

腺果藤属植物的化学成分和药理作用研究进展^Δ

姚玲玲^{1,2*}, 徐萌伶^{1,2}, 余章昕², 刘洋洋², 李文兰¹ [1. 哈尔滨商业大学药学院, 哈尔滨 150028; 2. 中国医学科学院/北京协和医学院药用植物研究所海南分所(海南省南药资源保护与开发利用重点实验室), 海口 570311]

中图分类号 R284;R285 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2021)13-1647-05

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2021.13.19

摘要 目的:为腺果藤属植物的深入研究与开发提供参考。方法:对腺果藤属植物的化学成分及药理作用的研究进行归纳总结。结果与结论:腺果藤属植物是我国民间习用药材,在我国主要分布有腺果藤 *Pisonia aculeata*、胶果木 *P. umbellifera* 和抗风桐 *P. grandis* 等3种;其化学成分主要包括黄酮类、色酮类、木质素类和皂苷类等75种化合物,具有抗结核、抗炎镇痛和抗菌等药理活性。然而,对该属植物的化学成分研究大多集中在胶果木和腺果藤上,对抗风桐的研究较少;对其化学成分的研究主要集中在黄酮类、色酮类、木质素类和皂苷类化合物上,对其他类型化合物的研究集中在苯类化合物上;对其药理作用的研究主要集中在植物分离出的化合物上,对植物粗提物的研究较少。腺果藤属植物具有一定的药用开发潜力,但目前研究深度不够,需结合现代天然产物化学、药物筛选和药理研究方法对其开展更为系统深入的研究。

关键词 腺果藤属;化学成分;药理作用

腺果藤属 *Pisonia* L. 隶属紫茉莉科 Nyctaginaceae, 该属植物广泛分布于澳大利亚、印度尼西亚、中国台湾和海南等热带与亚热带地区,具有较强的抗旱能力,是海鸟筑巢的主要场所^[1-7]。腺果藤属植物在全球分布约有50种,但中国仅分布有3种,分别为腺果藤 *P. aculeata*、胶果木 *P. umbellifera* 和抗风桐 *P. grandis*^[8]。腺果藤属植物是我国和印度常用的民间药物。在印度,人们使用腺

果藤叶和树皮治疗风湿、肿胀和肺部疾病,使用抗风桐的叶子治疗外伤和慢性风湿病,还通过咀嚼抗风桐叶来控制糖尿病^[9]。我国海南黎族民间使用胶果木治疗各种炎症及呼吸道疾病^[10]。国内外对腺果藤属化学成分及药理作用的研究起步较晚。为进一步挖掘该属植物在新药研发中的价值,本文对国内外学者有关腺果藤属植物的化学成分和药理作用的研究进行综述,以期为其深

支气管炎(风热袭肺证)随机双盲单模拟多中心临床研究[J]. 中药药理与临床, 2020, 36(2): 245-248.

[64] ZHU L, ZHANG J, XIA B, et al. Identification of potential molecular mechanisms of radiation pneumonitis development in non-small-cell lung cancer treatment by data mining[J]. Radioprotection, 2020, 55(3): 173-178.

[65] KASMANN L, MAAS J, BENDIKS L, et al. The role of TRP/Orai channels in the development of radiation-induced pneumonitis and pulmonary fibrosis[J]. Strahlenther Onkol, 2020, 196(Suppl 1): S185-S185.

[66] 张晓艳. 痰热清胶囊联合抗生素对老年获得性肺炎血清 hs-CRP、降钙素原的影响[J]. 陕西中医, 2015, 36(12): 1590-1591.

[67] AHMEDTAHA O M, YAMI A, MOHAMMED M A. Treatment and outcomes of community-acquired pneumo-

nia in hospitalized patients: the case of Jimma University Specialized Hospital[J]. Ther Innov Regul Sci, 2014, 48(2): 220-225.

[68] CHEN J X, TIAN C, CHENG X G, et al. A case of asymptomatic SARS-CoV-2 infection followed by secondary community acquired pneumonia[J]. Quant Imag Med Surg, 2020, 10(11): 2208-2211.

