

• 综 述 •

南五味子属植物化学成分及药理作用研究进展

董文雪¹, 舒永志², 刘 意², 何泉泉¹, 延在昊¹

1. 爱茉莉太平洋上海研发有限公司, 上海 201801

2. 上海医药工业研究院 创新药物与制药工艺国家重点实验室, 上海 200040

摘 要: 五味子科南五味子属植物在我国分布广泛, 部分为民间药用植物, 主要含有木脂素和三萜类化合物。近年来研究证明其具有抗肿瘤、抗病毒等生物活性。对 2003 年以来南五味子属植物在化学成分及药理作用方面的研究进行综述, 为该属植物进一步研究开发提供资料。

关键词: 南五味子属; 木脂素; 三萜; 抗肿瘤; 抗病毒

中图分类号: R282.71

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2014)13-1938-22

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.13.024

Research progress on chemical constituents in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss. and their pharmacological activities

DONG Wen-xue¹, SHU Yong-zhi², LIU Yi², HE Quan-quan¹, YEON Jae-ho¹

1. Amorepacific Shanghai R & I Center, Shanghai 201801, China

2. State Key Laboratory of New Drug and Pharmaceutical Process, Shanghai Institute of Pharmaceutical Industry, Shanghai 200040, China

Abstract: The plants of genus *Kadsura* Kaempf. ex Juss. are distributed widely in China, and some of them are used as traditional medicinal plants. Lignans and triterpenoids are considered to be the main chemical constituents which exhibit the anti-cancer and anti-HIV activities in the recent studies. In this paper, chemical constituents in the plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss. and their pharmacological activities are reviewed, which provides the evidence for further development and use for the plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

Key words: *Kadsura* Kaempf. ex Juss.; lignans; triterpenoids; antitumor; antiviral

南五味子属 *Kadsura* Kaempf. ex Juss., 隶属于木兰科 (Magnoliaceae) 五味子亚科 (Schisandroideae), 近年来也有许多植物分类学家倾向于把五味子科单独作为一科进行分类。南五味子属有植物 29 种, 主产于亚洲东部和东南部。我国有 10 种, 产于我国南部和西南部, 包括云南、贵州、四川、广东、广西、福建等省。南五味子属植物的茎在民间通常称为风藤、紫金皮等, 主要用于活血止痛、祛风除湿等^[1]。南五味子的根茎作为滇鸡血藤被《中国药典》2010 年版收载, 以其为原料的制剂复方滇鸡血藤膏也被《中国药典》2010 年版收载, 主治瘀血阻络、肾失所养导致的月经不调^[2]。现代药理研究表明, 该属植物具有抗白血病、抗氧化、抗乙型肝炎、拮抗血小板活化因子 (PAF) 等作用。近年来, 该属植物抗肿瘤、抗病毒方面的活性尤其受人关注。这些药

理活性主要与其含有的木脂素和三萜类成分有关。值得一提的是, 因《中国药典》2010 年版收载的南五味子药材其原植物属于五味子科五味子属 *Schisandra* Michx., 为避免混淆, 有学者建议取消 *Kadsura* 的中文名 (南五味子属), 更名为冷饭藤属^[3]。

20 世纪 80 年代以来国内外学者对南五味子属植物的化学成分和药理作用进行了一系列的研究, 取得了一定的进展。本文主要对 2003 年至今报道的南五味子属植物化学成分和药理作用进行综述。

1 化学成分

木脂素和三萜类为南五味子属植物的特征性化学成分。此外该属植物还含有少量倍半萜类成分。

1.1 木脂素类成分

木脂素是南五味子属植物中的主要活性成分, 根据其骨架类型可分为 5 大类: (1) 联苯环辛烯类

收稿日期: 2013-11-11

作者简介: 董文雪 (1986—), 女, 硕士研究生, 主要从事天然产物化学研究。Tel: (021)39182962 E-mail: dongwenxue@cn.amorepacific.com

(dibenzocyclooctadienes); (2) 螺苯并呋喃型联苯环辛烯类 (spirobenzofuranoid dibenzocyclooctadienes); (3) 芳基四氢萘类 (aryltetralins); (4) 二苄基丁烷类 (diarylbutanes); (5) 四氢呋喃类 (tetrahydrofurans)。此外, 南五味子属植物还含有少量新木脂素 (neolignans) 类化合物。

1.1.1 联苯环辛烯类 南五味子属植物中分得的木脂素类化合物中主要为联苯环辛烯类木脂素。联苯环辛烯类木脂素其基本母核为联苯环辛烯 (I)。因联苯旋转受阻, 引起分子的立体异构, 联苯环辛烯木脂素分为联苯 *S* 和 *R* 构型 2 个系列 (II 和

III), 加上分子中可存在其他手性中心, 故本类化合物的立体异构较多, 其中的八元环构象多为扭曲的船椅式 (TBC, IV), 部分为扭曲的船式 (TB, V)。此外, 黑老虎中还发现一些 6,9 氧桥联苯环辛二烯 (VI)。南五味子属植物中联苯环辛烯类木脂素的主要结构骨架及构象见图 1。联苯环上除了 C-4 和 C-11 位有 2 个芳质子之外, 其他位置 (C-1~3 和 C-12~14) 均为含氧取代, 包括甲氧基、亚甲二氧基、羟基和酯基^[4]。近年来, 从南五味子属植物中分到的联苯环辛烯类木脂素类成分结构见图 2 和表 1。

