

傣药百样解的化学成分及药理作用研究进展

刘青青, 戴荣继, 吕芳, 林凡凯* (北京理工大学生命学院, 北京 100081)

摘要: 百样解, 又称竹叶兰, 是傣族人民最常用的药物之一。百样解中主要含有芪类、酚类、黄酮类等 115 个化合物, 且具有抗肿瘤、抗病毒、抗氧化等多种药理活性。本文综述了百样解的化学成分及药理作用的研究进展, 为今后更好地开发利用百样解提供参考。

关键词: 百样解; 芪类; 酚类; 抗肿瘤; 抗病毒

中图分类号: R285.5

文献标志码: A

文章编号: 1007-7693(2017)04-0618-07

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2017.04.032

Research Progress in Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Baiyangjie

LIU Qingqing, DAI Rongji, LYU Fang, LIN Fankai* (School of Life Science, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

ABSTRACT: Baiyangjie(BYJ), which is also called *Arundina graminifolia* (D.Don) Hochr, is one of the most common drugs used in the Dai people. BYJ has reported 115 compounds, mainly containing stilbenoids, phenols and flavonoids, and the extracts and chemical constituents also have anti-tumor, anti-virus, antioxidant and other pharmacological activities. The research progress of chemical constituents and pharmacological effects of BYJ are reviewed for further applications and developments in the paper.

KEY WORDS: Baiyangjie; stilbenoids; phenols; anti-tumor; anti-virus

百样解为兰科(Orchidaceae)竹叶兰(*Arundina*)属竹叶兰[*Arundina graminifolia* (D.Don) Hochr]的干燥全草。竹叶兰的傣药名为文尚海(音译), 意为清除百毒的药物, 故又名百样解, 别名长杆兰、草姜、山葶芥、竹兰、禾叶竹叶兰等。其广泛分布于热带及亚热带地区, 是云南西双版纳地区傣族人民常用的一味“解药”, 应用于多种解毒的复方制剂中: 例如傣药保肝胶囊主要包括功劳木、百样解、龙胆等 15 味药材^[1], 自 1999 年获得西双版纳傣族医院院内制剂批复后, 进入临床使用至今, 治疗肝病效果良好; 此外, 百样解也是解酒食中毒的 OTC 中成药雅解片的主要原料^[2], 治疗黄疸病的傣药答勒汤^[3], 解水、火烫伤毒药物菲埋喃皇罗^[4]和清火解毒的“雅解沙把”(百解胶囊)^[5]等特色傣药中的主要成分。百样解, 性平、味苦, 具有清热解暑, 散瘀止痛, 消炎利尿等功效^[6], 收载于《中药大辞典》中, 临床上用于治疗热淋、黄疸、脚气水肿、疝气腹痛、风湿痹痛、胃痛、尿路感染、毒蛇咬伤、食物中毒、跌打损伤等^[7-8]。

近年来, 研究者们对百样解的研究越来越多,

包括化学成分、药理活性、主要活性成分的含量测定^[9-10]、微量元素的含量测定^[11]、金属元素的形态分析^[12]、提取^[13]和分离^[14]步骤的工艺条件、海南地区野生竹叶兰的生物学特性^[15]等, 且取得了不少重要的进展。通过查阅百样解的相关国内外文献, 本文对百样解的化学成分和药理作用研究进展加以总结, 为进一步开发和利用百样解提供参考依据。

1 百样解的化学成分研究

目前, 研究学者从百样解中共分离得 115 个化合物, 按结构类型分主要为芪类、黄酮类、酚类、酯类、二苯乙酮类、茛菪酮类、苯丙素类等。

1.1 芪类化合物

芪类(stilbenoids)是具有 1,2-二苯乙烯(stilbene)母核或其聚合物的化合物总称。随着人们对百样解研究的深入, 发现芪类化合物在百样解中含量较高, 具有一定的代表性。翁瑞旋等^[16]综述了竹叶兰中的菲类和联苕类化合物共 18 个, 在此基础上本文共综述了 36 个芪类化合物的结构信息^[17-30], 并主要分为以下 4 类: 9,10-二氢菲类、菲醌类、联苕

基金项目: 国家重大科学仪器设备开发专项(2013YQ03059514)

作者简介: 刘青青, 女, 硕士生 Tel: (010)68949331 E-mail: liuqingqing@bit.edu.cn
(010)68949331 E-mail: franklinbit@163.com

*通信作者: 林凡凯, 男, 博士, 讲师 Tel:

类和二苯乙烯类。9,10-二氢菲类是指菲类化合物的9位和10位上的双键被氢取代后的结构；联苾类化合物是指2个苾甲基单元通过甲基的C-C单键相连而成的一类化合物。其母核及化合物结构见图

1和表1。其中化合物19~21是首次发现在自然界存在有羟乙基单元的二苾烯类化合物^[17],化合物32~33是首次发现在自然界存在有羟乙基单元的二苾并[b,f]含氧庚环衍生物的化合物^[18]。