[69] ZHANG X, XUE Y, CHEN X, et al. Effects of tanreqing capsule on the negative conversion time of nucleic acid in patients with COVID-19: a retrospective cohort study[J]. J Integr Med, 2021, 19: 36-41.

[70] 韩彦琪, 刘耀晨, 武琦, 等. 基于网络药理学的痰热清胶囊治疗新型冠状病毒肺炎(COVID-19)机制研究[J]. 中草药, 2020, 51(11): 2967-2976.

[71] LI X X, ZHUO L, ZHANG Y, et al. The incidence and risk factors for adverse drug reactions related to tanreqing injection: a large population-based study in China[J]. Front Pharmacol, 2019, 10: 1523.

Δ 基金项目:海南省自然科学基金创新研究团队项目(No. 2017CXTD022)

* 硕士研究生。研究方向:药物的质量控制。E-mail: 875582722@qq.com

通信作者:教授,博士生导师,博士。研究方向:中药药效物质基础和评价。E-mail: lwldzd@163.com

(收稿日期:2020-12-24 修回日期:2021-05-25)

(编辑:罗 瑞)

入研究与开发提供参考依据。

1 化学成分

腺果藤属植物化学成分研究从1996年才开始有报道^[11]。截至2020年12月,国内外已从腺果藤属植物中分离鉴定出75个化合物,主要包括黄酮类、色酮类、木脂素类、皂苷类和酚类等化学成分。

1.1 黄酮类化合物

黄酮类化合物是腺果藤属植物的主要成分之一。2011年,Wu等^[12]从腺果藤植物根和茎甲醇提取物中分离鉴定出6个黄酮类化合物(化合物1~6),其中化合物1、2、3是首次报道。Liu等^[13]从胶果木植物的茎中分离鉴定了6个异黄酮类化合物(化合物7~12)和5个黄酮类化合物(化合物13~17),其中化合物7和8、化合物9和10、化合物11和12两两互为立体异构体。Sutthivaiyakit等^[14]从抗风桐根中分离鉴定出4个已知的C-甲基化黄酮类化合物(化合物3、4、13、18)和5个新的C-甲基化黄酮类化合物(化合物19~23)。腺果藤属植物中黄酮类化合物的结构见图1,其相关信息见表1。

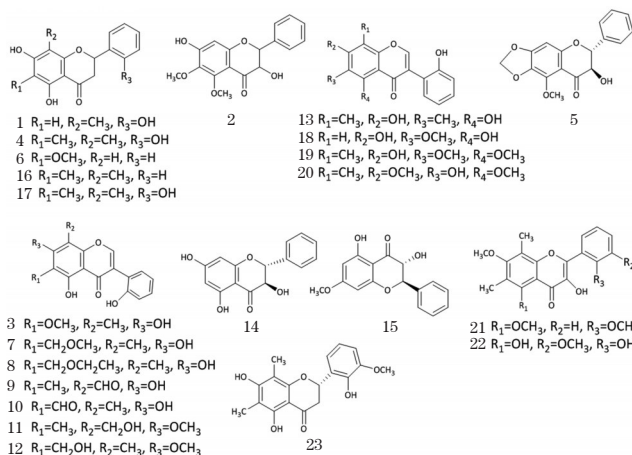


图1 腺果藤属植物中黄酮类化合物的结构(化合物1~23)

1.2 色酮类化合物

色酮为含氧杂环类化合物,也是黄酮类化合物中发挥药效作用的部位^[15]。目前,中国台湾学者已从腺果藤茎和根中分离鉴定出了11个色酮类化合物(化合物24~34),并发现其具有一定药理活性^[12,16]。腺果藤属植物中色酮类化合物的结构见图2,其相关信息见表2。

1.3 木脂素类化合物

木脂素类化合物的基本骨架由2个苯丙素单聚合而成,少数化合物也有三聚和四聚等类型^[17]。Liu等^[13]从胶果木植物叶中分离鉴定出4个异黄酮并木脂素类化合物(化合物35~38)和2个新木脂素类化合物(化合物39~40)。其中,异黄酮并木脂素类化合物是从胶果木中发现的首类以吡喃环为特征的化合物,并推测出合成途径。果藤属植物中木质素类化合物的化学结构见图3,其相关信息见表3。