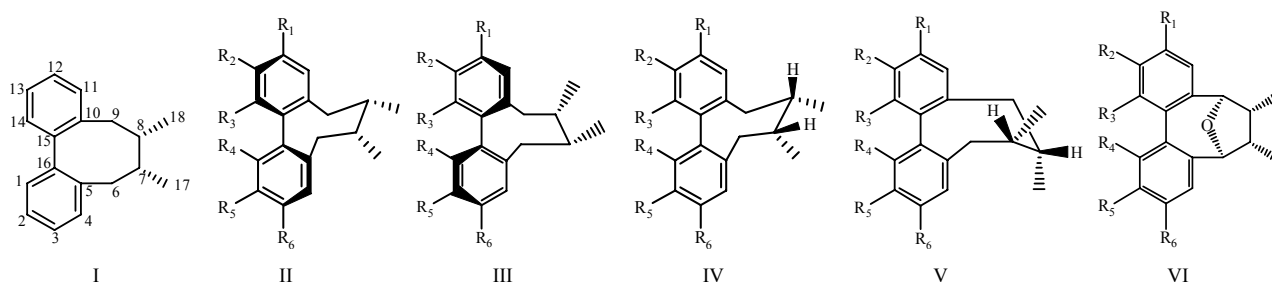


图 1 南五味子属植物中联苯环辛烯类木脂素的主要结构骨架及构象

Fig. 1 Structural skeleton and conformation of dibenzocyclooctadiene lignans from plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

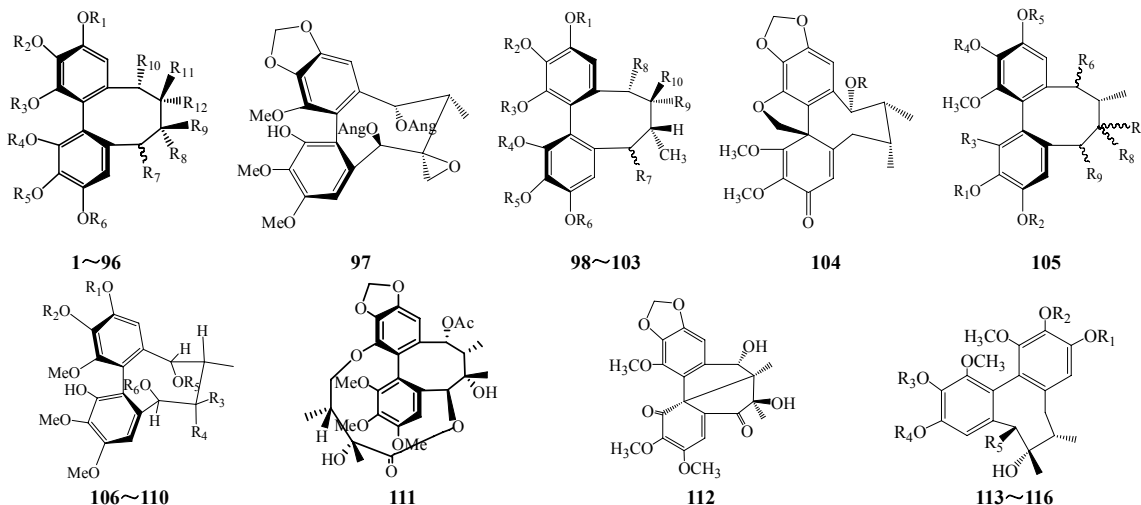


图 2 南五味子属植物中常见联苯环辛烯类木脂素类化合物结构

Fig. 2 Structures of dibenzocyclooctadiene lignanoids in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

表 1 从南五味子属植物中分离得到的联苯环辛烯类木脂素类化合物

Table 1 Dibenzocyclooctadiene lignanoids isolated from plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

序号	化合物名称	取代基	来源	文献
1	renchangianin C	$R_1=R_2=R_5=R_6=CH_3$, $R_3=R_4=H$, $R_7=\beta\text{-OCin}$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=O\text{Ang}$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	仁昌南五味子 <i>Kadsura renchangiana</i>	5
2	longipedunin A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta\text{-H}$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OCin$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	南五味子 <i>K. longipedunculata</i>	6
3	longipedunin B	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta\text{-H}$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	南五味子	6
4	schizanrin L	$R_1=R_2=R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=H$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=\beta\text{-OBz}$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	日本南五味子 <i>K. japonica</i>	7

