

我国鸡血藤属和崖豆藤属药用植物的研究现状及比较

张庆熙, 金晨, 陈康, 程玉瑶, 李洵洵, 田晓丹, 陈志, 项沁, 曹光照, 张凌*

(江西中医药大学药学院, 现代中药制剂教育部重点实验室, 南昌 330004)

[摘要] 鸡血藤属与崖豆藤属系豆科多年生藤本植物,物种多、分布广,既可药用又可杀虫,还可用于观赏。随着对鸡血藤的需求量不断增加,野生药材蕴藏量濒临枯竭,造成市场上鸡血藤混用品和代用品不断增多,使鸡血藤药材的基原研究较为迫切。经查阅相关资料发现,目前鸡血藤药材主要以密花豆属、鸡血藤属与崖豆藤属三属存在,而鸡血藤属又是由崖豆藤属分出,这两属经历多次分与合的过程,现《中国植物志》官方网站接受将二者修订为两属。笔者拟对这两属药用植物的化学成分和药效作用等进行比较,旨在探索鸡血藤属与崖豆藤属的异同点,以确定从崖豆藤属分出鸡血藤属的合理性与必要性。通过比较后发现,这两属化学成分和药效作用各有不同,支持鸡血藤属从崖豆藤属分出,不建议混用。

[关键词] 鸡血藤属; 崖豆藤属; 历史沿革; 分子鉴定; 化学成分; 药理活性; 质量控制

[中图分类号] R22;R931;R28;G353.11 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2021)16-0198-11

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20210856 **[增强出版附件]** 内容详见<http://www.syfjxzz.com>或<http://cnki.net>

[网络出版地址] <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20210207.1442.006.html>

[网络出版日期] 2021-02-07 15:11

Research Status and Comparison on Medicinal Plants of *Callerya* and *Millettia* in China

ZHANG Qing-xi, JIN Chen, CHEN Kang, CHENG Yu-yao, LI Xun-xun, TIAN Xiao-dan, CHEN Zhi,
XIANG Qin, CAO Guang-zhao, ZHANG Ling*

(Key Laboratory of Modern Preparation of Traditional Chinese Medicine, Ministry of Education,
School of Pharmacy, Jiangxi University of Chinese Medicine, Nanchang 330004, China)

[Abstract] The Leguminosae perennial vines of *Callerya* and *Millettia* have many species and wide distribution, not only can be used for medicines, but also they have ornamental and insecticidal effects. With increasing demand for *Spatholobi Caulis*, and the reserves of wild medicinal materials are on the verge of exhaustion, resulting in the increasing number of mixtures and substitutes in the market, which makes it urgent to study the origin of *Spatholobi Caulis*. By referring to related literature, there are three major origins of *Spatholobi Caulis*, including *Callerya*, *Millettia* and *Spatholobus*. *Callerya* is separated from *Millettia*, they are divided and united for many times, now the official website of *Flora of China* has accepted the revision of them as two genera. This paper intends to compare the chemical components and pharmacodynamic effects of *Callerya* and *Millettia*, aiming to explore the similarities and differences between the two genera, so as to determine the rationality and necessity of separating *Callerya* from *Millettia*. After comparing, it was found that the chemical composition and pharmacodynamic effects of the two genera were different, which supported the separation of *Callerya* from *Millettia*, and it was not recommended to mix use of them.

[Keywords] *Callerya*; *Millettia*; historical evolution; molecular identification; chemical constituents; pharmacological activity; quality control

[收稿日期] 20201219(010)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81460595,81960697)

[第一作者] 张庆熙,在读硕士,从事中药学研究,Tel:0791-87118731,E-mail:1447853228@qq.com

[通信作者] *张凌,教授,博士生导师,从事药物化学成分和质量标准研究,Tel:0791-87118731,E-mail:dw64810@163.com

《中国植物志》官方网站(<http://www.iplant.cn/>)从2020年下半年开始接受原崖豆藤属 *Millettia* 部分物种修订为鸡血藤属 *Callerya* Endl, 正式将鸡血藤属与崖豆藤属分为两属。鸡血藤属与崖豆藤属植物系豆科多年生藤本植物、攀缘灌木或乔木,全球分别约有30种和100种,我国分别有26种(含8变种)和25种(含7变种)^[1],主要集中于南方地区,各民族使用的药用部位及功效不尽相同^[2]。经查阅近20年相关文献,发现从我国鸡血藤属植物中鉴定出了至少221种化合物,崖豆藤属植物中鉴定出了至少277种化合物,主要为黄酮类、木脂素类、甾体类及萜类等化合物,具有免疫调节、保护心血管系统、抗炎、抗氧化、抗肿瘤等药理活性。本文从历史沿革、化学成分、分子鉴定、药理活性及质量标准研究

方面对上述两属进行比较,发现有二者不同之处远大于相同之处,说明这两属药用植物不可混用,以期为我国相关植物资源的开发利用提供参考。

1 鸡血藤属与崖豆藤属药用植物历史沿革

1999年版《中华本草》和2006年版《中药大辞典》记载鸡血藤属中亮叶鸡血藤、丰城鸡血藤、网络鸡血藤及厚果鸡血藤可作为补血良药,具有活血补血、调经止痛、舒筋活络等功效^[3-4];经考证,鸡血藤属与崖豆藤属药用植物基原关系较为复杂,多次合并为同一属,导致多种混用品产生。通过查找国内外相关文献,现将这两属药用植物修订过程中重要事件进行整理,见表1。

表1 鸡血藤属与崖豆藤属药用植物的历史沿革

Table 1 Historical evolution of *Callerya* and *Millettia* medicinal plants

年份	出处	事件概况
1843	<i>Grundzüge der Botanik</i> ^[5]	将产自香港具有圆锥花序的木质藤本 <i>Marquartia tomentosa</i> Vogel描述为 <i>Marquartia</i> Vogel(丰城鸡血藤原异名)
1843	<i>Grundzüge der Botanik</i> ^[5]	将 <i>Marquartia</i> Vogel命名为 <i>Callerya</i> ,即鸡血藤属
1911	DUNN ^[6]	对崖豆藤属植物做出调整,将 <i>Callerya</i> 与 <i>Millettia</i> 合并,之后 <i>Callerya</i> 被长期认为广义的崖豆藤
1984	GEESINK ^[7]	根据 <i>Callerya</i> 植物具有真正圆锥花序和雄蕊的特征,重新将 <i>Callerya</i> 恢复并从 <i>Millettia</i> 分离出来
1994	《中国植物志》 ^[8]	将分离后的 <i>Callerya</i> 与 <i>Millettia</i> 合并为一属,命名为 <i>Millettia</i>
2010	<i>Flora of China</i> ^[1]	重新将 <i>Callerya</i> 恢复并从 <i>Millettia</i> 分离出来
2020	《中国植物志》官方网站	《中国植物志》官网中文版学名正式修订,接受 <i>Callerya</i> ,与《中国植物志》英文版一致

2 鸡血藤属与崖豆藤属形态特征及分子鉴别

2.1 形态特征 根据 *Flora of China* (<http://www.efloras.org>)记载,对两属植物形态特征进行汇总,见表2。经比较发现鸡血藤属叶片多为3~5片,圆锥花序顶生,以藤本或灌木为主,鲜见乔木;而崖豆藤属植物叶片数多为9~13片,多以乔木为主,少有灌木及藤本;此外,熊瑶等^[2]研究发现,鸡血藤属植物主

