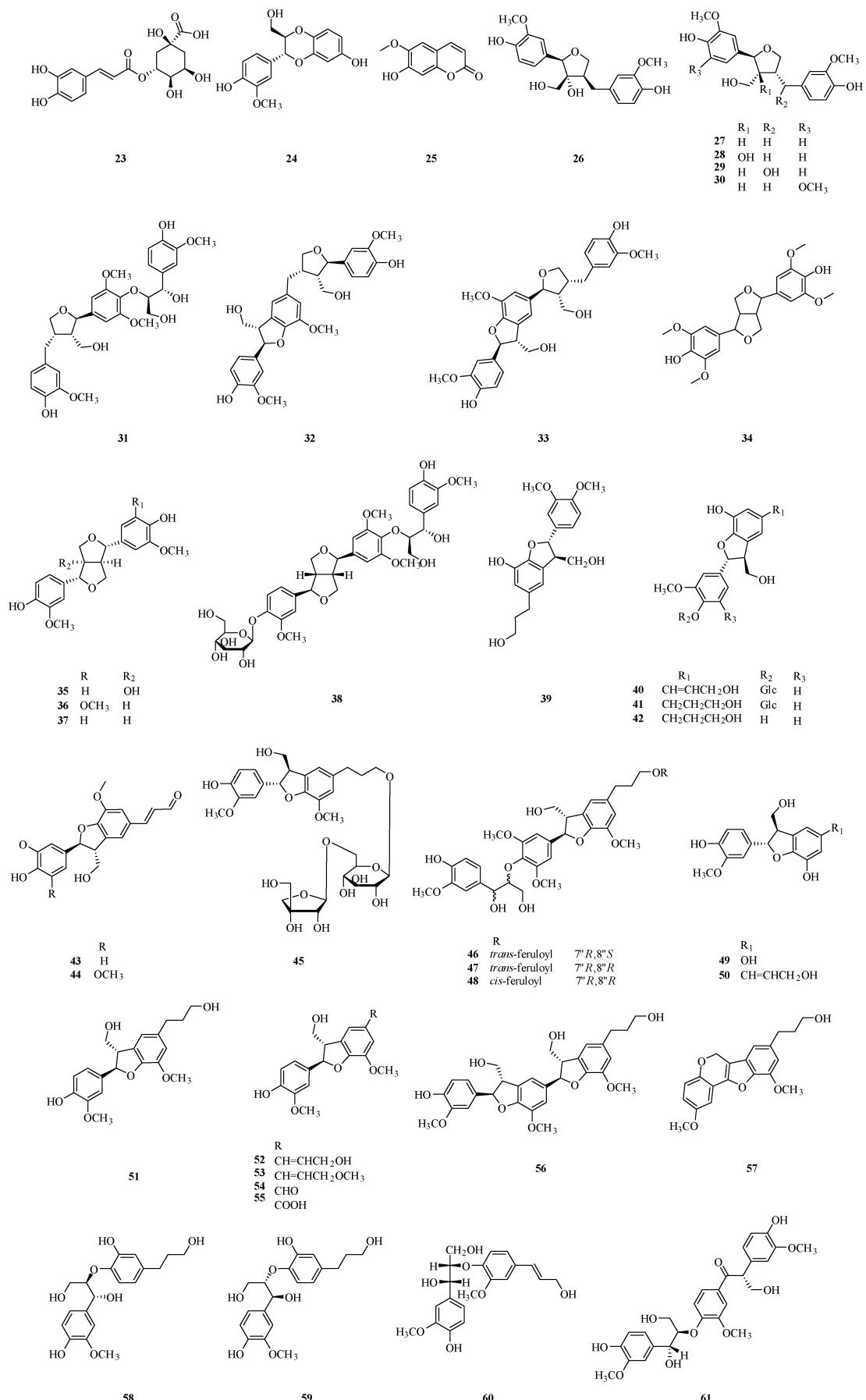


图2 接骨木属植物中苯丙素类化合物结构式

表5 接骨木属植物中其他化合物

| 序号 | 化合物 | 来源 | 部位 | 文献 |
|-----|----------------------------------|---------|------|--------------|
| 71 | 胡萝卜苷 | 血满草、接骨草 | 全草、叶 | [9-10, 14] |
| 72 | β-谷甾醇 | 血满草、接骨草 | 全草、叶 | [12, 10, 14] |
| 73 | 豆甾醇 | 血满草、接骨草 | 全草 | [12, 14] |
| 74 | 橙酮 | 接骨木 | 全草 | [19] |
| 75 | 1-壬基环庚烷 | 接骨木 | 全草 | [19] |
| 76 | 邻苯二甲酸 | 接骨木 | 全草 | [19] |
| 77 | 棕榈酸乙酯 | 接骨木 | 全草 | [19] |
| 78 | 3-甲基戊酸 | 接骨草 | 全草 | [20] |
| 79 | 3-甲基丁酸 | 接骨草 | 全草 | [20] |
| 80 | E-4-己烯-1-醇 | 接骨草 | 全草 | [20] |
| 81 | 2-甲基-5-异丙基环己酮 | 接骨草 | 全草 | [20] |
| 82 | 3-乙硫基丁醛 | 接骨草 | 全草 | [20] |
| 83 | 水杨酸甲酯 | 接骨木 | 全草 | [21] |
| 84 | 3-甲基丁酸-顺-3-己烯酯 | 接骨木 | 全草 | [21] |
| 85 | 异戊酸己酯 | 接骨木 | 全草 | [21] |
| 86 | 3-甲基丁酸乙酯 | 接骨木 | 全草 | [21] |
| 87 | 己酸-顺-3-己烯酯 | 接骨木 | 全草 | [21] |
| 88 | 3-甲基丁酸-2-苯乙基酯 | 接骨木 | 全草 | [21] |
| 89 | 异戊酸苯酯 | 接骨木 | 全草 | [21] |
| 90 | 咖啡酸乙酯 | 血满草 | 全草 | [12] |
