

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

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: 羊毛脂烷型三萜是一类具有四环体系三萜类型的化合物, 在植物中分布广泛, 是五味子科中常见的三萜类化合物之一, 主要具有抗 HIV、抗肿瘤等药理作用。对五味子科中羊毛脂烷型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; 羊毛脂烷型三萜; 抗 HIV; 抗肿瘤; 抗生育

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2014)01-0137-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.01.026

Research progress on lanostane-type triterpenoids 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; lanostane-type triterpenoids; anti-HIV; antitumor; antifertility

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., 是一类重要的传统中药。北五味子属约 30 种, 主产于亚洲东部和东南部, 仅 1 种产于美国东南部, 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、三萜类、挥发油、多糖等。其主要的药效成分为木脂素, 具有保肝、抑制中枢神经系统、抗氧化、抗衰老、抗肿瘤等多种药理活性。然而, 近年来从五味子科植物中发现了许多结构新颖的三萜类化合物, 主要包括 36 个结构新奇、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共计 6 种新骨架类型, 同时药理活性实验也表明其具有抗 HIV 和抗肿瘤等活性。

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、环阿屯烷型和降三萜^[2]。

本文综述了国内外学者对五味子科植物中羊毛脂烷型三萜类化合物的研究进展。

1 化学成分

1.1 完整的羊毛脂烷型化合物 (I)

此类型三萜类化合物的结构特征: C-3 位主要被羰基或羟基取代, 环内双键多在 C-8 (9)、C-9 (11), C-12 位多为 OH 或 OAc 取代, 侧链主要为 24 (Z)-烯-26-酸或 22, 26 内酯环。至今在五味子科植物中共发现 29 个此类化合物 (1~29)。此类化合物中大部分 C-3 位为羰基, 只有 7 个化合物 C-3 位为羟基取代, 分别为 anwuweizic acid (1)、epianwuweizic acid (2)、isoanwuweizic acid (3)、schisanol (4)、schiglauzic acid (16)、3-hydroxy-12-hydroxyl coccinic acid (19)、3-hydroxy-12-acetoxycoccinic acid (20)。目前只得分得 1 个 24 (E)-烯-26-酸化合物, 即 24 (E)-3-oxo-8, 24-dien-26-oic acid (9)。具有 22, 26 内酯环主要有 schisanol (4)、schisanlactone D (15)、schiglauzin I (18)。化合物具体结构见图 1 和表 1。

收稿日期: 2013-08-22

基金项目: 吉林省医药产业发展专项资助 (YYZX201244)

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

1.2 2, 3 位碳键断裂开环的羊毛脂烷型化合物(II)

Lanopropic acid (30) 是从 *S. propinqua* var. *propinqua* 地上部分分离得到的惟一个 2, 3 位碳键断裂开环的羊毛脂烷型化合物。具体结构见图 1 和表 1。

1.3 3, 4 位碳键断裂开环的羊毛脂烷型化合物(III)

此类化合物的结构特征: 3, 4 位碳键断裂开环, 3 位形成羧酸, 极少数形成羧酸衍生物, 侧链主要为 24 (Z)-烯-26-酸或 22, 26 内酯环。目前分离得到的羊毛脂烷型化合物大部分属于此种类型, 共分离得到 38 个 (31~68)。具体结构见图 1 和表 1。

1.4 18 (13→12)-abeo-羊毛甾烯型 (IV)

此类化合物的结构特征: C-13 角甲基迁移至 C-12 位的羊毛甾烯型三萜酸。这种类型的化合物目前只在南五味子属植物 *K. ananosma* A. C. Smith、多子南五味子 *K. polysperma* Yang 和 *K. induta* A. C.

