

五味子科植物中降三萜类成分及其药理作用研究进展

金银萍¹, 焉石¹, 刘俊霞², 杨雨¹, 王玉帅¹, 王英平^{1*}

1. 中国农业科学院特产研究所, 吉林 长春 130112

2. 吉林农业科技学院, 吉林 吉林 132101

摘要: 降三萜类成分是一类结构新奇、高度氧化且骨架重排的三萜类化合物, 是五味子科植物中常见的三萜类化合物之一, 其主要具有抗 HIV、抗肿瘤等药理作用。对五味子科植物中降三萜类成分的结构分类及药理活性方面的研究进展进行综述, 为合理开发利用五味子科药用植物资源提供参考。

关键词: 五味子科; 降三萜类; 抗 HIV; 抗肿瘤; 三萜类

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2014)11-1643-08

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.11.027

Research progress on nortriterpenoids in plants of Schisandraceae and their pharmacological activities

JIN Yin-ping¹, YAN Shi¹, LIU Jun-xia², YANG Yu¹, WANG Yu-shuai¹, WANG Ying-ping¹

1. Institute of Special Wild Economic Animals and Plants, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130112, China

2. Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin 132101, China

Key words: Schisandraceae; nortriterpenoids; anti-HIV; antitumor; triterpenoids

五味子科 (Schisandraceae) 隶属于木兰目 (Magnoliales), 分为北五味子属 *Schisandra* Michx. 和南五味子属 *Kadsura* Juss.。北五味子属约 30 种, 主产于亚洲东部和东南部, 仅 1 种产美国东南部, 我国有 19 种, 南北各地均有分布; 南五味子属 28 种, 主产于亚洲东部和东南部, 我国有 10 种, 产于东南部至西南部^[1]。

五味子科植物的主要成分为木脂素、三萜、挥发油、多糖等。其中主要的药效成分为木脂素, 具有保肝、抑制中枢神经、抗氧化、抗衰老、抗肿瘤等多种药理活性^[2]。然而近年来, 尤其是孙汉董课题组发现了许多结构新颖、高度氧化且骨架重排的降三萜, 二降三萜、三降三萜、五降三萜及八降三萜等多种新骨架的降三萜类化合物, 同时药理活性实验表明其具有抗 HIV 和抗肿瘤等多种药理活性。

从五味子科植物中分到的三萜类化合物主要包括 3 种类型, 羊毛脂烷型^[3]、环阿屯烷型^[4]和降三

萜^[5]。本文综述了国内外学者对五味子科植物中的降三萜类化合物的研究进展。

1 化学成分

1.1 Schisanartane 型降三萜 (I)

此类型三萜化合物的结构特征: 环阿屯烷型骨架的 C-9, 10 位断裂形成七元环 (C), C-16 与 C-17 之间经特殊氧化断裂形成八元环 (D) 和五元环 (F), C-9 与 C-15 之间形成氧桥环 (E), 同时 C-28 缺失, 目前分离的降三萜类化合物绝大部分属于此类型 (1~77), 并且均是从北五味子属植物中发现得到的, 因此命名为 schisanartane 降三萜。此类型降三萜化合物又分为以下 5 个亚类: (1) C-1、C-2、C-3 与 C-10 形成五元内酯环 (A), C-1、C-4、C-5、C-10 形成呋喃环 (B), C-15、C-16、C-22、C-23 及 C-24 形成吡喃环 (G), C-22、26 内酯环 (H), 目前分离得到的 schisanartane 型降三萜化合物大部分属于此类型, 共分离得到此类成分 37 个 (1~37); (2) C-1 位 H 被 -OH 取代, 其余同 (1), 属于此类型的

收稿日期: 2013-12-31

基金项目: 吉林省医药产业发展专项资助 (YYZX201244, YYZX201286)

作者简介: 金银萍 (1981—), 女, 辽宁人, 助理研究员, 硕士, 研究方向为天然产物的化学研究。

Tel: (0431)81919829 E-mail: jinyinping06@163.com

*通信作者 王英平 Tel: (0431)81919806 E-mail: yingpingw@126.com

降三萜化合物共 9 个 (38~46); (3) A 环开裂, 其余同(1), 属于此类型的降三萜化合物共 11 个 (47~57); (4) G 环开裂, 其余同 (1), 属于此类型的降三萜化合物共 9 个 (58~66); (5) 其他的 schisanartane 型化合物共 11 个 (67~77)。具体见图 1 和表 1。