续表 1

序号	化合物名称	取代基	来源	文献
5	kadsuphilol I	$R_1=R_2=R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OAc$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子 <i>K. philippinensis</i>	8
6	kadsuphilin K	$R_1=R_2=R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OH$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	8
7	kadsuphilin A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-H$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OCin$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	9
8	kadsuphilin B	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4+R_5=CH_2$, $R_7=\beta-OH$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=H$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	9
9	6- <i>epi</i> -gomisin	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=CH_3$, $R_6=OH$, $R_7=\beta-OH$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=H$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	9
10	1-demethylkadsuphilin A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-H$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OCin$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	9
11	kadsuphilin G	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OH$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	10
12	kadsuphilin H	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OH$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OAng$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	10
13	kadsuphilin I	$R_1=OH$, $R_2=R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OBZ$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	10
14	kadsuphilin K	$R_1=R_2=R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OH$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	10
15	kadsuralignan A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=CH_3$, $R_5=CH_3$, $R_6=H$, $R_7=\beta-H$, $R_8=\alpha-CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎 <i>K. coccinea</i>	11
16	kadsuralignan B	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=CH_3$, $R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_8=\alpha-OH$, $R_9=CH_3$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	11
17	gomisin R	$R_1+R_2=R_5+R_6=CH_2$, $R_3=R_4=CH_3$, $R_7=\beta-OH$, $R_9=H$, $R_8=\alpha-CH_3$, $R_{10}=H$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎、狭叶南五味子 <i>K. angustifolia</i>	11-12
18	schizanrin F	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OBz$, $R_9=OH$, $R_8=CH_3$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	11
19	schizanrin H	$R_1=R_2=R_5=R_6=CH_3$, $R_3=R_4=CH_3$, $R_7=\beta-OBz$, $R_9=OH$, $R_8=CH_3$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	11
20	kadsuralignan I	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=Ang$, $R_5=R_6=CH_3$, $R_7=H$, $R_9=H$, $R_8=\alpha-CH_3$, $R_{10}=\alpha-OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	13
21	kadsuralignan J	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=tig$, $R_5=R_6=CH_3$, $R_7=H$, $R_9=H$, $R_8=\alpha-CH_3$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	13
22	kadsuralignan K	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=Bz$, $R_5=R_6=CH_3$, $R_7=H$, $R_9=H$, $R_8=\alpha-CH_3$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	13
23	acetylepigomisin R	$R_1+R_2=R_5+R_6=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=R_4=CH_3$, $R_7=\alpha-OAc$, $R_9=H$, $R_8=\alpha-CH_3$, $R_{10}=H$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	14
24	isovaleroylbinankadsurin A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_5=R_6=CH_3$, $R_4=R_7=H$, $R_9=H$, $R_8=\alpha-CH_3$, $R_{10}=Oipet$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	14

续表 1

序号	化合物名称	取代基	来源	文献
25	kadsuralignan J	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=ipet$, $R_5=R_6=CH_3$, $R_7=H$, $R_9=H$, $R_8=\alpha-CH_3$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	14
26	binankadsurin A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=H$, $R_5=R_6=CH_3$, $R_7=H$, $R_9=H$, $R_8=\alpha-CH_3$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	14
27	kadsuralignan H	$R_1+R_2=R_5+R_6=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=CH_3$, $R_7=\alpha-OH$, $R_9=H$, $R_8=\alpha-CH_3$, $R_{10}=H$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	15
28	kadsuphilin D	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OH$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	16
29	kadsuphilins F	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OH$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OBz$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	16
30	kadsuphilins C	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OBz$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	16
31	kadsuphilin E	$R_1=R_2=R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OBz$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	16
32	kadsurarin	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	异形南五味子 <i>K. heteroclita</i>	17
33	heteroclitalignan A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=H$, $R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OBz$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	异形南五味子	17
34	heteroclitalignan B	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OProp$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	异形南五味子	17
35	heteroclitalignan D	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OBz$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	异形南五味子	17
36	schizanrin I	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=H$, $R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OBz$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OBz$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	日本南五味子	7
37	schizanrin J	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=H$, $R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAng$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	日本南五味子	7
38	schizanrin K	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=Oxo$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	日本南五味子	7
39	schizanrin F	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OBz$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	小本红骨蛇 <i>K. matsudai</i>	18
40	schizanrin G	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OAng$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	小本红骨蛇	18
41	schizanrin H	$R_1=R_2=R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OBz$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	小本红骨蛇	18
42	renchangianin A	$R_1=R_2=R_5=R_6=CH_3$, $R_3=R_4=H$, $R_7=\beta-OBz$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	仁昌南五味子	5
43	renchangianin B	$R_1=R_2=R_5=R_6=CH_3$, $R_3=R_4=H$, $R_7=\beta-OBz$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAng$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	仁昌南五味子	5
44	heteroclitin P	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OAng$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OBz$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	异形南五味子	19
45	heteroclitin Q	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OBz$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	异形南五味子	19
46	propinquanin C	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=H$, $R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OPro$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	冷饭藤 <i>K. oblongifolia</i>	20
47	kadsuphilol J	$R_1=R_2=R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OAng$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	8

续表 1

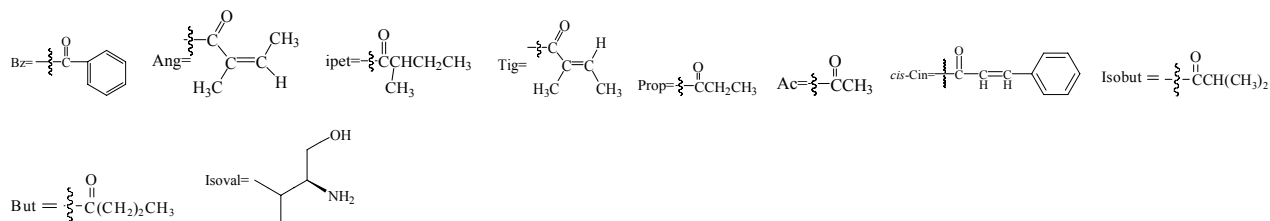
序号	化合物名称	取代基	来源	文献
48	kadsuphilol K	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OBz$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	8
49	kadsuphilol L	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=H$, $R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OCin$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	8
50	kadsuphilol M	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=H$, $R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OCin$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	8
51	yunnankadsurin A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=CH_3$, $R_6=OH$, $R_7=Oxo$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=H$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	滇鸡血藤	21
52	yunnankadsurin B	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=\beta-H$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	滇鸡血藤	21
53	schizanrin M	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=CH_3$, $R_6=R_{10}=H$, $R_7=Oxo$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	日本南五味子	7
54	schizanrin N	$R_1=R_2=R_3=CH_3$, $R_4=H$, $R_5+R_6=CH_2$, $R_7=Oxo$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=H$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	日本南五味子	7
55	kadsuphilol B	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=H$, $R_7=\beta-OAc$, $R_8=CH_3$, $R_9=H$, $R_{10}=OBz$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	菲律宾五味子	22
56	isovaleroyl-binankadsurin A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_4=R_7=R_9=H$, $R_{10}=Oipet$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	23
57	kadsuralignan J	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_4=ipet$, $R_7=R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	23
58	acetyl-binankadsurin A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_4=R_7=R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	23
59	deoxyschizandrin	$R_1=R_2=R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=R_9=R_{10}=H$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	23
60	kadangustin L	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	狭叶南五味子 <i>K. angustifolia</i>	24
61	kadsuralignan G	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_4=R_7=R_9=H$, $R_{10}=OCOC(CH_3)=CHCH(OCH_3)_2$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	25
62	kadsuralignan L	$R_1=R_7=R_9=H$, $R_2=R_3=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_4=Ang$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	25
63	kadsulignan O	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=OBz$, $R_8=OH$, $R_9=H$, $R_{10}=But$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	黑老虎	26
64	polysperlignan A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_9=H$, $R_{10}=OAng$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子 <i>K. polysperma</i>	27
65	polysperlignan B	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_9=H$, $R_{10}=OTig$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
66	polysperlignan C	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OBz$, $R_9=H$, $R_{10}=OTig$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
67	polysperlignan D	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_9=H$, $R_{10}=OTig$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
68	polysperlignan E	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=t-OCin$, $R_9=H$, $R_{10}=OAng$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27

