

· 综述 ·

豆科与木兰科鸡血藤类药材活性成分
及药理作用研究进展[△]朱泓宇¹, 任广喜¹, 徐裕彬², 姜丹^{1*}, 刘春生^{1*}

1. 北京中医药大学 中药学院, 北京 102488;

2. 河北橘井药业有限公司, 河北 安国 071200

[摘要] 鸡血藤是传统的活血化瘀类中药, 具有活血补血、调经止痛、舒筋活络的功效, 临床应用广泛。约有 26 种药用植物曾作为鸡血藤在临床使用, 其所含化学成分复杂多样, 主要包括黄酮、蒽醌、木脂素、三萜及挥发油等, 表现出促进造血功能、抗肿瘤、抗炎、抗氧化、保肝及抗人免疫缺陷病毒 (HIV) 等多种药理活性。根据本草著作、文献研究和现代应用情况, 分别对来自豆科和木兰科的 11 种鸡血藤类药材的主要化学成分和药理活性进行综述, 对比两者所含成分及药理活性的异同, 为其进一步的开发与合理利用提供依据。

[关键词] 鸡血藤; 滇鸡血藤; 活性成分; 药理活性; 豆科; 木兰科

[中图分类号] R282.71 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2022)11-2278-17

doi: 10.13313/j.issn.1673-4890.20210912005

Active Constituents and Pharmacological Activities of Jixueteng from Leguminosae and Magnoliaceae: A ReviewZHU Hong-yu¹, REN Guang-xi¹, XU Yu-bin², JIANG Dan^{1*}, LIU Chun-sheng^{1*}

1. School of Chinese Materia Medica, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 102488, China;

2. Hebei Jujing Pharmaceutical Industry Co., Ltd., Anguo 071200, China

[Abstract] Jixueteng, a conventional blood-activating and stasis-resolving Chinese medicinal, has the effects of activating and tonifying blood, regulating menstruation and relieving pain, and relaxing sinew and activating collaterals. About 26 medicinal species have been used as the sources of Jixueteng. The chemical constituents of Jixueteng are complex, mainly including flavonoids, anthraquinones, lignans, triterpenoids, and volatile oil. They show the pharmacological activities of enhancing hematopoietic function, anti-tumor, anti-inflammation, antioxidation, protecting liver, and anti-HIV. Based on medical literature, literature research, and modern application, this paper summarized and analyzed the main chemical components in about 11 kinds of Jixueteng from Leguminosae and Magnoliaceae and the pharmacological activities, and compared the components and pharmacological activities of Jixueteng from the two families, in order to provide a reference further development and rational utilization of the medicinal.

[Keywords] Jixueteng; Dianjixueteng; active constituents; pharmacological effects; Leguminosae; Magnoliaceae

鸡血藤始载于《本草备要》, 是一种传统的活血补血中药。其习用、代用品多, 来源复杂, 国内学者通过对鸡血藤植物的调查发现, 约有 26 种植物曾被作为鸡血藤使用^[1]。《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》) 1977 年版首次收载鸡血藤, 规定其为豆科植物密花豆 *Spatholobus suberectus*

Dunn 的干燥 (藤茎)^[2], 一直沿用至《中国药典》2020 年版^[3]。滇鸡血藤是《中国药典》2010 年版^[4]新增的药材品种, 规定其为木兰科植物内南五味子 *Kadsura interior* A. C. Smith. 的干燥 (藤茎), 一直沿用至《中国药典》2020 年版。鸡血藤和滇鸡血藤 2 味中药味苦、甘, 性温, 归肝、肾经, 具有活血

[△] **[基金项目]** 中央高校横向课题项目 (2020110031001469)

^{*} **[通信作者]** 刘春生, 教授, 研究方向: 药用植物与分子生药学; Tel: 010-53912100, E-mail: max_liucs@263.net
姜丹, 讲师, 研究方向: 药用植物与分子生药学; Tel: 010-53912100, E-mail: jiangdan1027@163.com

补血、调经止痛、舒筋通络的功效^[3-4]。

鸡血藤和滇鸡血藤分别来自豆科和木兰科，物质基础有所差别，而性味归经功效一致，在清代已有多种药材作为鸡血藤使用^[5]。根据郑立雄等^[1]的初步统计，作为鸡血藤使用的植物达 26 种，分属于 6 科 12 属。基于此，笔者选择分别来自豆科、木兰科且有相关活性研究报道的 11 种植物进行论述（表 1），并对其化学成分及药理作用进行综述，以期发现异同点，为中药鸡血藤资源的进一步开发应用提供参考。

1 化学成分

1.1 豆科鸡血藤主要活性成分

已经发现来自豆科的鸡血藤化学成分包括黄酮类、蒽醌类、三萜类等^[6]。黄酮类化合物常以游离态或与糖结合为苷的形式存在，数量和种类繁多，结构类型复杂多样，在疾病的治疗过程中发挥重要的作用，是豆科鸡血藤最主要的活性成分。目前发现

的鸡血藤中黄酮类化合物共有 221 个，根据其结构类型可分为黄酮（Ⅰ，化合物 1~24）、黄酮醇（Ⅱ，化合物 25~33）、二氢黄酮（Ⅲ，化合物 34~53）、二氢黄酮醇（Ⅳ，化合物 54~67）、异黄酮（Ⅴ，化合物 68~160）、二氢异黄酮（Ⅵ，化合物 161~175）、黄烷醇（Ⅶ，化合物 176~188）、异黄烷（Ⅷ，化合物 189~204）及查耳酮（Ⅸ，化合物 205~220），见表 2。其母核结构见图 1。研究表明，鸡血藤总黄酮不仅具有丰富而显著的药理活性^[66-67]，而且其含量较高。Liu 等^[68]采用超快速液相色谱串联质谱分析方法对 12 批鸡血藤甲醇提取物中 57 个化合物进行定量检测，其中黄酮类物质平均占比达到 90% 左右，其他化合物含量由高到低依次为酚酸酯、萜类、木脂素、香豆素等。Mei 等^[69]选择了 19 个黄酮类化合物作为定量标准，采用超快速液相色谱-三重四极杆飞行时间质谱法和超快液相色谱-三重四极线性离子阱质谱法对鸡血藤中的化学成分进行定性和定量分析，结果表明表没食子儿茶素、儿茶素、原花青素 B₂、表儿茶素、美迪紫檀素含量较高。

表 1 用作鸡血藤的植物种类

编号	俗名	植物名	科名	属名
a	鸡血藤	密花豆 <i>Spatholobus suberectus</i> Dunn	豆科	密花豆属
b	鸡血藤	红血藤 <i>S. sinensis</i> Chun et T. Chen.	豆科	密花豆属
c	昆明鸡血藤	网络崖豆藤 <i>Millettia reticulata</i> Benth.	豆科	崖豆藤属
d	昆明鸡血藤	香花崖豆藤 <i>M. dielsiana</i> Harms.	豆科	崖豆藤属
e	鸡血藤	丰城鸡血藤 <i>M. nitida</i> var. <i>hirsutissima</i> Z. Wei.	豆科	崖豆藤属
f	鸡血藤	美丽崖豆藤 <i>M. speciosa</i> Champ.	豆科	崖豆藤属
g	厚果鸡血藤	厚果崖豆藤 <i>M. pachycarpa</i> Benth.	豆科	崖豆藤属
h	鸡血藤	白花油麻藤 <i>M. birdwoodiana</i> Tutch.	豆科	黧豆属
i	过岗龙	楸藤 <i>Entada phaseoloides</i> (L.) Merr.	豆科	楸藤子属
j	凤庆鸡血藤	内南五味子 <i>Kadsura interior</i> A. C. Smith.	木兰科	南五味子属
k	凤庆鸡血藤	异型南五味子 <i>K. heteroclite</i> (Roxb.) Craib.	木兰科	南五味子属

表 2 豆科鸡血藤中的黄酮类成分

编号	化合物名称	植物来源（部位）	结构类型	参考文献
1	2',5,5'-trihydroxy-3,4',7-trimethoxyflavone-2'-O-β-D-glucoside	i（藤茎）	I	[7]
2	3,4',7-trimethoxyquercetin	i（藤茎）	I	[8]
3	3,4',7-trimethylquercetin	i（藤茎）	I	[7]
4	3',5,5',7-tetrahydroxyflavanone	i（藤茎）	I	[7]
5	3',4',7-trihydroxyflavone	a（藤茎）、e（藤茎）	I	[9-10]
6	4',7-dihydroxyflavone	i（藤茎）	I	[7]
7	5,2',5'-trihydroxy-3,7,4'-trimethoxyflavone-2'-O-β-D-glucoside	i（藤茎）	I	[11]
8	5-hydroxy-3,4',7-trimethoxyflavone	i（藤茎）	I	[11]
9	芹菜素（apigenin）	i（藤茎）	I	[11]
10	hernandorizin	d（藤茎）	I	[12]