要集中分布在华中地区,而崖豆藤属主要集中分布在云南南部、广西、广东等华南地区。此外,通过比较这两属植物花粉粒大小,发现鸡血藤属植物花粉粒偏中等[极轴长(P)=(27.63 ± 10.55) μm ,赤道轴长(E)=(25.58 ± 13.18) μm],而崖豆藤属植物较小 [P =(24.56 ± 8.64) μm , E =(21.26 ± 8.6) μm],以此可区别两属的不同^[9]。

表2 鸡血藤属及崖豆藤属药用植物的形态特征

Table 2 Morphological characteristics of *Callerya* and *Millettia* medicinal plants

No.	物种	叶片信息	花长/cm	叶柄长度/cm	习性
1	美丽鸡血藤	叶13具小叶	2.5~3.5	3~4	草质藤本、灌木
2	滇桂鸡血藤	叶11或13具小叶	2.5	2~3	灌木、藤本植物
3	广东鸡血藤	叶7具小叶	1.8	2~4	藤本、攀援
4	宽序鸡血藤	叶(5或)具7小叶	1.4~1.5	5~6	藤本、藤灌木
5	网络鸡血藤	叶(5或)7或9具小叶	1.3~1.7	2~5	藤本、缠绕藤本
6	网络鸡血藤(原变种)	小叶3~4对	1.3~1.7	2~5	藤本
7	线叶鸡血藤	小叶3~4对	1.3~1.7	2~5	灌木
8	绿花鸡血藤	叶5(或7)具小叶	1.2	3~5	木质藤本
9	江西鸡血藤	叶7或9具小叶	1.2~1.5	2~3	陆生、藤本、缠绕状

续表 2

No.	物种	叶片信息	花长/cm	叶柄长度/cm	习性
10	喙果鸡血藤	叶 3(或 5)具小叶	1.5~2.5	5~8	灌木、木质藤本
11	皱果鸡血藤	叶 5 具小叶	1.5~2.0	6~11	灌木、木质藤本
12	灰毛鸡血藤	叶 5 具小叶	1.2~1.6	3~4	多年生草本、藤本
13	黔滇鸡血藤	叶 5 具小叶	1.5~2.0	3~5	灌木
14	滇缅鸡血藤	叶具 3 或 5 小叶	1.8~2.3	4~9	藤本植物
15	球子鸡血藤	叶具 3 小叶	1.5	4~6	木质藤本
16	锈毛鸡血藤	叶 5 具小叶	1.7	3~6	灌木、藤本植物
17	长梗鸡血藤	叶 5/7 具小叶	1.5~1.7	5~7	藤本
18	亮叶鸡血藤	叶 5 具小叶	1.6~2.4	3~6	灌木、藤本
19	亮叶鸡血藤(原变种)	叶 5 具小叶	2.2~2.4	3~6	灌木
20	峨眉鸡血藤	叶 5 具小叶	1.6~1.8	3~6	藤本、藤状灌木
21	丰城鸡血藤	叶 5 具小叶	1.6~1.8	3~6	藤本、灌木
22	密花鸡血藤	叶 5 具小叶	1.6	4.5~8.5	藤本植物
23	香花鸡血藤	叶 5 具小叶	1.2~2.4	5~12	攀缘灌木、木质藤本
24	香花鸡血藤(原变种)	叶 5 具小叶	1.2~1.8	5~12	小灌木、藤本
25	异果鸡血藤	叶 5 具小叶	1.2~1.8	5~12	木质藤本、灌木
26	雪峰山鸡血藤	叶 5 具小叶	1.8~2.4	5~12	藤状灌木
27	闹鱼崖豆	叶 5~9 具小叶	1.0~1.5	2~3	乔木
28	海南崖豆	叶 9 具小叶	1.2~1.5	6~8	藤本植物
29	思茅崖豆	叶 7~9 具小叶	1.1~1.3	5~6	乔木
30	厚果崖豆	叶 13~17 具小叶	2.1~2.3	7~9	藤本植物
31	印度崖豆	叶 13~19 具小叶	0.9~1.2	3~4	灌木或乔木
32	疏叶崖豆	叶 10~15 具小叶	1.2	2~5	灌木或乔木
33	红萼崖豆	叶 7~11 具小叶	1.0~3.0	8	乔木
34	孟连崖豆	叶 7~13 具小叶	1.0	4~8	灌木
35	垂序崖豆	叶(5 或)7~或 9 小叶	1.1~1.3	4.5~14	乔木
36	薄叶崖豆	叶 7~11 具小叶	1.0	8~12	乔木
37	绒毛崖豆	叶 15~19 具小叶	3.5~8.0	5~7	乔木
38	滇南崖豆	叶 7~9 具小叶	1.0~1.5	3.5~8	乔木
39	槁藤子崖豆	叶 7~13 具小叶	2.0~3.0	8~10	藤本植物
40	澜沧崖豆	叶 5 具小叶	0.8	8~13	藤本植物
41	红河崖豆	叶 13~17 具小叶	2.2	5~8	乔木
42	大穗崖豆	叶 7~11(或 13)小叶	1.8	8~9	乔木
43	香港崖豆	叶 9~13(或 15)小叶	8.0~11.0	3.5~4.5	灌木或乔木
44	华南小叶崖豆	叶 12~14 具小叶	1.0	2~3.5	灌木或乔木
45	台湾小叶崖豆	叶 11~15 具小叶	2.0	3~4	灌木或乔木
46	景东小叶崖豆	叶 9~13 具小叶	1.8	3~5	灌木或乔木
47	印度崖豆(原变种)	叶 10~14 具小叶	1.5	4	灌木或乔木
48	绒叶印度崖豆	叶 8~10 具小叶	1.3	2.5~4	灌木或乔木
49	云南崖豆	叶 11~13 具小叶	1.0	3~5	灌木或乔木
50	无患子叶崖豆藤	叶 7~11 具小叶	1.2	3.5~5.5	藤本植物
51	四翅崖豆	叶 7~11 具小叶	1.0~3.0	2~3	乔木

2.2 分子鉴别 遗传信息在药用植物种质资源研究中起重要作用,可直观反映生物个体或种群间基因组中某段基因的特异性,具有取材少、多态性好、易于观察等优点,是传统鉴定方法的良好补充。据报道,通过比较物种特异性差异基因片段可将种内、种间及混用品样本有效区分,如安冉等^[10]对香花鸡血藤及厚果崖豆藤植物进行基因测序,构建26S核糖体脱氧核糖核酸(rDNA)D1~D3区序列系统发育树,发现两者的亲缘关系明显较远,说明这2种植物可能在26S rDNA D1~D3区碱基序列存在明显的差异位点;熊瑶等^[11]通过分析鸡血藤属、崖豆藤属及混伪品植物样本构建核糖体DNA第二内转录间隔区(ITS2)-*matK-psbA-trnH*多基因联合贝叶斯系统发育树,发现ITS2序列能够对植物种内、种间及其混伪品进行有效的鉴定,说明ITS2序列存在明显的种间差异。此外,简单重复序列区间(ISSR)与随机扩增多态性DNA(RAPD)分子标记技术被广泛应用于种属分类、亲缘关系及遗传多样性的研究,具有灵敏度高、特异性强的优点,通过对鸡血藤属植物美丽鸡血藤、亮叶鸡血藤、广东鸡血藤及皱果鸡血藤进行ISSR分析,发现各物种聚合酶链式反应(PCR)扩增图谱存在明显差异,筛选出的4条DNA引物(UBC822, UBC836, UBC853, UBC895)可对不同品种进行有效区分^[12];翟明等^[13]通过对崖豆藤属、鸡血藤属和密花豆属植物的基因组进行RAPD分析,发现这三属植物DNA指纹图谱具有明显差异,可进行有效区分,适用于种质资源的鉴定。