Smith 中发现。至今在五味子科植物中共发现 11 个此类化合物 (69~79)。具体结构见图 1 和表 1。

1.5 14 (13→12)-abeo-羊毛甾烯型 (V)

此类化合物的结构特征: 羊毛甾烯型三萜酸的 C-13、C-14 断裂, 并在 C-12、C-14 之间形成新的环。这类化合物目前只在 3 个南五味子属植物异形南五味子 *K. heteroclita* (Roxb.) Craib、南五味子 *K. longipedunculata* Finet et Gagn. 和黑老虎 *K. coccinea* (Lem.) A. C. Smith 中发现 9 个 (80~88)。具体结构见图 1 和表 1。

1.6 降羊毛脂烷型化合物 (VI)

目前共分离得到 3 个降羊毛脂烷型化合物, 分别为 micranoic acid A (89)、schiglausin H (90)、seco-coccinic acid H (91)。这 3 个化合物的结构特征: C-17 侧链完全去掉变成羰基, 3, 4 位碳键断裂开环, 变成羧酸或羧酸衍生物。具体结构见图 1 和表 1。

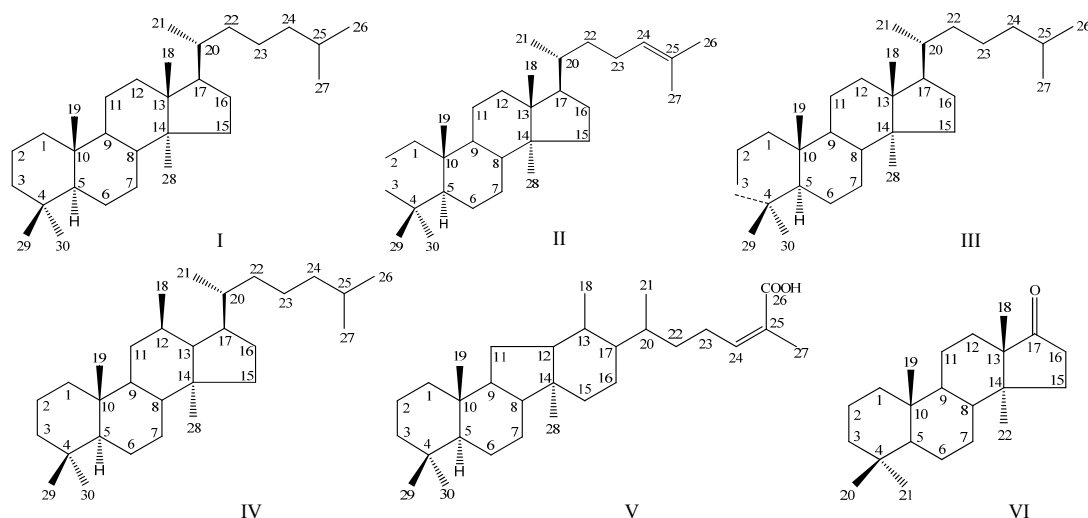


图 1 羊毛脂烷型三萜的结构母核

Fig. 1 Nucleus structure of lanostane-type triterpenoids

表 1 羊毛脂烷型三萜类化合物

Table 1 Lanostane-type triterpenoids

序号	化合物名称	母核	化学式	植物来源	部位	文献
1	anwuweizic acid	I	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	华中五味子 <i>S. sphenanthera</i>	果实	3
2	epianwuweizic acid	I	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	南五味子	种子	4
3	isoanwuweizic acid	I	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	异形南五味子	根	5
4	schisanol	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	华中五味子	果实	6
5	anwuweizonic acid	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	含蕊五味子 <i>S. propinqua</i>	根、茎	7
6	(24Z)-3-oxo-12 α -acetoxylanosta-8, 24-dien-26-oic acid	I	C ₃₂ H ₄₈ O ₄	南五味子	茎	8
7	(24Z)-3-oxo-12 α -hydroxylanosta-8, 24-dien-26-oic acid	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	南五味子	茎	8