表1 腺果藤属植物中黄酮类化合物的相关信息(化合物1~23)

编号	名称	来源植物	来源部位	参考文献
1	(2S)-5,7,2'-三羟基-8-甲基黄酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12]
2	吡松香醇	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12]
3	鱼腥草酮	<i>P. aculeata</i> , <i>P. grandis</i>	根、茎	[12,14]
4	2'-羟基去甲氧基松香醇	<i>P. aculeata</i> , <i>P. grandis</i>	根、茎	[12,14]
5	(2R,3R)-3-羟基-5-甲氧基-6,7-二甲氧基黄酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12]
6	二氢木蝴蝶素A	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12]
7	5,7,2'-三羟基-6-亚甲基-8-甲基-9-甲氧基异黄酮	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]
8	5,7,2'-三羟基-6-亚甲基-8-甲基-9-乙氧基异黄酮	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]
9	5,7,2'-三羟基-6-甲基-醛异黄酮	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]
10	5,7,2'-三羟基-6-醛-8-甲基异黄酮	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]
11	5,2'-二羟基-6-甲基-7-甲氧基-8-羟甲基异黄酮	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]
12	5,2'-二羟基-6-甲基-7-甲氧基-8-甲基异黄酮	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]
13	6,8-二甲基异染料木黄酮	<i>P. umbellifera</i> , <i>P. grandis</i>	茎	[13-14]
14	短叶松素	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]
15	山姜酮	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]
16	desmethoxyatteucinol	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]
17	matteucin	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]
18	irilin A	<i>P. grandis</i>	根	[13]
19	7,2'-二羟基-5,6-二甲氧基-8-甲基异黄酮	<i>P. grandis</i>	根	[14]
20	6,2'-二羟基-5,7-二甲氧基-8-甲基异黄酮	<i>P. grandis</i>	根	[14]
21	3-羟基-5,7,2'-三甲氧基-6,8-二甲基黄酮	<i>P. grandis</i>	根	[14]
22	3,5,2'-三羟基-7,3'-二甲氧基-6,8-二甲基黄酮	<i>P. grandis</i>	根	[14]
23	5,7,2'-三羟基-3'-甲氧基-6,8-二甲基黄酮	<i>P. grandis</i>	根	[14]

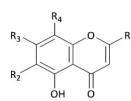


图2 腺果藤属植物中色酮类化合物的结构(化合物24~34)

表2 腺果藤属植物中色酮类化合物的相关信息(化合物24~34)

编号	名称	来源植物	来源部位	参考文献
24	5-羟基-6,7-二甲氧基色酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12,16]
25	5,7-二羟基-6-甲氧基-2-甲基色酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12,16]
26	5,7-二羟基-6-甲氧基色酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12,16]
27	5-羟基-6,7-二甲氧基色酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12,16]
28	5-羟基-6,7-二甲氧基-2-甲基色酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12,16]
29	5,7-二羟基-8-甲基色酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12,16]
30	5-羟基-6,7-二甲氧基-2-甲基色酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12,16]
31	丁香色原酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12]
32	去甲丁香色原酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12,16]
33	leptorumol	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[12,16]
34	5-羟基-7-甲氧基-2-甲基色酮	<i>P. aculeata</i>	根、茎	[16]

1.4 皂苷类化合物

皂苷类化合物是由苷元和糖类构成,一般是甾类或三萜类化合物,已有研究显示,腺果藤属植物中含有皂苷类化合物^[11]。1996年Lavau等^[11]从胶果木叶中分离鉴定出4个新齐墩果酸皂苷(化合物41~44)和2个仲糖苷类皂苷(化合物45、46)。腺果藤属植物中皂苷类化合物的结构见图4,其相关信息见表4。

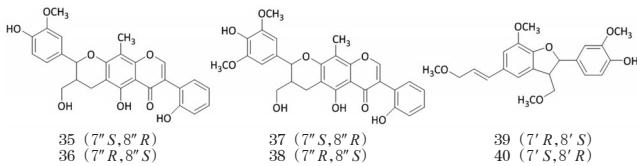


图3 腺果藤属植物中木质素类化合物的结构(化合物35~40)