3 化合物种类的比较

本课题组前期研究发现,从鸡血藤属与崖豆藤属药用植物中共分离出228种化合物,其中鸡血藤属154种,崖豆藤属83种,主要为黄酮类、萜类、甾体类、木脂素类等^[2]。对这两属中除网络鸡血藤、密花鸡血藤及亮叶鸡血藤等外的其他植物中化合物进行总结,并加以比较^[14-63],见增强出版附件材料。

3.1 鸡血藤属

3.1.1 黄酮类^[14-20,22-23] 黄酮是鸡血藤属植物的主要成分,也是重要的活性成分,具有抗菌、抗病毒、增强免疫力的生理活性。目前从美丽鸡血藤、黔滇鸡血藤、丰城鸡血藤及香花鸡血藤4种鸡血藤属药用植物鉴定出45种该类成分,其中异黄酮31种,黄酮11种,查尔酮3种,大部分以苷元形式存在,7位羟基易与单糖或二糖结合成苷类化合物。

3.1.2 萜类 萜类化合物在自然界中分布广泛,具

有较高的药用价值,鸡血藤属药用植物中主要以三萜类化合物存在,目前已从香花鸡血藤叶部位^[25]分离出木栓烷型五环三萜类化合物epifriedelenol(1),从美丽鸡血藤干燥根的石油醚提取部位中^[28]鉴定出四环三萜类化合物紫菀酮(2)。

3.1.3 甾体类 甾体类成分具有抗炎、抗凝血等作用,是合成甾体类激素的重要原料。目前已在美丽鸡血藤^[27]中分离得到2种甾体类化合物,即 β -谷甾醇(3)和 β -谷甾醇亚油酸酯(4)。其中 β -谷甾醇对破骨细胞的产生有明显抑制作用,但当碳3位被亚油酸基团取代后,对抑制破骨细胞产生的活性显著降低,说明碳3位的亚油酸基团可能不利于产生抑制破骨细胞的活性;另外,在香花鸡血藤三氯甲烷提取部位中^[15]分离得到了谷甾醇-3-O-葡萄糖苷(5)。

3.1.4 生物碱类 生物碱类化合物结构多变,在鸡血藤属药用植物中分布较少,通过核磁共振氢谱(¹H-NMR)鉴定,在香花鸡血藤正丁醇提取部位^[15]中分离鉴定出一种生物碱类化合物3H-imidazo[4,5-c]pyridine(6)。

3.1.5 其他类 鸡血藤属药用植物的化学成分复杂多样,除上述成分外,还从美丽鸡血藤石油醚部位中^[21,26]分离鉴定出正二十四烷(7),十八烷(8)和二肽金色酰胺醇酯(9);从其乙酸乙酯部位中^[22,24]分离鉴定出3 β ,11 α -二羟基-6(7),12(13)-二烯-乌苏烷(10),3 β ,11 α -二羟基-12(13)-烯-乌苏烷(11),5-羟甲基糠醛(12)和 α -甲氧基-2,5-呋喃二甲醇(13);从其三氯甲烷部位中^[27-28]分离鉴定出单棕榈酸甘油酯(14),二十七烷酸甘油酯(15),香草醛(16),琥珀酸甲酯(17),1-辛醇(18),双去氧基姜黄素(19)和(E)-3,3'-二甲氧基-4,4'-二羟基-1,2-二苯乙烯(20)。此外,在丰城鸡血藤二氯甲烷部位中^[14]分离鉴定出了黄芪甙(21),在香花鸡血藤正丁醇部位中^[15]分离鉴定出了2,4,6-trimethoxyphenol-1-O- β -D-glucopyranoside(22)。

3.2 崖豆藤属

3.2.1 黄酮类 黄酮类化合物是崖豆藤属植物的主要化学成分,包括黄酮类、异黄酮类、查尔酮类等,目前已从崖豆藤属11种药用植物中鉴定出至少154种^[29-60,62]。此外,崖豆藤属药用植物中还含有多种二氢异黄酮衍生物紫檀素类化合物。此类化合物具有一定的抗癌活性,且苷的活性强于苷元,如在海南崖豆^[31]中分离得到了美迪紫檀素(23),(-)-variabilin(24), demethylmedicarpin(25)及flemichapparin B(26),其中flemichapparin B对

HepG2, MCF-7, HeLa 细胞均具有细胞毒性作用,且半抑制浓度(IC_{50})处于 $5\sim 40\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$;在垂序崖豆藤^[48]、绒毛崖豆^[56]中还分离得到了 4-hydroxy-3-methoxy-8,9-methylenedioxypterocarpan(27)和 3-羟基-7,9,10-三甲氧基紫檀素(28)。

3.2.2 鱼藤酮类 鱼藤酮类成分具有较好的杀虫和毒鱼作用。目前已从厚果崖豆藤种子中^[30,39-40,51]分离到了多种鱼藤酮类化合物,即 deguelin(29), 12a-hydroxyelliptone(30), 羟基鱼藤素(31), 鱼藤酮(32), cis-12a-hydroxyrotenone(33), cis-12a-hydroxyrot-2'-enoic acid(34), β -hydroxyrot-2'-enonic acid(35)和 2-odemethyltephrosin(36),其种子提取物可用作驱虫药,具有驱虫效果。此外,在海南崖豆根茎^[31]及印度崖豆果实中^[43]也发现了鱼藤酮类化合物 dalbinol(37), 6 α -methoxyhomopterocarpan(38), 6 α -methoxypterocarpan(39)。

3.2.3 有机酸类 有机酸具有一定的抗菌、抗氧化活性,如通过质谱及 NMR 技术在垂序崖豆藤茎^[61]中分离鉴定出 2 种有机酸类化合物[丁香酸(40)和 4-羟基-3-甲氧基苯甲酸(41)],其中丁香酸对 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)有较强的清除作用($IC_{50}=16.94\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)。此外,在云南采集的海南崖豆藤茎中^[31]分离鉴定出了 dihydrophaseic acid(42)。

3.2.4 联苯烯类 联苯烯类化合物在崖豆藤属植物中分布较少,现仅在云南孟连崖豆^[47]及疏叶崖豆^[42]乙酸乙酯部位中分离出 3 种联苯烯类化合物,即 griffilignan A(43), 2,6,2',6'-tetramethoxy-4,4'-bis(2,3-epoxy-1-hydroxypropyl)biphenyl(44)和 2-羟基-4-甲氧基-4'-异戊烯基反式二苯乙烯(45)。

3.2.5 酚类 酚类化合物有微弱的酸性,具有抗菌、抗病毒活性,低剂量可提升机体免疫系统、调节 γ -免疫球蛋白。有研究从疏叶崖豆叶中^[44]分离得到了 1 种酚类化合物——(-)-南烛木树脂酚(46),该化合物对醌氧化还原酶 1(NQO1)具有显著的诱导作用,可抑制肿瘤细胞的产生;另在云南采集到的海南崖豆二氯甲烷提取部位中^[31],通过色谱分离、质谱及 NMR 等技术鉴定出了酚类化合物 dehydroniciferyl alcohol(47)。

3.2.6 糖类 崖豆藤属植物中还含有少量的糖类化合物,主要以二糖、多糖形式存在。如从疏叶崖豆中^[60,63]分离纯化得到了蔗糖(48)和多糖(49),通过硫酸-苯酚法及气相色谱法分析表明,该多糖主要由葡萄糖和阿拉伯糖组成。

