

· 综述 ·

三种常用半枫荷类药用植物的化学成分与生物活性研究概况

杨丽¹, 王雅琪¹, 刘升长^{2*}, 何军伟^{3*}

(1. 江西中医药大学 现代中药制剂教育部重点实验室, 南昌 330004;

2. 江西中医药大学 基础医学院, 南昌 330004;

3. 江西中医药大学 中药资源与民族药研究中心, 南昌 330004)

[摘要] 目的:半枫荷类药用植物的种类很多,涉及 5 科 6 属 12 种,是形态特征或临床功效相似的一类植物,大多具有祛风除湿、活血通络的功效,是一类具有较大开发价值的植物群。临床上以金缕梅科半枫荷 *Semiliquidambar cathayensis*,五加科树参 *Dendropanax dentiger* 及梧桐科翻白叶树 *Pterospermum heterophyllum* 为常用且以 *S. cathayensis* 的抗风湿作用最佳,广泛用于苗族、瑶族、畲族、壮族等多个民族,有着悠久的临床用药历史和确切的疗效,主要用于治疗风湿、类风湿关节炎等炎症方面的疾病,但其抗炎药效物质基础尚不明确,且有混用和乱用的现象,因此亟需对它们的抗炎药效物质基础进行系统、深入的比较性研究。本文对临床上 3 种常用半枫荷类药用植物的化学成分和生物活性进行系统的文献综述,以期为该类药物资源的质量控制、临床用药及合理开发提供科学依据。

[关键词] 药用半枫荷; 化学成分; 生物活性

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2016)22-0191-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2016220191

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20160919.1342.044.html>

[网络出版时间] 2016-09-19 13:42

Research Progress of Chemical Constituents and Pharmacological Activities from Three Commonly Used Ban-feng-he Medicinal Plants

YANG Li¹, WANG Ya-qi¹, LIU Sheng-zhang^{2*}, HE Jun-wei^{3*}

(1. Key Laboratory of Modern Preparation of Traditional Chinese Medicine (TCM), Jiangxi University of TCM, Ministry of Education, Nanchang 330004, China; 2. Jiangxi University of TCM, School of Basic Medicinal Sciences, Nanchang 330004, China; 3. Research Center of Natural Resources of Chinese Medicinal Materials and Ethnic Medicine, Jiangxi University of TCM, Nanchang 330004, China)

[Abstract] **Objective:** Medicinal plants of Ban-feng-he include 12 plants from six genus and five families, with the same morphological characters and clinical effects. Most of them have functions of expelling wind and removing damness, promoting blood circulation and removing meridian obstruction. Therefore, they have potential development value. Three commonly used medicinal plants of Ban-feng-he mainly include *Semiliquidambar cathayensis*, *Dendropanax dentiger*, and *Pterospermum heterophyllum*, and *S. cathayensis* has the best anti-rheumatism effect. These medicinal plants have a long history in clinical use as traditional ethnic medicines, such as Miao, Yao, She, and Zhuang nationalities, with clear efficacy in rheumatism, rheumatoid

[收稿日期] 20151210 (004)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81503357);江西中医药大学重点学科青年教师培养计划项目(2015jzdxk018)

[第一作者] 杨丽,硕士,助教,从事中药化学与质量评价研究,Tel:0791-87118658,E-mail:yangli07971@163.com

[通讯作者] *刘升长,硕士,助教,从事药物化学的研究,Tel:0791-87119065,E-mail:870783687@qq.com;

*何军伟,博士,讲师,从事中药与民族药的药效物质基础研究,Tel:0791-87118873,E-mail:jxtem_hjw@163.com

arthritis, and other inflammatory diseases. However, the active ingredients of the three medicinal plants for anti-inflammatory effect are still unclear, and mixed use and misuse are often present. Therefore, there is urgent need to systematically and deeply study on their active ingredients for anti-inflammatory effect. This review aims to provide comprehensive information on the chemical constituents and pharmacological activities of *S. cathayensis*, *D. dentiger*, and *P. heterophyllum* based on the scientific literature, hoping to provide scientific basis for the quality control, clinical application, and reasonable development of these plants.