表3 腺果藤属植物中木质素类化合物的相关信息(化合物35~40)

编号	名称	来源植物	来源部位	参考文献
35	(7 <i>S</i> , 8 <i>R</i>)-5-hydroxy-7 ^{''} -(4 ^{''} -hydroxy-3 ^{''} -methoxyphenyl)-8 ^{''} -(hydroxymethyl)-3-(2 <i>R</i> -hydroxyphenyl)-8-methyl-7 ^{''} , 8 ^{''} -dihydropyrano[3,2- <i>g</i>]chromen-4(9 <i>H</i>)-one	<i>P. umbellifera</i>	叶	[13]
36	(7 <i>R</i> , 8 <i>S</i>)-5-hydroxy-7 ^{''} -(4 ^{''} -hydroxy-3 ^{''} -methoxyphenyl)-8 ^{''} -(hydroxymethyl)-3-(2 <i>R</i> -hydroxyphenyl)-8-methyl-7 ^{''} , 8 ^{''} -dihydropyrano[3,2- <i>g</i>]chromen-4(9 <i>H</i>)-one	<i>P. umbellifera</i>	叶	[13]
37	(7 <i>S</i> , 8 <i>R</i>)-5-hydroxy-7 ^{''} -(4 ^{''} -hydroxy-3 ^{''} , 5 ^{''} -dimethoxyphenyl)-8 ^{''} -(hydroxymethyl)-3-(2 ^{''} -hydroxyphenyl)-8-methyl-7 ^{''} , 8 ^{''} -dihydropyrano[3,2- <i>g</i>]chromen-4(9 <i>H</i>)-one	<i>P. umbellifera</i>	叶	[13]
38	(7 <i>R</i> , 8 <i>S</i>)-5-hydroxy-7 ^{''} -(4 ^{''} -hydroxy-3 ^{''} , 5 ^{''} -dimethoxyphenyl)-8 ^{''} -(hydroxymethyl)-3-(2 ^{''} -hydroxyphenyl)-8-methyl-7 ^{''} , 8 ^{''} -dihydropyrano[3,2- <i>g</i>]chromen-4(9 <i>H</i>)-one	<i>P. umbellifera</i>	叶	[13]
39	(7 <i>R</i> , 8 <i>S</i>)-9'-甲氧基-脱氢二联苯甲醇	<i>P. umbellifera</i>	叶	[13]
40	(7 <i>S</i> , 8 <i>R</i>)-9'-甲氧基-脱氢二联苯甲醇	<i>P. umbellifera</i>	叶	[13]

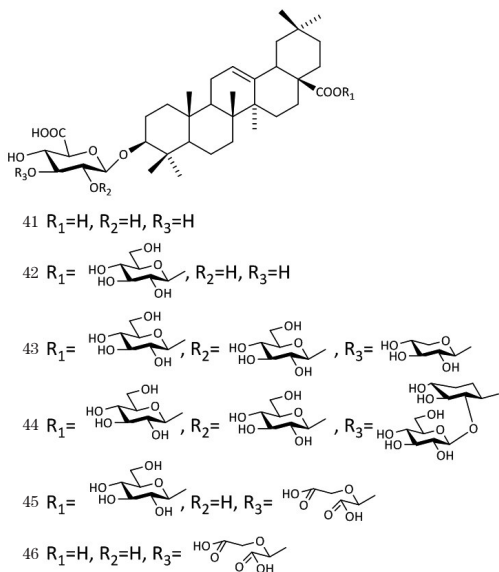


图4 腺果藤属植物中皂苷类化合物的结构(化合物41~46)

1.5 酚类化合物

酚类化合物在植物中分布范围广、种类多,一般在酚的衍生物形式存在。Kuo等^[18]从中国台湾的胶果木中分离鉴定出5个酚类化合物(化合物47~51),其中化合物48、49、50为首次从整个自然界中分离获得。腺果藤属植物中酚类化合物的结构见图5,其相关信息见表5。