3.2.7 其他 此外,崖豆藤属药用植物中还包括甾

体类、酯类、生物碱类等化合物。在垂序崖豆藤茎的二氯甲烷提取部位^[61]中分离出了 4 种甾体类化合物[环桉烯醇(50),植物甾醇(51),7-oxostigmasterol(52)和 7-oxositosterol(53)]和 1 种低聚芪类化合物[(-)-balanocarpol(54)],正丁醇提取部位^[48]中分离出了酮类化合物蜂蜜曲菌素(55);从海南崖豆二氯甲烷提取部位中^[31]首次分离得到酮类化合物 pachythone A(56),以及莱菔素(57)和(+)-vomifolol(58);从垂序崖豆正丁醇提取部位中^[48]分离得到醌类化合物大黄素甲醚(59);从红萼崖豆乙酸乙酯部位^[47]分离了 2 种酯类化合物,即 4-hydroxy-3-methoxy-trans-cinnamic acid methyl ester(60)和邻苯二甲酸二丁酯(61);在厚果崖豆藤种子^[40]中分离出了 1 种生物碱类化合物小檗碱(62)。

结合本课题组前期研究,从我国鸡血藤属中共分离出 221 种化合物、崖豆藤属中分离出 277 种化合物,鸡血藤属有 7 种植物涉及化学成分的研究,崖豆藤属则有 11 种。目前两属分离出的化合物相同成分为 13 种,其中异黄酮类 8 种,黄酮类 4 种,鱼藤酮类 1 种。不同成分鸡血藤属有 208 种,主要为异黄酮类;崖豆藤属有 264 种,主要为黄酮类和异黄酮类,见图 1。

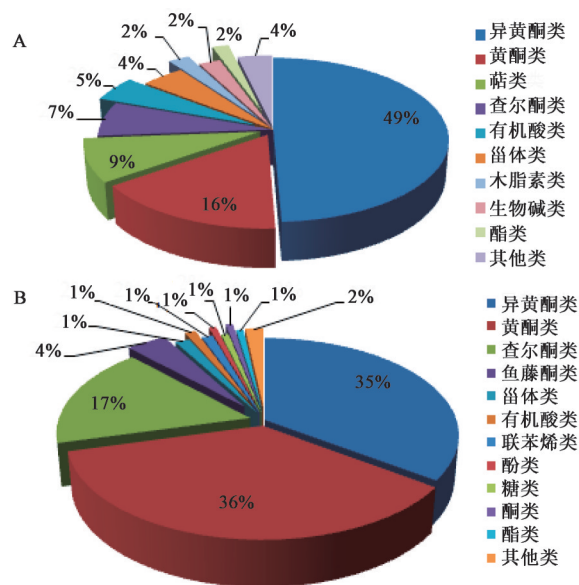


图1 鸡血藤属(A)和崖豆藤属(B)中各类化合物的比例

Fig. 1 Proportions of various compounds in *Callerya* (A) and *Millettia* (B)

4 药理作用比较

鸡血藤属药理作用主要以抗炎、抗氧化、抗疲劳和增强机体免疫系统和造血功能为主^[64],崖豆藤属药理作用则主要以杀虫、抗肿瘤、保护肝脏和心

肌等作用为主^[65]。两属间既有相同之处,又有不同之处及侧重点。综合分析后发现,鸡血藤属美丽鸡血藤、网络鸡血藤、丰城鸡血藤及香花鸡血藤4种植物涉及药理相关研究,其中以美丽鸡血藤的研究居多。崖豆藤属厚果崖豆、疏叶崖豆、孟连崖豆、垂序崖豆及红萼崖豆5种植物涉及药理相关研究,其中以疏叶崖豆的研究居多。

4.1 药理作用相同点

4.1.1 抗氧化 鸡血藤属植物具有较好的清除自由基活性,其抗氧化能力因黄酮类成分种类和含量不同而有所差异。相关研究表明,美丽鸡血藤总黄酮提取液对DPPH, 2,2'-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐(ABTS)有较好的清除作用,对铁离子还原/抗氧化能力(FRAP)呈显著正相关^[66];丰城鸡血藤黄酮类化合物对DPPH清除活性较强,对氧负离子自由基($O_2^{\cdot-}$)的清除活性次之,而对羟基自由基($\cdot OH$)的清除活性较弱,不同化合物组成及含量不同,其清除自由基的能力表现不同,这可能与羟基在黄酮母核上的位置有关^[67]。另有研究发现,疏叶崖豆多糖与皂苷对 $O_2^{\cdot-}$ 有明显的抑制和清除作用,并对 $\cdot OH$ 也有一定的清除作用^[68]。

4.1.2 抗肿瘤 抗肿瘤药物主要通过抑制肿瘤细胞的增殖、侵袭和迁移,破坏细胞的DNA结构,影响肿瘤微环境及诱导其凋亡等途径发挥抑制作用。从香花鸡血藤中提取的12种化合物对5种肿瘤细胞均有抑制作用,其中millesianins C对人胃癌细胞BGC-823有较强抑制作用($IC_{50}=0.74 \mu mol \cdot L^{-1}$)^[15];疏叶崖豆中多糖类化合物对人肝肿瘤细胞BEL7404 G₂/M期有较强的阻滞作用,可通过调控细胞周期,从而抑制细胞增殖并促进凋亡^[69];从台湾小叶崖豆中分离出来的昆明鸡血藤素对小鼠皮肤瘤细胞的增殖有明显抑制作用,可作为一种具有潜在研究价值的抗肿瘤药物^[70]。

4.1.3 保护呼吸系统 呼吸系统病变主要集中在气管、支气管和肺脏等部位,发病时常伴有多种炎症细胞及炎症因子增加。美丽鸡血藤总黄酮及绿花鸡血藤总黄酮通过调节核转录因子- κB (NF- κB) p65通路,可降低炎症因子水平,从而对由脂多糖(LPS)引起的急性肺损伤均有较好的抗炎作用^[71];曾嵘^[72]研究发现从疏叶崖豆中提取出的黄酮、皂苷、多糖类化合物均可下调白细胞介素(IL)-4和免疫球蛋白E(IgE)水平,抑制嗜酸性粒细胞(EOS)活化,发挥抗炎及免疫调节作用,从而延长哮喘引喘潜伏期,有效缓解哮喘症状。

4.2 药理作用侧重点

4.2.1 鸡血藤属抗炎 现今化学合成药物在抗炎类药物中占据主导地位,但由于其易产生耐药性,导致抗炎作用效果降低。因此,寻找具有抗炎作用的天然药物成分意义重大。鸡血藤属植物具有良好的抗炎作用,其中美丽鸡血藤多糖组分能够显著改善小鼠肝脏肿大症状,抑制肝细胞膜的过氧化、降低环氧合酶-2(COX-2)的浓度,从而发挥抗炎作用^[73]。通过对类风湿性关节炎(RA)大鼠灌胃给予丰城鸡血藤二氯甲烷提取物,发现其可明显下调促炎症因子IL-1 β 及肿瘤坏死因子- α (TNF- α)的水平,从而发挥了抗RA的作用^[74]。

4.2.2 鸡血藤属增强免疫功能 天然免疫系统是帮助宿主抵抗病原体入侵的第一道防线,巨噬细胞、淋巴细胞在天然免疫系统中发挥着重要作用,能够抵抗微生物感染、预防癌症和免疫疾病的发生。美丽鸡血藤多糖类化合物可促进小鼠T淋巴细胞的增殖,通过上调TNF- α , IL-6及下调前列腺素E₂(PGE₂)水平,从而增强免疫^[75];其中多糖组分MSCP2通过免疫调节实验表明,其可通过调节细胞核糖核酸(RNA)表达来提高巨噬细胞的增殖能力,增加一氧化氮(NO)和细胞因子的分泌,达到增强免疫系统的作用^[76]。

