

盾木酮类化合物在植物中的分布及其结构研究进展

杜玖珍^{1,2}, 秦民坚^{1,2*}, 须春君^{1,2}

1. 中国药科大学 中药资源学教研室, 江苏 南京 211198

2. 中国药科大学 教育部现代中药研究重点实验室, 江苏 南京 211198

摘要: 盾木酮类化合物是一类黄酮类衍生物, 结构类型主要有黄烷醇型、黄酮醇型、二氢黄酮醇型及花色素型, 主要分布在豆科云实亚科 *Umtiza* 属、角刺豆属、紫心苏木属、短盖豆属、仪花属、粗豆树属、云实属及两蕊苏木属, 含羞草亚科的金合欢属, 蝶形花亚科鱼藤属、鸡血藤属、灰毛豆属中, 零星分布在鸢尾科、蓼科、大戟科、卫矛科、蓝雪科、楝科、藤黄科、岩蕨科、箭蕨科等植物中, 具有重要的植物化学分类学意义。综述近年来分离得到的盾木酮类化合物的结构及其在植物界的分布情况, 为其进一步研究提供依据。

关键词: 盾木酮类; 黄酮类; 结构类型; 植物分布; 豆科

中图分类号: R282.71 文献标志码: A 文章编号: 1674 - 5515(2011)03 - 0174 - 07

Advance in studies on peltogynoids distribution in plant and their structures

DU Jiu-zhen^{1,2}, QIN Min-jian^{1,2}, XU Chun-jun^{1,2}

1. Department of Science of Traditional Chinese Medicinal Material Resources, China Pharmaceutical University, Nanjing 211189, China

2. Key Laboratory of Modern Traditional Chinese Medicines (Ministry of Education), China Pharmaceutical University, Nanjing 211198, China

Abstract: Peltogynoids are derivants of flavonoids found in recent years. These compounds are mainly divided into the following types according to their chemical structures: flavanols, flavonols, flavanonols, and anthocyanosides. They are mostly distributed in Fabaceae such as Caesalpinioideae (genus *Umtiza* L., *Goniorrhachis* Taub., *Peltogyne* Vogel., *Brachystegia* Benth., *Lysidice* Hance., *Trachylobium*, *Caesalpinia* Linn., and *Distemonanthus* Benth.), Mimosoideae (genus *Acacia* Mill.), and Papilionoideae (genus *Derris* Lour., *Millettia* Wight et Arn. and *Tephrosia* Pers.). They are also distributed sporadically in the family Iridaceae, Polygonaceae, Euphorbiaceae, Celastraceae, Plubaginaceae, Meliaceae, Clusiaceae, Woodsiaceae, and Ophioglossaceae. Because peltogynoids have limited distribution in plant kingdom, they have important chemotaxonomic significance. This paper reviewed in researches recent years on peltogynoids isolated from natural products and their distribution in plant kingdom, so as to provide scientific basis for further study.

Key words: peltogynoids; flavones; structural types; distribution; leguminosae

盾木酮 (peltogynoids) 为具有黄酮母核的衍生物, 即黄酮 C 环 3 位与 B 环 2' 位通过 -OCH₂- 连接而成的一类天然产物。1935 年, Robinson 等^[1] 从 *Peltogyne porphyrocardia* Griseb. ex R. C. Marshall. 和毛紫心苏木的心材中分离出第 1 个天然盾木酮类化合物盾木素 (peltogynol)。随着对天然产物研究的不断深入, 迄今已从 10 科 22 属 41 种植物中分离得到 55 个该类化合物, 其中部分化合物具有舒张血管^[2]、抑制 Dyrk 蛋白激酶^[3]、对 RAW 和 HT-29 细胞具细胞毒性^[4]、抑制结核分支杆菌 H37Ra^[5] 等药

理活性。盾木酮分布于植物界某一科一个或几个特定的族、属中, 可作为其特征性成分, 在植物化学分类学方面具有重要意义。但对该类化合物研究的综述鲜见报道, 故笔者从盾木酮类化合物在植物中的分布、结构类型等方面对已有研究进行总结, 为此类成分的深入研究提供参考。

1 分布

盾木酮类化合物在自然界分布较广, 其中在豆科植物中分布最为广泛, 主要存在于云实亚科甘豆族中的 *Umtiza* L. 属、角刺豆属、紫心苏木属、短盖

收稿日期: 2010-11-02

作者简介: 杜玖珍 (1985—), 女, 重庆人, 硕士研究生, 研究方向为药用植物种质资源与质量关系。

*通讯作者 秦民坚 Tel: (025)86185130 Email: minjianqin@163.com

花亚科灰毛豆族的鱼藤属、鸡血藤属、灰毛豆属也有分布。鸢尾科植物中含盾木酮类成分共4种，在豆属、仪花属、粗豆树属及云实族云实属、决明族两蕊苏木属中，而在含羞草亚科的金合欢属和蝶形系统分类学上同属于鸢尾属无附属物亚属无附属物组，盾木酮类化合物在其中的分布进一步说明了它