1.6 其他类化合物

吴明纯^[16]从腺果藤的根和茎中分离鉴定出酰胺类(化合物52~55)、苯丙素类(化合物56)、苯类(化合物57~59)、三萜类(化合物60)、类固醇类(化合物61~63)

表4 腺果藤属植物中皂苷类化合物的相关信息(化合物41~46)

编号	名称	来源植物	来源部位	参考文献
41	3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucuronopyranosyl olean-12-en-3β-ol-28-oic acid	<i>P. umbellifera</i>	叶	[11]
42	3- <i>O</i> -(β- <i>D</i> -glucuronopyranosyl)-28- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranosyl olean-12-en-3β-ol-28-oic acid	<i>P. umbellifera</i>	叶	[11]
43	3- <i>O</i> -(β- <i>D</i> -glucopyranosyl(1->2)- <i>D</i> -xylopyranosyl(1->3)]-β- <i>D</i> -glucuronopyranosyl]-28- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranosyl olean-12-en-3β-ol-28-oic acid	<i>P. umbellifera</i>	叶	[11]
44	3- <i>O</i> -(β- <i>D</i> -glucopyranosyl(1->2)[β- <i>D</i> -glucopyranosyl(1->2)β- <i>D</i> -xylopyranosyl(1->3)]-β- <i>D</i> -glucuronopyranosyl]28- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranosyl olean-12-en-3β-ol-28-oic acid	<i>P. umbellifera</i>	叶	[11]
45	仲糖苷类皂苷①	<i>P. umbellifera</i>	叶	[11]
46	仲糖苷类皂苷②	<i>P. umbellifera</i>	叶	[11]

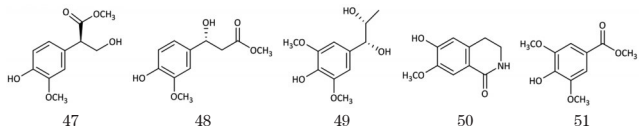


图5 腺果藤属植物中酚类化合物的结构(化合物47~51)

表5 腺果藤属植物中酚类化合物的相关信息(化合物47~51)

编号	名称	来源植物	来源部位	参考文献
47	(+)-五氯苯酚	<i>P. umbellifera</i>	茎	[18]
48	<i>R</i> -甲基-3-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-3-羟基丙酸酯	<i>P. umbellifera</i>	茎	[18]
49	1-(4-羟基-3,5-二甲氧基苯基)-1,2-丙二醇	<i>P. umbellifera</i>	茎	[18]
50	piquinoline	<i>P. umbellifera</i>	茎	[18]
51	methyl syringate	<i>P. umbellifera</i>	茎	[18]

和叶绿素类(化合物64)化合物。Kuo等^[18]从中国台湾的胶果木中分离鉴定出环己酮类(化合物65)化合物。郭秀婷^[19]从胶果木茎中分离出环己酮类(化合物65)、对苯二酚类(化合物66)、苯类(化合物56、59、67~73)和醌类(化合物74)化合物。Liu等^[13]从胶果木茎中分离出苯类(化合物75)化合物。以上化合物的结构见图6,其相关信息见表6。

2 药理作用

腺果藤属植物是常用的民间药物。现代药理研究表明,腺果藤属植物具有抗结核、抗炎镇痛、抗真菌等作用。

2.1 抗结核作用

结核病是一种由结核分枝杆菌引起的疾病,是全球范围内流行的慢性致死传染性疾病^[20]。腺果藤属植物中具有抑制结核分枝杆菌的有效成分。Kuo等^[18]研究发现,从胶果木茎中分离的7个化合物,分别为(+)-五氯苯酚(化合物47)、methyl syringate(化合物51)、*N*-trans-feruloyl-4'-*O*-methyldopamine(化合物53)、*N*-trans-Feruloyltyramine(化合物54)、vanillin(化合物57)、pisodienone(化合物65)和α-hydroxypropiovanillone(化合物70),其在体外对结核分枝杆菌H37Rv均具有抑制作用;虽然其抗菌作用稍低于阳性对照乙胺丁醇,但其化学结构不