4.2.3 鸡血藤属改善造血功能 机体内造血细胞可通过增殖、分化为成熟的血细胞进入外周血液循环,维持机体正常供血。破坏造血细胞之间的动态平衡,可造成骨髓抑制即骨髓中的祖细胞活性降低,从而影响外周血象,引起贫血^[77]。丰城鸡血藤作为江西道地药材,载于2014年版《江西省中药材标准》^[78],功效活血补血、调经止痛、舒筋活络等,对治疗血液系统疾病有很好的疗效,部分地区甚至将丰城鸡血藤作为鸡血藤替代品使用。张凌等^[79]研究表明丰城鸡血藤醇提物对辐射损伤小鼠造血系统具有保护作用,通过促进辐射造血系统损伤小鼠外周血象的恢复,保护造血系统功能。陈晓白等^[80]研究发现美丽鸡血藤煎煮液可明显改善造血系统损伤小鼠的外周血象,提高胸腺指数、脾脏指数,改善小鼠的造血功能,并具有明显的量效关系。

4.2.4 崖豆藤属保护肝脏 肝脏作为人体重要的代谢和排毒器官,承担着重要的生理功能,被称为人体的“综合化工厂”。近年来,相关研究发现疏叶崖豆对肝脏有较好的保护作用,其黄酮类成分可以通过下调谷氨酸氨基转移酶(ALT),天门冬氨酸氨基转移酶(AST)水平及丙二醛(MDA)含量来增强

超氧化物歧化酶(SOD),谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)及谷胱甘肽(GSH)活性,对四氯化碳(CCl_4)诱导所致的大鼠肝纤维化模型有较好的逆转作用,这可能与抑制脂质过氧化、清除自由基有关^[81];此外,疏叶崖豆多糖通过对鸭乙型肝炎病毒DNA(DHBV-DNA)强阳性麻鸭进行治疗后,能够明显抑制病变细胞增殖,对肝细胞具有较好的保护作用^[82]。

4.3 药理作用不同点

4.3.1 鸡血藤属抗疲劳作用 疲劳是机体复杂生理变化产生的结果,其主要原因是供能物质下降,以及血乳酸(LD)和血尿素氮(BUN)等代谢产物的积累,近年来,不少学者发现食物或中药多糖类化合物具有良好的抗疲劳作用。从美丽鸡血藤中筛选出来的多糖类化合物有较强的抗疲劳、抗应激作用,其机制主要是对能量代谢、抗氧化功能进行调节,降低LD和BUN的含量,清除机体中由于过量运动产生的自由基,从而起到缓解疲劳的作用^[83-84]。

4.3.2 鸡血藤属抗血栓作用 抗血栓(血瘀)类药物主要通过降低血液黏度、抑制血小板聚集速度、降低血栓形成的可能性,从而达到活血化瘀的作用。丰城鸡血藤具有活血补血、调经止痛、舒筋活络等作用,其黄酮类化合物各剂量组均能有效抑制血小板聚集,从而减少血栓的形成^[85]。LIAO等^[18]从丰城鸡血藤分离得到14种黄酮类化合物,并对LPS激活的RAW264.7巨噬细胞进行体外抗凝实验,发现具有抗血小板聚集的活性,且部分化合物存在良好的量效关系,具有一定的抗血栓作用。

4.3.3 崖豆藤属保护心肌细胞 心肌缺血可导致心脏氧的供需失衡,当恢复血流后组织功能出现代谢障碍,甚至出现不可逆性损伤,从而导致心肌缺血再灌注(I/R)损伤。近年来,国内外有较多关于崖豆藤属保护心肌细胞的研究,其中以疏叶崖豆研究居多。覃斐章等^[86]研究发现疏叶崖豆中的查尔酮类化合物可通过激活Janus激酶2/信号转导和转录激活子3(JAK2/STAT3)通路减少细胞凋亡,通过下调B细胞淋巴瘤-2(Bcl-2)相关X蛋白(Bax)及上调磷酸化-JAK2(p-JAK2),p-STAT3,Bcl-2表达水平,从而减轻大鼠离体I/R损伤,对心肌细胞有较好的保护作用。此外,吕纪华等^[87]研究发现疏叶崖豆黄酮类化合物可减少心肌细胞凋亡、减轻钙超载,从而对大鼠离体I/R损伤起到修复作用。

4.3.4 崖豆藤属杀虫 常见的农药杀虫剂会导致昆虫产生耐药性,且大部分杀虫剂含有有害成分,

会对环境及生态系统的平衡造成影响。而植物源杀虫剂具有分解快、残留少、多靶标、不易产生抗性等特点,可作为绿色杀虫剂使用。崖豆藤属中厚果崖豆二氯甲烷提取物通过背部涂抹法和日粮掺入法能显著抑制斜纹夜蛾的生长^[88]。另外,厚果崖豆种子提取物可抑制小菜蛾、菜青虫生长,其中乙醇提取物的杀虫效果最佳^[89]。

4.3.5 崖豆藤属保护神经系统 神经在机体生理调节中起主导作用,许多研究发现抗抑郁药物主要通过控制脑内单胺受体后腺苷酸环代酶(AC)来调节,并激活环磷酸腺苷/环磷酸腺苷反应元件结合蛋白(cAMP/CREB)信号途径,从而有利于神经元的保护和再生。疏叶崖豆多糖类化合物可增强AC的活性,显著上调慢性应激小鼠各脑区中cAMP水平,从而达到抗抑郁的作用^[90]。另外,疏叶崖豆多糖可通过降低脑含水量,脑梗死体积,一氧化氮合酶(NOS)活性,Bax表达,MDA和NO含量,增加脑组织SOD活性和Bcl-2表达,降低神经元水肿,从而减少脑缺血再灌注的损伤^[91]。

4.3.6 其他 此外,有学者发现美丽鸡血藤还有降尿酸^[92]、降血糖^[93]的功效,甚至可用于保健品开发^[94];疏叶崖豆对烫伤^[95]也有一定疗效。

5 质量评价的比较

5.1 鸡血藤属 目前鸡血藤属植物质量评价主要归纳为3个方法,即形态学、指纹图谱、红外光谱。形态学研究主要包括根据性状、来源、显微鉴定药用植物的真伪,评价药材的优劣,这种传统的评价方法具有可靠性,已被多个地方标准收载,如1996年版《江西省中药材标准》收载的丰城鸡血藤粉末为黄色,石细胞成群,黄色;木栓细胞和分泌细胞内含棕红色色素;淀粉粒类圆形^[96]。2004年版《广东省中药材标准》(第一册)规定美丽鸡血藤显微、粉末、理化鉴别,特征明显,可与伪品相区分^[97]。中药指纹图谱是建立在化学成分研究基础上且应用广泛的中药鉴定方法之一,研究人员对不同产地的丰城鸡血藤黄酮类化合物及美丽鸡血藤提取物建立了指纹图谱^[98-99],有效地标定了共有峰,可对植物进行有效区分,为相关药材的质量控制提供了科学依据。此外,有研究利用红外光谱对不同产地美丽鸡血藤、网络鸡血藤及广东鸡血藤的不同药材部位进行了研究,结果表明同种不同产地、同产地不同部位的红外光谱特征峰存在较大差异,可作为定性分析的依据之一^[100]。

黄酮类是鸡血藤属植物主要的活性化合物,对

此类成分的含量进行研究可有效反映该药用植物的质量,例如,利用反相高效液相色谱法(RP-HPLC)建立了一种有效测定丰城鸡血藤大豆黄酮、染料木素、美皂异黄酮和刺芒柄花素含量的方法^[101]。