续表 1

序号	化合物名称	取代基	来源	文献
69	polysperlignan F	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-H$, $R_9=H$, $R_{10}=Oc-Cin$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
70	polysperlignan G	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_4=Ang$, $R_7=\beta-OAng$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
71	polysperlignan H	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_4=Ang$, $R_7=\beta-OTig$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
72	polysperlignan I	$R_1=R_2=R_3=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_4=Ang$, $R_7=\beta-OAng$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
73	polysperlignan J	$R_1=R_2=R_3=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_4=Ang$, $R_7=\beta-OTig$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
74	interiotherin C	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
75	kadsurin	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-H$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
76	kadsuphilin A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-H$, $R_9=H$, $R_{10}=Oc-Cin$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
77	isogomisin O	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-H$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
78	methyl schisanthe rin F	$R_1=R_2=R_3=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_4=Ang$, $R_7=\beta-H$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	27
79	anano lignin C	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\alpha-OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子 <i>K. ananosma</i>	28
80	anano lignin D	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\alpha-OH$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
81	anano lignin E	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
82	anano lignin F	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
83	anano lignin G	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_9=H$, $R_{10}=OProp$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
84	anano lignin H	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_9=H$, $R_{10}=OIsobut$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
85	anano lignin I	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_9=H$, $R_{10}=OBut$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
86	anano lignin J	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_9=H$, $R_{10}=Olsoval$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
87	anano lignin K	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAc$, $R_9=H$, $R_{10}=OBz$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
88	anano lignin L	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OTig$, $R_9=H$, $R_{10}=OAc$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
89	anano lignin M	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_9=H$, $R_{10}=OIsobut$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
90	anano lignin N	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_9=H$, $R_{10}=OBut$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28
91	ananosin A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OTig$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	中泰南五味子	28

续表 1

序号	化合物名称	取代基	来源	文献
92	tiegusanin I	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-OAng$, $R_9=H$, $R_{10}=OProp$, $R_{11}=H$, $R_{12}=CH_3$	多子南五味子	28
93	yunnankadsurin B	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=R_8=CH_3$, $R_7=\beta-H$, $R_9=H$, $R_{10}=OH$, $R_{11}=CH_3$, $R_{12}=H$	多子南五味子	28
94	kadusurain A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=Ang$, $R_5+R_6=CH_2$, $R_7=H$, $R_8=OH$	黑老虎	29
95	kadusurain B	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=Ang$, $R_5+R_6=CH_2$, $R_7=H$, $R_8=OAc$	黑老虎	29
96	kadusurain C	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=Ang$, $R_5+R_6=CH_2$, $R_7=H$, $R_8=OCH_3$	黑老虎	29
97	kadsuphilol C		菲律宾五味子	22
98	kadsuphilol D	$R_1=OCH_3$, $R_2=R_4=H$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=H$, $R_8=\alpha-OCin$, $R_9=CH_3$, $R_{10}=H$	菲律宾五味子	22
99	kadsuphilol A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=R_7=H$, $R_8=\alpha-OH$, $R_9=CH_3$, $R_{10}=H$	菲律宾五味子	22
100	longipedunin C	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=R_7=H$, $R_8=\alpha-OBz$, $R_9=CH_3$, $R_{10}=H$	南五味子	6
101	polysperlignan K	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_5=R_6=CH_3$, $R_4=Ac$, $R_7=H$, $R_8=\beta-OH$, $R_9=CH_3$, $R_{10}=H$	多子南五味子	27
102	ananolignan A	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=H$, $R_8=\alpha-OAc$, $R_9=CH_3$, $R_{10}=H$	多子南五味子	27
103	ananolignan B	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=R_4=R_5=R_6=CH_3$, $R_7=O$, $R_8=\beta-OAc$, $R_9=H$, $R_{10}=CH_3$	中泰南五味子	28
104	angeloylbinankadsurin A		菲律宾五味子	9
105	renchangianin D		仁昌南五味子	5
106	kadsuphilol P	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=H$, $R_4=CH_3$, $R_5=Ac$, $R_6=Bz$	菲律宾南五味子	30
107	kadsuphilol Q	$R_1=R_2=R_4=CH_3$, $R_3=H$, $R_5=Ac$, $R_6=Bz$	菲律宾南五味子	30
108	kadsuphilol R	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=OH$, $R_5=Ang$, $R_6=Ang$	菲律宾南五味子	30
109	kadsuphilol S	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=OH$, $R_5=Prop$, $R_6=Ang$	菲律宾南五味子	30
110	kadsuphilol T	$R_1+R_2=CH_2$, $R_3=CH_3$, $R_4=OH$, $R_5=Ang$, $R_6=Bz$	菲律宾南五味子	30
111	kadsuphilins N		菲律宾南五味子	31
112	kadsuphilin O		菲律宾南五味子	31
113	schisandrin	$R_1=R_2=R_3=R_4=CH_3$, $R_5=H$	狭叶南五味子	32
114	schisantherin D	$R_1=R_2=CH_2$, $R_3=R_4=CH_2$, $R_5=OBz$	狭叶南五味子	32
115	interiotherin B	$R_1=R_2=CH_2$, $R_3=R_4=CH_2$, $R_5=OTig$	狭叶南五味子	32
116	schisantherin B	$R_1=R_2=CH_3$, $R_3=R_4=CH_2$, $R_5=OTig$	狭叶南五味子	32