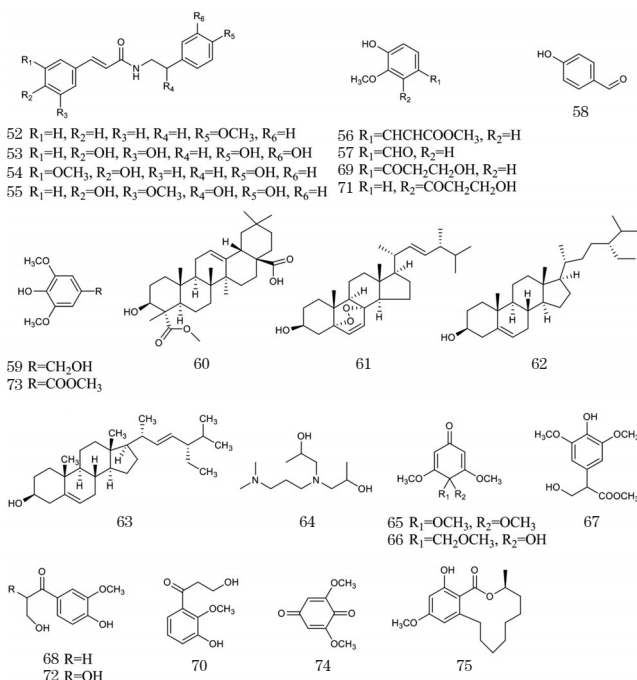


图6 腺果藤属植物中其他类化合物的结构(化合物52~75)

表6 腺果藤属植物中其他类化合物的相关信息(化合物52~75)

编号	类型	名称	来源植物	来源部位	参考文献
52	酰胺类	pisoniamide	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
53	酰胺类	<i>N</i> -trans-feruloyl-4'- <i>O</i> -methyltyramine	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
54	酰胺类	<i>N</i> -trans-feruloyltyramine	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
55	酰胺类	(<i>R</i>)- <i>N</i> -trans-feruloyloctopamine	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
56	苯丙素类	阿魏酸甲酯	<i>P. aculeata</i> , <i>P. umbellifera</i>	茎、根	[16, 19]
57	苯类	vanillin	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
58	苯类	4-hydroxybenzaldehyde	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
59	苯类	丁香醛	<i>P. aculeata</i> , <i>P. umbellifera</i>	茎、根	[16, 19]
60	三萜类	pisonolic acid	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
61	类固醇类	ergosterol peroxide	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
62	类固醇类	β -sitosterol	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
63	类固醇类	stigmaterol	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
64	叶绿素类	pheophorbide A methyl ester	<i>P. aculeata</i>	茎、根	[16]
65	环己酮类	pisodienone	<i>P. umbellifera</i>	茎	[18, 19]
66	对苯二酚类	4-acetyl-3,5-dimethoxy- <i>p</i> -quinol	<i>P. umbellifera</i>	茎	[19]
67	苯类	goldfussinol	<i>P. umbellifera</i>	茎	[19]
68	苯类	β -hydroxypropiovanillone	<i>P. umbellifera</i>	茎	[19]
69	苯类	β -hydroxypropisosyringone	<i>P. umbellifera</i>	茎	[19]
70	苯类	α -hydroxypropiovanillone	<i>P. umbellifera</i>	茎	[19]
71	苯类	α -hydroxypropisosyringone	<i>P. umbellifera</i>	茎	[19]
72	苯类	<i>C</i> -藜芦酰乙二醇	<i>P. umbellifera</i>	茎	[19]
73	苯类	丁香酸甲酯	<i>P. umbellifera</i>	茎	[19]
74	醌类	2,6-二甲氧基-1,4-苯醌	<i>P. umbellifera</i>	茎	[19]
75	苯类	ozoroalide	<i>P. umbellifera</i>	茎	[13]

同于现有抗结核药物,可为新药开发的先导化合物研究提供基础。Wu等^[12]从腺果藤茎和根的甲醇提取物中分离鉴定出5个对结核分枝杆菌具有体外抑制活性的化合物,其中(2*S*)-5,7,2'-三羟基-8-甲基黄酮(化合物1)抗结核作用最强,最低抑菌浓度(MIC)值为12.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。综上,根据已有研究可推测,腺果藤属植物中抗结核作