| 91 | 棕榈酸甘油酯 | 血满草、接骨草 | 全草 | [12, 14] |
| 92 | 2,4-二羟基-3,6-二甲基苯甲酸甲酯 | 血满草 | 全草 | [12] |
| 93 | 没食子酸乙酯 | 血满草 | 全草 | [12] |
| 94 | 丁二酸 | 血满草 | 全草 | [12] |
| 95 | 棕榈酸 | 接骨木 | 茎枝 | [11] |
| 96 | 正二十八醇 | 接骨木 | 茎枝 | [11] |
| 97 | 对羟基苯甲醛 | 接骨木 | 茎枝 | [17] |
| 98 | 红景天苷 | 接骨木 | 果实 | [18] |
| 99 | 4-羟基苄基-β-D-葡萄糖苷 | 接骨木 | 果实 | [18] |
| 100 | 4-羟基-1-(2-羟乙基)-苯基-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷 | 接骨木 | 果实 | [18] |
| 101 | 松柏苷 | 接骨木 | 果实 | [18] |
| 102 | 香草酸-4-O-β-D-吡喃葡萄糖苷 | 接骨木 | 果实 | [18] |
| 103 | 鲨烯 | 接骨草 | 叶 | [10] |
| 104 | 植醇 | 接骨草 | 叶 | [10] |
| 105 | 正二十五烷醇 | 接骨草 | 叶 | [10] |
| 106 | 十七烷酸对羟基苯乙酯 | 接骨草 | 叶 | [10] |

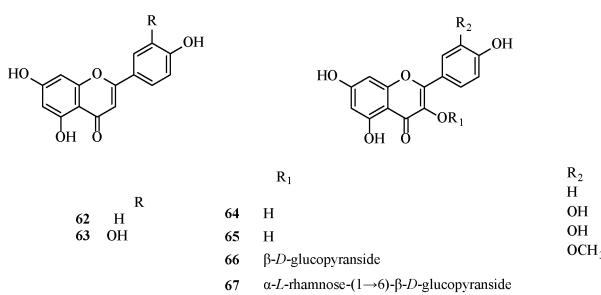


图3 接骨木属植物中黄酮类化合物结构式

细胞骨钙素和成骨细胞碱性磷酸酶 (ALP) 活性。接骨木可减少核因子 κ -B 配体受体激活剂诱导的 RAW264.7 细胞中抗酒石酸酸性磷酸酶 (TRAP) 阳性细胞的数量, 还能通过抑制骨吸收过程和刺激骨形成过程来改善骨性能^[24]。柳佳莹等^[25]报道, 接骨木叶总黄酮能使骨质疏松模型小鼠骨基质增多, 骨小梁增厚, 成骨细胞增多, 破骨细胞减少,