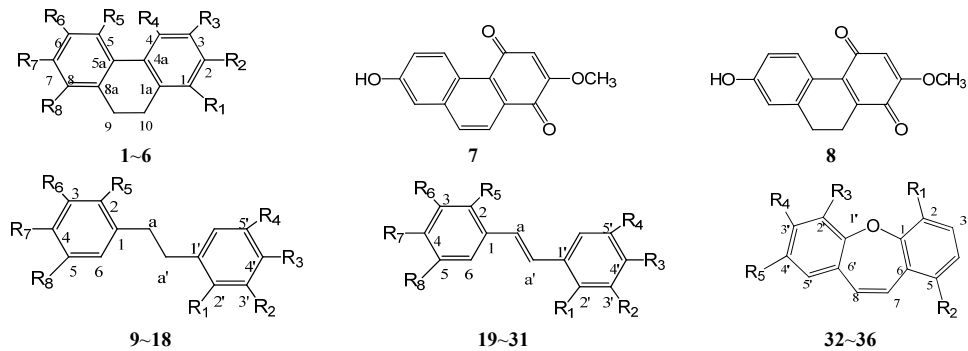


图1 百样解中苾类化合物结构式

Fig. 1 Structures of stilbenoids in *Arundina graminifolia* (D.Don) Hochr

表1 百样解中苾类成分

Tab. 1 Stilbenoids in *Arundina graminifolia* (D.Don) Hochr

序号	分类	化合物名称	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	文献
1	9,10-二氢菲类	arundinaol*		-OCH ₃	H	-OCH ₃	H	H	-OH	H	[19-20]
2		orchinol	H	-OCH ₃	H	-OCH ₃	H	H	-OH	H	[19,21-22]
3		lusianthridin	H	-OCH ₃	H	-OH	H	H	-OH	H	[19,21]
4		coelonin	H	-OH	H	-OCH ₃	H	H	-OH	H	[19,21]
5		shancidin		-OH	H	-OCH ₃	H	H	-OH	H	[19,23]
6		isoshancidin		-OCH ₃	H	-OH	H	H	-OH	H	[19,23]
7	菲醌类	densiflorol B									[19,21-22]
8		ephemeranth-quinone									[19,21]
9	联苾类	arundinan*		-OH	H	-OCH ₃	H	H	H	H	[19,24]
10		arundinanin	H	H	H	H	H	-OCH ₃	H	-OH	[19,25]
11		batatasin III	H	-OH	H	H	H	-OCH ₃	H	-OH	[19,23,26]
12		graminibiben-zyls A*	H	-OCH ₃	C4'-O-CH ₂ -O-C5'		H	-OCH ₃	-O-Glc	-OCH ₃	[27]
13		graminibiben-zyls B*	H	-O-Glc	C4'-O-CH ₂ -O-C5'		H	-OCH ₃	-OCH ₃	-OCH ₃	[27]
14		5,12-dihydroxy-3-methoxybibenzyl-6-carboxylic acid	H	H	-OH	H	-COOH	-OH	H	-OCH ₃	[27]
15		5-acetyloxy-12-hydroxy-3-methoxybibenzyl-6-carboxylic acid	H	H	-OH	H	-COOH	-OAc	H	-OCH ₃	[27]
16		3-hydroxy-5-methoxybibenzyl	H	H	H	H	H	-OCH ₃	H	-OH	[27]
17		3,3'-dihydroxy-5-methoxybibenzyl	H	-OH	H	H	H	-OCH ₃	H	-OH	[27]
18		2,5,2',5'-tetrahydroxy-3-methoxybibenzyl	-OH	H	H	-OH	-OH	-OCH ₃	H	-OH	[27]
19	二苾烯类	grami-stilbenoid A*	H	-OH	-CH ₂ CH ₂ OH	-OH	H	-OH	H	-OH	[17]
20		grami-stilbenoid B*	H	-OCH ₃	-CH ₂ CH ₂ OH	-OH	H	-OH	H	-OH	[17]
21		grami-stilbenoid C*	H	-OH	-CH ₂ CH ₂ OH	-OH	H	-OCH ₃	H	-OCH ₃	[17]
22		dihydropinosylvin	H	OH	H	OH	H	H	H	H	[17]
23		4'-methyl-Pinosylvin	H	OH	-CH ₃	OH	H	H	H	H	[17]

续表 1

序号	分类	化合物名称	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	文献
24		3-(γ,γ -dimethylallyl)resveratrol	H	-CH=CH- CH(CH ₃)CH ₃	OH	H	H	OH	H	OH	[17]
25		5-(γ,γ -dimethylallyl)17 oxyresveratrol	H	-CH=CH- CH(CH ₃)CH ₃	OH	OH	H	OH	H	OH	[17]
26		3-hydroxy-4,3',5'-trimethoxy- <i>trans</i> -stilbene	H	-OH	H	-OCH ₃	H	H	-OCH ₃	-OCH ₃	[17-18]
27		pinosylvin	H	H	H	H	H	-OH	H	-OH	[18]
28		3,5-dihydroxy-stilbene-3-O- β - D-glucoside	H	H	H	H	H	-O-Glc	H	-OH	[18]
29		rhapontigen	H	-OH	-OCH ₃	H	H	-OH	H	-OH	[18]
30		2,3- dihydroxy-3,5- dimethoxystilbene	H	-OCH ₃	H	-OCH ₃	-OH	-OH	H	H	[18]
31		gramstilbenoid L*	H	-OH	-CH ₂ CH ₂ -O- CO-CH ₃	-OH	H	-OH	H	-OH	[28]
32		gramniphens H*	-OH	-OCH ₃	-OCH ₃	-CH ₂ CH ₂ OH	-OH				[18]
33		gramniphens I*	-OH	-OCH ₃	-OH	-CH ₂ CH ₂ OH	-OCH ₃				[18]
34		bauhiniastatin D	H	-OH	-OCH ₃	-CH ₃	-OH				[18]
35		gramniphensol K*	-OCH ₃	-OH	-OCH ₃	-CH ₃	-OH				[29]
36		gramniphensol J*	-OCH ₃	-OH	-OCH ₃	-CH ₂ CH ₂ OH	-OH				[30]

注: *表示新化合物。

Notes: *represents new compounds.