用的化合物较多,可作为抗结核药物新药开发的先导化合物,为软件开发提供思路。

2.2 抗炎镇痛作用

炎症是一种因感染引起的防御性反应,有一些疾病引起的炎症反应非常严重^[21]。在印度传统医学上,抗风桐可以治疗关节炎疾病^[22]。Sen等^[23]采用小鼠足趾肿胀、热板法和醋酸扭体等模型证明,腺果藤叶甲醇提取物对其具有显著的抗炎镇痛作用。Liu等^[13]研究发现,从胶果木茎中分离出的化合物 desmethoxymatteucinol(化合物16)和 ozoroalide(化合物75)可体外抑制巨噬细胞内由脂多糖诱导的NO产生,具有较强的体外抗炎活性。王馨慧等^[24]研究发现,抗风桐叶中含有酚类化合物,具有抗炎镇痛作用。

2.3 抑菌作用

与许多天然产物一样,腺果藤属植物中也有很多具有抑菌活性的化合物。Sutthivaiyakit等^[14]对从抗风桐根分离得到的9个化合物,分别采用蜡样芽孢杆菌和粪肠球菌等12种真菌开展抑菌实验,结果发现,亲脂性更高的化合物2'-羟基去甲氧基松香醇(化合物4)抑菌活性强,但C-2'位有酚醛基取代时其抑菌作用减弱。此外,Firdhouse等^[25]以抗风桐作为原料合成的银纳米粒子对白念珠菌和酿酒酵母的增殖具有抑制作用。Sharmila等^[26]以胶果木叶为原料合成了纳米颗粒,结果发现,其对黄曲霉和索氏镰刀菌的增殖也具有较强的抑制作用。

3 结语

迄今为止,国内外学者对腺果藤属植物化学成分的研究较少,仅从其中分离鉴定出了75种化合物,主要包括黄酮类、色酮类、木脂素类、皂苷类、酚类等成分。其中,黄酮类和色酮类化合物都存在于腺果藤属植物的根和茎中,而皂苷类、木脂素类和酚类化合物都存在于该属植物的茎和叶中。已报道的腺果藤属植物中的化合物以黄酮类最多,可推测其主要成分可能为黄酮类化合物。目前,仅胶果木中发现含有皂苷类和木脂素类化合物,而色酮类化合物仅在腺果藤中分离获得,因此,腺果藤属不同植物间化学成分可能存在较大的差异。腺果藤属植物中的部分化合物具有抗结核、抗炎镇痛、抗真菌等药理作用,且近年相关研究呈逐渐增多的趋势。腺果藤属植物中的多个成分对结核分枝杆菌具有较好的体外抑制作用,这为抗结核药物的筛选提供了参考。

综上,腺果藤属植物具有一定的药用开发潜力,但目前研究深度不够,需要采用现代天然产物化学、药物筛选和药理研究方法开展更为系统深入的研究,为该属植物的综合利用和软件开发提供依据。

参考文献

- [1] CARLQUIST S. Lateral meristems, successive cambia and their products: a reinterpretation based on roots and stems