1.1.2 螺苯呋喃型联苯环辛烯类 螺苯联苯环辛烯木脂素是在联苯环辛烯木脂素的基础上,以 C-16 为中心,与其他含氧取代基形成 1 个新的呋喃环,同时含 C-16 的一个芳环烯酮化。从南五味子属植物中分得的此类化合物中的螺环多数由 C-14 与 C-16 的含氧取代基形成,其芳环上的烯酮化有 $\alpha, \beta, \alpha', \beta'$ -二烯酮和 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ -二烯酮 2 种形式 (VII 和 VIII, 图 3)^[4]。近年来,从南五味子属植物中分到的螺苯呋喃型联苯环辛烯类成分见图 4 和表 2。

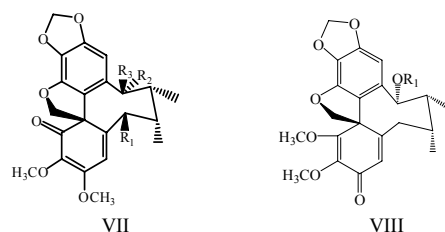


图 3 南五味子属植物中螺苯呋喃型木脂素的主要结构骨架
Fig. 3 Structural skeleton of spirobenzofuranoid dibenzocyclooctadiene lignans from plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

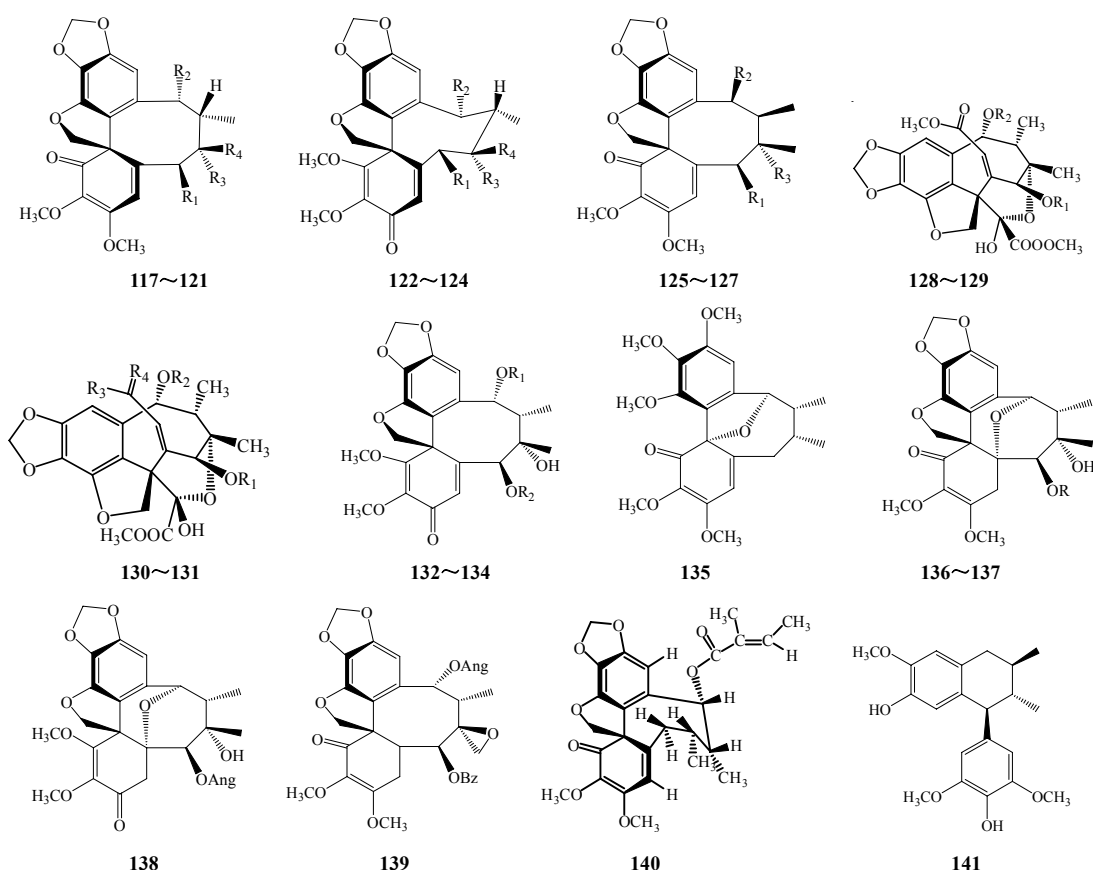


图 4 南五味子属植物中螺苯呋喃型联苯环辛烯类木脂素结构

Fig. 4 Structures of spirobenzofuranoid dibenzocyclooctadiene lignanoids in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