1.2 Schiartane 型降三萜 (II)

此类型三萜化合物的结构特征: 环阿屯烷型骨架的 C-9, 10 位断裂形成七元环 (C), C-28 缺失, 侧链常形成 C-22, 26 内酯环或 C-23, 26 内酯环。目前分离的此类型化合物大部分都是从北五味子属中分离得到的 (78~86), 但是从南五味子属植物冷饭团 *K. coccinea* (Lam.) A. C. Smith 和中泰南五味子 *K. ananosma* A. C. Smith 中分离得到 4 个此类型化合物 (87~90), 具体见图 1 和表 1。

1.3 18-Norschiartane 型降三萜 (III)

此类型三萜化合物的结构特征: 环阿屯烷型骨架的 C-9, 10 位断裂形成七元环 (C), C-18 和 C-28 缺失, 侧链常形成 C-23, 26 内酯环, 与 schiartane 型降三萜相比, 即 C-18 缺失, 因此命名为 18-norschiartane 型降三萜。目前从该科植物共分离得到此种类型的化合物 15 个 (91~105), 其中绝大部分来自北五味子属植物, 仅从冷饭团和 *K. ananosma* 中各分离得到 1 个 (99、104), 具体见图 1 和表 1。

1.4 18 (13→14)-abeo-Schiartane 型降三萜 (IV)

此类化合物的结构与 schiartane 型降三萜的差别: C-13 上连接的 C-18 甲基转到 C-14 位, 而且甲基的构型为 β 型, 侧链常形成 C-23, 26 内酯环, 目前从该科植物共分离得到此种类型的化合物 14 个 (106~119), 具体见图 1 和表 1。

1.5 Pre-schisanartane 型降三萜 (V)

此类化合物的结构与 schisanartane 型降三萜的差别: C-13、C-16、C-17、C-20 和 C-22 的五元碳环重排形成 C-13、C-16、C-17 三元碳环 (F), 从而构建了一个罕见的连续的 8/3 碳环系, 此结构可能是 schisanartane 型降三萜生源合成的前体化合物, 因此命名为 pre-schisanartane 型降三萜。目前从该科植物共分离得到此种类型的化合物 17 个 (120~136), 且均是从北五味子属植物中发现得到, 具体见图 1 和表 1。

1.6 Wuweiziartane 型降三萜 (VI)

此类化合物的结构特征: 环阿屯烷型骨架的 C-9, 10 位断裂形成七元环 (C), 骨架改变形成的五元环 (D, C-8、C-9、C-11、C-12、C-14), C-12, 16 形成六元内酯环 (E), 侧链常形成 C-23, 26 内酯环, 目前只从北五味子属植物中分离得到 5 个此类型化合物 (137~141), 具体见图 1 和表 1。

2 药理作用

2.1 抗 HIV 作用

Xiao 等^[8,10,25]从狭叶五味子中分得的化合物 20-OH-micrandilactone D (3), lancifodilactone G、I~N (67、58~60、8、9、17), 具有抗 HIV 活性, 其 EC₅₀ 值分别为 99.0、95.47、96.4、88.3、78.5、100.0、76.6、77.6 $\mu\text{g/mL}$; A 环开裂的 schisanartane 型降三萜 rubriflorin A~J (47~56)^[22-23]、wilsonianadi-lactone A (57)^[15], 除化合物 rubriflorin E (51) 量少没有测定外, 均具有抗 HIV 的活性, 其 EC₅₀ 值分别为 10.0、16.2、81.3、19.1、87.1、95.5、15.5、15.8、19.1、23.5 $\mu\text{g/mL}$ 。Xiao 等^[26,28]从华中五味子中分得的化合物 sphenalactone A~D (68~71) 和