续表 2

编号	化合物名称	植物来源 (部位)	结构类型	参考文献
11	异牡荆素 (isovitexin)	c (藤茎)	I	[13]
12	水黄皮次素 (karanjin)	g (根)	I	[14]
13	lanceolatin B	g (根)	I	[15]
14	木犀草素 (luteolin)	c (藤茎)、i (藤茎)	I	[10,16]
15	厚果鸡血藤丙素 (pachycarin C)	g (根)	I	[15]
16	厚果鸡血藤丁素 (pachycarin D)	g (根)	I	[15]
17	厚果鸡血藤戊素 (pachycarin E)	g (根)	I	[15]
18	pinnatin	g (根)	I	[15]
19	美丽崖豆藤苷 (millettiaspecoside D)	f (藤茎)	I	[17]
20	牡荆素 (vitexin)	c (藤茎)	I	[18]
21	厚果鸡血藤甲素 (pachycarin A)	g (根)	I	[14]
22	4H-furo-[2,3-h]-1-benzopyran-4-one,5-methoxy-2-phenyl	g (根)	I	[19]
23	厚果鸡血藤乙素 (pachycarin B)	g (根)	I	[19]
24	5,6,7,5'-tetramethoxy-3',4'-methylenedioxyflavone	i (藤茎)	I	[20]
25	5,7,3'-trihydroxy-4'-methoxyflavonol	i (藤茎)	II	[8]
26	5,7,4'-trihydroxy-3'-methoxyflavonol	i (藤茎)	II	[11]
27	astragaline	i (藤茎)	II	[21]
28	山柰酚-3-O-芸香糖苷 (nicotiflorin)	i (藤茎)	II	[21]
29	槲皮素 (quercetin)	i (藤茎)	II	[8]
30	高良姜素 (galangin)	i (藤茎)	II	[8]
31	鼠李柠檬素 (rhamnocitrin)	i (藤茎)	II	[8]
32	芦丁 (rutin)	a (藤茎)、i (藤茎)	II	[22]
33	kaempferol-3-O-D-glucopyranoside	c (藤茎)	II	[23]
34	(-)-isolonchocarpin	g (根)	III	[15]
35	(2S)-7-hydroxy-6-methoxyflavanone	a (藤茎)	III	[24]
36	(2R,3R)-3,7-dihydroxyflavanone	a (藤茎)	III	[25]
37	4'-hydroxyisolonchocarpin	g (种子)	III	[26]
38	5,7,3',5'-tetrahydroxyflavanone	i (藤茎)、c (藤茎)	III	[8,27]
39	6-methoxyeriodictyol	a (藤茎)	III	[9]
40	7-hydroxy-6-methoxyflavanone	a (藤茎)	III	[28]
41	7-hydroxyflavanone	a (藤茎)	III	[28]
42	落新妇苷 (astilbin)	i (藤茎)	III	[16]
43	漆黄素 (butin)	a (藤茎)	III	[9]
44	dorspoinsettifolin	g (种子)	III	[29]
45	圣草次苷 (eriocitrin)	i (藤茎)	III	[30]
46	圣草酚 (eriodictyol)	a (藤茎)	III	[9]
47	橙皮素 (hesperetin)	a (藤茎)	III	[31]
48	甘草素 (liquiritigenin)	d (藤茎)、f (根)、e (藤茎)	III	[23,32-33]
49	新甘草苷 (liquiritin)	i (藤茎)	III	[16]
50	柚皮素 (naringenin)	a (藤茎)、f (根)、c (藤茎)、 d (藤茎)、b (藤茎)、i (藤茎)	III	[8,25,27,32-34]
51	柚皮芸香苷 (narirutin)	i (藤茎)	III	[21]
52	黄苏木素 (plathymenin)	a (藤茎)	III	[9]
53	密花豆素 (suberectin)	a (藤茎)	III	[35]
54	7-hydroxy-6-methoxyflavanonol	c (藤茎)	IV	[23]
55	(-)-aromadendrin-3-O-β-D-glucopyranoside	i (藤茎)	IV	[30]
56	(+)-3,3',5',5,7-pentahydroxyflavanone	i (藤茎)	IV	[7]

续表 2

编号	化合物名称	植物来源 (部位)	结构类型	参考文献
57	(+)-3,3',5',5,7-pentahydroflavanone	i (藤茎)	IV	[11]
58	(+)-dihydrokaempferol	i (藤茎)、a (藤茎)、c (藤茎)	IV	[8-9,23]
59	(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-3,7-dihydroxyflavanone	a (藤茎)	IV	[36]
60	(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-buteaspermanol	a (藤茎)	IV	[36]
61	(2 <i>S</i> ,3 <i>R</i>)-3,7-dihydroxy-6-methoxy-flavanone	a (藤茎)	IV	[28]
62	3,5,7,3',5'-pentahydroxyflavanone	a (藤茎)	IV	[36]
63	3,7-dihydroxy-6-methoxyflavanone	a (藤茎)	IV	[36]
64	garbanzol	f (根)	IV	[32]
65	花旗松素 (taxifolin)	a (藤茎)	IV	[37]
66	3,7-dihydroxy-6-methoxyflavanonol	a (藤茎)	IV	[38]
67	7-hydroxy-6-methoxyflavanonol	c (藤茎)	IV	[23]
68	7-hydroxy-4',6-dimethoxyisoflavone	c (藤茎)	V	[39]
69	2',5',7-trihydroxy-4'-methoxyisoflavone	f (根)	V	[32]
70	2'-hydroxybiochanin A	f (根)	V	[32]
71	2'-羟基金雀异黄酮 (2'-hydroxygenistein)	a (藤茎)	V	[22]
72	3'-甲氧基大豆苷元 (3'-methoxydaidzein)	a (藤茎)	V	[22]
73	3'- <i>O</i> -甲基香豌豆苷元 (3'- <i>O</i> -methyllorobol)	c (藤茎)	V	[40]
74	4',8-dimethoxyl-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranosyl isoflavone	c (藤茎)	V	[18]
75	4',5'-dimethoxy-6,6-dimethylpyranoisoflavone	g (种子)	V	[41]
76	5,7,2',4'-tetrahydroxyisoflavone	e (藤茎)、b (藤茎)	V	[10,34]
77	5,7,4-trihydroxyisoflavone-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β - <i>D</i> -glucopyranoside	d (藤茎)	V	[12]
78	5,7,4'-trihydroxyisoflavone-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β - <i>D</i> -glucopyranoside	d (藤茎)	V	[42]
79	5,7-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone	a (藤茎)	V	[28]
80	异樱黄素 (5- <i>O</i> -methylgenistein)	e (藤茎)	V	[43]
81	6",6"-dimethyl-5-hydroxy-3',4'-dimethoxypyranol[2",3":7,6]isoflavone	g (种子)	V	[44]
82	6",6"-dimethyl-5-hydroxy-3'-methoxy-4'-hydroxypyranol[2",3":7,6]isoflavone	g (种子)	V	[44]
83	去氢鱼藤酮 (6a,12a-dehydrodeguelin)	g (种子)	V	[44]
84	6-methoxycalopogonium isoflavone A	f (根)、d (藤茎)	V	[32,45]
85	7,4'-dihydroxy-8-methoxyisoflavone	a (藤茎)	V	[25]
86	7,3'-dihydroxy-5'-methoxyisoflavone	h (藤茎)、e (藤茎)	V	[10,12]
87	7-hydroxy-3',4'-dimethoxyisoflavone	e (藤茎)	V	[43]
88	7-hydroxy-4',6-dimethoxyisoflavone-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β - <i>D</i> -glucopyranoside	d (藤茎)	V	[12]
89	7-hydroxy-4',8-dimethoxyisoflavone-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β - <i>D</i> -glucopyranoside	d (藤茎)	V	[12]
90	7-hydroxy-4',8-dimethoxyisoflavone-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	d (藤茎)、h (藤茎)	V	[12]
91	7-hydroxy-4', 8-dimethoxyisoflavone-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -apiofuranosyl- (1 $\rightarrow$ 6) - β - <i>D</i> -glucopyranosie	d (藤茎)、h (藤茎)	V	[12]
92	7-hydroxy-6,4'-dimethoxyisoflavone	f (根)	V	[32]
93	8-methylretusin-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	e (藤茎)、a (藤茎)	V	[28,39]
94	8- <i>O</i> -methylretusin	a (藤茎)、h (藤茎)、c (藤茎)、d (藤茎)	V	[12,22,46-47]
95	阿弗洛莫生 (afrormosin)	a (藤茎)、e (藤茎)、d (藤茎)	V	[36,40,47]
96	barbigerone	g (种子)、d (藤茎)	V	[45,48]
97	鹰嘴豆芽素 A (biochanin A)	d (藤茎)、a (藤茎)、c (藤茎)	V	[22,40,49]
98	biochanin A-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucoside	e (藤茎)	V	[39]
99	艳紫柳素 A (butesuperin A)	a (藤茎)	V	[22]
100	calopogonium isoflavone A	d (藤茎)	V	[50]

续表 2

编号	化合物名称	植物来源 (部位)	结构类型	参考文献
101	毛蕊异黄酮 (calycosin)	a (藤茎)、d (藤茎)、e (茎)、f (根)	V	[32,35,46-47]
102	caviunin	d (藤茎)	V	[51]
103	claclrastin-7- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	d (藤茎)	V	[12]
104	cladrastin	d (藤茎)	V	[12]
105	大豆黄素 (daidzein)	a (藤茎)、d (藤茎)、e (藤茎)	V	[23,36,47]
106	大豆苷元 (daidzin)	a (藤茎)、e (藤茎)、d (藤茎)	V	[22,42-43]
107	dalpatin	d (藤茎)	V	[12]
108	durallone	d (藤茎)	V	[50]
109	durmillone	d (藤茎)	V	[45]
110	cajinin	a (藤茎)	V	[36]
111	刺芒柄花素 (formononetin)	a (藤茎)、d (藤茎)、h (藤茎)、f (根)、e (藤茎)、c (藤茎)	V	[12-13, 27, 36, 47,52]
112	formononetin-7- <i>O</i> - β -D-apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glucopyranoside	e (藤茎)、h (藤茎)	V	[12,53]
113	formononetin-7- <i>O</i> - β -D-apiofuranosyl-(1,6)- <i>O</i> -D-glucopyranoside	e (藤茎)	V	[13]
114	formononetin-7- <i>O</i> - β -D-glucoside	a (藤茎)	V	[28]
115	金雀异黄酮 (genistein)	a (藤茎)、d (藤茎)、e (藤茎)、c (藤茎)、h (藤茎)	V	[27, 37, 40, 49, 54]
116	genistein-8-C-apiosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-glucopyranoside	e (藤茎)	V	[53]
117	染料木苷 (genistin)	a (藤茎)、e (藤茎)、h (藤茎)、d (藤茎)	V	[12,46,55]
118	gliricidin	e (藤茎)	V	[13]
119	glycitin	d (藤茎)	V	[12]
120	hirsutissimide A	e (藤茎)	V	[53]
121	hirsutissimide B	e (藤茎)	V	[53]
122	hirsutissimide C	e (藤茎)	V	[53]
123	7-hydroxy-6-methoxy-3,4-methylenedioxy-8,3,3-dimethylallyl-isoflavone	d (藤茎)	V	[50]
124	ichthynone	d (藤茎)	V	[45]
125	jamaicin	d (藤茎)	V	[45]
126	澳白檀苷 (lanceolarin)	e (藤茎)	V	[13]
127	methoxycalypogonium isoflavone A	d (藤茎)	V	[50]
128	mildiside A	d (藤茎)	V	[33]
129	millesianin A	d (藤茎)	V	[51]
130	millesianin B	d (藤茎)	V	[51]
131	millesianin C	d (藤茎)	V	[51]
132	millesianin D	d (藤茎)	V	[51]
133	millesianin E	d (藤茎)	V	[51]
134	millesianin F	D (藤茎)	V	[42]
135	millesianin G	d (藤茎)	V	[12]
136	millesianin H	d (藤茎)	V	[50]
137	millesianin I	d (藤茎)	V	[50]
138	mncodianin F	e (藤茎)、h (藤茎)	V	[18,56]
139	mononetin	d (藤茎)	V	[33]
140	mucodianin E	h (藤茎)	V	[56]
141	奥刀拉亭 (odoratin)	a (藤茎)、d (藤茎)、e (藤茎)	V	[22-23,47]
142	odoratin-7- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	d (藤茎)	V	[42]
143	芒柄花苷 (ononin)	a (藤茎)、e (藤茎)、h (藤茎)、d (藤茎)	V	[12,18,33,36]