们之间有较近的亲缘关系。另外，该类化合物还零星分布在蓼科、大戟科、卫矛科、蓝雪科、楝科、藤黄科、岩蕨科、箭蕨科等某1种或2种植物中。盾木酮类化合物在植物界的分布见表1。

2 结构类型

根据化学结构中C环与B环成环前黄酮母核的

表1 盾木酮类化合物在植物中分布
Table 1 Distribution of peltogynoids in plants

科	属	植物名称	化合物	参考文献	
豆科	云实属	洋金凤 <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (Linn.) Sw.	24, 25	25	
		苏木 <i>C. sappan</i> L.	26	26	
		南蛇筴 (也称喙荚云实) <i>C. minax</i> Hance.	21	8, 27	
	两蕊苏木属	两蕊苏木 <i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill.	16, 17, 18	7, 8, 19, 20, 21	
		<i>Umtiza</i> L.	<i>Umtiza listeriana</i> Sim.	1	6
	角刺豆属	<i>Goniorrhachis marginata</i> Taub.	1, 2, 4, 16, 28, 30, 43-52, 54, 55	7, 8, 13, 31, 42	
		紫心苏木属	圆锥紫心苏木 <i>Peltogyne paniculata</i> Benth.	1, 2, 9, 10	9
	<i>P. confertiflora</i> Benth.		1, 2, 9, 10	9	
	<i>P. catingar</i> Ducke.		1, 2	9	
	毛紫心苏木 <i>P. pubescens</i> Benth.		1, 2, 3	12	
	具脉紫心苏木 <i>P. venosa</i> Benth.		3	12	
	短盖豆属	<i>P. porphyrocardia</i> Griseb. ex Benth.	1	1	
		<i>Colophospermum mopane</i> J. Kirk.	1, 2, 5, 6, 7, 8, 28, 46, 53, 54, 55	10, 13, 28, 42	
	仪花属	仪花 <i>Lysidice rhodostegia</i> Hance.	2, 11	14	
		短萼仪花 <i>L. brevicalyx</i> Wei.	2	14	
	粗豆树属 (也称李叶豆属)	李叶苏木 (也称疣果李叶豆) <i>Trachylobium verrucosum</i> (Gaertn.) Oliv.	1	11	
		金合欢属	<i>Acacia crombei</i> C. T. White.	18, 20, 47	22, 23
	<i>A. fasciculifera</i> F. Muell ex Benth.		19	22	
	阿拉伯金合欢 <i>A. nilotica</i> (Linn.) Delile.		22, 23	3	
	<i>A. peuce</i> F. Muell.		18	22	
<i>A. carnei</i> Maiden.	18, 19, 47		22, 41		
儿茶 <i>A. catechu</i> (Linn. f.) Willd.	21		24		
<i>Derris indica</i> (Lam.) Bennet.	27		5		
鱼藤属	厚果鸡血藤 <i>Millettia pachycarpa</i> Benth.	29	29, 30		
鸡血藤属	<i>Tephrosia calophylla</i> Bedd.	24	4		
灰毛豆属	<i>T. pulcherrima</i> (Baker) drumm.	24	4		
	矮灰毛豆 <i>T. pumila</i> (Lam.) Pers.	24	4		
	鸢尾科	鸢尾属	准葛儿鸢尾 <i>Iris songarica</i> Schrenk.	31, 32, 34	32
			大苞鸢尾 <i>I. bungei</i> Maxim.	31, 32, 33, 34, 35	34
			华夏鸢尾 <i>I. cathayensis</i> Migo.	31	33
马蔺 (也称细叶鸢尾) <i>I. lactea</i> Pall.	31, 34	35			
蓼科	荞麦属	金荞麦 <i>Fagopyrum dibotrys</i> (D. Don) Hara.	42	39	
大戟科	血桐属	鼎湖血桐 <i>Macaranga sampsonii</i> Hance.	40, 41	38	
卫矛科	假橄榄属 (也称福木属)	<i>Elaeodendron balae</i> Kosterm.	12	15	
		<i>Cassine</i> L.	<i>Cassine papillosa</i> (Hochst.) Kuntze.	12	15
		<i>C. transvaalensis</i> (Burt Davy) Codd.	12	15	
蓝雪科	蓝雪花属	小蓝雪花 <i>Ceratostigma minus</i> Stapf. ex Prain.	13, 14	16, 17	
楝科	非洲楝属 (也称内雄楝属)	筒状非洲楝 <i>Entandrophragma cylindricum</i> Sprague.	15	18	
		藤黄科	金丝桃属	长圆叶金丝桃 <i>Hypericum oblongifolium</i> Hook.	37
岩蕨科	岩蕨属	帚状岩蕨 <i>Woodsia scopulina</i> D.C. Eaton.	38, 39	37	
箭蕨科	瓶尔小草属	钝头瓶尔小草 <i>Ophioglossum petiolatum</i> Hook.	21, 36, 37	24, 36	