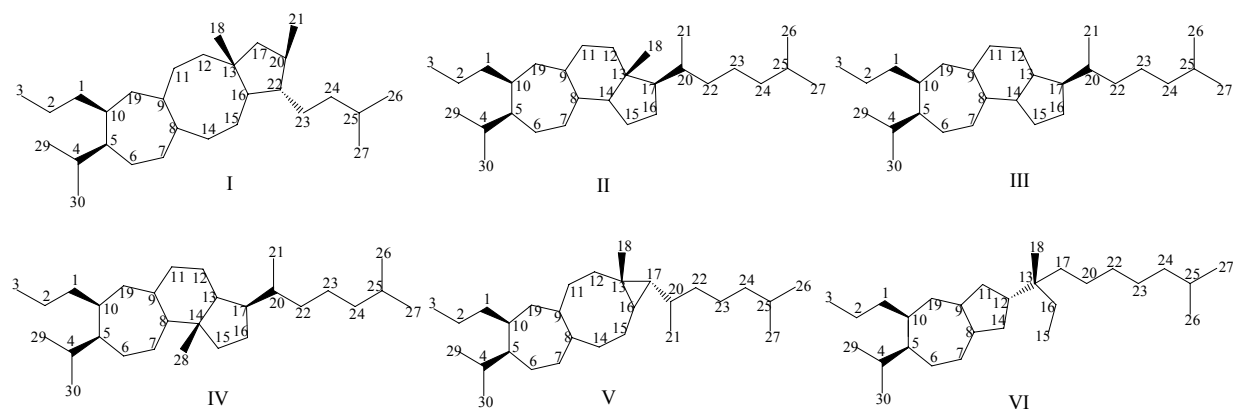


图 1 降三萜的结构母核

Fig. 1 Skeletons of nortriterpenoids

表1 降三萜类化合物
Table 1 Nortriterpenoids

序号	化合物名称	母核	化学式	来源植物	部位	文献
1	micrandilactone A	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₂	小花五味子 <i>S. micrantha</i>	叶和茎	6
2	micrandilactone D	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	小花五味子	叶和茎	7
3	20-OH-micrandilactone D	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₂	狭叶五味子 <i>S. lancifolia</i>	叶和茎	8
4	micrandilactone E	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	小花五味子	叶和茎	7
5	lancifodilactone B	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₁	狭叶五味子	叶和茎	9
6	lancifodilactone C	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₀	狭叶五味子	叶和茎	9
7	lancifodilactone E	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	狭叶五味子	叶和茎	9
8	lancifodilactone L	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	狭叶五味子	叶和茎	10
9	lancifodilactone M	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₀	狭叶五味子	叶和茎	10
10	lancifodilactone O	I	C ₃₁ H ₃₈ O ₁₂	狭叶五味子	叶和茎	11
11	lancifodilactone P	I	C ₃₁ H ₃₈ O ₁₂	狭叶五味子	叶和茎	11
12	lancifodilactone Q	I	C ₃₁ H ₃₈ O ₁₁	狭叶五味子	叶和茎	11
13	henridilactone D	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₀	滇五味子 <i>S. henryi</i> var. <i>yunnanensis</i>	叶和茎	12
14	micrandilactone G	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₀	小花五味子	叶和茎	7
15	micrandilactone F	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₀	小花五味子	叶和茎	7
16	lancifodilactone D	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₉	小花五味子	叶和茎	9
17	lancifodilactone N	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₀	狭叶五味子	叶和茎	10
18	henridilactone A	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₀	滇五味子	叶和茎	12
19	henridilactone B	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₁	滇五味子	叶和茎	12
20	henridilactone C	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₉	滇五味子	叶和茎	12
21	propindilactone A	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₃	合蕊五味子 <i>S. propinqua</i> var. <i>propinqua</i>	地上部分	13
22	propindilactone B	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₃	合蕊五味子	地上部分	13
23	propindilactone C	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₂	合蕊五味子	地上部分	13
24	propindilactone D	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₁	合蕊五味子	地上部分	13
25	schisandilactone G	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₂	合蕊五味子	茎	14
26	schisandilactone H	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₃	合蕊五味子	茎	14
27	schisandilactone I	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	合蕊五味子	茎	14
28	schisandilactone J	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₃	合蕊五味子	茎	14
29	wilsonianadilactone B	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	鹤庆五味子 <i>S. wilsoniana</i>	叶和茎	15
30	wilsonianadilactone C	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	鹤庆五味子	叶和茎	15
31	schirubridilactone A	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	红花五味子 <i>S. rubriflora</i>	叶和茎	16
32	schirubridilactone B	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₀	红花五味子	叶和茎	16
33	schirubridilactone C	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	红花五味子	叶和茎	16
34	schirubridilactone D	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₀	红花五味子	叶和茎	16
35	schirubridilactone E	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₁	红花五味子	叶和茎	16
36	sphenadilactone E	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₀	华中五味子 <i>S. sphenanthera</i>	叶和茎	17
37	sphenadilactone F	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	华中五味子	根和茎	17
38	schindilactone A	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₀	五味子 <i>S. chinensis</i>	叶和茎	18
39	schindilactone B	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₀	五味子	叶和茎	18
40	schindilactone C	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	五味子	叶和茎	18