续表 1

序号	化合物名称	母核	化学式	植物来源	部位	文献
8	(24Z)-3-oxolanosta-8, 24-dien-26-oic acid	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	南五味子	茎	8
9	(24E)-3-oxo-8, 24-dien-26-oic acid	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	<i>K. ananosma</i>	茎	9
10	coccinic acid	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	黑老虎	根、茎	10
11	12 β -acetoxycoccinic acid	I	C ₃₂ H ₄₈ O ₅	异形南五味子	茎	11
12	12 α -acetoxycoccinic acid	I	C ₃₂ H ₄₈ O ₅	异形南五味子	茎	11
13	12 β -hydroxycoccinic acid	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	异形南五味子	茎	11
14	12 α -hydroxycoccinic acid	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	异形南五味子	茎	11
15	schisanlactone D	I	C ₃₀ H ₄₄ O ₃	<i>Schisandra</i> sp.	果实	12
16	schiglausic acid	I	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	金山五味子 <i>S. glaucescens</i>	茎	13
17	schiglaucyclozic acid	I	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	金山五味子	茎	13
18	schiglausin I	I	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	金山五味子	茎	14
19	schiglausin J	I	C ₃₂ H ₅₀ O ₅	金山五味子	茎	14
20	3-hydroxy-12-hydroxyl coccinic acid	I	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	黑老虎	根	15
21	3-hydroxy-12-acetoxycoccinic acid	I	C ₃₂ H ₅₀ O ₅	黑老虎	根	16
22	kadnanosic acid B	I	C ₃₂ H ₄₈ O ₅	<i>K. ananosma</i>	茎	17
23	coccinone A	I	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	黑老虎	根	18
24	coccinone B	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₂	黑老虎	根	18
25	coccinone C	I	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	黑老虎	根	18
26	coccinone D	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₂	黑老虎	根	18
27	kadpolysperin L	I	C ₃₁ H ₄₈ O ₄	多子南五味子	茎	19
28	kadpolysperin M	I	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	多子南五味子	茎	19
29	kadpolysperin N	I	C ₃₁ H ₄₈ O ₄	多子南五味子	茎	19
30	lanopropic acid	II	C ₃₀ H ₄₅ O ₆	<i>S. propinqua</i> var. <i>propinqua</i>	茎	20
31	kadsuric acid A	III	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	日本南五味子	茎	21
32	manwuweizic acid	III	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	含蕊五味子、异形南五味子	根、茎	7,22
33	schisanlactone F	III	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	南五味子	种子	3
34	schisanlactone G	III	C ₃₁ H ₄₆ O ₄	华中五味子	果实	23
35	schisanlactone H	III	C ₃₁ H ₄₈ O ₅	华中五味子	果实	24
36	schiglausin C	III	C ₃₁ H ₄₈ O ₆	金山五味子	茎	14
37	schiglausin D	III	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	金山五味子	茎	14
38	schiglausin E	III	C ₃₁ H ₄₈ O ₅	金山五味子	茎	14
39	schiglausin F	III	C ₃₁ H ₄₈ O ₅	金山五味子	茎	14
40	schiglausin G	III	C ₃₁ H ₄₆ O ₅	金山五味子	茎	14
41	schiglausin A	III	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	金山五味子	茎	14
42	schiglausin B	III	C ₃₀ H ₄₄ O ₆	金山五味子	茎	14
43	kadnanolactone C	III	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	<i>K. ananosma</i>	茎	17
44	kadnanolactone D	III	C ₃₁ H ₄₈ O ₅	<i>K. ananosma</i>	茎	17
45	kadnanosic acid A	III	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	<i>K. ananosma</i>	茎	17
46	kadnanolactone E	III	C ₂₇ H ₄₀ O ₄	<i>K. ananosma</i>	茎	17
47	kadcoccolactone R	III	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	黑老虎	茎	25
48	seco-coccinic acid A	III	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	黑老虎	根	26