1.2 酚类化合物

酚类化合物也是百样解中含量较多的一类化合物。Gao 等^[31]在竹叶兰中提取分离得到 gramniphensol A~B, Hu 等^[32]分离得到 gramniphensol

C~G, Li 等^[33]得到 gramniphensol I, 均为新化合物, 且具有良好的抗 TMV、HIV-1 病毒活性。Gao 等^[34]将其得到的一个新化合物命名为 gramphenol A, 见图 2。

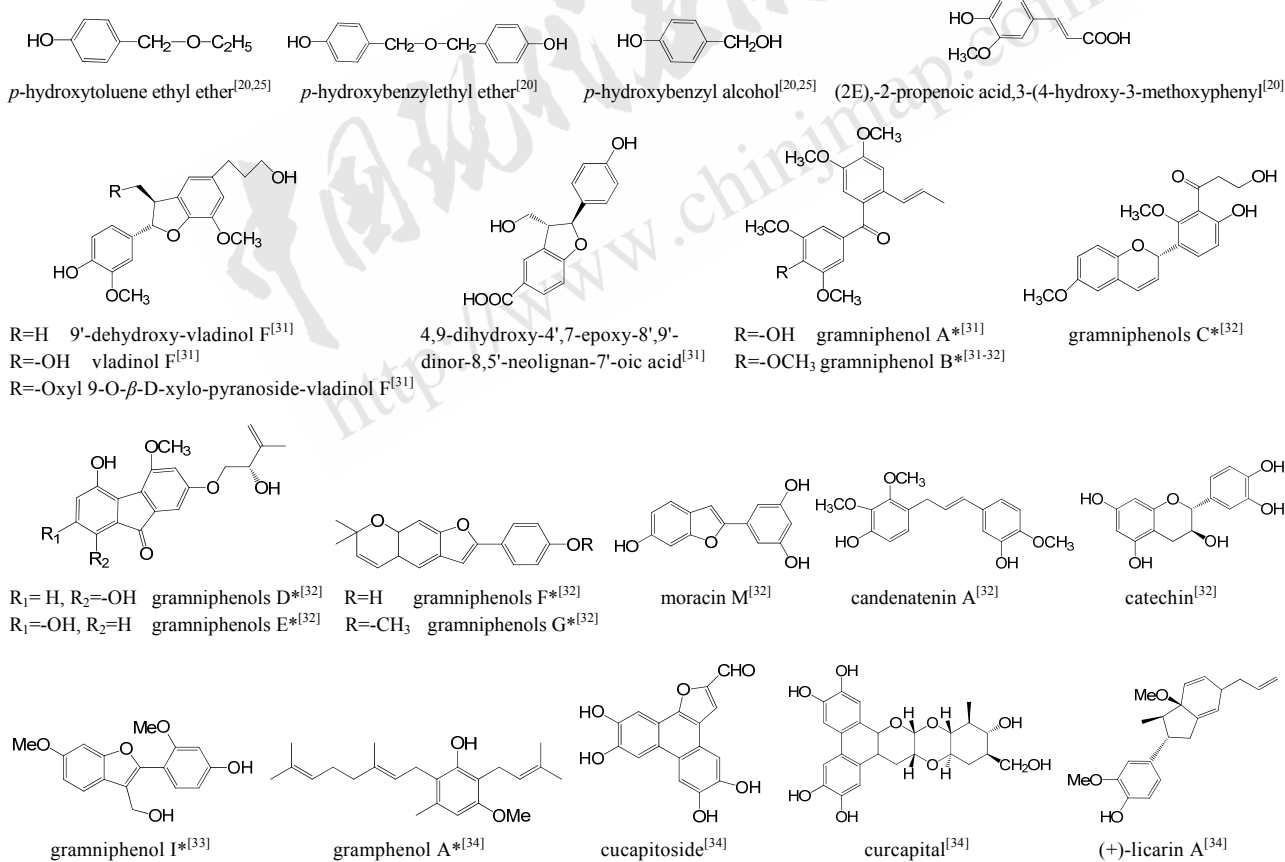


图 2 百样解中的酚类成分

Fig. 2 Phenolic compounds from *Arundina graminifolia*(D.Don) Hochr

1.3 酮类化合物

2012—2013 年, 云南民族大学团队共分离出 8 个二苯乙酮类^[17]和 7 个茛酮类化合物^[32,35], 见图 3~4, 其中 8 个新二苯乙酮类化合物 gramideoxybenzoin A~H(图 3)是首次报道从自然界中得到的在 C-4 位上烷基化的二苯乙酮类化合物^[17]。对百样解的正丁醇部分相关的报道一直较少, 其中朱慧等^[22]在竹叶兰干燥全株的正丁醇部分分离得到一个新的酮类化合物——4-(4-羟基)-3,4,5-三甲氧基环己-2,5-二烯酮, 其结构较为独特, 见图 5。