续表 2

编号	化合物名称	植物来源 (部位)	结构类型	参考文献
144	樱黄素 (prunetin)	a (藤茎)、e (藤茎)	V	[10,36]
145	赝靛黄素 (pseudobaptigenin)	e (藤茎)、d (藤茎)、f (根)	V	[23,49,57]
146	葛根素 (puerarin)	e (藤茎)	V	[23]
147	retusin-7- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	h (藤茎)	V	[12]
148	攀登鱼藤异黄酮 (scandenone)	g (种子)	V	[41]
149	西索特林 (sissotrin)	e (藤茎)	V	[18]
150	圆荚草双糖苷 (sphaerobioside)	a (藤茎)、e (藤茎)	V	[22,39]
151	灰叶酚异黄酮 (toxicarol isoflavone)	d (藤茎)	V	[45]
152	紫藤苷 (wistin)	d (藤茎)、e (藤茎)	V	[42]
153	4'-methoxy-7-hydroxyisoflavone	e (藤茎)	V	[39]
154	4',7-dimethoxyisoflavone	e (藤茎)	V	[23]
155	4',8-dimethoxyisoflavone-7- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	a (藤茎)	V	[22]
156	afroformosin-7- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	e (藤茎)	V	[39]
157	odoratin-7- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	e (藤茎)	V	[23]
158	丰城鸡血藤异黄酮苷 F (hirsutissimide F)	e (藤茎)	V	[23]
159	formononetin-7- <i>O</i> - β -D-apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	e (藤茎)	V	[39]
160	biochanin A-7- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	e (藤茎)	V	[39]
161	4,7,2'-trihydroxy-4'-methoxyisoflavanol	a (藤茎)	VI	[25]
162	milletenone A	g (种子)	VI	[26]
163	3-hydroxy-9-methoxypterocarpane	a (藤茎)	VI	[58]
164	二氢木豆异黄酮 (dihydrocajanin)	a (藤茎)	VI	[22]
165	美迪紫檀素[(6aR,11aR)-medicarpin]	a (藤茎)	VI	[36]
166	高丽槐素 [(6aR,11aR)-maackiain]	a (藤茎)	VI	[22]
167	(6aR,11aR)-medicarpin-3- <i>O</i> -glucopyranoside	a (藤茎)	VI	[22]
168	12a-羟基鱼藤酮 (12a-hydroxyrotenone)	g (种子)	VI	[26]
169	鱼藤酮 (deguelin)	g (种子)	VI	[26]
170	demethylmedicarpin	f (根)	VI	[32]
171	homopterocarpin	f (根)	VI	[59]
172	高丽槐素 (maackiain)	e (藤茎)、f (根)	VI	[13,59]
173	美迪紫檀素 (medicarpin)	f (根)	VI	[59]
174	紫檀素 (pterocarpin)	f (根)	VI	[59]
175	灰叶草素 (tephrosin)	g (种子)	VI	[26]
176	赛金莲木儿茶精 (ourateacatechin)	a (藤茎)	VII	[35]
177	阿夫儿茶精 (afzelechin)	a (藤茎)	VII	[31]
178	表阿夫儿茶精 (epiafzelechin)	a (藤茎)	VII	[22]
179	表儿茶酸 (epicatechin)	a (藤茎)、i (藤茎)、c (藤茎)、d (藤茎)	VII	[16,22,27,33]
180	(+)-儿茶素 [(+)-catechin]	e (藤茎)	VII	[13]
181	(+)-表儿茶素 [(+)-epicatechin]	d (藤茎)	VII	[33]
182	(+)- <i>trans</i> -3,3',4',5,6,7,8-heptahydroxyflavan	a (藤茎)	VII	[36]
183	儿茶素 (catechin)	a (藤茎)、e (藤茎)、i (藤茎)、d (藤茎)	VII	[30,33,43,60]
184	dehydrodicatechin A	i (藤茎)	VII	[7]
185	dulcisflavan	a (藤茎)	VII	[25]
186	表没食子酸儿茶 (epigallocatechin)	a (藤茎)、i (藤茎)	VII	[30,55]
187	倍儿茶素 (gallocatechin)	e (藤茎)、a (藤茎)、i (藤茎)、d (藤茎)	VII	[30,33,43,60]

续表 2

编号	化合物名称	植物来源 (部位)	结构类型	参考文献
188	symplocoside	c (藤茎)	VII	[46]
189	(3 <i>R</i>)-7,4'-dihydroxy-2'-methoxyisoflavan	c (藤茎)	VIII	[10]
190	7,2'-dihydroxy-4-methoxylisoflavan	c (藤茎)	VIII	[13]
191	demethylvestitol	a (藤茎)	VIII	[35]
192	异剑叶莎属异黄烷 (isoduartin)	a (藤茎)	VIII	[22]
193	sativan	a (藤茎)	VIII	[22]
194	(3 <i>S</i>)-7-hydroxy-8,2',4'-trimethoxyisoflavane	a (藤茎)	VIII	[61]
195	(3 <i>S</i>)-7-hydroxy-8,2'-dimethoxy-4',5'-methylenedioxyisoflavane	a (藤茎)	VIII	[61]
196	(3 <i>S</i>)-7,2'-dihydroxy-8,4'-dimethoxyisoflavane	a (藤茎)	VIII	[61]
197	(3 <i>R</i>)-vestitol	c (藤茎)	VIII	[10]
198	异米索前列醇 (iso-mucromatol)	d (藤茎)	VIII	[49]
199	spasuberoside B	a (藤茎)	VIII	[62]
200	7,2'-dihydroxy-4',5'-methylenedioxyisoflavan-4-ol	a (藤茎)	VIII	[28]
201	7,2'-dihydroxy-4'-methoxy-isoflavan-4-ol	a (藤茎)	VIII	[28]
202	spasuberol B	a (藤茎)	VIII	[62]
203	spasuberol A	a (藤茎)	VIII	[62]
204	spasuberoside A	a (藤茎)	VIII	[62]
205	(<i>E</i>)-1-(5-methoxy-2,2-dimethyl-2H-chromen-6-yl)-3-(3-methoxyphenyl)propanone	g (种子)	IX	[41]
206	2',4'-dihydroxy-4-methoxychalcone	f (根)	IX	[32]
207	紫柳因 (butein)	a (藤茎)、c (藤茎)、f (根)、d (藤茎)	IX	[23,36,52,63]
208	3-deoxysappanchalcone	i (藤茎)	IX	[11]
209	3-hydroxy-4-methoxylonchocarpin	g (种子)	IX	[29]
210	4,4'-dihydroxy-2'-methoxychalcone	F (根)	IX	[32]
211	4'- <i>O</i> -(6"- <i>O</i> -galloyl- β - <i>D</i> -glucopyranosyl)-2',4-dihydroxychalcone	I (藤茎)	IX	[64]
212	4'- <i>O</i> -(6"- <i>O</i> -galloyl- β - <i>D</i> -glucopyranosyl)-2'-hydroxy-4-methoxychalcone	I (藤茎)	IX	[64]
213	4'- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranosyl-2'-hydroxy-4-methoxy-chalcone	i (藤茎)	IX	[64]
214	4-hydroxylonchocarpin	g (种子)	IX	[44]
215	4-methoxylonchocarpin	g (种子)	IX	[29]
216	isobavachromene	g (种子)	IX	[29]
217	异甘草素 (isoliquiritigenin)	a (藤茎)、c (藤茎)、f (根)、c (藤茎)、b (藤茎)、d (藤茎)	IX	[27,33-34,36,46,60]
218	甘草查耳酮 A (licochalcone A)	a (藤茎)	IX	[36]
219	millepachine	g (种子)	IX	[65]
220	新异甘草素 (neoisoliquiritigenin)	a (藤茎)	IX	[9]

1.2 木兰科鸡血藤主要活性成分

现有研究表明,来自木兰科南五味子属的2种鸡血藤含有木脂素、三萜、挥发油等类化学成分^[70]。木脂素类是其主要的生物活性成分,见表3,主要结构见图2,可根据其骨架类型分为苯骈呋喃类(I,化合物221~223)、二芳基丁内酯类(II,化合物224)、二芳基丁烷类(III,化合物225~227)、

芳基萘类(IV,化合物228~230)、联苯类(V,化合物231)、双四氢呋喃类(VI,化合物232~234)、四氢呋喃类(VII,化合物235~237)、香豆素型木脂素类(VIII,化合物238)及联苯环辛烯类(IX,化合物237~317)。其中,联苯环辛烯类木脂素占比80%,以联苯环辛烯作为结构母核,由2个C₆-C₃单元形成其八元环结构。该类化合物具有丰富的药理活性,是一类极具潜力的药物先导化合物^[94]。