[Key words] Ban-feng-he medicinal plants; chemical constituents; pharmacological activities

药用半枫荷始载于《岭南采药录》，为梧桐科翅子树属翻白叶树 *Pterospermum heterophyllum* 的干燥根，又名枫荷桂、半边枫荷、阴阳叶等，具有祛风除湿、活血通络的功效^[1-4]。现在民间使用的药用半枫荷植物种类很多，常因原植物形态特征或临床功效相似而混称，包括 5 科 6 属 12 种，其中以金缕梅科半枫荷属半枫荷 *Semiliquidambar cathayensis*，五加科树参属树参 *Dendropanax dentiger* (*D. chevalieri*) 及 *P. heterophyllum* 为常用，临床上以 *S. cathayensis* 抗风湿作用最佳^[5-8]。*S. cathayensis* 是我国特有的单属植物，药用价值高，民间采挖现象十分严重，为国家Ⅱ级重点保护植物，已被列入《中国植物红皮书》和《中国物种红色名录》中^[9]。半枫荷类植物的药用部位包括根、枝、叶、树皮及花蜜，广泛使用于苗族、瑶族、畲族、壮族等多个民族，有着悠久的临床用药历史和确切的疗效，具有祛风除湿、活血通络的功效，用于治疗风湿、类风湿性关节炎等疾病，是一类具有较大开发价值的植物群^[1,5-8,10-13]。然而，目前国内有关 *S. cathayensis*, *D. dentiger* 和 *P. heterophyllum* 的研究报道较少，尤其是三者之间抗风湿的生物活性、物质基础及作用机制的差异性研究尚无报道。本文对以上 3 种常用半枫荷类药用植物的化学成分和生物活性进行系统的总结与分析，以期该类植物资源的质量控制、临床应用及合理开发提供科学依据。

1 化学成分

迄今为止，对 *S. cathayensis* 的化学成分研究只有 2 篇文献报道，而 *D. dentiger* 和 *P. heterophyllum* 的报道相对较多但不系统，从以上 3 种植物中共报道了近百个化合物，包括苯丙素类、三萜类、黄酮类等多种结构类型。

1.1 苯丙素类 目前，只在 *D. dentiger* 和 *P. heterophyllum* 植物中报道了苯丙素类化合物，但它们之间的结构类型差异较大。其中，*D. dentiger* 中是以简单苯丙素 (**1** ~ **16**) 和双四氢呋喃木脂素类 (**17** ~ **21**) 形式存在，而 *P. heterophyllum* 中则为二萜

基丁烷类构成的木脂素类化合物 (**22** ~ **27**)，见表 1。

1.2 三萜类 从 *S. cathayensis*, *D. dentiger* 和 *P. heterophyllum* 中共报道了 16 个五环三萜类化合物 (**28** ~ **43**)，见表 2。

1.3 黄酮类 从 *D. dentiger* 和 *P. heterophyllum* 中共报道了 9 个黄酮类化合物，包括槲皮素类 (**44** ~ **47**)，山柰酚类 (**48** ~ **49**) 及二氢黄酮类 (**50** ~ **52**)，见表 3。

1.4 苯甲酸及苯酚类 从 *D. dentiger*, *P. heterophyllum* 和 *S. cathayensis* 中分别分离得到了 5 个苯甲酸及其衍生物类 (**53** ~ **57**)，15 个苯酚类 (**58** ~ **72**) 及 3 个鞣质酸类 (**73** ~ **75**) 化合物，见表 4。

1.5 脂肪链烃及甾体类 从 *D. dentiger*, *P. heterophyllum* 和 *S. cathayensis* 中分离得到了 7 个脂肪链烃类 (**76** ~ **80**) 和 7 个甾体类 (**81** ~ **87**) 化合物，见表 5。

1.6 其他类 3 种常用半枫荷类植物中所含化学成分结构类型极其丰富，除了以上几种结构类型外，还含有多炔类 (**88**)，单萜苷类 (**89** ~ **91**)，简单糖类 (**92** ~ **93**) 及含氮类 (**94** ~ **99**) 等结构类型，见表 6。