类型,可将盾木酮类化合物大致分为黄烷醇型(I)、黄酮醇型(II)、二氢黄酮醇型(III)和花色素型(V)。4 种类型盾木酮类化合物母核结构见图 1。

2.1 黄烷醇型

(2*R*, 3*S*, 4*R*)-peltogynol (**1**) 是最早被发现的盾木酮类化合物^[1], 之后亦有学者从 *Umtiza listeriana* Sim.^[6]、*Goniorrhachis marginata* Taub.^[7-8]、圆锥紫心苏木和 *Peltogyne catingar* Ducke.^[9]、*Colophospermum mopane* (J.Kirk ex Benth.) J. Kirk ex J. Léonard.^[10]、孪叶苏木^[11]等中分得。Mopanol (**2**) 是化合物 **1** 的同分异构体, 不同之处在于 B 环羟基的

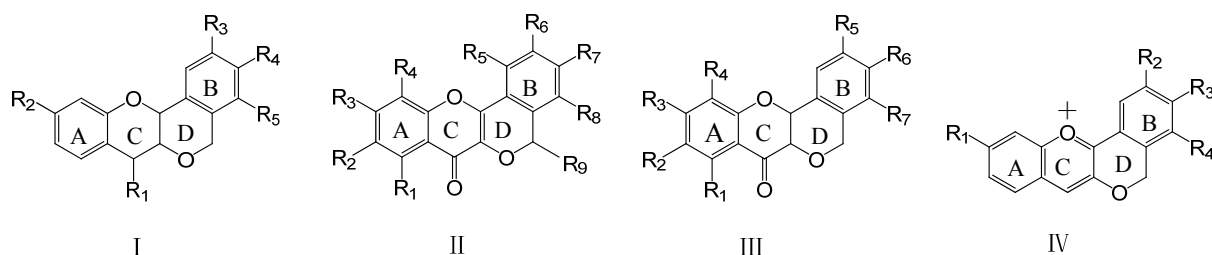


图 1 盾木酮类化合物的母核结构类型

Fig. 1 Nucleus structures of four types of peltogynoids

Malan 等^[13]从短盖豆属植物 *Colophospermum mopane* (J. Kirk ex Benth.) J. Kirk ex J. Léonard. 中发现 4 个黄烷醇型盾木酮类化合物, 分别是 fisetinidol-(4→6')-peltogynan-4-ol (**5**)、mopane (4β→6)fisetinidol (**6**)、peltogynan(4β→6) fisetinidol (**7**)、mopane(4β→8)fisetinidol (**8**)。还从圆锥紫心苏木和 *Peltogyne confertiflora* Benth. 中分离出化合物 7-*O*-methylpeltogynol (**9**)、4-*O*-methyl- 4',5'-*O*,*O*-methylidenemopanol (**10**)^[9], 从仪花属植物中分离出 mopanol 7-*O*-β-*D*-glucopyranoside (**11**)、化合物 **2**^[14]。另外, 从卫矛科植物中发现化合物 elaeocyanidin (**12**)^[15]; 从蓝雪科植物小蓝雪花中分离得到化合物 plumbocatechin A (**13**)、plumbocatechin B (**14**)^[16-17], 从楝科植物筒状非洲楝中分得化合物 5-hydroxy-7,7-dimethylpubeschin (**15**)^[18]。部分黄烷醇型盾木酮类化合物的结构见图 2 和表 2。

2.2 黄酮醇型

迄今为止,共发现 27 个黄酮醇型盾木酮类化合物, 其中在豆科植物中分布 15 个。Distemonanthin (**16**) 是最早被发现的该类盾木酮, 由 King 等^[19]于 1954 年从两蕊苏木中分离, 之后在 *Goniorrhachis marginata* Taub.^[8]中也分离得到。除了化合物 **16** 外,

连接位置, 一个是在 4',5'-OH (化合物 **1**), 一个是在 3',4'-OH (化合物 **2**), 这 2 个化合物在植物界的分布非常相似, 常同时出现。Malan 等^[12]在毛紫心苏木和具脉紫心苏木中除了发现含有成对出现的 (+)-peltogynol 和 (+)-mopanol 及它们的 4-差向异构体 (+)-peltogynol B、(+)-mopanol B 外, 还发现了 peltogynol 的儿茶酚类似物 (+)-2,3-*trans*-pubeschin (**3**)。Gottlieb 等^[8]在总结 *Goniorrhachis marginata* Taub. 中含有的盾木酮类化合物时, 提出盾木酮母核结构 peltogynane (**4**) 是结构最简单的黄烷醇型盾木酮类化合物, 只有 4 个成环的母核而无取代基。