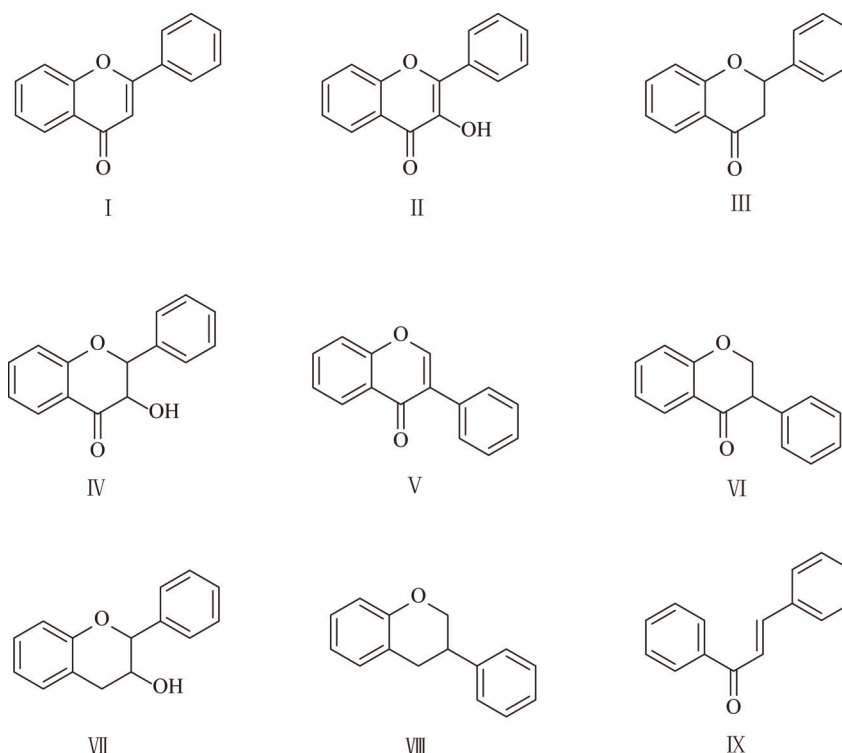


图 1 豆科鸡血藤中化合物母核结构式

表 3 木兰科鸡血藤中的木脂素类成分

编号	化合物名称	植物来源 (部位)	结构类型	参考文献
221	(+)-dihydrodehydrodiconiferyl alcohol-9- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside	k (藤茎)	I	[71]
222	二氢去氢二松柏醇 (dihydrodehydrodiconiferyl alcohol)	j (藤茎)	I	[72]
223	利卡灵 A (licarin A)	j (藤茎)	I	[72]
224	6-hydroxyhinokinin-6- <i>O</i> - <i>D</i> -glucopyranoside	k (藤茎)	II	[73]
225	安五脂 [(+)-anwulignan]	k (藤茎)	III	[74]
226	二氢愈创木脂酸 (dihydroguaiaretic acid)	k (藤茎)	III	[75]
227	内消旋二氢愈创木脂酸 (<i>meso</i> -dihydroguaiaretic acid)	j (藤茎)、k (藤茎)	III	[76-77]
228	burselignan	k (藤茎)	IV	[76]
229	isolaricresinol-9- <i>O</i> - β - <i>D</i> -xylopyranoside	k (藤茎)	IV	[71]
230	异落叶松脂 (isolaricresinol)	k (藤茎)	IV	[76]
231	异五味子素 R (heteroclitin R)	k (根茎)	V	[78]
232	(+)-1-hydroxy-2,6-bis-epi-pinoresinol	k (藤茎)	VI	[73]
233	8 α -羟基松脂醇 (8 α -hydroxypinoresinol)	j (藤茎)	VI	[72]
234	松脂醇 (pinoresinol)	j (藤茎)	VI	[72]
235	(+)-laricresinol	k (藤茎)	VII	[73]
236	<i>D</i> -表加巴辛 (<i>D</i> -epigalbacin)	k (藤茎)	VII	[79]
237	galgarain	k (藤茎)	VII	[76]
238	香豆木脂素 (coumarinlignan)	j (藤茎)、k (藤茎)	VIII	[72,80]
239	kadsuphilol T	k (藤茎)	IX	[81]
240	(+)-deoxyschizandrin	j (藤茎)	IX	[82]
241	(+)-戈米辛 K ₃ [(+)-gomisin K ₃]	k (藤茎)	IX	[81]
242	9-benzoyloxy-gomisin B	k (藤茎)	IX	[81]
243	乙酰基氧代南五味子烷 (acetoxyl oxokadsurane)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[83-84]
244	angeloyl binankadsurin A	j (藤茎)	IX	[77]

续表 3

编号	化合物名称	植物来源 (部位)	结构类型	参考文献
245	当归酰基戈米辛 H (angeloylgomisin H)	k (藤茎)	IX	[85]
246	当归酰基戈米辛 P (angeloylgomisin P)	k (藤茎)	IX	[85]
247	当归酰基戈米辛 R (angeloylgomisin R)	j (藤茎)	IX	[86]
248	苯甲酰氧代南五味子烷 (benzoyl oxokadsurane)	k (藤茎)	IX	[83]
249	binankadsurin A	j (藤茎)	IX	[77]
250	戈米辛 A (gomisin A)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[82,85]
251	戈米辛 B (gomisin B)	k (藤茎)	IX	[85]
252	戈米辛 C (gomisin C)	j (藤茎)	IX	[87]
253	戈米辛 G (gomisin G)	j (藤茎)	IX	[87]
254	戈米辛 J (gomisin J)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[74,82]
255	戈米辛 O (gomisin O)	k (藤茎)	IX	[88]
256	戈米辛 U (gomisin U)	j (藤茎)	IX	[77]
257	异型南五味子 (heteroclitin)	j (藤茎)	IX	[89]
258	异型南五味子素 A (heteroclitin A)	k (藤茎)	IX	[90]
259	异型南五味子素 B (heteroclitin B)	j (藤茎)	IX	[77]
260	异型南五味子素 D (heteroclitin D)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[74,87]
261	异型南五味子素 E (heteroclitin E)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[72,90]
262	异型南五味子素 F (heteroclitin F)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[83,87]
263	异型南五味子素 G (heteroclitin G)	j (藤茎)	IX	[72]
264	异型南五味子素 H (heteroclitin H)	k (藤茎)	IX	[74]
265	异型南五味子素 I (heteroclitin I)	k (藤茎)	IX	[83]
266	异型南五味子素 J (heteroclitin J)	k (根茎)	IX	[78]
267	异型南五味子素 K (heteroclitin K)	k (根茎)	IX	[78]
268	异型南五味子素 L (heteroclitin L)	k (根茎)	IX	[78]
269	异型南五味子素 M (heteroclitin M)	k (根茎)	IX	[78]
270	异型南五味子素 N (heteroclitin N)	k (根茎)	IX	[78]
271	异型南五味子素 O (heteroclitin O)	k (根茎)	IX	[78]
272	异型南五味子素 P (heteroclitin P)	k (藤茎)	IX	[91]
273	异型南五味子素 Q (heteroclitin Q)	k (藤茎)	IX	[81]
274	异型南五味子素 S (heteroclitin S)	k (藤茎)	IX	[88]
275	内南五味子 (interiorin)	J (地上部分)、k (藤茎)	IX	[90,92]
276	内南五味子素 A (interiorin A)	j (藤茎)	IX	[89]
277	内南五味子素 B (interiorin B)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[74,89]
278	内南五味子素 C (interiorin C)	j (藤茎)	IX	[89]
279	内南五味子素 D (interiorin D)	j (藤茎)	IX	[89]
280	内南五味子酯 A (interiotherin A)	j (藤茎)	IX	[86]
281	内南五味子酯 B (interiotherin B)	j (藤茎)	IX	[82]
282	内南五味子酯 C (interiotherin C)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[74,77]
283	内南五味子酯 D (interiotherin D)	j (藤茎)	IX	[87]
284	kadheterin A	k (藤茎)	IX	[81]
285	kadheterin B	k (藤茎)	IX	[81]
286	kadheterin C	k (藤茎)	IX	[81]
287	kadheterin D	k (藤茎)	IX	[81]
288	kadheterin E	k (藤茎)	IX	[81]
289	kadheterin F	k (藤茎)	IX	[81]
290	kadheterin G	k (藤茎)	IX	[81]
291	kadheterin H	k (藤茎)	IX	[81]

续表 3

编号	化合物名称	植物来源 (部位)	结构类型	参考文献
292	南五味子木脂素 C (kadsulignan C)	k (藤茎)	IX	[73]
293	南五味子木脂素 D (kadsulignan D)	k (根茎)	IX	[78]
294	南五味子木脂素 E (kadsulignan E)	k (藤茎)	IX	[73]
295	南五味子木脂素 K (kadsulignan K)	k (藤茎)	IX	[83]
296	南五味子木脂素 W (kadsulignan W)	k (藤茎)	IX	[73]
297	kadsuphilin F	k (藤茎)	IX	[81]
298	kadsuphilol C	k (藤茎)	IX	[81]
299	kadsuphilol R	k (藤茎)	IX	[81]
300	kadsuralignan B	k (藤茎)	IX	[75]
301	南五味子木脂宁 (kadsuranin)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[73,82]
302	南五味子 (kadsurin)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[89-90]
303	南五味子酯 D (kadsutherin D)	j (藤茎)	IX	[77]
304	南五味子酯 E (kadsutherin E)	j (藤茎)	IX	[84]
305	南五味子酯 F (kadsutherin F)	j (藤茎)	IX	[84]
306	南五味子酯 G (kadsutherin G)	j (藤茎)	IX	[84]
307	南五味子酯 H (kadsutherin H)	j (藤茎)	IX	[85]
308	新南五味子 (neokadsuranin)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[74,87]
309	R(+)-戈米辛 M [R(+)-gomisin M]	k (藤茎)	IX	[85]
310	schiarisanrin C	j (藤茎)	IX	[77]
311	schisandrin C	j (藤茎)	IX	[87]
312	五脂酮 A (schisanlignone A)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[77,88]
313	五味子酯 A (schisantherin A)	j (藤茎)	IX	[93]
314	五味子酯 D (schisantherin D)	j (藤茎)	IX	[86]
315	五味子素 (schizandrin)	j (藤茎)、k (藤茎)	IX	[82,85]
316	schizanrin F	k (藤茎)	IX	[75]
317	巴豆酰基戈米辛 P (tigloylgomisin P)	k (藤茎)	IX	[85]