2 生物活性

2.1 抗炎镇痛作用 *S. cathayensis* 根的醇提物对小鼠热板法引起的疼痛反应只具轻微的镇痛作用，但具有明显的对抗由乙酸所致的毛细血管通透性增高的作用和显著对抗由蛋清所致的脚肿^[31]。脂多糖 (LPS) 活化巨噬细胞 RAW 264.7 释放炎症介质一氧化氮 (NO) 的抑制实验结果表明，*D. dentiger* 的乙醇提取物具有很强的抑制作用，其活性追踪所获得单体化合物 **88** 的半数抑制浓度 (IC₅₀) 为 4.28 μmol·L⁻¹，强于阳性药姜黄素 (17.4 μmol·L⁻¹)，并提示其可能的作用机制是通过抑制 NF-κB 信号通路^[30]。基于大鼠中性粒细胞 (PMNs) 呼吸爆发模型，发现 *D. dentiger* 的乙醇提取物、乙酸乙酯部位及正丁醇部位显示出一定的抑制作用，它们的 IC₅₀ 分别为 41.4, 19.7, 80.3 mg·L⁻¹，并提示清除活性氧 (ROS) 可能是乙酸乙酯部位抑制大鼠 PMNs 呼吸爆

表 1 半枫荷类药用植物中的苯丙素类化合物

Table 1 Phenylpropanoids from medicinal plants of Ban-feng-he

No.	化合物	来源	参考文献
1	(E)-桂皮酸	<i>Dendropanax dentiger</i> 茎	[14]
2	(E)-对羟基桂皮酸	<i>D. dentiger</i> 根茎	[14-16]
3	咖啡酸	<i>D. dentiger</i> 茎	[14,16-17]
4	阿魏酸	<i>D. dentiger</i> 茎	[14,16]
5	绿原酸	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
6	松柏醛	<i>D. dentiger</i> 根茎	[14,16,19-20]
7	松柏醛葡萄糖苷	<i>D. dentiger</i> 根	[15]
8	芥子醛	<i>D. dentiger</i> 茎	[14,16]
9	芥子醛葡萄糖苷	<i>D. dentiger</i> 根茎	[14-16]
10	东莨菪素	<i>D. dentiger</i> 根茎	[14,16,19-20]
11	β -hydroxypropiovanillone	<i>D. dentiger</i> 根	[19-20]
12	松柏苷	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
13	丁香酚芸香苷	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[14,18]
14	eugenol-6-apiofuranosylglucoside	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
15	大血藤醇	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
16	淫羊藿苷 E5	<i>D. dentiger</i> 根茎	[14,15,20]
17	右旋松脂素	<i>D. dentiger</i> 根	[19-20]
18	右旋丁香树脂酚	<i>D. dentiger</i> 根	[19-20]
19	杜仲树脂醇双吡喃葡萄糖苷	<i>D. dentiger</i> 茎	[14]
20	丁香脂苷	<i>D. dentiger</i> 根茎	[21]
21	丁香树脂醇双葡萄糖	<i>D. dentiger</i> 茎	[14]
22	(+)-南烛木树脂酚-3 α -O- β -D-吡喃葡萄糖苷	<i>Pterospermum heterophyllum</i> 根	[22]
23	(-)-南烛木树脂酚-3 α -O- β -D-吡喃葡萄糖苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[22]
24	(-)-南烛木树脂酚-2 α -O- β -D-吡喃葡萄糖苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[22]
25	(-)-异落叶松树脂酚-6-O- β -D-吡喃葡萄糖苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[22]
26	(+)-8,8'-二甲氧基-开环异落叶松树脂酚-1-O- β -D-吡喃葡萄糖苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[22]
27	5,5'-二甲氧基-9- β -D-木糖基-(-)-异落叶松脂素	<i>P. heterophyllum</i> 根	[23]