从两蕊苏木中还分离出了另外 2 个该类型盾木酮 benthamianin (**17**)^[20]、peltogynin (**18**)^[21], 化合物 **18** 还分布在金合欢属植物 *Acacia crombei* C. T. White.、*A. peuce* F. Muell. 和 *A. carnie* orth var. *Maiden*. 中^[22]。另外, 从金合欢属植物中分离出了其他 5 个该类型化合物 fasciculiferin (**19**)^[22]、β-photomethylquercetin (**20**)^[23]、ophioglolin (**21**)^[24]、acanol A (**22**) 和 acanol B (**23**), 其中化合物 **23** 具有抑制 Dyrk 蛋白激酶活性, IC₅₀ 为 19 μmol/L^[3]。云实属植物洋金凤的茎在民间被用作堕胎药和通经药, McPherson 等^[25]从其茎中分离出黄酮醇型盾木酮类化合物 pulcherrimin (**24**)、6-methoxy-pulcherrimin (**25**), 其中化合物 **24** 为 Ganapaty 等^[4]从灰毛豆属植物 *Tephrosia calophylla* Bedd.、*T. pulcherrima* (Baker) Drumm. 和矮灰毛豆中分到, 并发现化合物 **24** 在低浓度时对 RAW 和 HT-29 细胞有细胞毒活性。分别从云实属植物苏木^[26]和喙芸云实^[27]中分离出的该类型盾木酮还有 3,8-dihydroxy-4,10-dimethoxy-7-oxo-[2]benzopyrano[4,3-b][1]benzopyran-7-(5*H*)-one (**26**)、化合物 **21**。除此之外, 3,4-methylenedioxy-10-methoxy-7-oxo[2]benzopyrano[4,3-b]benzopyran (**27**) 是 Koysomboon 等^[5]首次从鱼藤属植物 *Derris indica* (Lam.) Bennet.

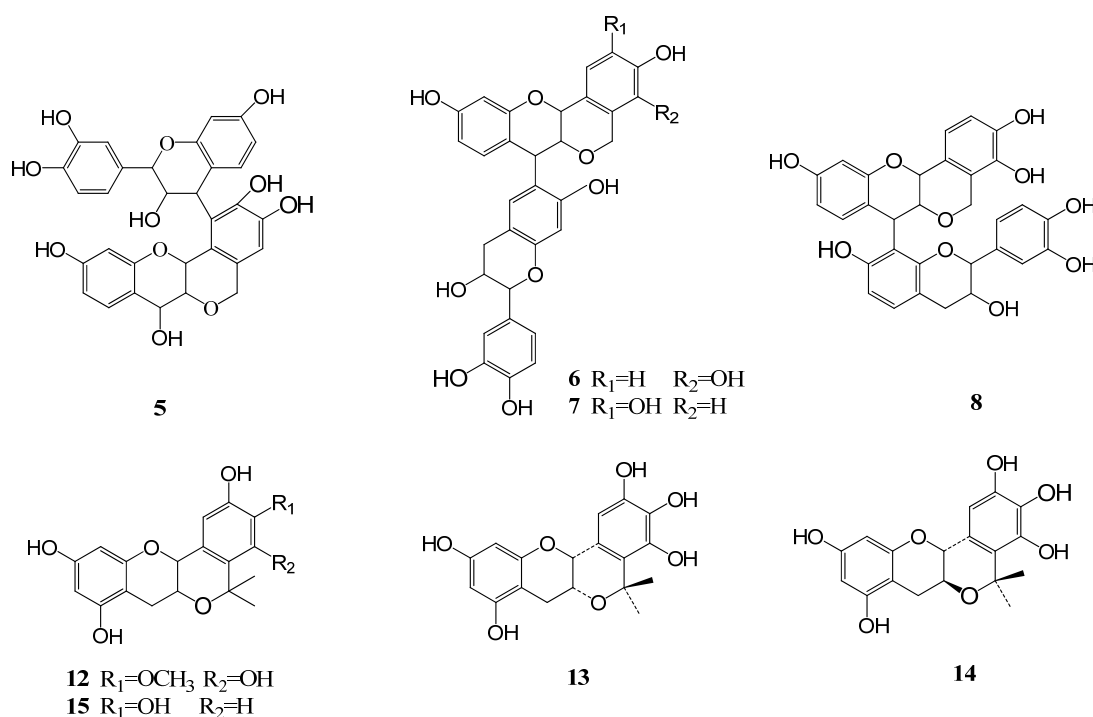


图2 黄烷醇型盾木酮类化合物的结构

Fig. 2 Structures of peltogynoids of flavanol type

表2 黄烷醇型盾木酮类化合物的结构

Table 2 Structures of peltogynoids of flavanol type

化合物	取代基				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
1	OH	OH	OH	OH	H
2	OH	OH	H	OH	OH
3	H	OH	OH	OH	H
4	H	H	H	H	H
9	OH	OCH ₃	OH	OH	H
10	OCH ₃	OH	H	-OCH ₂ O-	
11	OH	OGlu	H	OH	OH