续表 1

序号	化合物名称	母核	化学式	来源植物	部位	文献
41	schindilactone D	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	五味子	叶和茎	19
42	schindilactone E	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	五味子	叶和茎	19
43	schindilactone F	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₀	五味子	叶和茎	19
44	schindilactone G	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₁	五味子	叶和茎	19
45	schindilactone H	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₁	五味子	果实	20
46	arisanlactone B	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₂	台湾五味子 <i>S. arisanensis</i>	果实	21
47	rubriflorin A	I	C ₃₀ H ₃₈ O ₁₀	红花五味子	叶和茎	22
48	rubriflorin B	I	C ₃₀ H ₃₄ O ₁₀	红花五味子	叶和茎	22
49	rubriflorin C	I	C ₃₁ H ₃₆ O ₁₀	红花五味子	叶和茎	22
50	rubriflorin D	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₀	红花五味子	叶和茎	23
51	rubriflorin E	I	C ₃₁ H ₃₈ O ₁₁	红花五味子	叶和茎	23
52	rubriflorin F	I	C ₃₁ H ₃₈ O ₁₂	红花五味子	叶和茎	23
53	rubriflorin G	I	C ₃₁ H ₄₀ O ₁₀	红花五味子	叶和茎	23
54	rubriflorin H	I	C ₃₁ H ₄₀ O ₁₁	红花五味子	叶和茎	23
55	rubriflorin I	I	C ₃₁ H ₄₀ O ₁₂	红花五味子	叶和茎	23
56	rubriflorin J	I	C ₃₀ H ₃₈ O ₁₀	红花五味子	叶和茎	23
57	wilsonianadilactone A	I	C ₃₃ H ₄₂ O ₁₁	鹤庆五味子	叶和茎	15
58	lancifodilactone I	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₀	狭叶五味子	叶和茎	10
59	lancifodilactone J	I	C ₃₁ H ₃₈ O ₁₁	狭叶五味子	叶和茎	10
60	lancifodilactone K	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₉	狭叶五味子	叶和茎	10
61	lancifodilactone R	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₁	狭叶五味子	叶和茎	11
62	schisandilactone B	I	C ₂₉ H ₃₈ O ₁₁	合蕊五味子	茎	24
63	schisandilactone C	I	C ₂₉ H ₃₈ O ₁₂	合蕊五味子	茎	24
64	schisandilactone D	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₂	合蕊五味子	茎	24
65	schisandilactone E	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₂	合蕊五味子	茎	24
66	schisandilactone F	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₂	合蕊五味子	茎	24
67	lancifodilactone G	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₀	狭叶五味子	叶和茎	25
68	sphenalactone A	I	C ₂₇ H ₃₀ O ₈	华中五味子	叶和茎	26
69	sphenalactone B	I	C ₂₇ H ₃₀ O ₈	华中五味子	叶和茎	26
70	sphenalactone C	I	C ₂₇ H ₃₀ O ₉	华中五味子	叶和茎	26
71	sphenalactone D	I	C ₂₇ H ₃₀ O ₇	华中五味子	叶和茎	26
72	sphenadilactone A	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₂	华中五味子	叶和茎	27
73	sphenadilactone B	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₂	华中五味子	叶和茎	27
74	sphenadilactone C	I	C ₃₁ H ₃₉ NO ₁₂	华中五味子	叶和茎	28
75	sphenadilactone D	I	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₃	华中五味子	根和茎	17
76	schisandilactone A	I	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₂	合蕊五味子	茎	29
77	schinarisanlactone A	I	C ₂₈ H ₃₆ O ₉	台湾五味子	果实	30
78	micrandilactone B	II	C ₂₉ H ₄₀ O ₈	小花五味子	叶和茎	31
79	micrandilactone C	II	C ₂₉ H ₄₂ O ₉	小花五味子	叶和茎	31
80	2β-OH-micrandilactone C	II	C ₂₉ H ₄₂ O ₁₀	五味子	叶和茎	32
81	propindilactone E	II	C ₂₉ H ₄₂ O ₈	合蕊五味子	茎	33