1.1.3 芳基四氢萘类 近年来,从南五味子属植物中分离并鉴定的芳基四氢萘类成分有 isolariciresinol-9-*O*- β -*D*-xylopyranoside (142)^[38]和 kadsuralignan C (143)^[11], 结构见图 5。

1.1.4 二苄基丁烷类 近年来,从南五味子属植物中分离并鉴定的二苄基丁烷类成分有 meso-dihydroguaiaretic acid^[17]、3-methoxy-3', 4'-(methylenedioxy)-9, 9'-epoxylignan-4, 7'-diol^[39]、kadsuphilin J^[10]、kadsuphilin L^[10]、kadsuphilin M^[10]、meso-dihydroguaiaretic acid^[23]、kadcocclignan^[24]、heteroclitin

R^[40] (144~151), 结构见图 6。

1.1.5 四氢呋喃类 近年来,从南五味子属植物中分离并鉴定的四氢呋喃类成分有 d-epigalbacin^[17]、9-(β -*D*-glucopyranosyloxy)-3'-methoxy-3, 4-(methylenedioxy)-7, 9'-epoxylignan-4'-ol^[39]、kadlongirin A^[41]、kadlongirin B^[41]、grandisin^[41]、fragransin B^[41] (152~157), 结构见图 7。

1.1.6 新木脂素类 近年来,从南五味子属植物中分得 4 个新木脂素类成分 (+)-dihydrodehydrodiconi feryl alcohol-9-*O*- β -*D*-glucopyranoside (158)^[38]、

表2 南五味子属植物中分离得到的螺苯骈呋喃联苯环辛烯类木脂素类成分

Table 2 Spirobenzofuranoid dibenzocyclooctadiene lignanoids isolated from plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

序号	名称	取代基	来源	文献
117	heteroclitin I	R ₁ =OBz, R ₂ =OAng, R ₃ =OH, R ₄ =CH ₃	异形南五味子	33
118	heteroclitin J	R ₁ =OBz, R ₂ =OAc, R ₃ =OH, R ₄ =CH ₃	异形南五味子	33
119	heteroclitin K	R ₁ =OBz, R ₂ =OBz, R ₃ =OH, R ₄ =CH ₃	异形南五味子	33
120	heteroclitin L	R ₁ =OAng, R ₂ =OBz, R ₃ =OH, R ₄ =CH ₃	异形南五味子	33
121	kadsuphilol U	R ₁ =OAc, R ₂ =OCin, R ₃ =OH, R ₄ =CH ₃	菲律宾南五味子	30
122	heteroclitalignan C	R ₁ =OAng, R ₂ =OProp, R ₃ =OH, R ₄ =CH ₃	异形南五味子	17
123	kadsulignan E	R ₁ =OAc, R ₂ =OBz, R ₃ =OH, R ₄ =CH ₃	异形南五味子	17
124	kadsuphilol V	R ₁ =OAc, R ₂ =OCin, R ₃ =OH, R ₄ =CH ₃	菲律宾南五味子	30
125	kadsuphilol M	R ₁ =OAng, R ₂ = α -OAc, R ₃ =OH	菲律宾五味子	8
126	kadsuphilol E	R ₁ =OBz, R ₂ = β -OAng, R ₃ =OH	菲律宾五味子	22
127	kadsuphilol F	R ₁ =OAng, R ₂ = β -OBz, R ₃ =OH	菲律宾五味子	22
128	taiwankadsurin A	R ₁ =Bz, R ₂ =Ac	菲律宾五味子	34
129	taiwankadsurin C	R ₁ =Ac, R ₂ =Bz	菲律宾五味子	34
130	taiwankadsurin B	R ₁ =Bz, R ₂ =Ac, R ₃ =OCH ₃ , R ₄ =O	菲律宾五味子	34
131	heteroclitin N	R ₁ =OAng, R ₂ =OAng, R ₃ =OCH ₃ , R ₄ =O	异形南五味子	19
132	kadsulignan E	R ₁ =Bz, R ₂ =Ac	黑老虎	13
133	kadsulignan F	R ₁ =Ac, R ₂ =Ang	黑老虎	13
134	interiorin	R ₁ =Ang, R ₂ =H	异形南五味子	35
135	kadsuralignan D		黑老虎	36
136	kadsuphilol G	R=Ang	菲律宾五味子	22
137	taiwankadsurin F	R=Bz	菲律宾南五味子	31
138	kadsuphilol H		菲律宾五味子	22
139	heteroclitin O		异形南五味子	19
140	heteroclitin H		异形南五味子	37
141	interiorin B		异形南五味子	35