续表 1

序号	化合物名称	母核	化学式	植物来源	部位	文献
49	seco-coccinic acid B	III	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	黑老虎	根	26
50	seco-coccinic acid C	III	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	黑老虎	根	26
51	seco-coccinic acid D	III	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	黑老虎	根	26
52	seco-coccinic acid E	III	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	黑老虎	根	26
53	seco-coccinic acid F	III	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	黑老虎	根	26
54	coccinilactone A	III	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	黑老虎	根	26
55	kadsuracoccin acid A	III	C ₃₁ H ₄₆ O ₄	黑老虎	根茎	27
56	coccinilactone B	III	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	黑老虎	根	18
57	seco-coccinic acid G	III	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	黑老虎	根	28
58	seco-coccinic acid I	III	C ₃₀ H ₅₀ O ₄	黑老虎	根	28
59	seco-coccinic acid J	III	C ₃₀ H ₅₀ O ₄	黑老虎	根	28
60	seco-coccinic acid K	III	C ₃₁ H ₅₀ O ₃	黑老虎	根	28
61	kadpolysperin H	III	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	多子南五味子	茎	19
62	kadpolysperin I	III	C ₃₀ H ₄₄ O ₃	多子南五味子	茎	19
63	kadpolysperin J	III	C ₃₁ H ₄₈ O ₄	多子南五味子	茎	19
64	kadpolysperin K	III	C ₃₁ H ₄₈ O ₄	多子南五味子	茎	19
65	kadsuracoccinic acid A	III	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	黑老虎	根茎	29
66	kadsuracoccinic acid B	III	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	黑老虎	根茎、茎	29-30
67	kadsuracoccinic acid C	III	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	黑老虎	根茎、茎	29-30
68	seco-coccinic acid F	III	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	黑老虎	根	31
69	ananosic acid A	IV	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	<i>K. ananosma</i>	茎皮	32
70	ananosic acid B	IV	C ₃₂ H ₄₈ O ₄	<i>K. ananosma</i>	茎	33
71	ananosic acid C	IV	C ₃₀ H ₄₄ O ₃	<i>K. ananosma</i>	茎	33
72	ananosic acid D	IV	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	<i>K. ananosma</i>	茎皮	9
73	kadindutic acid	IV	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	<i>K. induta</i>	茎	26
74	kadpolysperin B	IV	C ₃₁ H ₄₆ O ₄	多子南五味子	茎	19
75	kadpolysperin C	IV	C ₃₂ H ₅₀ O ₅	多子南五味子	茎	19
76	kadpolysperin D	IV	C ₃₂ H ₅₀ O ₅	多子南五味子	茎	19
77	kadpolysperin E	IV	C ₃₀ H ₄₄ O ₃	多子南五味子	茎	19
78	kadpolysperin F	IV	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	多子南五味子	茎	19
79	kadpolysperin G	IV	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	多子南五味子	茎	19
80	neokadsuranic acid A	V	C ₃₀ H ₄₄ O ₃	异形南五味子	茎	34
81	seco-neokadsuranic acid A	V	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	异形南五味子	茎	22
82	neokadsuranic acid B	V	C ₃₀ H ₄₄ O ₃	南五味子	茎	8
83	neokadsuranic acid C	V	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	南五味子	茎	8
84	kadcoccitane A	V	C ₃₀ H ₄₄ O ₆	黑老虎	未知	35
85	kadcoccitane B	V	C ₃₀ H ₄₄ O ₆	黑老虎	未知	35
86	kadcoccitane C	V	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	黑老虎	未知	35
87	3-hydroxy-neokadsuranic acid A	V	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	黑老虎	根	15
88	kadpolysperin A	V	C ₃₂ H ₄₈ O ₄	多子南五味子	茎	19
89	micranoic acid A	VI	C ₂₂ H ₃₂ O ₃	小花五味子	叶、茎	36
90	schiglausin H	VI	C ₂₃ H ₃₄ O ₃	金山五味子	茎	14
91	seco-coccinic acid H	VI	C ₂₂ H ₃₂ O ₃	黑老虎	根	28

2 药理作用

2.1 抗 HIV

Liang 等^[35]从南五味子黑老虎中得到的化合物 kadcocitones A、C (**84**、**86**) 具有抗 HIV-1 病毒活性, 其 EC_{50} 值分别为 47.91、32.66 $\mu\text{g/mL}$ 。

2.2 抗肿瘤

Song 等^[15]从黑老虎中得到的化合物 3-hydroxy-12-hydroxyl coccinic acid (**20**) 和 3-hydroxy-neokadsuranic acid A (**87**), 对人肺癌细胞 A549、人直肠癌细胞株 HCT116、人肝癌细胞 HepG2 具有抑制活性, 其 IC_{50} 值在 3.01~32.31 $\mu\text{g/mL}$; Chen 等^[32-33]从 *K. ananosma* 得到的化合物 ananosic acids A、B、C (**69**、**70**、**71**) 对人宫颈癌细胞 HeLa 具有细胞毒性, IC_{50} 值分别为 0.46、0.54、0.48 $\mu\text{g/mL}$ 。实验表明, 从含蕊五味子中分得的化合物 manwuweizic acid (**32**), 对肺癌细胞 Lewis 和固体肝癌细胞具有显著的抑制作用^[7,22]。