续表 1

序号	化合物名称	母核	化学式	来源植物	部位	文献
82	propindilactone F	II	C ₂₉ H ₄₂ O ₉	合蕊五味子	茎	33
83	propindilactone G	II	C ₂₉ H ₃₈ O ₈	合蕊五味子	茎	33
84	propindilactone H	II	C ₂₉ H ₄₄ O ₁₀	合蕊五味子	茎	33
85	propindilactone I	II	C ₂₉ H ₄₄ O ₉	合蕊五味子	茎	33
86	propindilactone J	II	C ₃₁ H ₄₂ O ₉	合蕊五味子	茎	33
87	kadcocclactone B	II	C ₂₉ H ₄₂ O ₇	美洲五味子	茎	34
88	kadcocclactone D	II	C ₃₀ H ₄₀ O ₇	美洲五味子	茎	34
89	kadcocclactone E	II	C ₂₉ H ₄₀ O ₇	美洲五味子	茎	34
90	kadnanolactone G	II	C ₂₉ H ₄₀ O ₆	中泰南五味子 <i>K. ananosma</i>	茎	35
91	lancifodilactone A	III	C ₃₀ H ₃₈ O ₁₀	狭叶五味子	叶和茎	36
92	rubriflordilactone A	III	C ₂₈ H ₃₂ O ₆	红花五味子	叶和茎	37
93	rubriflordilactone B	III	C ₂₈ H ₃₀ O ₆	红花五味子	叶和茎	37
94	wuweizidilactone A	III	C ₃₃ H ₄₀ O ₁₁	五味子	叶和茎	38
95	wuweizidilactone B	III	C ₃₅ H ₄₄ O ₁₂	五味子	叶和茎	38
96	wuweizidilactone G	III	C ₃₅ H ₄₄ O ₁₃	五味子	叶和茎	19
97	wuweizidilactone H	III	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₀	五味子	叶和茎	19
98	wuweizidilactone I	III	C ₃₃ H ₄₂ O ₁₁	五味子	果实	20
99	kadcocclactone J	III	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₀	冷饭团 <i>K. coccinea</i>	茎	34
100	propindilactone P	III	C ₃₀ H ₃₈ O ₁₀	合蕊五味子	叶和茎	39
101	propindilactone Q	III	C ₃₀ H ₃₈ O ₁₁	合蕊五味子	叶和茎	39
102	propindilactone R	III	C ₃₅ H ₄₄ O ₁₂	合蕊五味子	叶和茎	39
103	propindilactone S	III	C ₂₈ H ₃₈ O ₁₀	合蕊五味子	叶和茎	39
104	kadnanolactone F	III	C ₃₀ H ₃₈ O ₁₁	中泰南五味子	茎	35
105	schirubridilactone F	III	C ₂₈ H ₃₆ O ₉	红花五味子	叶和茎	16
106	wuweizidilactone C	IV	C ₃₁ H ₄₂ O ₁₀	五味子	叶和茎	38
107	wuweizidilactone D	IV	C ₂₉ H ₄₀ O ₈	五味子	叶和茎	38
108	wuweizidilactone E	IV	C ₃₁ H ₄₂ O ₉	五味子	叶和茎	38
109	wuweizidilactone F	IV	C ₃₁ H ₄₂ O ₁₀	五味子	叶和茎	38
110	kadcocclactone F	IV	C ₃₁ H ₄₄ O ₁₀	冷饭团	茎	34
111	kadcocclactone H	IV	C ₃₁ H ₄₄ O ₁₀	冷饭团	茎	34
112	kadcocclactone I	IV	C ₃₁ H ₄₄ O ₁₀	冷饭团	茎	34
113	propindilactone K	IV	C ₃₁ H ₄₂ O ₁₁	合蕊五味子	茎	40
114	propindilactone L	IV	C ₃₁ H ₄₂ O ₁₂	合蕊五味子	茎	40
115	propindilactone M	IV	C ₂₉ H ₃₆ O ₉	合蕊五味子	茎	40
116	propindilactone N	IV	C ₂₉ H ₃₈ O ₈	合蕊五味子	茎	40
117	propindilactone O	IV	C ₂₉ H ₄₀ O ₈	合蕊五味子	茎	40
118	kadnanolactone H	IV	C ₂₉ H ₄₀ O ₉	中泰南五味子	茎	35
119	kadnanolactone I	IV	C ₂₉ H ₄₀ O ₉	中泰南五味子	茎	35
120	pre-schisanartanin A	V	C ₃₁ H ₄₀ O ₁₁	五味子	叶和茎	18
121	pre-schisanartanin B	V	C ₃₁ H ₄₂ O ₁₁	五味子	叶和茎	19
122	pre-schisanartanin C	V	C ₂₉ H ₄₀ O ₉	合蕊五味子	茎	41

续表 1

序号	化合物名称	母核	化学式	来源植物	部位	文献
123	pre-schisanartanin D	V	C ₃₁ H ₄₂ O ₁₂	合蕊五味子	茎	41
124	pre-schisanartanin E	V	C ₂₉ H ₃₆ O ₉	华中五味子	根和茎	17
125	pre-schisanartanin F	V	C ₂₉ H ₃₆ O ₉	华中五味子	根和茎	17
126	pre-schisanartanin G	V	C ₂₉ H ₃₆ O ₉	华中五味子	根和茎	17
127	pre-schisanartanin H	V	C ₂₉ H ₃₆ O ₉	华中五味子	根和茎	17
128	pre-schisanartanin I	V	C ₂₉ H ₃₆ O ₉	华中五味子	根和茎	17
129	pre-schisanartanin J	V	C ₂₉ H ₄₀ O ₉	华中五味子	根和茎	17
130	schilancidilactone T	V	C ₂₉ H ₃₈ O ₁₀	狭叶五味子	茎	42
131	schilancidilactone U	V	C ₂₉ H ₄₀ O ₁₀	狭叶五味子	茎	42
132	schilancidilactone V	V	C ₃₁ H ₃₈ O ₁₁	鹤庆五味子	果实	43
133	schilancidilactone W	V	C ₃₁ H ₄₀ O ₁₁	鹤庆五味子	果实	43
134	arisanlactone C	V	C ₂₉ H ₄₀ O ₁₀	台湾五味子	果实	21
135	2β-OH-arisanlactone C	V	C ₂₉ H ₄₀ O ₁₁	台湾五味子	果实	21
136	arisanlactone D	V	C ₃₁ H ₄₂ O ₁₁	台湾五味子	果实	21
137	schinrilactone A	VI	C ₂₉ H ₃₆ O ₉	五味子	叶和茎	44
138	schinrilactone B	VI	C ₂₉ H ₃₆ O ₉	五味子	叶和茎	44
139	schinrilactone C	VI	C ₂₉ H ₄₀ O ₁₀	华中五味子	茎	45
140	propinrilactone A	VI	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₀	合蕊五味子	茎	41
141	propinrilactone B	VI	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₀	合蕊五味子	茎	41