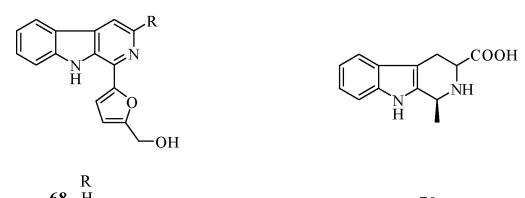


图4 接骨木属植物中生物碱类化合物结构式

骨密度 (BMD) 水平升高, 血清钙、ALP 活性降低, 酸性磷酸酶、磷、TRAP 活性升高。林晓影等^[26]指出, 接骨木根皮木脂素组分可抑制大鼠骨折后血液流变学指标 (全血黏度、血浆黏度、红细胞聚集指数) 升高。Yang 等^[27]发现, 接骨木根皮 50% 乙醇提取物主要通过提升大鼠骨折部位 BMD、ALP、骨钙蛋白表达, 增加骨髓间充质干细胞钙化结节数量来促进骨折愈合。

2.2 抗炎镇痛 西洋接骨木水提物可降低炎症通路主要因

子 IL-1 β 、IL-6、TNF- α 、COX-2 水平, 控制炎症刺激引起 RAW264.7 细胞的一氧化氮生成^[28]。血满草酸性多糖 SP-1 及其衍生物 SPSS-1 可降低脂多糖 (LPS) 诱导的 RAW264.7 细胞炎症因子 IL-1 β 、IL-6、TNF- α 的分泌, 同时增加抗炎因子 IL-10 的分泌^[29]。接骨草水提液^[30]、水提物、醇提物^[31]及血满草水提物、醇提物^[32]均可抑制二甲苯所致小鼠耳肿胀, 延长热板所致小鼠痛阈值, 减少醋酸所致小鼠扭体反应次数。接骨木叶中槲皮素、山柰酚能降低关节肿胀大鼠的足肿胀率^[33], 根皮有效部位、木脂素、环烯醚萜组分均具有不同程度的抗炎作用^[34]。

2.3 抗氧化 西洋接骨木广泛分布于温带和亚热带地区, 其果实富含多酚等天然抗氧化剂, 被认为是花青素含量最高的水果之一^[35]。不同产地、不同药用部位接骨草总多酚含量差异较大, 依次为叶>全草>茎>根, 其清除 DPPH、ABTS 活性的能力与总多酚质量浓度呈量效关系^[36]。方振兴等^[37]研究表明, 接骨木果实 70% 乙醇提取液亦具有清除自由基能力。

2.4 抗血栓 陈东波等^[38]报道, 接骨草煎剂能降低血栓大鼠血栓质量, 抑制血栓形成。接骨草及其提取物乌索酸能够延长断尾小鼠出血时间和凝血时间, 其机制可能与抑制凝血因子、血小板和毛细血管有关^[39], 还可降低全血黏度、红细胞沉降率值, 并呈剂量依赖性^[40], 这与其活血化瘀的功效相符。另外, 接骨木水煎剂对人动静脉内瘘血管具有积极的保护作用, 可增加血管弹性和血流量并降低疼痛^[41]。

2.5 肝保护 鲁柏辰等^[42]发现, 接骨木油对小鼠急性肝损伤具有保护作用, 而且效果与丹酚酸 A 相似。前期研究也表明, 接骨草 75% 乙醇提取物^[43]、接骨草颗粒^[44]对肝细胞损伤具有明显的保护作用。

2.6 其他 接骨木属植物除了以上药理活性外, 其提取物还具有降血脂^[45]、抗菌^[46]、杀鼠^[47]等作用。

3 结语

接骨木属植物化学成分以萜类为主, 三萜类大多为五环三萜, 环烯醚萜类主要以苷形式存在, 并且苯丙素种类最多, 而且大多为由呋喃环链接的木脂素类化合物。目前, 该属植物化学成分及药理活性的研究多集中于接骨木, 少数为血满草和接骨草, 对西洋接骨木和西伯利亚接骨木的研究甚少, 且 2020 年版《中国药典》并未收录其质量标准。接骨木属植物是我国传统中草药, 也是苗族、傣族、蒙古族等少数民族的特色药, 民间应用广泛, 为金刚活络丹、续筋接骨药膏、百花膏、行淤煎、五仙丸、独神散、顺血散等传统中药方剂的组成原料之一。2020 年版《中国药典》收录的用来治疗骨折的三七伤药颗粒、三七伤药胶囊和三七伤药片中均含有该属植物接骨木, 此外, 接骨木总苷片和复方接骨木胶囊也有较好的促进骨折愈合、抗炎镇痛等功效。接骨木属植物资源丰富、分布广泛, 其化学成分复杂、药理活性多样, 具有较大开发潜力, 但是, 接骨木属植物新药研究主要集中于接骨木, 对其他植物的研