2.3 抗生育

以人蜕膜细胞和鼠黄体细胞株为模型^[37-38], 对从窄叶南五味子 *K. angustifolia* A. C. Smith 茎中分得的化合物 coccinic acid (**10**)、anwuweizonic acid (**5**) 以及从含蕊五味子茎中得到的化合物 manwuweizic acid (**32**) 进行体外细胞毒实验, 将 20、40 mg/mL 以上三萜酸分别加入 2 种细胞株培养体系中, 加入 manwuweizic acid 24 h 后的人蜕膜细胞株死亡率为 100.0% (40 $\mu\text{g/mL}$), 鼠黄体细胞株死亡率是 98.5% (20 $\mu\text{g/mL}$), 加入 coccinic acid、anwuweizonic acid 混合物的人蜕膜细胞株死亡率是 98.5% (40 $\mu\text{g/mL}$), 鼠黄体细胞株死亡率是 100.0% (20 $\mu\text{g/mL}$), 结果显示其对人蜕膜细胞株和鼠黄体细胞株具有很强的细胞毒活性, 表明其具有抗生育作用。

2.4 抗白血病

Chen 等^[32-33]从 *K. ananosma* 得到的化合物 ananosic acids A、B、C 对白血病 CCRF-CLM 细胞具有抑制作用, 其 IC_{50} 值分别为 45.4、49.6、45.2 $\mu\text{g/mL}$; Wang 等^[26,28]从黑老虎中得到的化合物 seco-coccinic acids A、B、C、F、G、K (**48**、**49**、**50**、**53**、**57**、**60**) 对人白血病 HL-60 细胞具有抑制作用, 其 GI_{50} 值分别为 6.8、13.3、12.1、16.6、28.4、15.2 $\mu\text{mol/L}$ 。Dong 等^[19]从多子五味子中得到的化合物 kadpolysperin A、K (**88**、**65**) 对白血病 HL-60 细胞具有抑制作用, 其 IC_{50} 值为 12.97 和 18.18 $\mu\text{mol/L}$ 。Song 等^[15]从黑老虎中得到的化合物

3-hydroxy-12-hydroxyl coccinic acid (**20**)、3-hydroxy-neokadsuranic acid A (**87**), 对 HL-60 细胞具有抑制活性, 其 IC_{50} 值分别为 18.28、32.00 $\mu\text{g/mL}$ 。

2.5 抑制胆固醇生物合成

实验表明, 从异形南五味子中得到的化合物 manwuweizic acid (**32**)、neokadsuranic acid A (**80**)、seco-neokadsuranic acid A (**81**) 能够抑制胆固醇的生物合成^[7,22], neokadsuranic acid A (5、25 $\mu\text{g/mL}$) 的胆固醇生物合成抑制率分别为 19.2%、35.9%, seco-neokadsuranic acid A 的胆固醇生物合成抑制率为 25.8% (25 $\mu\text{g/mL}$)^[39-41]。Li 等^[8]从南五味子中得到的化合物 neokadsuranic acids B、C (**82**、**83**) 也具有抑制胆固醇生物合成的作用^[42]。

3 结语

羊毛脂烷型三萜是一类具有四环体系三萜类型的化合物, 在植物中分布广泛, 是五味子科中常见的三萜类化合物之一。近 50 余年来, 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, 特别是三萜类化合物的研究尤为突出, 同时也发现了许多新颖的三萜骨架。这些新的萜类化合物的发现以及药理活性的研究, 不仅丰富了羊毛脂烷型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] Xiao W L, Li R T, Huang S X, *et al.* Triterpenoids from the Schisandraceae family [J]. *Nat Prod Rep*, 2008, 25: 871-891.
- [3] 刘嘉森, 黄梅芬. 华中五味子的研究 IV. 安五酸和 *dl*-安五脂素的结构及 *d*-表加巴辛的绝对构型 [J]. 化学学报, 1984, 42(3): 264-270.
- [4] 刘嘉森, 潘燕萍. 五味子酯 J 和五内酯 F 的分离与结构 [J]. 化学学报, 1991, 49(3): 308-312.
- [5] 代平, 韩桂秋, Arison B H. 地血香中 1 个新的三萜类成分 [J]. 高等学校化学学报, 1990, 11(4): 423-424.
- [6] Yue J M, Xu J, Chen Y Z. Triterpenoids of *Schisandra sphenanthera* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 35(4): 1068-1069.