表 2 半枫荷类药用植物中的三萜类化合物

Table 2 Triterpenoids from medicinal plants of Ban-feng-he

No.	化合物	来源	参考文献
28	蒲公英萜醇	<i>Pterospermum heterophyllum</i> 根	[24-25]
29	14-ene-1 α ,3 β -diol-araxer	<i>P. heterophyllum</i> 根	[25]
30	3 β -hydroxytaraxer-14-ene-1-one	<i>P. heterophyllum</i> 根	[25]
31	齐墩果酸	<i>Semiliquidambar cathayensis</i> 根茎	[26]
32	3-乙酰基-齐墩果酸	<i>S. cathayensis</i> 根	[27]
33	3-乙酰基-齐墩果酸甲酯	<i>S. cathayensis</i> 根	[27]
34	3-羧基齐墩果酸	<i>S. cathayensis</i> 根茎	[26-27]
35	2 α ,3 β -二羟基齐墩果酸	<i>S. cathayensis</i> 根茎	[26]
36	2 β ,3 β -二羟基-12-烯-28-齐墩果酸	<i>P. heterophyllum</i> 根	[23]
37	苏门树脂酸	<i>P. heterophyllum</i> 根	[24-25]
38	阿江榄仁酸	<i>S. cathayensis</i> 根及根茎	[26-27]
39	白桦脂醇	<i>P. heterophyllum</i> 根	[24-25]
40	白桦脂酸	<i>P. heterophyllum</i> 根	[24-25]
41	2 β ,3 β -二羟基-20(29)-烯-羽扇豆-28-酸	<i>S. cathayensis</i> 根	[27]
42	3 β -羟基-12-烯-28-乌苏酸	<i>P. heterophyllum</i> 根	[23]
43	无羁萜	<i>Dendropanax dentiger</i> 根及枝茎	[14-15]

表 3 半枫荷类药用植物中的黄酮类化合物

Table 3 Flavonoids from medicinal plants of Ban-feng-he

No.	化合物	来源	参考文献
44	木犀草素	<i>Dendropanax dentiger</i> 茎	[14,16-17]
45	槲皮素	<i>Pterospermum heterophyllum</i> 根, <i>D. dentiger</i> 茎	[14,16-17,23]
46	芦丁	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
47	quercetin-3-O- α -L-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 6)- β -D-galactopyranoside	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
48	山柰酚-3-O- β -芸香糖苷	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
49	kaempferol 3-O-[β -D-apiofuranosyl-(1 \rightarrow 2)-(α -L-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 6))]- β -D-glucopyranoside	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
50	(-)-表儿茶素	<i>P. heterophyllum</i> 根	[23]
51	圣草酚	<i>P. heterophyllum</i> 根	[23]
52	花旗松素	<i>P. heterophyllum</i> 根	[23]

表 4 半枫荷类药用植物中的苯甲酸及苯酚类化合物

Table 4 Benzoic acids and phenols from medicinal plants of Ban-feng-he

No.	化合物	来源	参考文献
53	邻苯二甲酸二丁酯	<i>Dendropanax dentiger</i> 根	[19]
54	glucosyringic acid	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
55	di-O-methycernatin-4-(hydroxymethyl)-2,6-dimethoxyphenyl- β -D-glucopyranoside	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
56	淫羊藿苷 F2	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
57	蜀黍苷	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
58	香草酸	<i>Pterospermum heterophyllum</i> 根	[28]
59	2,6-二甲氧基-4-羟基-苯酚-1-O- β -D-吡喃葡萄糖苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[22]
60	3-甲氧基-4-羟基-苯酚-1-O- β -D-吡喃葡萄糖苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[22]
61	甲基熊果苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[22]
62	4-羟基-2-甲氧基-苯酚-1-O- β -D-吡喃葡萄糖苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[22]
63	2-甲氧基-4-羟基苯酚-1-O- β -D-呋喃芹菜糖基-(1 \rightarrow 6)-O- β -D-葡萄糖苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[23]
64	kelampayoside A	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
65	2-甲氧基-5-羟基-1,4-萘醌	<i>P. heterophyllum</i> 根	[24-25]
66	5,7-二羟基-6,8-二甲基色原酮	<i>P. heterophyllum</i> 根	[24-25]
67	heterophyllic acid	<i>P. heterophyllum</i> 根	[29]
68	heterophylloside A	<i>P. heterophyllum</i> 根	[29]
69	heterophylloside B	<i>P. heterophyllum</i> 根	[29]
70	heterophylloside C	<i>P. heterophyllum</i> 根	[29]
71	oldhamioside	<i>P. heterophyllum</i> 根	[29]
72	6'-O-vanilloylisotachioside	<i>P. heterophyllum</i> 根	[29]
73	鞣酸-3,3'-二甲醚	<i>Semiliquidambar cathayensis</i> 根	[26]
74	鞣酸-3,3',4-三甲醚	<i>S. cathayensis</i> 根	[26]
75	鞣酸-3,3'-二甲醚-4-O- β -D-木糖苷	<i>S. cathayensis</i> 根	[26]