究开发利用鲜有。因此, 应当深入开展该属植物化学成分与功效之间关联性的研究, 以期开发新的药用价值。

参考文献:

- 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志 (第七十二卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- 胡熙明, 张文康, 朱庆生, 等. 中华本草 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 544.
- 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2020 年版一部 [S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 505-507.
- 李时珍. 本草纲目 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1958.
- 中国科学院昆明植物所. 云南植物志 (第五卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1991: 393.
- Wang Z Y, Han H, Yang B Y, et al. Two new iridoid glycosides from the root barks of *Sambucus williamsii* Hance [J]. *Molecules*, 2011, 16(5): 3869-3974.
- 欧阳富, 刘远, 李荣, 等. 接骨木中的五个木脂素和一个环烯醚萜 [J]. 中国天然药物, 2011, 9(1): 26-29.
- Xiao H H, Dai Y, Wong M S, et al. Two new phenylpropanoids and one new sesquiterpenoid from the bioactive fraction of *Sambucus williamsii* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2015, 17(6): 625-632.
- 武海波, 赵奕宁, 李冬梅, 等. 血满草化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(3): 345-348.
- 马建苹, 赵湘婷, 晋玲, 等. 接骨草叶石油醚部位化学成分 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(21): 103-105.
- 许蒙蒙, 段营辉, 戴毅, 等. 接骨木中 1 个新的降三萜成分 [J]. 中草药, 2013, 44(19): 2639-2641.
- 陈晓珍, 李国友, 吴晓青, 等. 血满草的化学成分 [J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16(2): 197-201.
- 陶佳颐, 方唯硕. 陆英中化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2012, 37(13): 1399-1401.
- 李胜华, 李爱民, 伍贤进. 接骨草化学成分研究 [J]. 中草药, 2011, 42(8): 1502-1504.
- Suh W S, Subedi L, Kim S Y, et al. Bioactive lignan constituents from the twigs of *Sambucus williamsii* [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2016, 26(8): 1877-1880.
- Xiao H H, Dai Y, Wong M S, et al. New lignans from the bioactive fraction of *Sambucus williamsii* Hance and proliferation activities on osteoblastic-like UMR106 cells [J]. *Fitoterapia*, 2014, 94: 29-35.
- 许蒙蒙, 段营辉, 肖辉辉, 等. 接骨木中的木脂素类化学成分及其对 UMR106 细胞增殖作用的影响 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(14): 2684-2688.
- 孙丹丹, 姚俊修, 和焕香, 等. GC-MS 法分析接骨木三个品种叶中的挥发油成分 [J]. 华西药学杂志, 2020, 35(2): 187-190.
- 唐振球, 王新国, 杨炳友, 等. 接骨木果实化学成分的分离与结构鉴定 [J]. 中国药物化学杂志, 2017, 27(3): 225-229.
- 姜红宇, 刘郁峰, 谢国飞, 等. 陆英挥发油超临界 CO₂ 萃取工艺优化及其成分分析 [J]. 食品与机械, 2017, 33(20): 1942

(10): 154-157.

[21] 赵杨, 金晶, 毛寒冰. SPME 提取技术分析接骨木挥发性化学成分 [J]. 广州化工, 2013, 41(10): 165-166; 174.

[22] 王朝元, 易继凌, 宋超, 等. 绿原酸对体外培养成骨细胞活性的影响 [J]. 中南民族大学学报 (自然科学版), 2013, 32(2): 46-50.

[23] Han H, Li Z Q, Qu N, et al. Synthesis and promotion of the osteoblast proliferation effect of morroniside derivatives [J]. *Molecules*, 2018, 23(6): 1412.

[24] Zhang Y, Li Q, Wan H Y, et al. Study of the mechanisms by which *Sambucus williamsii* Hance extract exert protective effects against ovariectomy-induced osteoporosis *in vivo* [J]. *Osteoporosis Int*, 2011, 22(2): 703-709.

[25] 柳佳莹, 丁婷婷, 邱悦, 等. 接骨木叶总黄酮抗骨质疏松作用研究 [J]. 食品科技, 2019, 44(6): 255-261.

[26] 林晓影, 杨炳友, 何娅雯, 等. 接骨木根皮促进骨折愈合有效部位和有效组分对骨折大鼠血液流变学的影响 [J]. 中医药信息, 2017, 34(1): 55-57.