5.2 崖豆藤属 崖豆藤属植物中涉及质量标准研究的植物较少,目前仅发现疏叶崖豆及厚果崖豆涉及定性和定量方面研究。疏叶崖豆常易与其混伪品水罗伞混淆,经性状、显微及色谱分析研究后,发现两者均有明显的鉴别特征^[102],此外,疏叶崖豆不同提取液所对应的吸收峰波长不同^[103],1990年版《广西中药材标准》对疏叶崖豆进行了性状、显微鉴别^[104]。上述特性可作为疏叶崖豆鉴别的依据,并为其质量控制提供标准。

水皮黄素为疏叶崖豆主要成分,对其含量进行研究可较好地反映该药用植物的质量。有研究发现不同产地、不同部位的疏叶崖豆中水皮黄素含量存在差异,且以根部含量为最高,为该药材质量控制提供了实验依据^[105];另有学者通过电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)对疏叶崖豆中5种重金属进行了测定,结果表明疏叶崖豆中5种重金属的含量均低于相应重金属限量标准^[106]。

6 讨论与展望

鸡血藤属与崖豆藤属主要区别在于形态特征、习性及其地理分布。鸡血藤属主要以藤本或灌木为主,最早发现于香港,集中分布在华中地区;而崖豆藤属多以乔木为主,少有灌木及藤本,主要集中于华南地区。两属化学成分类别较为相似,黄酮类化合物为两属药用植物中最主要的成分,但化合物种类及所占比例不一,共有成分仅有13种。目前关于药理作用方面的研究崖豆藤属多于鸡血藤属,涉及到的种也多。两者在药理作用上有很多相似之处,但侧重点不同。两者对于抗氧化、抗肿瘤、呼吸系统作用均有良好的效果;侧重点在于,鸡血藤属药理作用更侧重于血液系统保护、免疫系统影响及抗炎作用,而崖豆藤属中疏叶崖豆则对肝脏的保护较为显著;不同点在于,鸡血藤属药用植物对抗疲劳、抗血栓、降尿酸、降血糖有一定作用,而崖豆藤属中厚果崖豆则具有良好的杀虫作用,可作为潜在的杀虫剂,但具体作用机制与靶点尚未明确。对于两属药用植物质量标准的物种研究比较集中,且鸡血藤属研究较崖豆藤属较完善。崖豆藤属和鸡血藤属民间作为药用植物在我国共有51种,其中进行药效学和化学成分基础研究的有10~12种,整体上研究

尚不充分、不完全,有关临床的不良反报道罕见,下一步建议结合现代研究方法和手段挖掘其作用机制和物质基础;建立专属性鉴别方法和质量标准,加大临床实验研究。综上所述,崖豆藤属、鸡血藤属不建议归为同一属,支持两属分开,更不能代替使用。

【参考文献】

- [1] ZHI W, PEDLEY L. Flora of China [M]. Beijing: Science Press, 2010: 176-187.
- [2] 熊瑶, 金晨, 张凌, 等. 我国崖豆藤属药用资源研究进展[J]. 中药材, 2020, 143(4): 1015-1022.
- [3] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 564-571.
- [4] 南京中医药大学. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2006: 422.
- [5] ENDLICHER S, UNGER F. Grundzüge der Botanik [M]. Wien: Carl Gerold, 1843: 22.
- [6] DUNN S T. A revision of the genus *Millettia* Wight et Arn [J]. Bot J Linn Soc, 1912, 41(280): 123-243.
- [7] GEESINK R. Scala Millettiearum [M]. Leiden: Leiden University Press, 1984: 82-85.
- [8] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1994: 135-138.
- [9] 夏骞, 王婉瑶, 涂铁要, 等. 国产鸡血藤属和崖豆藤属(豆科)的花粉形态及其系统学意义[J]. 热带亚热带植物学报, 2018, 26(5): 529-537.
- [10] 安冉, 杨锦芬, 刘军民, 等. 基于26S rDNA D1-D3区序列分析的鸡血藤及其混淆品的分子鉴别[J]. 广州中医药大学学报, 2010, 27(4): 403-406.
- [11] 熊瑶, 金晨, 张凌, 等. 鸡血藤及其混伪品的DNA条形码分子鉴定研究[J]. 中草药, 2020, 51(12): 3274-3283.
- [12] 李丽, 李志英, 黄碧兰, 等. 美丽鸡血藤种质资源遗传多样性的ISSR分析[J]. 热带作物学报, 2013, 34(12): 2320-2325.
- [13] 翟明, 刘军民, 安冉, 等. 鸡血藤类药材种质资源的RAPD分析[J]. 中药新药与临床药理, 2010, 21(4): 413-415.
- [14] 廖辉, 张凌, 金晨, 等. 丰城鸡血藤的化学成分分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(16): 62-67.
- [15] 巩婷. 白花油麻藤和香花崖豆藤化学成分及生物活性研究[D]. 北京: 北京协和医科大学, 2010.
- [16] YE M, YANG W Z, LIU K D, et al. Characterization of flavonoids in *Millettia nitida* var. *hirsutissima* by HPLC/DAD/ESI-MSⁿ [J]. J Pharm Anal, 2012, 2(1): 35-42.
- [17] 向诚, 成军, 梁鸿, 等. 丰城鸡血藤异黄酮类化合物的