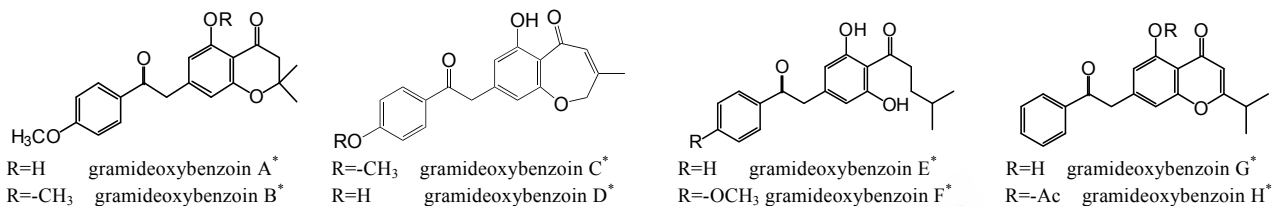
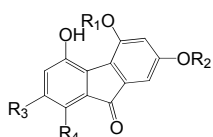


图 3 百样解中的二苯乙酮类成分^[17]

Fig. 3 Deoxybenzoin from *Arundina graminifolia*(D.Don) Hochr



R₁=-CH₃, R₂=H, R₃=-OH, R₄=H 2,4,7-trihydroxy-5-methoxy-9H-fluoren-9-one^[32]
R₁=-CH₃, R₂=H, R₃=H, R₄=-OH 1,4,7-trihydroxy-5-methoxy-9H-fluoren-9-one^[32]
R₁=-CH₃, R₂=H, R₃=H, R₄=-OH dendroflorin^[35]
R₁=H, R₂=-CH₃, R₃=H, R₄=-OH 1,4,5-trihydroxy-7-methoxy-9H-fluoren-9-one^[35]

图 4 百样解中的茛酮类成分

Fig. 4 Fluorenone from *Arundina graminifolia*(D.Don) Hochr

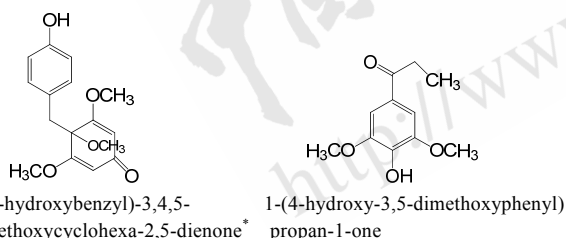


图 5 竹叶兰中的酮类成分^[22]

Fig. 5 Ketones from *Arundina graminifolia*(D.Don) Hochr

1.4 其他化合物

董伟等^[39]在百样解中分离的到 4 种苯丙素类化合物: 竹叶兰苯丙素(6-(3-羟基丙酰)-5-甲氧基-异苯并呋喃-1(3H)-酮), 香豆酸、ω-羟基化愈创木丙酮、3-甲氧基-4-羟基-苯丙醇, 见图 7, 其中竹叶兰苯丙素为新化合物, 并发现其具有明显的抗烟草花叶病毒活性。

百样解中除了含有以上几种成分以外还包含其他类型的化合物, 如酯类化合物^[17,19,22,25,40], 见

2013 年, Li、Shu 等^[36-37]分离出一系列的黄酮类化合物, 按结构类型可分为黄酮类、二氢黄酮类、查尔酮类、橙酮类等, 其中 3(S),4(S)-3',4'-dihydroxyl-7,8- methylenedioxypterocarpa 为新化合物, 其结构类似于紫檀素, 属异黄酮的衍生物, 见图 6。胡秋芬等^[38]分离得到一种新的呋喃黄酮类化合物[5-hydroxy-8-(2-hydroxyethyl)-3-methoxy-2-(4-methoxyphenyl)-4H-furo[2,3-h]chromen-4-one, 见图 6], 测试其对 Bel-7402 细胞有较好的细胞毒活性, 并申请了其制备方法及应用专利。

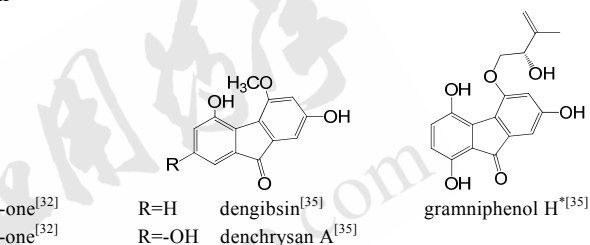
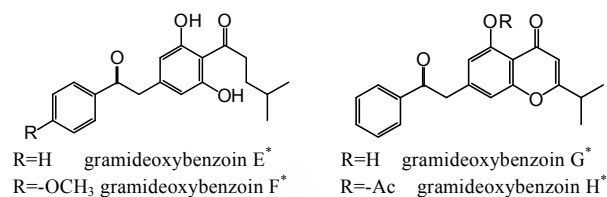


图 8, 脂肪酸类—十五烷酸^[19,23]和十六烷酸^[40]、脂肪醇类—三十烷醇^[19,25]、葡萄糖^[19,40]、蔗糖^[19,40]、β-谷甾醇^[19,22,40]、豆甾醇^[19,40]、胡萝卜苷^[22]等。

2 药理活性

药理活性和药物结构是密不可分的, 现在国内外对百样解的复方、萃取物及单体化学成分的生物活性方面的研究报道也越来越多, 现代药理实验表明百样解主要有抗氧化、抗肿瘤和抗病毒活性。