发的作用机制。进一步实验结果表明,苯丙素类化合物 **10**,**17**,**18**,**11** 和 **16** 具有一定程度的抑制作用,它们的 IC₅₀ 分别为 224.4,37.0,55.6,94.7 和 426.6 mol·L⁻¹,而阳性药维生素 C 的 IC₅₀ 为 138.9 mol·L⁻¹ [20,32]。

2.2 抗氧化作用 *D. dentiger* 乙醇提取物的乙酸乙酯部位和正丁醇部位具有一定的 DPPH 自由基清除能力,从中分离得到的黄酮类化合物 **44** 和 **45**,苯丙素类化合物 **2**~**4**,**6** 和 **10** 也具有不同程度的 DPPH 自由基清除能力,它们的 IC₅₀ 分别为 0.038,0.051,0.895,0.057,0.188,0.687 和 0.741 μ mol·

L⁻¹,而经典的抗氧化剂 L-抗坏血酸的 IC₅₀ 为 0.059 μ mol·L⁻¹ [16]。

2.3 抗病毒作用 *S. cathayensis* 的提取物对乙型肝炎病毒 HBeAg 和 HBsAg 均具有很好的抑制作用,并提示其抗肝炎病毒活性的活性成分可能为齐墩果酸 [33]。

2.4 抗肿瘤作用 MTT 实验结果表明,单体化合物 **29** 对 A549 肿瘤细胞具有选择性的抑制作用 (IC₅₀ 为 1.22 μ mol·L⁻¹),**65** 对 A549, HCT-8, Bel7402, BGC-823 及 A2780 肿瘤细胞具有很强的抑制作用,其 IC₅₀ 分别为 0.21,0.55,0.40,0.59,0.34

表 5 半枫荷类药用植物中的脂肪链烃及甾体类化合物

Table 5 Aliphatic hydrocarbons and steroids from medicinal plants of Ban-feng-he

No.	化合物	来源	参考文献
76	正十四烷醇	<i>Dendropanax dentiger</i> 根	[15]
77	正三十烷醇	<i>D. dentiger</i> 茎	[14]
78	棕榈酸	<i>D. dentiger</i> 根及茎, <i>P. heterophyllum</i> 根, <i>S. cathayensis</i> 根	[14, 19, 24-25, 27]
79	硬脂酸	<i>D. dentiger</i> 根及茎, <i>S. cathayensis</i> 根	[14, 21, 26-27]
80	二十二烷酸	<i>D. dentiger</i> 茎	[14]
81	α -棕榈精	<i>Pterospermum heterophyllum</i> 根	[24-25]
82	单油酸甘油酯	<i>D. dentiger</i> 茎	[14]
83	β -谷甾醇	<i>D. dentiger</i> 根及茎, <i>P. heterophyllum</i> 根, <i>S. cathayensis</i> 根	[14, 19, 21, 24-28]
84	β -胡萝卜苷	<i>D. dentiger</i> 茎, <i>S. cathayensis</i> 根, <i>P. heterophyllum</i> 根	[14, 27-28]
85	6 β -hydroxystigmast-4-en-3-one	<i>P. heterophyllum</i> 根	[25]
86	5 α -stigmast-3,6-dione	<i>S. cathayensis</i> 根	[27]
87	豆甾-4-烯-3-酮	<i>P. heterophyllum</i> 根	[23]

表 6 半枫荷类药用植物中的其他类化合物

Table 6 Other compounds from medicinal plants of Ban-feng-he

No.	化合物	来源	参考文献
88	(9Z,16S)-16-hydroxy-9,17-octadecadiene-12,14-dienoic acid	<i>Dendropanax dentiger</i> 叶	[30]
85	(+)-3-oxo- α -ionyl- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	<i>Pterospermum heterophyllum</i> 根	[22]
86	长寿花糖苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[22]
87	3-methoxy- <i>D</i> -manno-1,4-lactone	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
88	alangionoside B	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
89	蔗糖	<i>D. dentiger</i> 根茎	[21]
90	莨菪苷	<i>P. heterophyllum</i> 根	[22]
91	thymidine	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
92	uridine	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
93	adenosine	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
94	2- β -D-glucopyranosyl-5(2H)-Isoxazolone	<i>D. dentiger</i> 叶和茎	[18]
95	金色酰胺醇酯	<i>P. heterophyllum</i> 根	[23]