sphenadilactone C(74), 具有抗 HIV 的活性, 其 EC₅₀ 值分别为 89.1、74.1、52.5、35.5、29.5 μg/mL; Lin 等^[30]从台湾五味子中分得的化合物 schinarisanlactone A(77) 具有显著的抗 HIV 活性, 当浓度为 10 μmol/L 时, 其抑制率高达 88.2%。Yang 等^[15]从鹤庆五味子中分得的化合物 wilsonianadilactone B、C(29、30), 具有抗 HIV 活性, 其 EC₅₀ 值分别为 55.5、66.4 μg/mL。Xiao 等^[16,37]从红花五味子中分得的化合物 schirubridilactone A~F(31~35、105) 及 rubriflordilactone B(93) 具有抗 HIV 的活性, 其 EC₅₀ 值分别为 30.1、15.2、14.3、80.8、66.8、50.1、9.75 μg/mL。Li 等^[31]从小花五味子中分得的化合物 micrandilactone C(79) 具有抗 HIV 的活性, 其 EC₅₀ 值分别为 7.71 μg/mL。Huang 等^[18,38,44]从五味子中分得的化合物 pre-schisanartanin A(120)、wuweizidilactone A、B(94、95)、schinrilactone A、B(137、138), 具有抗 HIV 的活性, 其 EC₅₀ 值分别为 13.81、26.81、28.86、17.9、36.2 μg/mL。Gao 等^[43]从鹤庆五味子中得到的化合物 schilancidilactone V、W(132、133), 具有抗 HIV 的活性, 其 EC₅₀ 值分别为 3.05、2.87 μg/mL。

2.2 抗乙型肝炎病毒作用

Lei 等^[40]从合蕊五味子中分得的 propindilactone L(114), 具有显著抑制乙肝表面抗原(HBsAg)和乙肝 e 抗原 HBeAg 的作用, 这是首次报道降三萜具有抗乙型肝炎病毒的作用, 而且疗效显著, 其标准病床有效利用指数(SI)值分别为 2.68、1.11。

2.3 抗炎作用

Cheng 等^[21]从台湾五味子中分得的化合物 arisanlactone B、D(46、136) 具有温和的抗炎作用, 浓度为 10 μg/mL 时对弹性蛋白酶的抑制率分别为 22.24%和 18.47%。

2.4 抗肿瘤作用

Gao 等^[43]从鹤庆五味子中分得的化合物 schilancidilactone V(132), 对口腔上皮癌细胞 KB 和乳腺癌细胞 MDA-MB-231 细胞具有明显的细胞毒活性, 其 IC₅₀ 值分别为 3.18、5.22 μmol/L。

3 结语

降三萜类成分是一类结构新颖、高度氧化且骨架重排的三萜类化合物, 是五味子科中常见的三萜类化合物之一。50 多年来, 国内外学者对该科植物的化学成分及生物活性的研究非常活跃, 得到了系列三萜和