中分出, 并发现其具有抑制结核分枝杆菌 H37Ra 的活性, 最低抑制质量浓度 (MIC) 为 6.25 μg/mL。从豆科植物中还分得 mopanin (28)^[8,28]、pachycarin E (29)^[29-30] 和 2,3,9-trihydroxy-8-methoxy-6,13-dehydropeltogynan-14-one (30)^[31]。

近年来有学者从鸢尾科植物准葛尔鸢尾中分离得到 irisoid A (31)、irisoid B (32)、irisoid D (34) 等^[32], 从华夏鸢尾中分离得到化合物 31 和 32^[33], 从大苞鸢尾中分离得到化合物 31 和 32、irisoid C (33)、irisoid D (34)、irisoid E (35)^[34], 从细叶鸢尾中分离得到化合物 31 和 34^[35]。从箭蕨科植物钝头瓶尔小草中分离得到化合物 21、isoophioglolin 7-glucoside (36)、ophioglolin 7-O-D-glucopyranoside (37)^[36]。从岩蕨科植物帚状岩蕨 *Woodsia scopulina* D. C. Eaton. 中分离出 8,10-dihydroxy-11-methoxy-

5-*H*-isochromeno (38)、8,10-dihydroxy-5-*H*-isochromeno[4,3-*b*]chromen-7-one (39)^[37]。从大戟科植物鼎湖血桐中分离得到化合物 macaranones C (40)、macaranones D (41)^[38]。从蓼科植物金荞麦中得到化合物 8-dihydroxy-10-methoxy-5-*H*-isochromeno[4,3-*b*]chromen-7-one (42)^[39]。从藤黄科植物长圆叶金丝桃中得 isoophioglolin 7-glucoside^[40]。化合物 16~42 的结构见图 3 或表 3。

2.3 二氢黄酮醇型

二氢黄酮醇型盾木酮类化合物迄今只发现 11 个, 全部分布在豆科植物中。Gottlieb 等^[7-8,31]、Economides 等^[13]从角刺豆属植物 *Goniorrhachis marginata* Taub. 中分离得到 5-methoxy-peltogynone (43)、peltogynone (44)、5-methoxy-mopanone (45)、mopanone (46)、crombeone (47)、5-methoxy-peltogynone (48)、5-methoxymopanone (49)、(6*aR*,12*aR*)-2,3,10-trihydroxy-6,12-dioxabenz(a)anthracen-7(5*H*,6*aH*,12*aH*)-one (50)、guarabin (51)、isoguarabin (52) 等 10 个二氢黄酮醇型盾木酮类化合物。Drewes 等^[10]、Malan 等^[13]从短盖豆属植物 *Colophospermum mopane* (J. Kirk ex Benth.) J. Kirk ex J. Léonard. 中分离得到 2 个二氢黄酮醇型盾木酮类化合物 46、guibourtinidol-(3',4')-*ent*-epimopanone (53)。Brandt 等^[23,39]从金合欢属植物 *Acacia crombei*