- 分离鉴定[J]. 药学学报, 2009, 44(2): 158-161.
- [18] LIAO X L, LUO J G, KONG L Y. Flavonoids from *Millettia nitida* var. *hirsutissima* with their anticoagulative activities and inhibitory effects on NO production[J]. J Nat Med, 2013, 67(4): 856-861.
- [19] 成军, 王京丽, 梁鸿, 等. 丰城鸡血藤化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(15): 1921-1926.
- [20] FU M Q, XIAO G S, XU Y J, et al. Chemical constituents from roots of *Millettia speciosa* [J]. Chin Herb Med, 2016, 8(4): 385-389.
- [21] DING P, QIU J Y, YING G, et al. Chemical Constituents of *Millettia speciosa* [J]. Chin Herb Med, 2014, 6(4): 332-334.
- [22] 沈茂杰, 叶春秀, 钟霞军, 等. 牛大力的化学成分研究[J]. 华西药理学杂志, 2017, 32(5): 456-458.
- [23] 尹航, 陈敏, 范菊娣, 等. 黔滇崖豆藤化学成分的研究[J]. 中药材, 2007, 30(5): 540-542.
- [24] 王春华, 王英, 王国才, 等. 牛大力的化学成分研究[J]. 中草药, 2008, 39(7): 972-975.
- [25] HUI W H, CHAN W S, LEUNG H K. Triterpenoids and sterols from three *Millettia* species [J]. Pergamon, 1973, 12(2): 474-475.
- [26] 王呈文, 舒火明, 张金超, 等. 牛大力石油醚部位化学成分研究 [C]//海南省药学会. 第六届海南省科技论坛“医药科技创新与药品质量安全”专题论坛、海南省药学会2012年学术年会论文集: 2012年卷. 海口: 出版社不详, 2012: 190-193.
- [27] 刘雅兰, 张毓婷, 顾琼, 等. 牛大力根化学成分及其抑制破骨细胞产生活性[J]. 天然产物研究与开发, 2019, 31(12): 2046-2050, 2188.
- [28] 王呈文, 陈光英, 宋小平, 等. 牛大力的化学成分研究[J]. 中草药, 2014, 45(11): 1515-1520.
- [29] KAMPERDICK C, PHUONG N M, SUNG T V, et al. Flavones and isoflavones from *Millettia ichthyochtona* [J]. Phytochemistry, 1998, 48(3): 577-579.
- [30] MAI H, NGUYEN T, PHAM V, et al. Cytotoxic prenylated isoflavone and bipterocarpan from *Millettia pachyloba* [J]. Planta Med, 2010, 76(15): 1739-1742.
- [31] YAN W, YANG J H, TANG H, et al. Flavonoids from the stems of *Millettia pachyloba* Drake mediate cytotoxic activity through apoptosis and autophagy in cancer cells [J]. J Adv Res, 2019, 20: 117-127.
- [32] NA Z, FAN Q F, SONG Q S, et al. Three new flavonoids from *Millettia pachyloba* [J]. Phytochem Lett, 2017, 19: 215-219.
- [33] NA Z, SONG Q, HU H B. Flavonoids from twigs of *Millettia leptobotrya* Dunn [J]. Rec Nat Prod, 2013, 7(4): 307-312.
- [34] OKAMOTO Y, SUZUKI A, UEDA K, et al. Anti-estrogenic activity of prenylated isoflavones from *Millettia pachycarpa*: implications for pharmacophores and unique mechanisms [J]. J Health Sci, 2006, 52(2): 186-191.
- [35] BOONCHOO S, KITTISAK L, JURGEN C, et al. New flavones from *Millettia Erythrocalyx* [J]. J Nat Prod, 2002, 65(4): 589-591.
- [36] CHIHAIRO I, MASATAKA I, MINAKO K, et al. Isoflavonoids with antiestrogenic activity from *Millettia pachycarpa* [J]. J Nat Prod, 2006, 69(1): 138-141.
- [37] SINGHAL A K, SHARMA R P, MADHUSUDANAN K P, et al. New prenylated isoflavones from *Millettia pachycarpa* [J]. Phytochemistry, 1981, 20(4): 803-806.
- [38] SINGHAI N C, BARUA R P, SHARMA J N, et al. A chalcone and an isoflavone from *Millettia pachycarpa* seeds [J]. Phytochemistry, 1983, 22(4): 1005-1006.
- [39] SINGHAL A K, SHARMA R P, THYAGARAJAN G, et al. New prenylated isoflavones and a prenylated dihydroflavonol from *Millettia pachycarpa* [J]. Phytochemistry, 1980, 19(5): 929-934.
- [40] TU Y B, WU C H, KANG Y Y, et al. Bioactivity-guided identification of flavonoids with cholinesterase and β -amyloid peptide aggregation inhibitory effects from the seeds of *Millettia pachycarpa* [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2019, 29(10): 1194-1198.
- [41] YE H, FU A, WU W, et al. Cytotoxic and apoptotic effects of constituents from *Millettia pachycarpa* Benth [J]. Fitoterapia, 2012, 83(8): 1402-1408.
- [42] XUE L L, WU W S, MA X, et al. Modulation of LPS-induced inflammation in RAW264.7 murine cells by novel isoflavonoids from *Millettia pulchra* [J]. Bioorg Chem, 2020, 97: 103693.
- [43] BARUAH P, BARUA N C, SHARMA R P, et al. Flavonoids from *Millettia pulchra* [J]. Phytochemistry, 1984, 23(2): 443-447.
- [44] WANG W L, LI N, WANG J, et al. Bioactive benzofuran-chalcones as potential NQO1 inducers from *Millettia pulchra* (Benth) kurzvar-laxior (Dunn) Z. Wei [J]. Phytochemistry, 2016, 131: 107-114.
- [45] 陆晖, 陆瑞勇. HPLC测定玉郎伞中芒柄花素的含量 [J]. 中国民族民间医药, 2013, 22(18): 25-26.
- [46] LIKHITWITAYAWUID K, SRITULARAK B, BENCHANAK K, et al. Phenolics with antiviral activity from *Millettia erythrocalyx* and *Artocarpus lakoocha* [J]. Nat Prod Res, 2005, 19(2): 177-182.

- [47] TANG H, PEI H Y, WANG T J, et al. Flavonoids and biphenylneolignans with anti-inflammatory activity from the stems of *Millettia griffithii* [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2016, 26(18): 4417-4422.
- [48] RAYANIL K O, BUNCHORNMASPAN P, TUNTIWACHWUTTIKUL P. A new phenolic compound with anticancer activity from the wood of *Millettia leucantha* [J]. Arch Pharm Res, 2011, 34(6): 881-886.
- [49] 陆江海, 曾静星, 邝柱庭, 等. 厚果鸡血藤化学成分的研究(Ⅱ) [J]. 中草药, 1999, 30(10): 3-5.
- [50] FAN L L, ZHANG Y Z, HUANG R B, et al. Determination of five flavonoids in different parts of *Fordia cauliflora* by ultra performance liquid chromatography/triple-quadrupole mass spectrometry and chemical comparison with the root of *Millettia pulchra* var. *laxior* [J]. Chem Cent J, 2013, 7(1): 126.
- [51] KANG Y, TU Y, MENG X, et al. A new flavonol glycoside from *Millettia pachycarpa* [J]. Nat Prod Commun, 2017, 12(9): 1447-1449.
- [52] NA Z, SONG Q S, HU H B. Flavonoids from twigs of *Millettia pubinervis* [J]. Nat Prod Commun, 2014, 9(12): 1721-1722.
- [53] WANG W L, WANG J, LI N, et al. Chemopreventive flavonoids from *Millettia pulchra* Kurz var. *laxior* (Dunn) Z. Wei (Yulangsan) function as Michael reaction acceptors [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2015, 25(5): 1078-1081.
- [54] SRITULARAK B, LIKHITWITAYAWUID K. Flavonoids from the pods of *Millettia erythrocalyx* [J]. Phytochemistry, 2006, 67(8): 812-817.
- [55] SRITULARAK B, LIKHITWITAYAWUID K, CONRAD J, et al. Flavonoids from the roots of *Millettia erythrocalyx* [J]. Phytochemistry, 2002, 61(8): 943-947.
- [56] MA X, ZHAO M, TANG M H, et al. Flavonoids with inhibitory effects on NLRP3 inflammasome activation from *Millettia velutina* [J]. J Nat Prod, 2020, 83(10): 2950-2959.
- [57] TANG H, WU B, CHEN K, et al. Separation of flavonoids from *Millettia griffithii* with high-performance counter-current chromatography guided by anti-inflammatory activity [J]. J Sep Sci, 2015, 38(3): 523-529.
- [58] SRIPHANA U, YENJAI C, TUNGNOI S, et al. Flavonoids from *Millettia leucantha* and their cytotoxicity [J]. Nat Prod Commun, 2018, 13(8): 961-962.
- [59] PHRUTIVORAPONGKUL A, LIPIPUN V, RUANGRUNGSI N, et al. Studies on the chemical constituents of stem bark of *Millettia leucantha*: isolation of new chalcones with cytotoxic, anti-herpes simplex virus and anti-inflammatory activities [J]. Chem Pharm Bull, 2003, 51(2): 187-190.
- [60] 戴向东, 丘翠嫦, 戴斌, 等. 玉郎伞的化学成分分析 [J]. 中国民族民间医药, 2009, 18(20): 9.
- [61] MANUSSANUNT C. Chemical constituents of *Millettia leucantha* stemwood [D]. Bangkok: Chulalongkorn University, 2008.
- [62] 简洁, 黄建春, 焦杨, 等. 制备液相色谱分离制备玉郎伞查尔酮类化合物 [J]. 中草药, 2011, 42(7): 1313-1316.
- [63] 林兴, 蒋伟哲, 焦杨, 等. 玉郎伞多糖化学成分的研究 [J]. 中成药, 2009, 31(6): 903-905.
- [64] 冯洁, 成军, 梁鸿, 等. 崖豆藤属植物化学成分及生物活性 [J]. 国外医药·植物药分册, 2007, 22(5): 185-191.
- [65] 王明智, 斯建勇, 索志新. 崖豆藤属植物中异黄酮类化学成分及其药理活性的研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2007, 19(2): 338-343.
- [66] ZHAO Z, LIU P, WANG S, et al. Optimization of ultrasound, microwave and Soxhlet extraction of flavonoids from *Millettia speciosa* Champ. and evaluation of antioxidant activities *in vitro* [J]. J Food Meas Charact, 2017, 11(4): 1947-1958.
- [67] 余燕影, 章丽华, 曹树稳. 丰城鸡血藤黄酮提取物清除自由基活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2007, 19(5): 741-744.
- [68] 陈健, 黄媛恒, 王乃平, 等. 玉郎伞多糖和皂苷对氧自由基清除作用研究 [J]. 中药药理与临床, 2007, 23(5): 100-102.
- [69] 蔡文娥, 林兴, 张晓帆, 等. 玉郎伞多糖诱导人肝肿瘤细胞株 BEL7404 细胞凋亡 [J]. 中国新药与临床杂志, 2008, 27(5): 332-335.
- [70] ITO C, ITOIGAWA M, KOJIMA N, et al. Chemical constituents of *Millettia taiwaniana*: structure elucidation of five new isoflavonoids and their cancer chemopreventive activity [J]. J Nat Prod, 2004, 67(7): 1125-1130.
- [71] 杜顺霞, 黄慧学, 蒙雪芳, 等. 甜牛大力和苦牛大力总黄酮对小鼠急性肺损伤的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(8): 160-165.
- [72] 曾嵘. 玉郎伞平喘作用及机制的实验研究 [D]. 南宁: 广西医科大学, 2006.
- [73] 曹志方. 牛大力多糖和总黄酮抗炎作用及机制的研究 [D]. 海口: 海南大学, 2016.