2 药理活性

豆科鸡血藤和木兰科鸡血藤具有广泛的生物活性,在调节血液系统、抗肿瘤、抗氧化能力等方面都具有良好的作用,但由于其主要活性成分的不同,其药理作用也有差别。

2.1 豆科鸡血藤药理活性

现代药理研究表明,豆科鸡血藤在调节血液系统、抗肿瘤、抗氧化和保肝等方面具有良好的生物活性。

2.1.1 血液系统 古代本草中记载着鸡血藤具有“去瘀血、生新血”功效的相关论述,是血分之圣药^[95]。现代药理学研究也表明鸡血藤对造血功能和血液循环均有影响。

2.1.1.1 促进骨髓造血 王珊珊^[96]研究证实,豆科鸡血藤密花豆醇提物可改善由⁶⁰Co- γ 射线造成的小鼠造血障碍,其活性是通过提升白细胞数量、调节

促造血因子水平、增加机体免疫能力和骨髓造血祖细胞增殖和分化实现的,另外,鸡血藤提取物对正常小鼠的脾脏指数和造血祖细胞的增殖也有一定的提升作用。张凌等^[97]研究发现,丰城鸡血藤乙醇提取物高、中、低3种不同剂量下均可促进⁶⁰Co- γ 射线照射小鼠外周血象的恢复,对小鼠血象中白细胞、红细胞、血红蛋白和血小板的下降均有一定的促进恢复作用。熊瑶^[98]向小鼠注射环磷酰胺和乙酰苯肼,阻碍正常造血细胞的分裂和增生,制备了复合型的血虚小鼠模型,并通过检测血清中促造血因子水平、骨髓造血组织面积比和脾脏组织变化来比较密花豆和丰城鸡血藤抗血虚的药效作用,结果表明,两者均改善了模型组小鼠的血虚症状,且密花豆鸡血藤作用强于丰城鸡血藤。王东晓等^[99]以从密花豆中分离得到的单体化合物作为研究对象,采用血清药理学方法,通过造血祖细胞培养观察9个化合物对骨髓抑制小鼠红系集落形成单位(CFU-E)、红系爆式

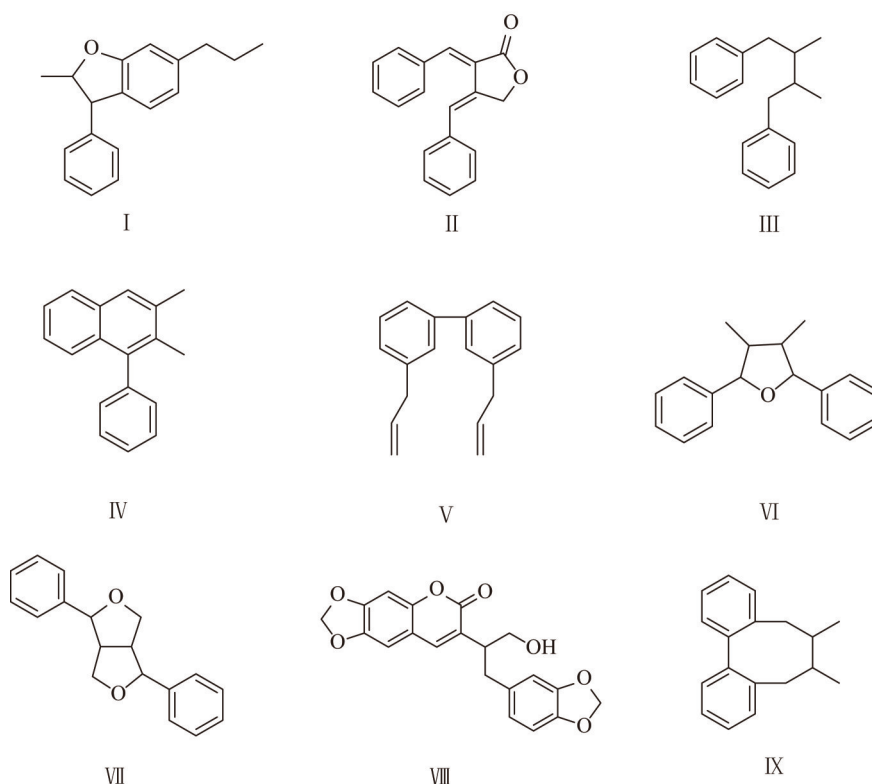


图2 木兰科鸡血藤中化合物母核结构

形成单位 (BFU-E)、粒巨噬系祖细胞 (CFU-GM)、巨核细胞集落生成单位 (CFU-Meg) 生长的作用。结果表明, 鸡血藤乙酸乙酯部位中提取的9个单体化合物可通过刺激骨髓抑制小鼠造血祖细胞的增殖, 缓解由照射引起的造血祖细胞内源性增殖缺陷, 进而促进骨髓抑制小鼠外周血象的恢复。其中儿茶素的刺激增殖活性相对最强, 对各系造血祖细胞均有明显刺激作用, 是鸡血藤补血活血的主要物质基础。

可以看出, 无论是体内实验还是体外的造血祖细胞增殖实验, 豆科鸡血藤提取物和其主要的单体成分均对造血功能产生了积极的影响, 鸡血藤醇提取物不仅能够改善模型小鼠造血障碍, 还能够提升正常小鼠的造血水平。

2.1.1.2 抗血栓形成 杨冉冉^[100]采用盐酸肾上腺素诱导的斑马鱼血栓模型评价密花豆总提物的抗血栓活性, 实验结果表明, 与盐酸肾上腺素模型组比较, 暴露在质量浓度为 $1\sim 20\ \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 鸡血藤总提物组的斑马鱼尾静脉红细胞染色面积均显著降低 ($P<0.001$), 提示鸡血藤总提物可抑制盐酸肾上腺素诱导的血栓形成, 且水提物较乙醇提取物、乙酸乙酯提取物和二氯甲烷提取物血栓抑制率更大。李才堂等^[101]通过一定浓度乙醇回流提取获得丰城鸡血藤总

黄酮, 实验发现其各剂量均能抑制二磷酸腺苷 (ADP)、胶原和凝血酶诱导的大鼠血小板聚集, 并且可以减少血栓形成的质量, 具有显著的抗血小板聚集及抗血栓形成的作用。Zhang 等^[102]通过研究美丽崖豆藤中提取分离得到的20个黄酮类成分与凝血酶的结合能力, 筛选出12个具有抗凝活性的化合物, 并进行定性定量表征, 同时用体外凝血酶时间 (TT) 评价其抗凝血能力, 结果表明, 这些化合物具有良好的凝血酶结合能力, 可能成为潜在的凝血酶抑制剂。

由此可见, 豆科鸡血藤可从抗血栓、抗血小板聚集、抗凝等途径共同发挥其调节血液循环的作用, 其中水提物血栓抑制率较其他极性部位更大, 提示其水溶性成分具有良好的抗血栓活性。

2.1.2 抗炎、抗氧化 现代药理研究已证实, 鸡血藤黄酮提取物可通过抑制炎症因子的释放、清除自由基等途径发挥抗氧化作用, 并且其在细胞层面和动物层面均具有明确的抗氧化活性, 用药后还可恢复至对照组相似水平, 故有望作为一种替代或辅助药物用于治疗氧化应激相关疾病^[103-104]。

Liu 等^[105]采用超快速液相色谱-质谱法 (UFLC-MS/MS) 定量研究了密花豆水提物中分离得到的

25种化合物(主要为黄酮类和酚类物质)在大鼠血浆中的药动学特征,并评价了其对于脂多糖(LPS)刺激下的小鼠巨噬细胞RAW264.7炎症模型的抗炎活性,结果表明,其中3个异黄酮类化合物芒柄花黄素钠、芒柄花黄素、鹰嘴豆芽素A抗炎活性最强。章丽华^[106]比较了丰城鸡血藤提取物对1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)自由基、超氧自由基、羟基自由基的清除情况,发现除羟基自由基外,其对DPPH自由基和超氧自由基的清除活性与天然抗氧化剂维生素C(Vc)相当,且强于人工合成抗氧化剂2,6-二叔丁基对甲酚(BHT),提示其具有较强的抗氧化活性。董玉琼^[8]对槭藤乙酸乙酯部位分离得到的22个黄酮类化合物进行了DPPH、2,2'-联氮双(3-乙基苯并噻唑啉-6-磺酸)二铵盐(ABTS)自由基清除,铁离子还原, β -胡萝卜素漂白,超氧阴离子清除和脂质过氧化清除实验,全面评估了其抗氧化活性,筛选出具有显著的DPPH和ABTS自由基清除活性的化合物(-)-表没食子酰儿茶素;并进一步通过DPPH自由基清除实验说明黄酮结构母核中B环上的邻位羟基数与化合物抗氧化活性呈正相关。

2.1.3 抗肿瘤 鸡血藤中的活性成分可诱导多种肿瘤细胞分化和凋亡,进而发挥抗肿瘤的作用。近些年研究发现,鸡血藤总黄酮对人肺腺癌A549,人肠腺癌HT-29、PG、ICE-6,肝细胞癌HepG2等多种肿瘤细胞增殖具有抑制作用。

鸡血藤总黄酮作用于肿瘤细胞后,能有效活化胱天蛋白酶-3(Caspase-3)蛋白表达^[107],呈现出细胞层级凋亡通路中所特有的DNA ladder,以及伴随细胞核与线粒体膜电位变化^[108-109]。陈浩天^[110]研究发现,不同浓度密花豆总黄酮均可不同程度地抑制肝癌HepG2细胞的增殖,并发现鸡血藤总黄酮类物质是通过上调Caspase-9蛋白的表达发挥促进HepG2细胞凋亡的作用。不仅如此,鸡血藤乙酸乙酯提取部分能够显著抑制结肠直肠癌的侵袭转移,为结肠直肠癌转移的药理阻断提供了一种新的候选药物^[111]。