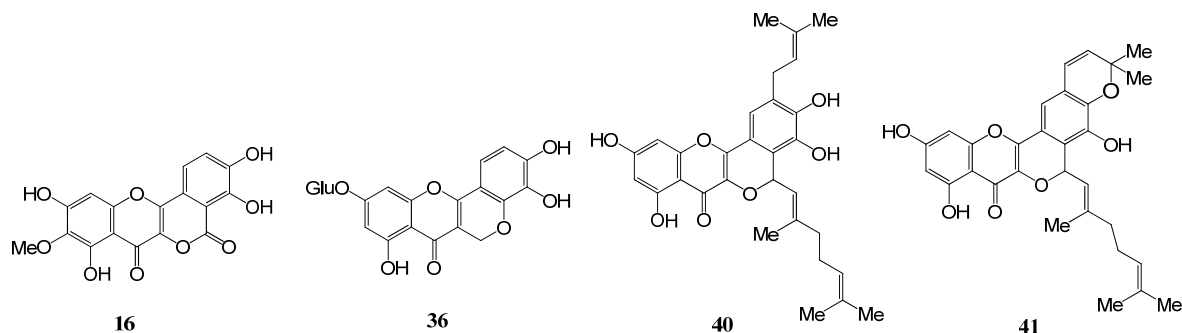


图 3 黄酮醇型盾木酮类化合物的结构

Fig. 3 Structures of peltogynoids of flavonol type

表 3 黄酮醇型盾木酮类化合物的结构

Table 3 Structures of peltogynoids of flavonol type

化合物	取代基								
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉
17	OH	OCH ₃	OH	H	H	H	OH	OH	H
18	H	H	OH	H	H	OH	OH	H	H
19	H	H	OH	H	H	OH	OH	H	OH
20	OH	H	OH	H	H	OH	OH	H	H
21	OH	H	OH	H	H	H	OH	OH	H
22	OH	H	OCH ₃	H	H	OCH ₃	OCH ₃	H	H
23	OH	H	OCH ₃	H	H	OCH ₃	OH	H	H
24	OH	H	OCH ₃	H	H	H	-OCH ₂ O-	H	H
25	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	H	H	-OCH ₂ O-	H	H
26	OH	H	OCH ₃	H	H	H	OH	OCH ₃	H
27	H	H	OCH ₃	H	H	-OCH ₂ O-	H	H	H
28	H	H	OH	H	H	H	OH	OH	H
29	H	H	-O-CH=CH-	H	H	OCH ₃	OCH ₃	H	H
30	H	H	OH	OH	H	H	OCH ₃	OH	H
31	OH	OCH ₃	OH	H	OH	H	H	H	H
32	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	OH	H	H	H	H
33	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OH	H	H	H	H
34	OH	-OCH ₂ O-	H	H	OH	H	H	H	H
35	OH	-OCH ₂ O-	OH	H	OH	H	H	H	H
37	OH	H	-OGlu	H	H	H	OH	OH	H
38	OH	H	OH	OCH ₃	H	H	H	H	H
39	OH	H	OH	H	H	H	H	H	H
42	OH	H	OCH ₃	H	H	H	OH	H	H

C. T. White.和 *A. carnei* orth. var. *Maiden*.中均得到了化合物 47。二氢黄酮醇型盾木酮类化合物结构见表 4 或图 4。

2.4 花色素型

Drewes 等^[42]从豆科短盖豆属植物 *Colophospermum mopane* (J. Kirk ex Benth.) J. Kirk ex J.L éonard.、角刺豆属植物 *Goniorrhachis marginata* Taub.及紫心苏木属一些种中分离得到 2 个花色素型盾木酮类化合物 peltogynidin (54)、mopanidin (55), 见图 4。

3 结语

天然存在的盾木酮类化合物较为有限, 因此具

有重要的植物化学分类学意义。此类化合物药理活性方面的报道相对较少, 但亦有其在血管舒张、Dyrk 蛋白激酶抑制剂、对 RAW 和 HT-29 细胞的细胞毒性、抑制结核分支杆菌 H37Ra 等方面的报道, 故该类化合物在生物活性筛选和结构研究等方面仍然存在广阔的空间。可根据“亲缘关系相近的植物类群具有相似的化学成分”理论来预测这些化合物在植物界的分布, 有方向、有目的地在某些类群中寻找新药源、新成分, 以帮助人们进一步开发和利用这些植物资源。相信随着对植物药研究的不断深入和研究方法的发展, 盾木酮类化合物将受到越来越广泛的关注。

表4 二氢黄酮醇型盾木酮的结构

Table 4 Structures of peltogynoids of flavanonol type

化合物	取代基						
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇
43	OCH ₃	H	OH	H	OH	OH	H
44	H	H	OH	H	OH	OH	H
45	OCH ₃	H	OH	H	H	OH	OH
46	H	H	OH	H	H	OH	OH
47	OH	H	OH	H	OH	OH	H
48	OCH ₃	H	OH	H	OH	OH	H
49	OCH ₃	H	OH	H	H	OH	OH
50	H	H	OH	H	OH	OH	H
51	H	H	OH	OCH ₃	OH	H	OH
53	H	OCH ₃	OH	H	OH	H	OH

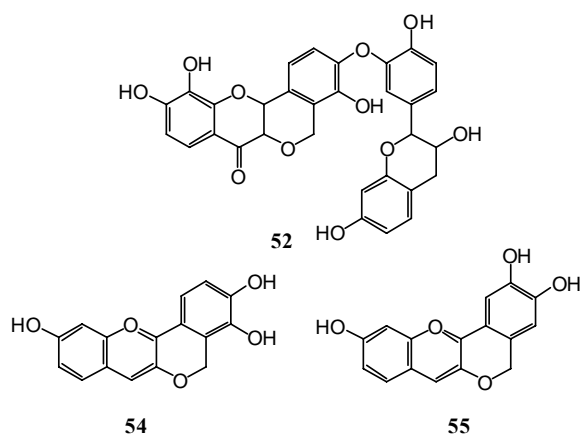


图4 二氢黄酮醇型及花色素型盾木酮类化合物的结构
Fig. 4. Structures of peltogynoids of flavanonol type and anthocyanoside type