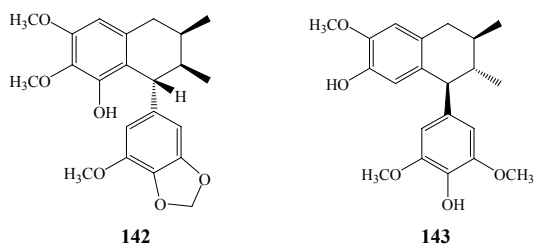


图5 南五味子属植物中芳基四氢萘类木脂素成分结构

Fig. 5 Structures of aryltetralin lignanoids in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

taiwankadsurin A、D 和 E (159~161) [31], 结构见图 8 和表 3。

1.2 三萜类成分

三萜是南五味子属植物中主要成分之一, 主要包含羊毛脂烷型和环阿屯烷型三萜。近年来, 在南五味子属部分植物中分离出多个降三萜类化合物, 此

外该属植物还含有少量的齐墩果烷型、乌苏烷型和羽扇豆烷型三萜。

1.2.1 羊毛脂烷型 此三萜类化合物在南五味子属中最为普遍, 目前从南五味属中分得此类化合物见图 9 和表 4。

1.2.2 环阿屯烷型 从南五味子属植物中分离得到的环阿屯烷型三萜类化合物见图 10 和表 5。

1.2.3 降三萜 2008 年, Gao 等[57]从黑老虎中首次分得了 10 个降三萜化合物。其结构见图 11 和表 6。

1.2.4 其他 周三云等[58]从凤庆鸡血藤 *K. interior* A. C. Smith 中分得一些五环三萜类化合物, Song 等[59]从黑老虎中分到 2 个三萜酸, Liang 等[60]从黑老虎中分到 2 个 6/6/5/5 融合的四环三萜 kadcoccitone A、B (291、292) 和一个新的与生物起源相关的物质 kadcoccitone C (293), 其结构见图 12 和表 7。

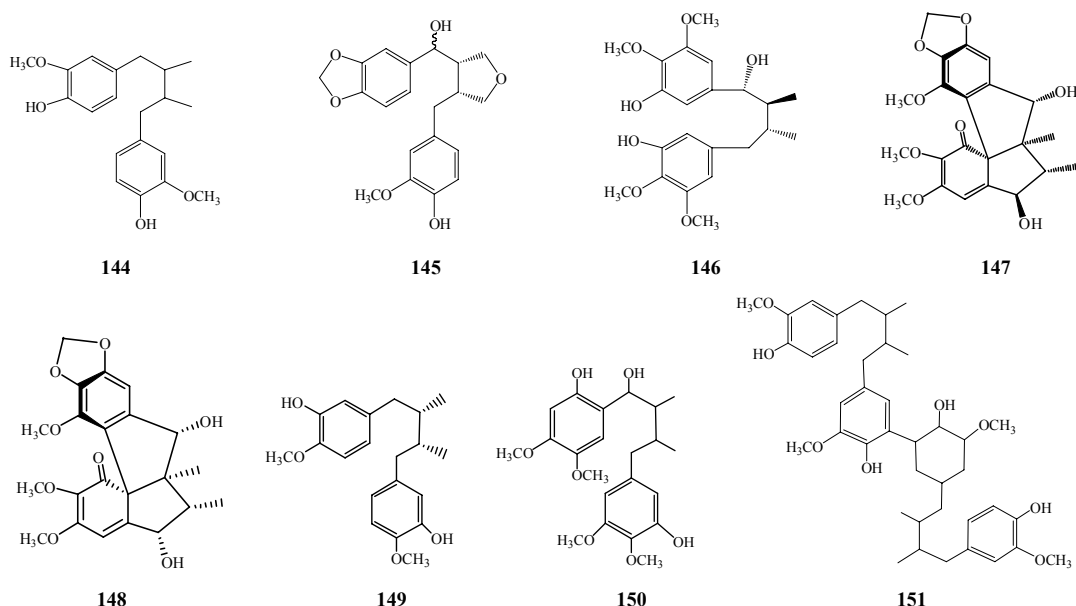


图 6 南五味子属植物中二苄基丁烷类木脂素成分结构

Fig. 6 Structures of diarylbutane lignanoids in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

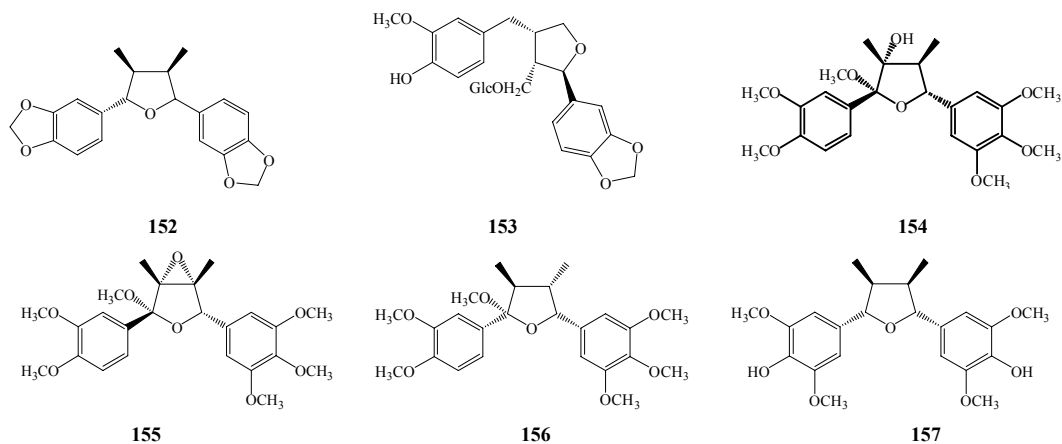


图 7 南五味子属植物中四氢呋喃类木脂素成分结构

Fig. 7 Structures of tetrahydrofuran lignanoids in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