木脂素类化合物,尤其是孙汉董课题组对降三萜的研究尤为突出,发现了许多新颖的降三萜骨架。这些新的萜类化合物的发现以及药理活性的研究,不仅丰富了三萜类化合物的内容,而且加深了对五味子科植物化学成分的认识,促进了五味子科植物次生代谢成分的研究,为进一步合理开发利用五味子科药用植物资源提供了新的化学物质基础。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 (30卷第1分册) [M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [2] 史琳, 王志成, 冯叙桥. 五味子化学成分及药理作用的研究进展 [J]. 药物评价研究, 2011, 34(3): 208-212.
- [3] 金银萍, 焉石, 刘俊霞, 等. 五味子科植物中羊毛脂烷型三萜类成分及其药理作用研究进展 [J]. 中草药, 2014, 45(1): 137-143.
- [4] 金银萍, 焉石, 刘俊霞, 等. 五味子科植物中环阿屯烷型三萜类成分及其药理作用研究进展 [J]. 中草药, 2014, 45(4): 582-589.
- [5] Xiao W L, Li R T, Huang S X, et al. Triterpenoids from the Schisandraceae family [J]. *Nat Prod Rep*, 2008, 25: 871-891.
- [6] Li R T, Zhao Q S, Li S H, et al. Micrandilactone A: A novel triterpene from *Schisandra micrantha* [J]. *Org Lett*, 2003, 5(7): 1023-1026.
- [7] Li R T, Xiao W L, Shen Y H, et al. Structure characterization and possible biogenesis of three new families of nortriterpenoids: schisanartane, schiartane, and 18-norschiartane [J]. *Chem Eur J*, 2005, 11: 2989-2996.
- [8] Xiao W L, Yang L M, Zhang H B, et al. Chemical constituents from the leaves and stems of *Schisandra lancifolia* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2010, 58(6): 852-855.
- [9] Li R T, Xiang W, Li S H, et al. Lancifodilactones B—E, new nortriterpenes from *Schisandra lancifolia* [J]. *J Nat Prod*, 2004, 67: 94-97.
- [10] Xiao W L, Huang S H, Zhang L, et al. Nortriterpenoids from *Schisandra lancifolia* [J]. *J Nat Prod*, 2006, 69: 650-653.
- [11] Xiao W L, Wu Y L, Shang S Z, et al. Four new nortriterpenoids from *Schisandra lancifolia* [J]. *Helv Chim Acta*, 2010, 93: 1975-1982.
- [12] Li R T, Shen Y H, Xiang W, et al. Four novel nortriterpenoids isolated from *Schisandra henryi* var. *yunnanensis* [J]. *Eur J Org Chem*, 2004, 4: 807-811.
- [13] Lei C, Huang S X, Chen J J, et al. Four new schisanartane-type nortriterpenoids from *Schisandra propinqua* var. *propinqua* [J]. *Helv Chim Acta*, 2007, 90: 1399-1405.
- [14] Lei C, Huang S X, Xiao W L, et al. Schisanartane nortriterpenoids with diverse post-modifications from *Schisandra propinqua* [J]. *J Nat Prod*, 2010, 73: 1337-1343.
- [15] Yang G Y, Xiao W L, Chang Y, et al. Nortriterpenoids from *Schisandra wilsoniana* [J]. *Helv Chim Acta*, 2008, 91: 1871-1878.
- [16] Xiao W L, Yang S Y, Yang L M, et al. Chemical constituents from the leaves and stems of *Schisandra rubriflora* [J]. *J Nat Prod*, 2010, 73: 221-225.
- [17] He F, Li X Y, Yang G Y, et al. Nortriterpene constituents from *Schisandra sphenanthera* [J]. *Tetrahedron*, 2012, 68: 440-446.
- [18] Huang S X, Li R T, Liu J P, et al. Isolation and characterization of biogenetically related highly oxygenated nortriterpenoids from *Schisandra chinensis* [J]. *Org Lett*, 2007, 9(11): 2079-2082.
- [19] Huang S X, Han Q B, Lei C, et al. Isolation and characterization of miscellaneous terpenoids of *Schisandra chinensis* [J]. *Tetrahedron*, 2008, 64: 4260-4267.
- [20] Xue Y B, Zhang Y L, Yang J H, et al. Nortriterpenoids and lignans from the fruit of *Schisandra chinensis* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2010, 58(12): 1606-1611.
- [21] Cheng Y B, Liao T C, Lo Y W, et al. Nortriterpene lactones from the fruits of *Schisandra arisanensis* [J]. *J Nat Prod*, 2010, 73: 1228-1233.
- [22] Xiao W L, Li X L, Wang R R, et al. Triterpenoids from *Schisandra rubriflora* [J]. *J Nat Prod*, 2007, 70: 1056-1059.
- [23] Xiao W L, Pu J X, Wang R R, et al. Isolation and structure elucidation of nortriterpenoids from *Schisandra rubriflora* [J]. *Helv Chim Acta*, 2007, 90: 1505-1513.
- [24] Lei C, Huang S X, Xiao W L, et al. Schisanartane nortriterpenoids with diverse post-modifications from *Schisandra propinqua* [J]. *J Nat Prod*, 2010, 73: 1337-1343.
- [25] Xiao W L, Zhu H J, Shen Y H, et al. Lancifodilactone G: A unique nortriterpenoid isolated from *Schisandra lancifolia* and its anti-HIV activity [J]. *Org Lett*, 2005, 7(11): 2145-2148.
- [26] Xiao W L, Yang L M, Li L M, et al. Sphenalactones A-D, a new class of highly oxygenated trinortriterpenoids from *Schisandra sphenanthera* [J]. *Tetrahedron Lett*, 2007, 48: 5543-5546.
- [27] Xiao W L, Pu J X, Chang Y, et al. Sphenadilactones A and B, two novel nortriterpenoids from *Schisandra sphenanthera* [J]. *Org Lett*, 2006, 8(7): 1475-1478.