参考文献

- [1] Robinson G M, Robinson R. Leuco-anthocyanins and leuco-anthocyanidins Part I: The isolation of peltogynol and its molecular structure [J]. *J Chem Soc*, 1935: 744-752.
- [2] Gao S, Feng N, Yu S S, *et al.* Vasodilator constituents from the roots of *Lysidice rhodostega* [J]. *Planta Med*, 2004, 70(12): 1128-1134.
- [3] Ahmadu A, Abdulkarim A, Grougnet R, *et al.* Two new peltogynoids from *Acacia nilotica* Delile with kinase inhibitory activity [J]. *Planta Med*, 2010, 76(5): 458-460.
- [4] Ganapaty S, Srilakshmi G V K, Thomas P S, *et al.* Cytotoxicity and antiprotozoal activity of flavonoids from three *Tephrosia* species [J]. *J Nat Remed*, 2009, 9(2): 202-208.
- [5] Koysomboon S, Altena A V, Kato S. Antimycobacterial flavonoids from *Derris indica* [J]. *Phytochemistry*, 2006, 67(10): 1034-1040.
- [6] Burger A P N, Brandt E V, Roux D G. *O*-(Dihydrobenzofuranyl)-dibenzo- α -pyrones from *Umtiza listerana* [J]. *Phytochemistry*, 1983, 22(12): 2813-2817.
- [7] Gottlieb O R, De Soljsa J R. New peltogynoids of *Goniorrhachis marginata* [J]. *Phytochemistry*, 1974, 13(7): 1229-1231.
- [8] Gottlieb O R, De Sousa J R. Peltogynoids of *Goniorrhachis marginata* [J]. *Phytochemistry*, 1972, 11(9): 2841-2846.
- [9] De Almeida M E, Gottlieb O R, Teixeira M A, *et al.* New peltogynoids from three *Peltogyne* species [J]. *Phytochemistry*, 1974, 13(7): 1225-1228.
- [10] Drewes S E, Roux D G. Stereochemistry and biogenesis of mopanol and peltogynols and associated flavanoids from *Colophospermum mopane* [J]. *J Chem Soc C*, 1966: 1644-1653.
- [11] Ferreira D, Van der Merwe J P, Roux D G. Phytochemistry of the gum copal tree, *Trachylobium verrucosum* (Gaertn) Oliv. the first natural α -hydroxychalcone and 2,3-*cis*- and 2,3-*trans*-3-methoxyflavanone [J]. *J Chem Soc Perkin Trans I Org Chem*, 1974: 1492-1498.
- [12] Malan E, Roux D G. (+)-2,3-*trans*-Pubeschin, the first catechin analog of peltogynoids from *Peltogyne pubescens* and *P. venosa* [J]. *Phytochemistry*, 1974, 13(8): 1575-1579.
- [13] Malan J C S, Young D A, Steynberg J P, *et al.* Oligomeric flavanoids. Part 9. The first biflavonoids based on mopanol and peltogynol as inceptive electrophiles [J]. *J Chem Soc Perkin Trans I*, 1990(2): 219-225.
- [14] Casinovi M G. Sulle leucoantocianidine del *Peltogyne recifensis* Ducke [J]. *Gazz Chim Ital*, 1967, 97: 1165-1176.
- [15] Drewes S E, Mashimbye M J, Field J S, *et al.* 11,11-Dimethyl-1,3,8,10-tetrahydroxy-9-methoxypeltogy-nan and three pentacyclic triterpenes from *Cassine transvaalensis* [J]. *Phytochemistry*, 1991, 30(10): 3490-3493.
- [16] Yue J M, Zhao Y, Wu H M, *et al.* A novel compound from