- of Nyctaginaceae[J]. Bot J Linn Soc, 2004, 24: 129-133, 146.
- [2] POLHEMUS D A. Continuing studies on the genus Orthotylus in the Hawaiian Islands (Heteroptera: Miridae), with descriptions of thirty-two new species[J]. Entomol Am, 2011, 117: 37-109.
- [3] BATIANOFF G N, NAYLOR G C, OLDS J A, et al. Climate and vegetation changes at coringa-herald national nature reserve, coral sea Islands, Australia[J]. Pacific Science, 2010, 64(1): 73-92.
- [4] MAPLE D J, BARR R, SMITH M J. A new record of the Christmas Island Blind Snake, Ramphotyphlops exocoeti (Reptilia: Squamata: Typhlopidae) [J]. Records of the Western Australian Museum, 2010, 27: 156-160.
- [5] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第二十六卷[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 2.
- [6] 李荣, 党维, 蔡靖, 等. 6个耐旱树种木质部结构与栓塞脆弱性的关系[J]. 植物生态学报, 2016, 40(3): 255-263.
- [7] BURGER E A. Dispersal and germination of seeds of *Pisonia grandis*, an Indo-Pacific tropical tree associated with insular seabird colonies[J]. J Trop Ecol, 2005, 21 (3) : 263-271.
- [8] 吴征镒, RAVEN P. Flora of China[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 430-431.
- [9] PRADHEESH G, SURESH S, ALEXRAMANI V. Phytochemical and GC-MS analysis of methanolic extract of *pisonia grandis* R.Br[J]. Int J Chem Sci, 2015, 13(3) : 1295-1304.
- [10] 唐菲, 林天东. 海南黎药[M]. 北京: 光明日报出版社, 2015: 187-188.
- [11] LAVAUD C, BEAUVIRE S S, MASSIOT G, et al. Saponins from *Pisonia umbellifera*[J]. Phytochemistry, 1996, 43(1): 189-194.
- [12] WU M C, PENG C F, CHEN I S, et al. Antitubercular chromones and flavonoids from *Pisonia aculeata*[J]. Natural Products, 2011, 74(5): 976-982.
- [13] LIU Z, ZHENG X, WANG Y, et al. Lignans and isoflavonoids from the stems of *Pisonia umbellifera*[J]. RSC Advances, 2018, 8(29): 16383-16391.
- [14] SUTTHIVAIYAKIT S, SEEKA C, WETPRASIT N, et al. C-methylated flavonoids from *Pisonia grandis* roots[J]. Phytochem Lett, 2013, 6(3): 407-411.
- [15] 于姝燕, 马宇衡, 王建华, 等. 色酮及其衍生物的生物活性研究进展[J]. 中国药物化学杂志, 2020, 30(5): 310-317.
- [16] 吴明纯. 腺果藤茎部及根部化学成分与抗结核活性之研究[J]. 高雄: 高雄医学大学, 2009.
- [17] 陶凯奇, 王红, 周宗宝, 等. 木脂素类化合物的结构及生物活性研究进展[J]. 中南药学, 2017, 15(1): 70-74.
- [18] KUO H T, PENG C F, HUANG H Y, et al. Chemical constituents and antitubercular activity of Formosan *Pisonia umbellifera*[J]. Planta Med, 2011, 77(7): 736-741.
- [19] 郭秀婷. 皮孙木茎部化学与抗结核活性成分之研究[J]. 高雄: 高雄医学大学, 2007.
- [20] 韦媛媛, 杨帆, 汤杰, 等. 抗结核药物的研究进展[J]. 中国药科大学学报, 2020, 51(2): 231-239.
- [21] 王思芦. 天然产物抗炎镇痛作用研究进展[J]. 动物医学进展, 2013, 34(10): 106-110.
- [22] SUBHASREE B, BASKAR R, LAXMI KEERTHANA R, et al. Evaluation of antioxidant potential in selected green leafy vegetables[J]. Food Chem, 2009, 115(4): 1213-1220.
- [23] SEN S, CHAKRABORTY R, REKHA B, et al. Anti-inflammatory, analgesic, and antioxidant activities of *Pisonia aculeata*: folk medicinal use to scientific approach[J]. Pharm Biol, 2013, 51(4): 426-432.
- [24] 王馨慧, 刘楠, 任海, 等. 抗风桐(*Pisonia grandis*)的生态生物学特征[J]. 广西植物, 2017, 37(12): 1489-1497.
- [25] FIRDHOUSE M J, LALITHA P. Biocidal potential of bio-synthesized silver nanoparticles against fungal threats[J]. J Nanost Chem, 2014, 5(1): 25-33.
- [26] SHARMILA G, MUTHUKUMARAN C, SARASWATHI H, et al. Green synthesis, characterization and biological activities of nanoceria[J]. Ceram Int, 2019, 45(9): 12382-12386.

(收稿日期: 2021-02-01 修回日期: 2021-05-22)

(编辑: 罗 瑞)

《中国药房》杂志——RCCSE中国核心学术期刊, 欢迎投稿、订阅