2.1 抗氧化活性

王雪梅等^[41]首次利用 Fenton 反应产生羟自由基·OH、光照核黄素产生超氧阴离子自由基 O^{·-}、硫代巴比妥酸(TBA)分光光度法这 3 种方法测定百样解提取物的体外抗氧化活性, 结果表明百样解对·OH 的清除作用大于对 DNA 损伤的抑制作用大于对 O^{·-}的清除作用。高云涛等^[42]测定了竹叶兰乙酸乙酯萃取部位能对 Fenton 自由基所致卵磷脂脂

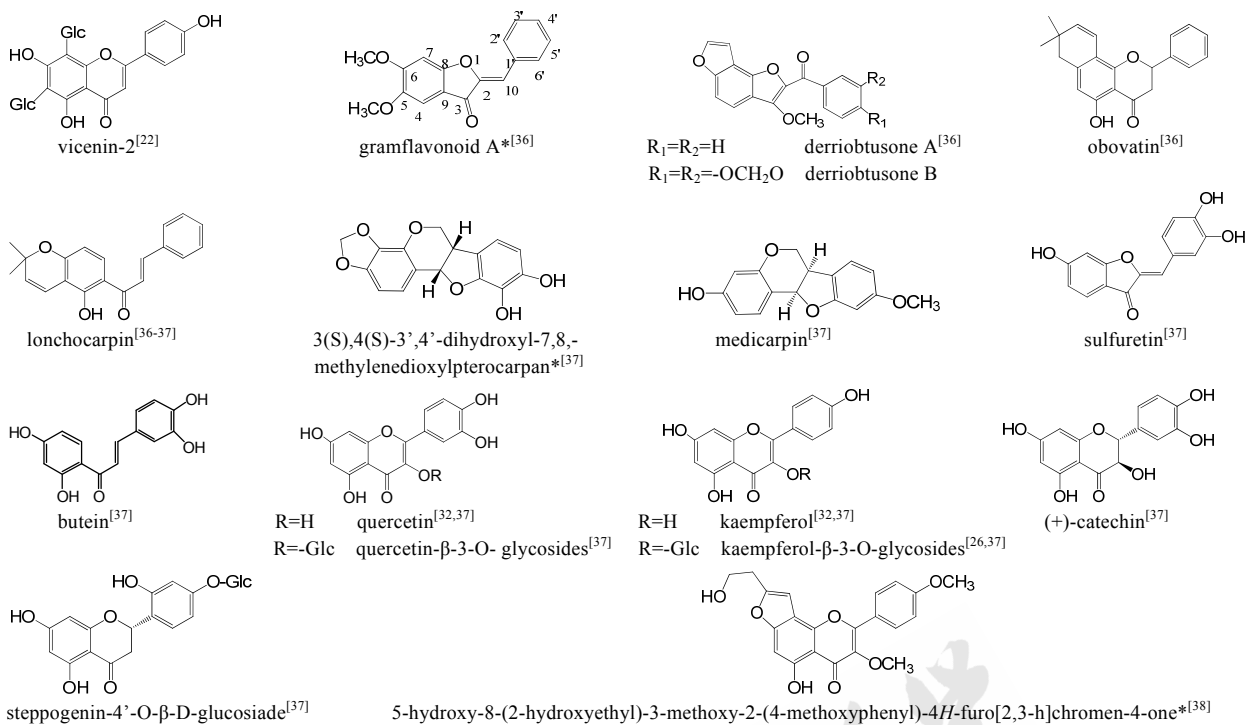


图 6 百样解中的黄酮类成分

Fig. 6 Flavonoids from *Arundina graminifolia*(D.Don) Hochr

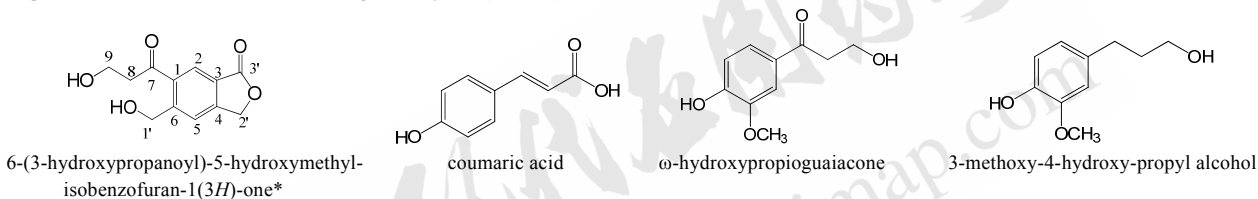


图 7 百样解中的苯丙素类成分^[39]

Fig.7 Phenylpropanoids from *Arundina graminifolia*(D.Don) Hochr

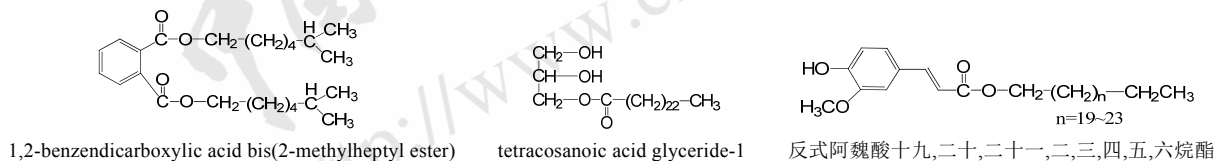


图 8 百样解中的酯类成分

Fig. 8 Esters from *Arundina graminifolia*(D.Don) Hochr

质体脂质过氧化、 CCl_4 诱导鼠肝细胞以及人红细胞脂质过氧化的抑制活性。结果表明，竹叶兰萃取物对自由基脂质过氧化的最高抑制率(77.3%) 优于对照物芦丁(72.3%)；对 CCl_4 所致的鼠肝组织脂质过氧化反应的最大抑制率为 67.4%，可明显清除超氧自由基的脂质过氧化作用，抑制 MDA 的生成；预先将人红细胞悬浮液和竹叶兰萃取物混合能明显降低 MDA 的生成，最大抑制率为 66.63%。