- [7] Liu J S, Huang M F, Yong T. Anwuweizonic acid and manwuweizic acid, the putative anticancer active principle of *Schisandra propinqua* [J]. *Can J Chem*, 1988, 66: 414-415.
- [8] Li L N, Xue H, Kangouri K, *et al.* Triterpenoid acids from *Kadsura longipedunculata*. neokadsuranic acids B and C: two novel triterpenoids with 14 (13→12) abeo-lanostane skeletons [J]. *Planta Med*, 1989, 55: 294-296.
- [9] Chen Y G, Song X P, Hai L N, *et al.* Triterpenoid acids from *Kadsura ananosma* [J]. *Polish J Chem*, 2006, 80: 1677-1681.
- [10] Li L N, Xue H. Triterpenoids from Roots and Stems of *Kadsura coccinea* [J]. *Planta Med*, 1986, 52: 492-494.
- [11] Li L N, Xue H, Kangouri K, *et al.* Isolation and structure elucidation of 12 β -acetoxycoccinic acid, 12 β -hydroxycoccinic acid, 12 α -acetoxycoccinic acid, and 12 α -hydroxycoccinic acid [J]. *Planta Med*, 1989, 55: 548-550.
- [12] 刘嘉森, 黄梅芬. 五内酯丙和五内酯丁的结构研究 [J]. 化学学报, 1984, 42(5): 464-469.
- [13] Meng F Y, Sun J X, Li X, *et al.* Triterpenoids from the stems of *Schisandra glaucescens* [J]. *Helv Chim Acta*, 2011, 94: 1778-1785.
- [14] Zou J, Yang L B, Jiang J, *et al.* Lanostane triterpenoids from the stems of *Schisandra glaucescens* [J]. *Planta Med*, 2012, 78: 472-479.
- [15] Song Y, Zhao Q J, Jin Y S, *et al.* Two new triterpenoid acids from *Kadsura coccinea* [J]. *Arch Pharm Res*, 2010, 33(12): 1933-1936.
- [16] Song Y, Zhao Q J, Jin Y S, *et al.* A new triterpenoid from *Kadsura coccinea* [J]. *Chin Chem Lett*, 2010, 21: 1352-1354.
- [17] Yang J H, Wen J, Du X, *et al.* Triterpenoids from the stems of *Kadsura ananosma* [J]. *Tetrahedron*, 2010, 66: 8880-8887.
- [18] Wang N, Li Z L, Li D Y, *et al.* Five new triterpenoids from the roots of *Kadsura coccinea* [J]. *Helv Chim Acta*, 2009, 92: 1413-1418.
- [19] Dong K, Pu J X, Du X, *et al.* Kadpolysperins A-N, lanostane triterpene acids possessing rich structure types from *Kadsura polysperma* [J]. *Tetrahedron*, 2012, 68: 4820-4829.
- [20] Lei C, Huang S X, Pu J X, *et al.* Lanopropic acid, A novel natural 2, 3-secolanostane triterpenoid from *Schisandra propinqua* var. *propinqua* [J]. *Planta Med*, 2008, 74: 292-295.
- [21] Yamada Y, Hsu C S, Iguchi K, *et al.* Structure of kadsuric acid. A new seco-triterpenoid from *Kadsura japonica* Dunal [J]. *Chem Lett*, 1976, 1307-1310.
- [22] Li L N, Xue H, Ge D L, *et al.* Isolation and structure elucidation of seco-neokadsuranic acid A and 3, 4-seco-(24Z)-lanosta-4(30), 8, 24-triene-3, 26-dioic acid [J]. *Planta Med*, 1989, 55: 300-302.
- [23] Ren R, Luo G J, Li H M, *et al.* Schisanlactone G, a new 3, 4-seco-lanostane triterpenoid from *Schisandra sphenanthera* [J]. *Chin Chem Lett*, 2009, 20: 601-603.
- [24] Zhou S Y, Wang W G, Li H M, *et al.* Schisanlactone H and sphenanthin A, new metabolites from *Schisandra sphenanthera* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2009, 11: 861-866.
- [25] Gao X M, Pu J X, Xiao W L, *et al.* Kadcoccilactones K-R, triterpenoids from *Kadsura coccinea* [J]. *Tetrahedron*, 2008, 64: 11673-11679.
- [26] Wang N, Li Z L, Song D D, *et al.* Lanostane-type triterpenoids from the roots of *Kadsura coccinea* [J]. *J Nat Prod*, 2008, 71: 990-994.
- [27] Li H X, Fan J, Hu W, *et al.* Triterpenes from *Kadsura coccinea* [J]. *J Trad Comp Med*, 2012, 2(2): 154-157.
- [28] Wang N, Li Z L, Song D D, *et al.* Five new 3, 4-seco-lanostane-type triterpenoids with antiproliferative activity in human leukemia cells isolated from the roots of *Kadsura coccinea* [J]. *Planta Med*, 2012, 78: 1661-1666.
- [29] Li H, Wang L Y, Miyata S, *et al.* Kadsuracoccinic acids A-C, ring-A seco-lanostane triterpenes from *Kadsura coccinea* and their effects on embryonic cell division of *Xenopus laevis* [J]. *J Nat Prod*, 2008, 71: 739-741.
- [30] 季改, 余姝, 胡文, 等. 绯红南五味子茎的化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(5): 873-876.
- [31] Ban N K, Thanh B V, Kiem P V, *et al.* Dibenzocyclooctadiene lignans and lanostane derivatives from the roots of *Kadsura coccinea* and their protective effects on primary rat hepatocyte injury induced by t-butyl hydroperoxide [J]. *Planta Med*, 2009, 75: 1253-1257.
- [32] Chen Y G, Xie Y Y, Cheng K F, *et al.* Compounds from