- Ceratostigma Minus* [J]. *Chin Chem Lett*, 1998, 9(7): 647-649.
- [17] Yue J M, Zhao Y, Zhao Q S, *et al.* Phenolics from *Ceratostigma Manus* [J]. *Acta Bot Sin*, 1998, 40(11): 1035-1039.
- [18] Ngnokam D, Massiot G, Tsamo E, *et al.* (+)-7', 7- Dimethyl-5-hydroxy-2R,3S-trans-pubeschin from *Entandrophragma cylindricum* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 37 (2): 529-531.
- [19] King F E, King T J, Stokes P J. The chemistry of extractives from hardwoods Part XX: Distemonanthin, a new type of flavone pigment from *Distemonanthus benthamianus* [J]. *J Chem Soc*, 1954: 4594-4600.
- [20] Malan E, Roux D G. Flavonoids from *Distemonanthus benthamianus* Baillon. methoxylated flavones and interrelations of benthamianin, a [2]benzopyrano[4,3-b][1]benzopyran [J]. *J Chem Soc Perkin Trans I Org Bio Org Chem*, 1979(11): 2696-2703.
- [21] Malan E, Engelbrecht J P, Roux D G. Interrelations of benthamianin, a novel peltogynoid from *Distemonanthus benthamianus* [J]. *South Afr J Sci*, 1974, 70(1): 21-22.
- [22] Van Heerden F R, Brandt E V, Ferreira D. Metabolites from the purple heartwoods of the mimosoideae. Part 4: *Acacia fasciculifera* F. Muell ex. Benth: fasciculiferin, fasciculiferol, and the synthesis of 7-aryl- and 7-flavanylpeltogynoids [J]. *J Chem Soc Perkin Trans I Org Bio Org Chem*, 1981, (9): 2483-2490.
- [23] Brandt E V, Ferreira D, Roux D G. Metabolites from the purple heartwood of Mimosoideae. Part 2. *Acacia carnie* Maiden: isolation, synthesis, and reactions of crombeone [J]. *J Chem Soc. Perkin Trans I Org Bio Org Chem*, 1981: 514-521.
- [24] 李杏翠, 王洪庆, 刘超, 等. 儿茶化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2010, 35(11): 1425-1427.
- [25] McPherson D D, Cordell G A, Soejarto D D, *et al.* Peltogynoids and Homoisoflavonoids from *Caesalpinza Pulcherrima* [J]. *Phytochemistry*, 1983, 22(12): 2835-2838.
- [26] 舒诗会, 韩景兰, 杜冠华, 等. 苏木心材中一个新黄酮类化合物 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(8): 903-905.
- [27] Xu N, Xu X D, Ma L Y, *et al.* A new homoflavonoid from the seed of *Caesalpinia minax* Hance [J]. *Chin Chem Lett*, 2010, 21(6): 696-698.
- [28] Drewe S E, Roux D G. Absolute configuration of mopanol, a new leucoanthocyanidin from *Colophospermum mopane* [J]. *Chem Commun*, 1965(20): 500-502.
- [29] 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, 2000, 13(1): 1-4.
- [30] 邵伟艳, 黄雄飞, 祝亚非, 等. 3个新呋喃黄酮的NMR研究 [J]. 分析测试学报, 2001, 20(1): 8-11.
- [31] Gottlieb O R, Mageswaran S, Ollis W D, *et al.* Recent developments in neoflavanoid chemistry [J]. *Ann Acad Brasil Cienc*. 1970, 42: 417-423.
- [32] 王昕, 秦民坚, 吴刚, 等. 准葛尔鸢尾叶的化学成分 [J]. 中国药科大学学报, 2006, 37(3): 222-225.
- [33] 黎路, 秦民坚. 华夏鸢尾的化学成分研究 [J]. 中国药科大学学报, 2005, 36(2): 111-113
- [34] Choudhary M I, Nur-E-Alam M, Akhtar F, *et al.* Five new peltogynoids from underground Parts of *Iris bungei*: a mongolian medicinal plant [J]. *Chem Pharm Bull*, 2001, 49(10): 1295-1298.
- [35] 王昕, 秦民坚, 黎路, 等. 马蔺地下部分的化学成分 [J]. 中国药科大学学报, 2005, 36(6): 517-519.
- [36] Lin Y L, Shen C C, Chang Y Y. Homoflavonoids from *Phloglossum petiolatum* [J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(3): 381-384.
- [37] Economides C, Adam K P. Lipophilic flavonoids from the fern *Woodsia scopulina* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 49(3): 859-862.
- [38] Li X, Xu L, Wu P, *et al.* Prenylflavonols from the leaves of *Macaranga sampsonii* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2009, 57(5): 495-498.
- [39] Zhang J, Yin Z Q, Cao P, *et al.* A new flavonol derivative from *Fagopyrum dibotrys* [J]. *Chem Nat Compd*, 2008, 44(6): 701-702.
- [40] Ferheen S, Ahmed E, Afza N, *et al.* Phytochemical investigations on *Hypericum oblongifolium* [J]. *J Chem Soc*, 2005, 27(5): 533-537.
- [41] Brandt E V, Ferreira D, Roux D G. Metabolites from the purple heartwood mimosoideae. Part 3: *Acacia crombei* C. T. White: structure and partial synthesis of crombenin, a natural spiropeltogynoid [J]. *J Chem Soc, Perkin Trans I Org Bio Org Chem*, 1981, (7):1879-1883.
- [42] Drewe S E, Roux D G. Isolation of mopanol from *Colophospermum mopane* and interrelation of flavonoid components of Peltogyne [J]. *J Chem Soc C*, 1967, (15): 1407-1410.