文献报道^[42]，自由基会与细胞膜上磷脂中的不饱和脂肪酸发生链式反应产生 MDA 类似物等过氧化产物，对人体细胞膜产生脂质过氧化损害

作用，诱发多种相关疾病。所以，百样解的作用机制可能是因为捕获红细胞产生的自由基，阻断自由基链反应，从而抑制红细胞膜脂质过氧化反应^[42]。百样解对活性氧自由基的有效清除，抑制了自由基对膜脂质过氧化损害作用，与百样解提取物能够有效抑制 DNA 氧化损伤的结果一致。

所以，竹叶兰的解毒机制可能与其良好的清除活性氧自由基和明显的抑制脂质过氧化活性有关。

刘琼等^[43]针对竹叶兰氯仿相、乙酸乙酯相、正丁醇相和水相 4 个不同极性部位的抗氧化活性进行了对其羟自由基·OH 和脂质过氧化能力的抑

制活性等方面的测定。结果表明,在·OH生成体系中,正丁醇相对·OH清除能力最强;对于脂质抗氧化能力,乙酸乙酯相最强;而且同时对不同极性部位的多酚、黄酮、皂苷等活性物质的含量进行测定后发现这几种活性物质大部分都分布于乙酸乙酯相和正丁醇相。陈毅坚等^[44]、刘萍等^[45]对竹叶兰的根、茎、叶、全株部分的提取物也进行了 DPPH·、还原力、羟基自由基·OH和脂质过氧化能力的抑制活性及多酚、黄酮类物质含量的测定,结果表明其根部和叶部抗氧化作用较强。

百样解的提取物可以作为电子和质子供体,终止自由基链式反应,具有较好的还原力^[44],且抗氧化活性与活性物质的含量成显著剂量效应关系。说明百样解良好的抗氧化活性与所含的活性物质含量有着密切的关系。

2.2 抗肿瘤活性

邱明丰等^[46]在总结傣药多种特色方剂和药材时提到傣药文尚海(竹叶兰)的乙醇提取物对人肝癌细胞(Bel-7402)和胃癌细胞株(BGC-823)具有较好的抑制活性。而后刘美凤等用 MTT 法测试了 8 个芪类化合物^[19]和 3 个联苳化合物^[23](2,7-二羟基-1-(对-羟基苳基)-4-甲氧基-9,10-二氢菲、4,7-二羟基-1-(对-羟基苳基)-2-甲氧基-9,10-二氢菲和 3,3'-二羟基-5-甲氧基联苳)在不同的药物浓度下对 Bel-7402 和 BGC-823 的抑制率,发现开环型联苳化合物活性强于闭环型联苳化合物(菲)。胡秋芬等^[38]分离出一个新的呋喃黄酮类化合物,发现该化合物对 Bel-7402 细胞具有较好的细胞毒活性(IC₅₀=0.62 μmol·L⁻¹)。

云南民族大学团队将分离出的一系列芪类化合物^[17-18,27-30,35,37]通过 MTT 法对人类急性早幼粒细胞性白血病细胞 NB4,人非小细胞肺癌细胞 A549,人神经母细胞瘤细胞 SHSY5Y,人体前列腺癌细胞 PC3,人乳腺癌细胞 MCF7 等多种人类肿瘤细胞系进行细胞毒性作用的测试,结果表明芪类化合物对不同的肿瘤细胞系均有一定的抗肿瘤活性。但是上述文章未对竹叶兰中芪类化合物抗肿瘤活性的机制深入研究,有文献报道紫檀芪作为一类典型的芪类化合物可通过诱导产生 NO 或活性氧使肿瘤细胞的细胞膜发生扭曲、DNA 碎裂继而凋亡,以及抑制转移因子基质金属蛋白酶-9(MMP9)和甲酰辅酶 A 消旋酶(AMACR)等多靶点促使 MCF7 和 PC3 细胞凋亡、抑制增殖^[47]。竹

叶兰中芪类化合物是否通过上述机制发挥抗肿瘤作用尚待进一步研究。

2.3 抗病毒活性

很多从竹叶兰中分离出的化合物具有良好的抗烟草花叶病毒活性:4,9-dihydroxy-4',7-epoxy-8',9'-dinor-8,5'-neolignan-7'-oic acid^[31](38.6%)、gramniphénol C(48.2%)、F(35.8%)、G(32.1%)^[32]的病毒抑制率超过了阳性对照药(宁南霉素,20 μmol·L⁻¹浓度下抑制率为 31.8%),具有明显的抗病毒活性;苯丙素类化合物 6-(3-羟基丙酰)-5-甲氧基-异苯并呋喃-1(3H)-酮^[39]和 gramniphénol B^[31]的对 TMV 病毒的相对抑制率为 22%左右,接近于阳性对照药物,这些研究都表明从竹叶兰中提取得到的化合物能够增加宿主植物对烟草花叶病毒感染的抵御性。对于抗 HIV-1 实验,酚类化合物 gramniphénol B、D、E^[32]有抗 HIV 病毒活性且 TI 值>100;黄酮类化合物 gramflavonoid A^[36]表现出适中的抗 HIV 活性,治疗指数 TI 值>30。