刘婷等^[112]通过噻唑蓝(MTT)法检测不同浓度的丰城鸡血藤H-103树脂提纯物(H-103REM)在体外不同作用时间的抗肿瘤作用,H-103REM在0.125~2.000 mg·mL⁻¹对体外培养的MCF-7和A549细胞均有不同程度的抑制作用,且随着时间的延长和剂量的增加,这种抑制作用也不断加强;通过化学发光法检测到H-103REM能够使MCF-7和A549

细胞内的Caspase-3的活性升高,表明可能是通过该靶点来诱导2种细胞的凋亡。

厚果鸡血藤中的一种查耳酮厚果崖豆藤欽素(millepachine)在体内外均具有良好的抗癌细胞增殖活性,且无不良反应。厚果崖豆藤欽素及其易修饰的结构衍生物有望成为抗肿瘤药物的先导化合物^[65]。

2.1.4 保肝和抗肝纤维化 研究表明,鸡血藤提取物可通过清除自由基、增强抗氧化酶活性等途径发挥保肝的作用^[113]。韩云雪等^[114]发现鸡血藤醇提物通过抑制胶原蛋白表达及转化生长因子 β_1 /p38丝裂原活化蛋白激酶TGF- β_1 /p38 MAPK信号通路,抑制纤维化肝细胞增殖和I型胶原蛋白(Col I)的合成,进而发挥抗肝纤维化作用。也有研究发现,口服网络崖豆藤水提物通过增加谷胱甘肽依赖性抗氧化酶活性而降低肝毒性作用,从而减轻四氯化碳所致大鼠氧化应激和炎症反应^[115]。

2.1.5 镇痛 吴磊等^[116]采取动物炎性刺激致痛-小鼠乙酸扭体法、乙酸抬腿法、药物刺激致痛-完全弗氏佐剂(CFA)法、热刺激-热板法制备4种疼痛模型,以血竭素高氯酸盐为阳性对照,探讨密花豆的镇痛作用。结果表明,鸡血藤醇提取物能够有效减少乙酸诱发的小鼠扭体反应次数、抬腿反应次数,减轻CFA诱发的小鼠足趾容积肿胀程度,升高小鼠的热痛阈,表明鸡血藤醇提取物对模型小鼠有明显的疼痛缓解作用,对炎性致痛、药物致痛、物理致痛均具有较为显著的缓解作用,提示鸡血藤可能通过抗炎等途径发挥其药效。

2.2 木兰科鸡血藤药理活性

药理研究表明,木兰科2种鸡血藤的木脂素类成分显示出良好的抑制血小板聚集、抗氧化、抗肿瘤、抗人免疫缺陷病毒(HIV)等生物活性。

2.2.1 抑制血小板聚集 韩桂秋等^[85]应用血小板活化因子(PAF)结合人血小板膜的分析方法测定从异型南五味子中分离得到的7个联苯环辛烯类木脂素的PAF拮抗活性,发现巴豆酰戈米辛P、当归酰戈米辛P和R(+)-戈米辛M具有PAF受体拮抗活性。蒋仕丽等^[117]采用Born比浊法观察了3个代表性木脂成分异型南五味子素D、翼梗五味子酚和(+)-安五脂素对二磷酸腺苷(ADP)和PAF诱导的兔血小板聚集率、最大聚集率及最大聚集时间的影响。实验结果显示,3个化合物对血小板聚集均有不同程度的抑制作用,其中异形南五味子素D作用最强。因

此, 异形南五味子素D可认为是木兰科鸡血藤活血化瘀功能的重要基础物质之一。

2.2.2 抗氧化 金昔陆等^[118]研究了从内南五味子醇提取物中分离的木脂素类成分戈米辛J体外抗脂质过氧化能力和对超氧阴离子自由基的清除作用。结果表明, 戈米辛J对 Fe^{2+} -Vc和二磷酸腺苷/还原型辅酶II (ADP/NADPH) 系统诱导肝线粒体膜脂质过氧化均有显著抑制作用, 最高浓度抑制率可达100%, 同时具有清除超氧阴离子的能力。抗脂质过氧化实验结果显示戈米辛J的作用比阳性对照维生素E强数倍。

2.2.3 抗肿瘤 Chen等^[119]对从内南五味子(藤茎)中分得的14个木脂素进行人类疱疹(EB)病毒早期抗原激活的抑制作用评价, 发现新南五味子木脂宁和五味子素C对其具有显著的抑制作用, 由于对EB病毒早期抗原激活的抑制作用与体内抗肿瘤增殖活性密切相关, 提示这些木脂素可作为潜在的抗肿瘤增殖或化疗药物。

2.2.4 保肝 沈芳仪等^[113]采用四氯化碳(CCl_4)诱导大鼠急性肝损伤模型, 通过观察异型南五味子醇提取物对肝损伤大鼠血清中丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天冬氨酸氨基转移酶(AST)活性, 肝脏指数, 肝组织中还原型谷胱甘肽(GSH)水平, 肝脏组织的病理学变化来评价其保肝护肝作用。研究结果表明, 给予异型南五味子醇提取物的各剂量组大鼠血清中ALT、AST活性降低, 肝组织病理变化减轻, 肝脏系数降低, 肝匀浆中GSH水平显著高于模型组, 表明异型南五味子醇提取物对 CCl_4 诱导的急性肝损伤模型大鼠具有一定的保护作用。

2.2.5 抗HIV 目前尚无鸡血藤中黄酮类物质具有抗HIV活性的报道, 但从木兰科2种鸡血藤中分离得到的一些木脂素类化合物显示出较强的抗HIV活性。

Jia等^[120]发现内南五味子中内南五味子酯A、内南五味子酯B具有抑制HIV复制活性, 半最大效应浓度(EC_{50})值分别为3.1、0.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。随后, Chen等^[82]又发现内南五味子(藤茎)中7个化合物戈米辛J、内南五味子酯A、去氧五味子素、五味子素C、南五味子木脂宁、五味子酯D、戈米辛G均具有抗HIV活性, 以戈米辛G活性最强, EC_{50} 为0.006 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, 是一个非常具有开发潜力的抗HIV天然产物和先导化合物。五味子素C、南五味子木脂宁、五味子酯D显示出较好的抗HIV活性, EC_{50} 分

别为0.5、0.8、1.2 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。

2.2.6 镇痛 李庆耀等^[121]采用小鼠扭体实验研究从内南五味子和披针叶南五味子提取的挥发性成分的镇痛作用。实验结果表明, 两者挥发油成分均有镇痛作用, 其中内南五味子挥发油的作用更强。

3 结语与展望

鸡血藤在中药中被誉为“血分之圣药”, 分布在我国广东、广西、云南、福建等地, 基原众多, 大部分集中在豆科和木兰科。豆科鸡血藤主要活性成分为黄酮类, 其药理作用主要表现在促进造血功能、抑制血小板聚集、抗肿瘤、抗氧化、保肝及镇痛等。木兰科鸡血藤主要分布在云南地区, 故称“滇鸡血藤”, 其主要活性成分以木脂素类为主, 其药理作用表现为抑制血小板聚集、抗肿瘤、抗氧化、保肝、抗HIV及镇痛等。

豆科和木兰科鸡血藤分别以黄酮类成分和木脂素类成分作为其药效物质基础, 两者在药理作用上也有异同: 相同之处为豆科和木兰科鸡血藤均能抑制血小板聚集、抗肿瘤、抗氧化、保肝和镇痛, 而区别在于豆科鸡血藤有补血之效, 能够刺激机体的造血系统, 木兰科鸡血藤有较强的抗HIV活性。

众所周知, 四气五味是中药的固有属性, 根据现代中药药性理论研究, 寒热温凉四气主要体现在中药对机体中枢神经系统、自主神经系统、内分泌系统、基础代谢功能的作用差异; 而五味则与其活性成分和中药功效相关。一般来说, 五味、活性成分、药理作用三者存在一定的规律性。鸡血藤和滇鸡血藤分别来自豆科和木兰科, 且研究发现两者活性成分结构差异很大, 药理作用应当有所不同, 目前相关药理研究也表明两者药理作用有区别, 故尚不能认为两者性味功效一致^[122]。

我国鸡血藤种类繁多, 但《中国药典》2020年版中规定的品种资源密花豆正面临资源短缺的难题: 广西、广东的鸡血藤野生资源已濒临枯竭, 仅云南尚有一定野生资源, 但蕴藏量已经很低; 由于其生长周期长, 大规模人工种植尚未形成; 为保护本国生态环境和资源, 鸡血藤产地国如泰国、老挝已经限制鸡血藤的出口量^[66]。因此, 本文从研究较为明确且有药用历史的11种鸡血藤类药材入手, 对其活性成分和药理作用进行了系统的总结, 为拓宽中药鸡血藤基原提供了参考。