- [74] 赵艳红. 丰城鸡血藤抗RA药效物质基础及活性研究[D]. 南昌:江西中医药大学, 2019.
- [75] 王柳萍, 沈茂杰, 杨斌, 等. 牛大力多糖对小鼠脾细胞增殖及分泌细胞因子的影响[J]. 医药导报, 2017, 36(5):480-483.
- [76] HUANG Z, ZENG Y, CHEN X, et al. A novel polysaccharide from the roots of *Millettia Speciosa* Champ: preparation, structural characterization and immunomodulatory activity[J]. Int J Biol Macromol, 2020, 145:547-557.
- [77] CAREY P J. Drug-induced myelosuppression: diagnosis and management[J]. Drug Saf, 2003, 26(10):691-706.
- [78] 江西省食品药品监督管理局. 江西省中药材标准[M]. 南昌:江西科学技术出版社, 2014:30.
- [79] 张凌, 刘亚丽, 饶志军, 等. 丰城鸡血藤对小鼠造血系统损伤保护作用[J]. 中国现代应用药理学, 2009, 26(5):349-353.
- [80] 陈晓白, 王晓平, 赵仕花, 等. 牛大力对⁶⁰Co射线致小鼠造血系统损伤的保护作用[J]. 中成药, 2013, 35(9):1852-1856.
- [81] 郭又嘉, 蒙明瑜, 焦杨, 等. 玉郎伞黄酮对四氯化碳诱导的大鼠肝纤维化的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(18):198-202.
- [82] 左巧云, 陶丽群, 罗秀, 等. 玉郎伞多糖抗鸭乙型肝炎病毒及保护肝细胞作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(22):222-226.
- [83] 罗轩, 林翠梧, 陈洁晶, 等. 牛大力多糖对小鼠抗疲劳作用的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(3):324-328.
- [84] 赵小宁. 牛大力抗疲劳药效筛选及其作用机理研究[D]. 广州:广州中医药大学, 2015.
- [85] 李才堂, 王小青, 康明, 等. 丰城鸡血藤总黄酮抗血小板聚集及抗血栓作用研究[J]. 中国现代应用药理学, 2015, 32(11):1316-1318.
- [86] 覃斐章, 黄媛恒, 陈兆霓, 等. JAK2/STAT3信号通路介导玉郎伞查尔酮后处理对大鼠离体心脏的保护作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(24):153-158.
- [87] 吕纪华, 贺敏, 黄建春, 等. 玉郎伞黄酮对心肌缺血再灌注损伤心肌组织ATP酶和凋亡蛋白的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(13):162-166.
- [88] NINGOMBAM A, AHLUWALIA V, SRIVASTAVA C, et al. Growth inhibitory activity of *Millettia pachycarpa* (Benth) extracts against tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae)[J]. Arch Phytopathol Plant Prot, 2018, 51(9/10):550-559.
- [89] 姚松林, 李凤良, 王济虹. 厚果鸡血藤种子提取物对两种蔬菜害虫的毒力[J]. 西南农业学报, 2000, 13(2):71-74.
- [90] 梁霜, 王乃平, 付书婕, 等. 玉郎伞多糖对慢性应激小鼠不同脑区腺苷酸环化酶的影响[J]. 中成药, 2010, 32(4):657-658.
- [91] CHEN J, HUANG R B. Protective effect of Yulangsan polysaccharide on focal cerebral ischemia/reperfusion injury in rats and its underlying mechanism [J]. Neurosciences, 2009, 14(4):343-348.
- [92] 黄桂琼, 陈洪, 周迎春, 等. 牛大力防治尿酸性肾病的疗效及机制研究[J]. 中药材, 2019, 42(8):1907-1910.
- [93] 苏芬丽, 丘振文, 孙旭, 等. 牛大力多糖对糖尿病小鼠降血糖作用的研究[J]. 中南药学, 2019, 17(11):1856-1859.
- [94] 赵琤, 黄友琴, 唐婷, 等. 牛大力绿茶保健植物饮料开发市场分析[J]. 广西农学报, 2019, 34(5):58-62.
- [95] 武编论, 黄仁彬. 玉郎伞水提取物对大、小鼠烫伤创面治疗效果的研究[J]. 广西医科大学学报, 2015, 32(5):702-705.
- [96] 江西省卫生厅. 江西省中药材标准[M]. 南昌:江西科学技术出版社, 1996:30-31.
- [97] 广东省食品药品监督管理局. 广东省中药材标准:第一册[M]. 广州:广东科技出版社, 2004:40-41.
- [98] 张凌, 刘亚丽, 饶志军. 丰城鸡血藤活性成分HPLC指纹图谱研究[J]. 江西中医学院学报, 2008, 20(1):80-84.
- [99] 苏志恒, 郑华, 宋慧, 等. 牛大力HPLC指纹图谱的研究[J]. 现代食品, 2020(17):205-209.
- [100] 罗应怡. 崖豆藤属植物种质资源及其红外光谱比较研究[D]. 南宁:广西大学, 2013.
- [101] 余燕影, 章丽华, 曹树稳. RP-HPLC法测定丰城鸡血藤提取物中大豆黄酮、染料木素、刺芒柄花素和美皂异黄酮[J]. 中草药, 2006, 37(11):1655-1656.
- [102] 戴斌, 丘翠嫦, 戴向东, 等. 玉郎伞与水罗伞的生药学比较研究[J]. 中草药, 2007, 38(12):1889-1892.
- [103] 黄成勇. 玉郎伞的显微和紫外吸收光谱鉴定[J]. 中药材, 2001, 24(10):720-722.
- [104] 广西壮族自治区卫生厅. 广西中药材标准[M]. 南宁:广西科学技术出版社, 1990:35.
- [105] 符传武, 黄筱珏, 韦于燮, 等. 广西不同产地玉郎伞根茎叶中水黄皮素的含量测定[J]. 医药导报, 2017, 36(6):676-678.
- [106] 柏帆, 洪薇. 广西壮药玉郎伞中5种重金属含量测定[J]. 亚太传统医药, 2015, 11(13):5-6.

[责任编辑 刘德文]