3 结论与展望

随着现代科学技术的进步,人们对百样解等特色植物药的认识也越来越深入。百样解是傣药中常用的一味“解药”,具有清热解毒的功效,现代药理研究表明百样解萃取物或提取出的化合物具有抗肿瘤、抗氧化等活性,其中的一些化合物治疗安全窗口较大,可以作为先导化合物进行后续的构效关系研究等,但是对于抗肿瘤、抗病毒等活性的机制尚不明确,仍需要进一步的研究和探索。本文通过对目前有关百样解化学成分及药理作用的文献的梳理,对其中所有提取分离得到的 115 个化合物及其药理活性的研究进展加以总结报道,相信对百样解的进一步开发及药用新途径必将有着重要的参考意义。

REFERENCES

- [1] SU J. Study on the treatment effects of BGYH on rat acute and chronic liver injury [D]. Beijing: Beijing Institute of Technology, 2015.
- [2] PEN X, ZHAO Y H, LIAO R L, et al. Study on qualitative criterion of Daizu medical Yajie tablets [J]. J Med Pharm Chin Minorities(中国民族医药杂志), 2001, 7(4): 28.
- [3] 林艳芳. 傣药答勒汤治黄疸[J]. 云南中医中药杂志, 1995, 16(2): 53-54.
- [4] 玉腊波, 林艳芳. 傣药“雅解”(解药)临床应用举隅[J]. 中国民族医药杂志, 2008, 69(7): 25-29.
- [5] 谭志刚, 玉腊波, 林艳芳. 傣药雅解沙把(百解胶囊)治疗尿崩证 1 例[J]. 中国民族医药杂志, 2008, 14(2): 60.
- [6] 李文军, 朱成兰, 唐自明. 傣药竹叶兰的生药学研究[J]. 云南中医中药杂志, 2000, 21(6): 32-33.