参考文献

- [1] 郑立雄,丁艳芬,杨崇仁. 鸡血藤的品种与考证[J]. 中国现代中药,2012,14(2):22-30.
- [2] 卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,1977:312-313.
- [3] 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,2020:378.
- [4] 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,2010:339-340.
- [5] 赵学敏. 本草纲目拾遗·卷七·藤部[M]. 北京:商务印书馆,1954:260.
- [6] 苏贤君. 中药鸡血藤 *Spatholobus suberectus* Dunn. 化学成分的研究[D]. 广州:广州中医药大学,2016.
- [7] DONG Y Q, SHI H M, YANG H S, et al. Antioxidant phenolic compounds from the stems of *Entada phaseoloides* [J]. Chem Biodivers, 2012, 9(1): 68-79.
- [8] 董玉琼. 槿藤化学成分与药理活性研究[D]. 上海:上海交通大学,2011.
- [9] LEE M H, LIN Y P, HSU F L, et al. Bioactive constituents of *Spatholobus suberectus* in regulating tyrosinase-related proteins and mRNA in HEMn cells[J]. Phytochemistry, 2006, 67(12): 1262-1270.
- [10] 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.
- [11] LI K, XING S H, WANG M Y, et al. Anticomplement and antimicrobial activities of flavonoids from *Entada phaseoloides* [J]. Nat Prod Commun, 2012, 7 (7) : 1934578X1200700.
- [12] 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:中国协和医科大学,2010.
- [13] YE M, YANG W Z, LIU K D, et al. Characterization of flavonoids in *Millettia nitida* var. *hirsutissima* by HPLC/DAD/ESI-MS N[J]. J Pharm Anal, 2012, 2(1): 35-42.
- [14] 陈凤庭,陆江海,陈祺聪,等. 厚果鸡血藤化学成分的研究(I) [J]. 中草药, 1999, 30(1): 3-5.
- [15] 邵伟艳,祝亚非,关山越,等. 厚果鸡血藤的化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(1): 1-4.
- [16] 赵钟祥,金晶,林朝展,等. 槿藤(藤茎)醋酸乙酯部位化学成分的研究[J]. 现代药物与临床, 2012, 27(3): 200-203.
- [17] YIN T, LIANG H, WANG B, et al. A new flavonol glycoside from *Millettia speciosa* [J]. Fitoterapia, 2010, 81(4): 274-275.
- [18] 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.
- [19] 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): 721-723.
- [20] 李和莲. 过岗龙化学成分初步研究[D]. 广州:华南理工大学,2010.
- [21] 熊慧. 槿藤化学成分及活性研究[D]. 武汉:华中科技大学,2013.
- [22] 刘晓艳,徐翥,杨秀伟,等. 鸡血藤黄酮类化学成分的分与鉴定[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(6): 1384-1392.
- [23] 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.
- [24] YOON J S, SUNG S H, PARK J H, et al. Flavonoids from *Spatholobus suberectus* [J]. Arch Pharm Res, 2004, 27(6): 589-592.
- [25] 唐任能,曲晓波,关树宏,等. 鸡血藤的化学成分[J]. 中国天然药物, 2012, 10(1): 32-35.
- [26] 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.
- [27] FANG S C, HSU C L, LIN H T, et al. Anticancer effects of flavonoid derivatives isolated from *Millettia reticulata* Benth in SK-Hep-1 human hepatocellular carcinoma cells[J]. J Agric Food Chem, 2010, 58(2): 814-820.
- [28] CHO H, CHUNG B, KIM C K, et al. *Spatholobus suberectus* Dunn. constituents inhibit sortase A and *Staphylococcus aureus* cell clumping to fibrinogen [J]. Arch Pharm Res, 2017, 40(4): 518-523.
- [29] 苏雪会,李聪颖,钟玉蛟,等. 厚果鸡血藤种子中的一个新异戊烯基查耳酮[J]. 中国天然药物, 2012, 10(3): 222-225.
- [30] 熊慧,涂楚月,姜海琴,等. 过岗龙化学成分分离鉴定[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(8): 49-53.
- [31] CHENG X L, WAN J Y, LI P, et al. Ultrasonic/microwave assisted extraction and diagnostic ion filtering strategy by liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry for rapid characterization of flavonoids in *Spatholobus suberectus* [J]. J Chromatogr A, 2011, 1218(34): 5774-5786.
- [32] 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.
- [33] DAT L D, TU N T M, DUC N V, et al. Anti-inflammatory secondary metabolites from the stems of *Millettia dielsiana* Harms ex Diels [J]. Carbohydr Res, 2019, 484: 107778.
- [34] 尹婷,刘桦,王邠,等. 红血藤的化学成分[J]. 药学报, 2008, 43(1): 67-70.
- [35] 崔艳君,陈若芸. 鸡血藤化学成分研究[C]//中国植物

- 学会,2001全国药用植物与中药院士论坛及学术研讨会论文集.大连:中国植物学会,2001:148-152.
- [36] 唐任能.中药鸡血藤质量控制与体内代谢研究[D].长春:长春中医药大学,2011.
- [37] ZHANG Y, GUO L, DUAN L, et al. Simultaneous determination of 16 phenolic constituents in *Spatholobi Caulis* by high performance liquid chromatography/electrospray ionization triple quadrupole mass spectrometry [J]. J Pharm Biomed Anal, 2015, 102: 110-118.
- [38] 翟明,赵莹,林大都,等.鸡血藤化学成分研究[J].嘉应学院学报,2015,33(5):51-53.
- [39] 何玉琴,金晨,黄斌,等.丰城鸡血藤化学成分分离及鉴定[J].中国实验方剂学杂志,2018,24(2):51-56.
- [40] 冯洁,向诚,梁鸿,等.丰城鸡血藤异黄酮类成分的研究[J].中国中药杂志,2007,32(4):321-322.
- [41] YE H Y, XIE C F, WU W S, et al. *Millettia pachycarpa* exhibits anti-inflammatory activity through the suppression of LPS-induced NO/iNOS expression [J]. Am J Chin Med, 2014, 42(4):949-965.
- [42] GONG T, ZHANG T, WANG D X, et al. Two new isoflavone glycosides from the vine stem of *Millettia dielsiana* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2014, 16(2): 181-186.
- [43] 余弯弯,金晨,双鹏程,等.丰城鸡血藤异黄酮及黄烷类化学成分的研究[J].中国中药杂志,2015,40(12): 2363-2366.
- [44] YE H Y, FU A F, WU W S, et al. Cytotoxic and apoptotic effects of constituents from *Millettia pachycarpa* Benth [J]. Fitoterapia, 2012, 83(8): 1402-1408.
- [45] 巩婷,王洪庆,陈若芸.香花崖豆藤中异黄酮类化合物的研究[J].中国中药杂志,2007,32(20):2138-2140.
- [46] 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.
- [47] 王瑞,耿培武,福山爱保.香花崖豆藤化学成分的研究[J].中草药,1989,20(2):2-3.
- [48] YE H Y, ZHONG S J, LI Y F, et al. Enrichment and isolation of barbigerone from *Millettia pachycarpa* Benth. using high-speed counter-current chromatography and preparative HPLC [J]. J Sep Sci, 2010, 33(8): 1010-1017.
- [49] 王瑞,耿培武,福山爱保.香花崖豆藤化学成分的研究(II) [J]. 中草药,1990,21(9):5-7.
- [50] YE H Y, WU W S, LIU Z W, et al. Bioactivity-guided isolation of anti-inflammation flavonoids from the stems of *Millettia dielsiana* Harms [J]. Fitoterapia, 2014, 95: 154-159.
- [51] GONG T, WANG D X, CHEN R Y, et al. Novel benzil and isoflavone derivatives from *Millettia dielsiana* [J]. Planta Med, 2009, 75(3):236-242.
- [52] 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.
- [53] CHENG J, ZHAO Y Y, WANG B, et al. Flavonoids from *Millettia nitida* var. *hirsutissima* [J]. Chem Pharm Bull (Tokyo), 2005, 53(4):419-421.
- [54] 巩婷,王东晓,刘屏,等.白花油麻藤化学成分研究[J].中国中药杂志,2010,35(13):1720-1722.
- [55] 李莹.中药鸡血藤的化学成分和质量控制方法研究[D].沈阳:沈阳药科大学,2009.
- [56] GONG T, ZHANG T, WANG D X, et al. Two new isoflavone glycosides from *Mucuna birdwoodiana* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2010, 12(3): 199-203.
- [57] DING P, QIU J Y, YING G, et al. Chemical constituents of *Millettia speciosa* [J]. Chin Herb Med, 2014, 6(4): 332-334.
- [58] 郑岩,刘桦,白焱晶,等.鸡血藤黄酮类化合物的研究[J].中国中药杂志,2008,33(2):152-154.
- [59] 宗鑫凯,赖富丽,王祝年,等.牛大力化学成分研究[J].中药材,2009,32(4):520-521.
- [60] 崔艳君,刘屏,陈若芸.鸡血藤有效成分研究[J].中国中药杂志,2005,30(2):121-123.
- [61] PENG F, ZHU H, MENG C W, et al. New isoflavanes from *Spatholobus suberectus* and their cytotoxicity against human breast cancer cell lines [J]. Molecules, 2019, 24(18):3218.
- [62] LIU X Y, ZHANG Y B, YANG X W, et al. Anti-inflammatory activity of some characteristic constituents from the vine stems of *Spatholobus suberectus* [J]. Molecules, 2019, 24(20):3750.
- [63] 宋建兴,胡旺云,罗士德.香花崖豆藤化学成分的研究[J].西南林学院学报,1992,12(1):40-43.
- [64] ZHAO Z X, JIN J, LIN C Z, et al. Two new Chalcone glycosides from the stems of *Entada phaseoloides* [J]. Fitoterapia, 2011, 82(7):1102-1105.
- [65] WU W S, YE H Y, WAN L, et al. Milleepachine(MIL), a novel chalcone, induces G₂/M arrest by inhibiting CDK1 activity and causing apoptosis via ROS-mitochondrial apoptotic pathway in human hepatocarcinoma cells in vitro and in vivo [C]//中国药学会,第十一届全国药学生学术年会(生物医药专题)论文集,成都:中国药学会,2013:361-384.
- [66] 秦双双,朱艳霞,韦坤华,等.鸡血藤的本草沿革与黄酮类成分及其药理学研究进展[J].中国中药杂志,2018,43(11):2216-2223.
- [67] 王秋媛,姜兰,范成林.豆科植物中异黄酮类化合物生