$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ [22]。此外,68 对 κB 和 MCF-7 肿瘤细胞具有一定的抑制作用,其 IC_{50} 分别为 76.2 和 83.3 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ [29]。

2.5 活血化瘀作用 *S. cathayensis* 根的 95% 乙醇提取物及其石油醚部位、乙酸乙酯部位、正丁醇部位和水部位均能显著改善大鼠的血瘀状态、血液流变学及凝血相关指标即具有活血化瘀作用,其中水部位的作用最强且表现出明显的量-效关系 [34]。

2.6 其他作用 *D. dentiger* 叶的醇提取物具有抗心律失常的作用 [35], *P. heterophyllum* 的乙醇提取物对比哈小爪螨趋避作用 [36]。此外, *D. dentiger* 枝茎的 70% 乙醇提取物可降低急性高尿酸血症小鼠血尿酸水平,其作用机制可能与下调 mURAT1 和 mGLUT9 mRNA 的表达有关 [37]。

3 结语与展望

药用半枫荷的种类很多,涉及 5 科 6 属 12 种,是形态特征或临床功效相似的一类植物,具有祛风

除湿、活血通络的功效,用于治疗风湿、类风湿性关节炎等疾病,是一类具有较大开发价值的植物群。临床上以金缕梅科半枫荷 *S. cathayensis*, 五加科树参 *D. dentiger* 及梧桐科翻白叶树 *P. heterophyllum* 为常用且以 *S. cathayensis* 抗风湿作用最佳,然而相关的现代药理学评价研究甚少且没有进行药效的比较性研究。现代化学成分研究表明,以上 3 种来源不同科的常用药用半枫荷类植物的化学成分差异很大,是否提示着三者之间的抗风湿药效物质基础及作用机制是有差异的,但目前并没有相关的研究报道。因此,亟需对以上 3 种常用半枫荷类药物植物抗风湿的药效物质基础及作用机制进行较为系统、深入的比较性研究,为该类药物临床用药提供科学依据。

目前,临床上以 *S. cathayensis* 抗风湿作用最佳,但该植物资源量匮乏,为我国特有的单种属植物,已被列入《中国植物红皮书》和《中国物种红色

名录》中。因此,对3种常用半枫荷类药用植物 *S. cathayensis*, *D. dentiger* 及 *P. heterophyllum* 抗风湿的生物活性、物质基础及作用机制的比较性研究,为解决该类药材资源的短缺、替代资源及综合利用提供重要的参考价值。

【参考文献】

[1] 国家中医药管理局中华本草编委会. 中华本草. 第5卷[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999:389-390.

[2] 南京中医药大学. 中药大辞典. 上册[M]. 上海:上海科学技术出版社,2006:1082.

[3] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志. 第49卷[M]. 北京:科学出版社,1984:178.

[4] 中国科学院广西植物研究所. 广西植物志. 第2卷种子植物[M]. 南宁:广西科学出版社,2005:129.

[5] 杨武亮,姚振生. 半枫荷类药用植物的种类资源[J]. 中国野生植物资源,1996,15(2):20-21.

[6] 杨武亮,姚振生,舒任庚,等. 半枫荷神药组织学的探讨[J]. 时珍国医国药,1996,7(4):203-204.

[7] 张颖,贲喆,牛蓓,等. 药用半枫荷植物资源研究[J]. 农业资源与环境科学,2008,24(8):432-434.

[8] 彭余开,戴秋香,杨武亮,等. 金缕半枫荷的生药学研究[J]. 江西中医学院学报,1996,8(2):27-28.

[9] 陈耀东,赖惠清,李镇魁,等. 观赏珍稀濒危植物[M]. 广州:广东科技出版社,2012:134.

[10] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草. 第5卷[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999:793-794.

[11] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草. 第3卷[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999:751-752.

[12] 雷后兴,李水福. 中国畚族医药学[M]. 北京:中国中医药出版社,2008:426-427.