- Kadsura ananosma* [J]. *Phytochemistry*, 2001, 58: 1277-1280.
- [33] Chen Y G, Hai L N, Liao X R, *et al.* Ananosic acids B and C, two new 18 (13→12)-*abeo*-lanostane triterpenoids from *Kadsura ananosma* [J]. *J Nat Prod*, 2004, 67: 875-877.
- [34] Kangouri K, Miyoshi T, Kawashima A, *et al.* Isolation and structure elucidation of neokadsuranic acid A, the first triterpenoid with the 14 (13→12) *abeo* lanostane skeleton, and (24*Z*)-3-Oxo-lanosta-8, 24-dien-26-oic acid [J]. *Planta Med*, 1989, 55: 297-299.
- [35] Liang C Q, Shi Y M, Luo R H, *et al.* Kadcoccitones A and B, two new 6/6/5/5-fused tetracyclic triterpenoids from *Kadsura coccinea* [J]. *Org Lett*, 2012, 14: 6362-6365.
- [36] Li R T, Han Q B, Zhao A H, *et al.* Micranoic acids A and B: two new octanortriterpenoids from *Schisandra micrantha* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2003, 51: 1174-1176.
- [37] 陈业高, 林中文, 曹霖, 等. 狭叶南五味子中的抗生育活性三萜酸 [J]. 中国现代应用药学, 2002, 19(2): 103-105.
- [38] Chen Y G, Qin G W, Cao L, *et al.* Triterpenoid acids with cytotoxic effect on rat luteal cells and human decidual cells *in vitro* [J]. *Fitoterapia*, 2001, 72(4): 435-437.
- [39] Nyan R R, Hon S, Kunio K, *et al.* Triterpene compounds: Jpn, JP01031744 [P]. 1989-02-02.
- [40] Kunio K, Toshio M, Akira K, *et al.* Triterpene compound: Jpn, JP01029340 [P]. 1989-01-31.
- [41] Nyan R R, Hon S, Kunio K, *et al.* Triterpene compounds: Jpn, JP01031743 [P]. 1989-02-02.
- [42] Nyan R R, Hon S, Kunio K, *et al.* Triterpene compound: Jpn, JP01233296 [P]. 1989-09-19.