- 物合成的研究进展[J]. 耕作与栽培, 2016(5):83-86.
- [68] LIU X Y, ZHANG L, YANG X W, et al. Simultaneous detection and quantification of 57 compounds in *Spatholobi Caulis* applying ultra-fast liquid chromatography with tandem mass spectrometry [J]. J Sep Sci, 2020, 43(23):4247-4262.
- [69] MEI Y Q, WEI L F, TAN M X, et al. Qualitative and quantitative analysis of the major constituents in *Spatholobi Caulis* by UFLC-Triple TOF-MS/MS and UFLC-QTRAP-MS/MS [J]. J Pharm Biomed Anal, 2021, 194:113803.
- [70] 陈道峰. 南五味子属药用植物的化学成分及其生物活性[J]. 中国天然药物, 2007, 5(1):15-19.
- [71] 罗艺萍, 王素娟, 赵静峰, 等. 异型南五味子的化学成分研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2009, 31(4):406-409.
- [72] 张进, 黄嫚, 李建光, 等. 内南五味子中木脂素类化学成分研究[J]. 中国现代中药, 2018, 20(6):669-674.
- [73] SHEHLA N, LI B, ZHAO J P, et al. New dibenzocyclooctadiene lignan from stems of *Kadsura heteroclita* [J]. Nat Prod Res, 2022, 36(1):8-17.
- [74] CHEN M, JIA Z W, CHEN D F. Heteroclitin H, a new lignan from *Kadsura heteroclita* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2006, 8(7):643-648.
- [75] MINH P T H, LAM D T, TIEN N Q, et al. New schiartane-type triterpene from *Kadsura heteroclita* and their cytotoxic activities [J]. Nat Prod Commun, 2014, 9(3):1934578X1400900.
- [76] 苏维. 血筒藜部位的化学成分及其生物活性的研究[D]. 长沙:湖南中医药大学, 2014.
- [77] LU Y, CHEN D F. Kadsutherin D, a new dibenzocyclooctadiene lignan from *Kadsura* species [J]. Nat Prod Res, 2008, 22(15):1344-1349.
- [78] 许利嘉. 两种五味子科药用植物活性成分的研究[D]. 北京:中国协和医科大学, 2006.
- [79] WANG W, LIU J Z, YANG M, et al. Simultaneous determination of six major constituents in the stems of *Kadsura heteroclita* by LC-DAD [J]. Chromatographia, 2006, 64(5/6):297-302.
- [80] SU W, ZHAO J P, YANG M, et al. A coumarin lignanoid from the stems of *Kadsura heteroclita* [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2015, 25(7):1506-1508.
- [81] LUO Y Q, LIU M, WEN J, et al. Dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura heteroclita* [J]. Fitoterapia, 2017, 119:150-157.
- [82] CHEN D F, ZHANG S X, XIE L, et al. Anti-AIDS agents: XXVI. Structure-activity correlations of gomisin-G-related anti-HIV lignans from *Kadsura interior* and of related synthetic analogues [J]. Bioorg Med Chem, 1997, 5(8):1715-1723.
- [83] PU J X, YANG L M, XIAO W L, et al. Compounds from *Kadsura heteroclita* and related anti-HIV activity [J]. Phytochemistry, 2008, 69(5):1266-1272.
- [84] LIU J S, ZHANG J, QI Y D, et al. Four new lignans from *Kadsura interior* and their bioactivity [J]. Molecules, 2018, 23(6):1279.
- [85] 韩桂秋, 代平, 薛荣, 等. 异型南五味子 (*Kadsura heteroclita*) 中的具有血小板活化因子 (PAF) 拮抗活性的联苯环辛烯类木脂素 [J]. 中国药理学杂志, 1992, 1(1):20-27.
- [86] CHEN D F, ZHANG S X, CHEN K, et al. Two new lignans, interiortherins A and B, as anti-HIV principles from *Kadsura interior* [J]. J Nat Prod, 1996, 59(11):1066-1068.
- [87] CHEN D F, ZHANG S X, KOZUKA M, et al. Interiortherins C and D, two new lignans from *Kadsura* i and antitumor-promoting effects of related neolignans on Epstein-Barr virus activation [J]. J Nat Prod, 2002, 65(9):1242-1245.
- [88] CHEN M, LUO Y P, ZOU Y L, et al. Heteroclitins R-S: New dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura heteroclita* [J]. Chin J Nat Med, 2014, 12(9):689-692.
- [89] 丁智慧, 罗士德. 内南五味子化学成分的研究 [J]. 化学学报, 1990, 48(11):1075-1079.
- [90] YANG X W, MIYASHIRO H, HATTORI M, et al. Isolation of novel lignans, heteroclitins F and G, from the stems of *Kadsura heteroclita*, and anti-lipid peroxidative actions of heteroclitins A-G and related compounds in the *in vitro* rat liver homogenate system [J]. Chem Pharm Bull (Tokyo), 1992, 40(6):1510-1516.
- [91] XU L J, LIU H T, PENG Y, et al. Heteroclitins N-Q, new compounds from stems of *Kadsura heteroclita* (Roxb.) Craib [J]. Helvetica Chimica Acta, 2008, 91(2):220-226.
- [92] SHIDE L, ZHIKUEI D, MAYER R, et al. Interiorin: A neolignan with a new skeleton from *Kadsura interior* [J]. Planta Med, 1988, 54(5):440-443.
- [93] 周三云, 李蓉涛, 李洪梅. 凤庆鸡血藤的化学成分研究 [J]. 昆明理工大学学报(理工版), 2008, 33(5):81-85.
- [94] 余凌虹, 刘耕陶. 五味子联苯环辛烯类木脂素成分的结构与药理活性关系和药物创新 [J]. 化学进展, 2009, 21(1):66-76.
- [95] 项长生. 汪昂医学全书: 明清名医全书大成 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 1999: 385.
- [96] 王珊珊. 鸡血藤提取工艺及其免疫调节和提升造血功能的研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2018.

- [97] 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]. 中国现代应用药学,2009,26(5):349-353.
- [98] 熊瑶. 鸡血藤及其混伪品的资源调查、DNA条形码鉴定及抗血虚药理作用比较[D]. 南昌:江西中医药大学,2020.
- [99] 王东晓,刘屏,陈若芸,等. 鸡血藤单体化合物对骨髓抑制小鼠造血祖细胞增殖的影响[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2008,12(21):4163-4166.
- [100] 杨冉冉. 中药鸡血藤的质量控制及对斑马鱼抗血栓作用的初步研究[D]. 北京:北京中医药大学,2018.
- [101] 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]. 中国现代应用药学,2015,32(11):1316-1318.
- [102] ZHANG S Y, YIN T, LING X M, et al. Interactions between thrombin and natural products of *Millettia speciosa* Champ. using capillary zone electrophoresis [J]. Electrophoresis, 2008, 29 (16): 3391-3397.
- [103] FU Y F, JIANG L H, ZHAO W D, et al. Immunomodulatory and antioxidant effects of total flavonoids of *Spatholobus suberectus* Dunn on PCV₂ infected mice[J]. Sci Rep, 2017, 7(1):8676.
- [104] CHEN H L, YANG J, FU Y F, et al. Effect of total flavonoids of *Spatholobus suberectus* Dunn on PCV₂ induced oxidative stress in RAW264.7 cells[J]. BMC Complement Altern Med, 2017, 17(1):244.
- [105] LIU X Y, ZHANG Y B, YANG X W, et al. Simultaneous determination of twenty-five compounds with anti-inflammatory activity in *Spatholobi* Caulis by using an optimized UFLC-MS/MS method: An application to pharmacokinetic study [J]. J Pharm Biomed Anal, 2021, 204: 114267.
- [106] 章丽华. 丰城鸡血藤活性成分黄酮类化合物提取分离及抗氧化活性研究[D]. 南昌:南昌大学,2006.
- [107] HA E S, LEE E O, YOON T J, et al. Methylene chloride fraction of *Spatholobi* Caulis induces apoptosis via caspase dependent pathway in U937 cells[J]. Biol Pharm Bull, 2004, 27(9):1348-1352.
- [108] 陈东辉,罗霞,余梦瑶,等. 鸡血藤煎剂对小鼠骨髓细胞增殖的影响[J]. 中国中药杂志,2004,29(4):477-479.
- [109] 王燕,李萍,林燕,等. 鸡血藤黄酮类有效部位对人非小细胞肺癌 A549 细胞凋亡与线粒体膜电位的影响[J]. 首都医科大学学报,2011,32(6):811-815.
- [110] 陈浩天. 鸡血藤总黄酮类物质对肝细胞癌凋亡调控作用机制研究[D]. 昆明:昆明医科大学,2018.
- [111] SUN L D, LI Q, GUO Y, et al. Extract of *Caulis Spatholobi*, a novel platelet inhibitor, efficiently suppresses metastasis of colorectal cancer by targeting tumor cell-induced platelet aggregation [J]. Biomed Pharmacother, 2020, 123:109718.
- [112] 刘婷,傅颖媛. 丰城鸡血藤 H-103 树脂提纯物体外抗肿瘤作用研究[J]. 时珍国医国药,2010,21(6):1537-1539.
- [113] 沈芳仪,葛海英,曾嵘. 异型南五味子醇提物对四氯化碳致大鼠急性肝损伤的保护作用[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(16):232-235.
- [114] 韩云雪,李丽梅,石洁琼. 鸡血藤提取物对大鼠纤维化肝细胞中胶原蛋白表达及 TGF- β_1 /p38 MAPK 信号通路的影响[J]. 中国免疫学杂志,2020,36(21):2608-2612.
- [115] HSU C C, HSU C L, TSAI S E, et al. Protective effect of *Millettia reticulata* Benth against CCl₄-induced hepatic damage and inflammatory action in rats [J]. J Med Food, 2009, 12(4):821-828.
- [116] 吴磊,颜曼,邱春玉. 鸡血藤醇提物对小鼠炎性痛的影响[J]. 湖北科技学院学报(医学版),2019,33(6):461-464.
- [117] 蒋仕丽,章蕴毅,陈道峰. 异型南五味子丁素、五味子酚和 (+)-安五脂素对血小板聚集的影响[J]. 复旦学报(医学版),2005,32(4):467-470.
- [118] 金昔陆,顾峥,胡天喜,等. 内南五味子木脂素戈米辛 J 对肝线粒体膜脂质过氧化和超氧阴离子自由基的作用[J]. 中国药理学通报,2000,16(1):26-28.
- [119] CHEN D F, ZHANG S X, KOZUKA M, et al. Interiotherins C and D, two new lignans from *Kadsura interior* and antitumor-promoting effects of related neolignans on Epstein-Barr virus activation [J]. J Nat Prod, 2002, 65(9):1242-1245.
- [120] JIA Z W, LIAO Z X, CHEN D F. Two new dibenzocyclooctene lignans from the water extract of *Kadsura* spp [J]. Helvetica Chimica Acta, 2005, 88(8):2288-2293.
- [121] 李庆耀,孙全忠,陈道峰,等. 两种南五味子属药用植物油性成分的镇痛作用[J]. 上海医科大学学报,1999,26(1):56.
- [122] 孙建宁. 中药药理学[M]. 北京:中国中医药出版社,2014:5-20.

(收稿日期: 2021-09-12 编辑: 田苗)