[13] 贾敏如,李星炜. 中国民族药志要[M]. 北京:中国医药科技出版社,2005:217,500,562.

[14] Zheng L P, He Z G, Wu Z J, et al. Chemical constituents from *Dendropanax dentiger* [J]. Chem Nat Compd, 2012, 48(5):883-885.

[15] Zhou Z W, He X R, Feng L H, et al. Chemical constituents from the roots of *Dendropanax chevalieri* [J]. Biochem Syst Ecol, 2013, 48(6):271-273.

[16] Zheng L P, He Z G. Antioxidant activity of phenolic compounds from *Dendropanax dentiger* (Harms) Merr. [J]. Asian J Chem, 2013, 25(14):7809-7812.

[17] 郑丽萍. 树参化学成分的提取分离及抗氧化活性的研究[D]. 福州:福建中医药大学,2010.

[18] Lai Y C, Lee S S. Chemical constituents from *Dendropanax dentiger*[J]. Nat Prod Commun, 2013, 8(3):363-365.

[19] 任刚,罗仇平,黄慧莲,等. 畚药半边风化学成分研

究[J]. 中药材,2012,35(1):62-64.

[20] 任刚,罗仇平,李文艳,等. 半边风苯丙素类成分及抑制中性粒细胞呼吸爆发活性研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(14):80-83.

[21] 方乍浦,李广义. 枫荷梨化学成分的研究[J]. 中草药,1989,20(1):9-11.

[22] 王蒙蒙,李帅,罗光明,等. 翻白叶树根的化学成分研究[J]. 中草药,2012,43(9):1699-1703.

[23] 韦柳斌,陈金嫚,叶文才,等. 翻白叶树根化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2012,37(13):1981-1984.

[24] 石妍,李帅,李红玉,等. 翻白叶树根化学成分的研究[J]. 中国中药杂志,2008,33(16):1994-1996.

[25] Li S, Shi Y, Shang X Y, et al. Triterpenoids from the roots of *Pterospermum heterophyllum* Hance [J]. J Asian Nat Prod Res, 2009, 11(7):652-657.

[26] 周光雄,杨永春,石建功,等. 金缕半枫荷化学成分研究[J]. 中草药,2002,33(7):589-591.

[27] 卢海啸,吴卓玲,梁伟江,等. 半枫荷根的化学成分研究[J]. 中药材,2015,38(12):2543-2546.

[28] 韦柳斌. 青天葵及翻白叶树根化学成分研究[D]. 广州:暨南大学,2012.

[29] Li D X, Yin Y P, Li J, et al. Bibenzyl and phenolic glycosides from *Pterospermum heterophyllum* [J]. Phytochemistry Lett, 2015,11:220-223.

[30] Chien S C, Tseng Y H, Hsu W N, et al. Anti-inflammatory and anti-oxidative activities of polyacetylene from *Dendropanax dentiger* [J]. Nat Prod Commun, 2014, 9(11):1589-1890.

[31] 杨武亮,姚振生,罗小泉,等. 金缕半枫荷的镇痛和抗炎作用[J]. 江西科学,1999,17(3):176-179.

[32] 相恒云,胡志成,任刚,等. 半边风醇提取物及不同极性部位对大鼠中性粒细胞呼吸爆发的抑制作用[J]. 时珍国医国药,2014,25(8):1817-1819.

[33] 孙静,郑雪凌,崔向珍,等. 半枫荷抗乙型肝炎病毒的药理活性研究[J]. 时珍国医国药,2014,25(10):2391-2393.

[34] 梁伟红,卢海啸,曾孟,等. 半枫荷提取物对血瘀模型大鼠的影响[J]. 中药材,2015,38(2):366-369.

[35] 黄金耀,刘春梅,齐丕骝,等. 树参叶抗心律失常作用的研究[J]. 中国中药杂志,1989,14(6):47-50.

[36] 张平方,刘红芳,罗永强,等. 25种热带植物乙醇提取物对比哈小爪螨趋避作用[J]. 植物保护,2006,32(4):57-60.

[37] 王娟,许兵兵,曾金祥,等. 畚药半边风醇提取物降低急性高尿酸血症小鼠血尿酸水平及机制研究[J]. 中国新药杂志,2016,25(3):334-338.

【责任编辑 顾雪竹】