- [28] Xiao W L, Huang S X, Wang R R, *et al.* Nortriterpenoids and lignans from *Schisandra sphenanthera* [J]. *Phytochemistry*, 2008, 69: 2862-2866.
- [29] Lei C, Huang S X, Xiao W L, *et al.* Schisanartane nortriterpenoids with diverse post-modifications from *Schisandra propinqua* [J]. *J Nat Prod*, 2010, 73: 1337-1343.
- [30] Lin Y C, Lo I W, Chen S Y, *et al.* Schinarisanlactone A, a new bisnortriterpenoid from *Schisandra arisanensis* [J]. *Org Lett*, 2011, 13(3): 446-449.
- [31] Li R T, Han Q B, Zheng Y T, *et al.* Structure and anti-HIV activity of micrandilactones B and C, new nortriterpenoids possessing a unique skeleton from *Schisandra micrantha* [J]. *Chem Commun*, 2005, 23: 2936-2938.
- [32] Wang J R, Zhao Z B, Guo Y W. A new highly oxygenated nortriterpenoid from *Schisandra chinensis* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2011, 13(6): 551-555.
- [33] Lei C, Huang S X, Chen J J, *et al.* Propindilactones E—J, schiartane nortriterpenoids from *Schisandra propinqua* var. *propinqua* [J]. *J Nat Prod*, 2008, 71: 1228-1232.
- [34] Gao X M, Pu J X, Huang S X, *et al.* Kadcoccolactones A—J, triterpenoids from *Kadsura coccinea* [J]. *J Nat Prod*, 2008, 71: 1182-1188.
- [35] Yang J H, Wen J, Du X, *et al.* Triterpenoids from the stems of *Kadsura ananosma* [J]. *Tetrahedron*, 2010, 66: 8880-8887.
- [36] Li R T, Li S H, Zhao Q S, *et al.* Lancifodilactone A, a novel bisnortriterpenoid from *Schisandra lancifolia* [J]. *Tetrahedron Lett*, 2003, 44: 3531-3534.
- [37] Xiao W L, Yang L M, Gong N B, *et al.* Rubriflordilactones A and B, two novel bisnortriterpenoids from *Schisandra rubriflora* and their biological activities [J]. *Org Lett*, 2006, 8(5): 991-994.
- [38] Huang S X, Yang L B, Xiao W L, *et al.* Wuweizidilactones A—F: novel highly oxygenated nortriterpenoids with unusual skeletons isolated from *Schisandra chinensis* [J]. *Chem Eur J*, 2007, 13: 4816-4822.
- [39] Lei C, Huang S X, Xiao W L, *et al.* Bisnortriterpenoids possessing an 18-nor-schiartane skeleton from *Schisandra propinqua* var. *propinqua* [J]. *Planta Med*, 2010, 76: 1611-1615.
- [40] Lei C, Pu J X, Huang S X, *et al.* A class of 18(13→14)-abeo-schiartane skeleton nortriterpenoids from *Schisandra propinqua* var. *propinqua* [J]. *Tetrahedron*, 2009, 65: 164-170.
- [41] Lei C, Xiao W L, Huang S X, *et al.* Pre-schisanartanins C—D and propintrilactones A-B, two classes of new nortriterpenoids from *Schisandra propinqua* var. *propinqua* [J]. *Tetrahedron*, 2010, 66: 2306-2310.
- [42] 罗 晓. 三种药用植物的化学成分和生物活性研究 [D]. 昆明: 中国科学院昆明植物研究所, 2009.
- [43] Gao X M, Li Y Q, Shu L D, *et al.* New triterpenoids from the fruits of *Schisandra wilsoniana* and their biological activities [J]. *Bull Korean Chem Soc*, 2013, 34(3): 827-830.
- [44] Huang S X, Yang J, Huang H, *et al.* Structural characterization of schintrilactone, a new class of nortriterpenoids from *Schisandra chinensis* [J]. *Org Lett*, 2007, 9(21): 4175-4178.
- [45] Jiang Y, Yang G Z, Chen Y, *et al.* Terpenes from *Schisandra sphenanthera* [J]. *Helv Chim Acta*, 2011, 94: 491-496.