- [7] Jiangsu New Medical College. Dictionary of Chinese Traditional Medicine [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1986: 455-456.
- [8] 张闯, 陈普, 陈清华, 等. 傣药文尚海研究进展[J]. 中国民族医药杂志, 2008, 14(10): 48-49.
- [9] 刘美凤, 丁怡, 杜力军. HPLC 法测定竹叶兰根茎中竹叶兰烷[J]. 中草药, 2008, 39(3): 448-449.
- [10] LI Y K, SHU L D, YANG H Y, et al. HPLC determination of 9 active ingredients in *Arundina graminifolia* [J]. Physic Test Chem Anal(Part B: Chem Anal)(理化检验: 化学分册), 2014, 50(3): 312-316.
- [11] QU R, LUO W, ZHANG L W, et al. Determination of the contents of five trace elements in *Herba murdanniae Divergentis* [J]. J Anhui Agr Sci(安徽农业科学), 2011, 39(20): 12093-12094.
- [12] YE Y Q, LUO L J, WU N, et al. Speciation analysis of metal elements in *Arundina graminifolia* by flame atomic adsorption spectrometry [J]. J Yunnan Univ(云南大学学报: 自然科学版), 2009, 31(2): 187-190, 194.
- [13] FU Y L, GAO Y T, LI J C, et al. Ultrasound-assisted aqueous two-phase extraction of total flavonoids from *Arundina graminifolia* by central composite design and response surface method [J]. Chin Tradit Pat Med(中成药), 2010, 32(12): 2059-2063.
- [14] LI X F, ZHOU X J, ZHANG G X, et al. Study on separation and purification of total flavones from *Arundina graminifolia* by AB-8 macroporous adsorption resin [J]. Hubei Agricult Sci(湖北农业科学), 2011, 50(14): 2939-2942.
- [15] ZENG L Y. Wild *Arundina graminifolia* Hochr in Hainan [J]. J Qiongzhou Univ(琼州学院学报), 2009, 16(5): 53-54.
- [16] WENG R X, WEN X L, LUO M, et al. Advance in the chemical and pharmacological studies on *Arundina graminifolia* [J]. J Kunming Med Univ(昆明医科大学学报), 2014, 35(8): 146-149, 156.
- [17] HU Q F, ZHOU B, YE Y Q, et al. Cytotoxic deoxybenzoin and diphenylethylenes from *Arundina graminifolia* [J]. J Nat Product, 2013, 76(10): 1854-1859.
- [18] LI Y K, ZHOU B, YE Y Q, et al. Two new diphenylethylenes from *Arundina graminifolia* and their cytotoxicity [J]. Bull Korean Chem Society, 2013, 34(11): 3257-3260.
- [19] LIU M F. Studies on chemical constituents of *Arundina graminifolia* of Dai medicine and pharmaceutical studies of antidepressant YL102 [D]. Beijing: Tsinghua University, 2004.
- [20] LIU M F, HAN Y, XING D M, et al. One new benzyl-dihydrophenanthrene from *Arundina graminifolia*: Note[J]. J Asian Nat Product Res, 2005, 7(5): 767-770.
- [21] LIU M F, DING Y, ZHANG D M. Phenanthrene constituents from rhizome of *Arundina graminifolia* [J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2005, 30(5): 353-356.
- [22] ZHU H, SONG Q S. Chemical components of *Arundina graminifolia* [J]. Nat Product Res Dev(天然产物研究与开发), 2008, 20(1): 5-7.
- [23] LIU M F, LV H R, DING Y. Antitumoral bibenzyl derivatives from tuber of *Arundina graminifolia* [J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2012, 37(1): 66-70.
- [24] LIU M F, HAN Y, XING D M, et al. A new stilbenoid from *Arundina graminifolia* [J]. J Asian Nat Product Res, 2004, 6(3): 229-232.
- [25] LIU M F, HAN Y, XING D M, et al. Chemical constituents from the rhizoma of *Arundina graminifolia* [J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2004, 29(2): 147-149.
- [26] PEN X, HE H P, MAO M X, et al. Studies on chemical constituents of *Arundina graminifolia* (D. Don) Hochr [J]. J Yunnan Univ Tradit Chin Med(云南中医学院学报), 2008, 31(3): 32-33.
- [27] DU G, SHEN Y, YANG L, et al. Bibenzyl derivatives of *Arundina graminifolia* and their Cytotoxicity [J]. Chem Nat Compounds, 2014, 49(6): 1019-1022.
- [28] YANG J X, WANG H, LOU J, et al. A new cytotoxic diphenylethylene from *Arundina graminifolia* [J]. Asian J Chem, 2014, 26(14): 4517-4518.
- [29] MENG C Y, NIU D Y, LI Y K, et al. A new cytotoxic stilbenoid from *Arundina graminifolia* [J]. Asian J Chem, 2014, 26(8): 2411-2413.
- [30] GAO Y, JIN Y, YANG S, et al. A new diphenylethylene from *Arundina graminifolia* and its cytotoxicity [J]. Asian J Chem, 2014, 26(13): 3903-3905.
- [31] GAO X, YANG L, SHEN Y, et al. Phenolic compounds from *Arundina graminifolia* and their anti-tobacco mosaic virus activity [J]. Bull Korean Chem Soc, 2012, 33(7): 2447-2449.
- [32] HU Q F, ZHOU B, HUANG J M, et al. Antiviral phenolic compounds from *Arundina graminifolia* [J]. J Nat Prod(中国天然药物), 2013, 76(2): 292-296.
- [33] LI L, XU W X, LIU C B, et al. A new antiviral phenolic compounds from *Arundina graminifolia* [J]. Asian J Chem, 2015, 27(9): 3525-3526.
- [34] GAO Z, XU S, WEI J, et al. Phenolic compounds from *Arundina graminifolia* and their anti-tobacco mosaic virus activities [J]. Asian J Chem, 2013, 25(5): 2747-2749.
- [35] NIU D Y, HAN J M, KONG W S, et al. Antiviral fluorenone derivatives from *Arundina graminifolia* [J]. Asian J Chem, 2013, 25(17): 9514-9516.
- [36] LI Y, YANG L, SHU L, et al. Flavonoid compounds from *Arundina graminifolia* [J]. Asian J Chem, 2013, 25(9): 4922-4924.
- [37] SHU L D, SHEN Y Q, YANG L Y, et al. Flavonoids derivatives from *Arundina graminifolia* and their cytotoxicity [J]. Asian J Chem, 2013, 25(15): 8358-8360.
- [38] 胡秋芬, 李银科, 杨丽英, 等. 一种竹叶兰中的呋喃黄酮类化合物、制备方法及应用: 中国, 2012101310148 [P]. 2012-09-19.
- [39] DONG W, ZHOU K, WANG Y D, et al. A new phenylpropanoid from Dai medicine *Arundina graminifolia* and its anti-tobacco mosaic virus activities [J]. Chin Tradit Herb Drug(中草药), 2015, 46(20): 2996-2998.
- [40] 刘美凤, 丁怡, 杜力军. 傣药竹叶兰的化学成分研究[J]. 中草药, 2007, 38(5): 676-677.
- [41] WANG X M, ZHANG J S, GAO Y T. Study on the antioxidant activities of *Arundina graminifolia* Dai medicines [J]. J Yunnan Nat Univ(Nat Sci Ed)(云南民族大学学报: 自然科学版), 2009, 18(2): 148-150.
- [42] GAO Y T, LIU P, HE N E, et al. The inhibition effect of the extract of *Arundina graminifolia* on lipid peroxidation induced by carbon tetrachloride [J]. J Yunnan Nationalities Univ(Nat Sci Ed)(云南民族大学学报 自然科学版), 2013, 22(3): 182-185.
- [43] LIU Q, LI Q L, FANG M L, et al. Studies on antioxidative activities of different polarity fractions of extract from *Arundina graminifolia* [J]. Chin Agr Sci Bull(中国农学通报), 2011, 27(14): 77-81.
- [44] 陈毅坚, 石雪, 屈睿, 等. 竹叶兰不同部位抗氧化活性比较研究[J]. 中药材, 2013, 36(11): 1845-1849.
- [45] LIU P, GAO Y T, YANG L, et al. Study on scavenging activities of different parts extracts from *Arundina graminifolia* on DPPH Radical [J]. Northern Horticult(北方园艺), 2013, 23(19): 72-75.
- [46] 邱明丰, 陈丽, 吴红兵, 等. 傣药药理研究进展[J]. 中国民族医药杂志, 2010, 16(10): 38-40.
- [47] CHAKRABORTY A, GUPTA N, GHOSH K, et al. *In vitro* evaluation of the cytotoxic, anti-proliferative and anti-oxidant properties of pterostilbene isolated from *Pterocarpus marsupium* [J]. Toxicol in Vitro, 2010, 24(4): 1215-1228.

收稿日期: 2016-06-22

(本文责编: 蔡珊珊)