[27] Yang B Y, Lin X Y, Tan J Y, et al. Root bark of *Sambucus Williamsii* Hance promotes rat femoral fracture healing by the BMP-2/Runx2 signaling pathway [J]. *J Ethnopharmacol*, 2016, 191: 107-114.

[28] Olejnik A, Kowalska K, Olkowicz M, et al. Anti-inflammatory effects of gastrointestinal digested *Sambucus nigra* L. fruit extract analysed in co-cultured intestinal epithelial cells and lipopolysaccharide-stimulated macrophages [J]. *J Funct Foods*, 2015, 19: 649-660.

[29] 袁雷, 钟政昌, 刘瑜, 等. 血满草酸性多糖分离纯化、硫酸化修饰及抗炎活性研究 [J]. 分析试验室, 2020, 39(6): 649-653.

[30] 钟卫华, 罗辉, 苏丹丹, 等. 陆英不同部位水提液抗炎镇痛作用的比较研究 [J]. 井冈山大学学报 (自然科学版), 2018, 39(3): 88-92.

[31] 王文静, 王军, 饶高雄. 接骨草的两种提取物对小鼠的抗炎镇痛作用 [J]. 华西药学杂志, 2011, 26(3): 247-249.

[32] 王文静, 王军, 张森, 等. 血满草提取物抗炎镇痛作用研究 [J]. 中药药理与临床, 2010, 26(5): 82-84.

[33] 杨洪梅, 郑尹佳, 戴赟. 接骨木抗炎活性部位及活性成分的初步研究 [J]. 时珍国医国药, 2012, 23(2): 338-339.

[34] 林晓影, 杨炳友, 何娅雯, 等. 接骨木根皮促进骨折愈合有效部位拆分及抗炎作用的研究 [J]. 中医药信息, 2016, 33(3): 29-32.

[35] Mandrone M, Lorenzi B, Maggio A, et al. Polyphenols pattern and correlation with antioxidant activities of berries extracts from four different populations of Sicilian *Sambucus nigra* L [J]. *Nat Prod Res*, 2014, 28(16): 1246-1253.

[36] 黄雅, 陈华国, 周欣, 等. 黔产接骨草中总多酚的含量测定及抗氧化活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2017, 29(2): 255-263.

[37] 方振兴, 吴婧, 潘虹, 等. 五大连池接骨木果乙醇提取液清除DPPH自由基能力研究 [J]. 黑龙江科学, 2018, 9(20): 32-33.

[38] 陈东波, 黄清松, 曾繁涛. 陆英煎剂对大鼠体外血栓形成的影响 [J]. 辽宁医学院学报, 2013, 34(5): 13-15.

[39] 易增兴, 熊筱娟, 李四玲. 陆英及其提取物乌索酸对小鼠出血和凝血时间的影响 [J]. 宜春学院学报, 2011, 33(8): 77-78.

[40] 黄电波, 黄清松. 陆英与乌索酸对大鼠全血黏度和红细胞沉降率的影响 [J]. 实用临床医学, 2012, 13(6): 10-12.

[41] 赵小培. 接骨木水煎剂浸泡保护动静脉内瘘的效果观察 [J]. 护理学杂志, 2015, 30(13): 53-54.

[42] 鲁柏辰, 赵敏, 杨晓宇, 等. 接骨木油对小鼠急性肝损伤的预防保护作用 [J]. 卫生研究, 2018, 47(3): 437-439; 464.

[43] 朱少璇, 廖琼峰, 王茜莎, 等. 陆英不同工艺提取物对四氯化碳致小鼠肝损伤的影响实验研究 [J]. 中药材, 2008(8): 1216-1219.

[44] 曾琳玲, 杨威, 王茜莎, 等. 陆英颗粒对 CCl_4 致小鼠急性肝损伤保护作用研究 [J]. 中国实用医药, 2007, 2(22): 12-15.

[45] 胡伟, 李辉, 刘克武. 接骨木籽油抗氧化、降血糖和降血脂生物活性的研究 [J]. 中国林副特产, 2018(1): 1-7.

[46] Hwang B, Lee J, Liu Q H, et al. Antifungal effect of (+)-pinoresinol isolated from *Sambucus williamsii* [J]. *Molecules*, 2010, 15(5): 3507-3516.

[47] 张宏利, 韩崇选, 杨学军, 等. 接骨木化学成分及杀鼠活性初步研究 [J]. 西北植物学报, 2004, 24(8): 1523-1526.