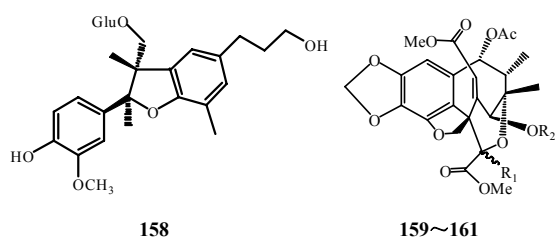


图 8 南五味子属植物中新木脂素类成分结构

Fig. 8 Structures of neolignan lignanoids in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

1.3 倍半萜类成分

李贺然等^[15]从黑老虎中分得 5 个倍半萜类成分, 分别为 cedrelanol、isodonsesquitin A、kadsurae-

nol、allospathulenol 和 naphthalene。Dong 等^[61]从凤庆鸡血藤分得 5 个倍半萜类成分, 其中 2 个为新的愈创木内酯型倍半萜, 分别为 4 β , 9 β -dihydroxy-1 α , 5 α -*H*-guaia-6, 10(14)-dien、4 β , 9 β , 10 α -trihydroxy-1 α , 5 α -*H*-guaia-6-en。

1.4 其他类

李顺祥^[62]对黑老虎中氨基酸及微量元素进行了分析, 分得 14 种氨基酸, 其中人体必需氨基酸占 37.87%。王楠等^[23]从黑老虎中分得了 24 ξ -*n*-丙基胆甾-3-酮、豆甾-5-烯-7-羧基-3 β -醇、豆甾-5-烯-3 β , 7 α -二醇、clovane-2 β , 9 α -diol、美国茶叶花素、正丁基- β -*D*-吡喃果糖苷、香草酸、香草醛、原儿茶酸、

表3 南五味子属植物中分离得到的新木脂素类化合物

Table 3 Neolignan lignanoids isolated from plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

序号	名称	取代基	来源	文献
158	(+)-dihydrodehydrodiconi feryl alcohol-9- <i>O</i> - β -D-glucopyranosid		异形南五味子	42
159	taiwankadsurin A	$R_1=\alpha\text{-OH}$, $R_2=\text{Bz}$	菲律宾南五味子	43
160	taiwankadsurin D	$R_1=\alpha\text{-OH}$, $R_2=\text{Ang}$	菲律宾南五味子	43
161	taiwankadsurin E	$R_1=\beta\text{-OH}$, $R_2=\text{Ang}$	菲律宾南五味子	43

莽草酸、 β -谷甾醇和胡萝卜苷。彭富全等^[63]采用 GC-MS 联用技术,从黑老虎挥发油中分离出 151 种化学成分,鉴定出其中的 45 个,占挥发油总量的 64.56%,其中质量分数在 1%以上的有 18 个。

2 药理活性

2.1 抗癌活性

Gao 等^[49]从黑老虎中分得的 kadlongilactone A、B 对白血病 K562 细胞、人肝癌 Bel-7402 细胞以及人肺腺癌 A549 具有显著的细胞毒性, IC_{50} 分别小于 0.1、0.1 和 1.0 $\mu\text{mol/L}$ 。Wang 等^[52]从异形南五味子中分得的 heteroclitalactone D 对白血病 HL-60 细胞具有显著的细胞毒性,其 IC_{50} 为 6.76 $\mu\text{mol/L}$ 。Shen 等^[34]从异形南五味子中分离得到的木脂素 taiwankadsurin C 对人口腔上皮癌细胞 KB 和人宫颈癌细胞 HeLa 具有一定的细胞毒性。Mulyaningsih 等^[64]从南五味子中分离出的挥发油对 6 种人类癌细胞 (HepG2、MIA PAca-2、HeLa、HL-60、MDA-MB-231 和 SW-480) 具有一定的细胞毒性。Pu 等^[56]从南五味子中分离得到的 4 个三萜化合物 (kadlongilactone A、C、D、E) 对 3 种癌细胞 (A549、HT-29、K562) 具有显著的细胞毒性, IC_{50} 在 0.49~3.61 $\mu\text{mol/L}$ 。Pu 等^[65]从南五味子中分离得到的三萜化合物 kadlongilactone A、B 具有显著抑制 K562 活性,其 IC_{50} 分别为 1.40、1.71 $\mu\text{g/mL}$ 。Wang 等^[46]从黑老虎中分得 seco-coccinic acid A、B、C 和 E,发现它们均能显著抑制人白血病 HL-60 细胞增殖, GI_{50} 为 6.8~42.1 $\mu\text{mol/L}$ 。

2.2 抗病毒活性

Pu 等^[35]从异形南五味子中分离出木脂素 interiorin 和 interiorin B,考察其抗 HIV 活性,发现二者具有一定的抗 HIV 活性,其 EC_{50} 分别为 1.6、1.4 g/mL 。其治疗指数 (TI) 分别为 52.9 和 65.9。Shen 等^[55]从菲律宾南五味子中分得的 kadsuphilactone B 具有抗 HBV 活性,其 IC_{50} 为 6 $\mu\text{g/mL}$ 。Ma 等^[66]从南五味子中分到的木脂素

kadsurindutin A、kadsulignan L 和 neokadsuranin 具有一定的抗 HBV 活性。Pu 等^[39]从南五味子中分离得到的木脂素 kadlongirin B 具有抗 HIV-1 活性,其 EC_{50} 为 16.0 $\mu\text{g/mL}$, TI 为 6.7。Sun 等^[6]从南五味子中分离的木脂素 longipedunins A 和 schisanlactone A 具有抗 HIV-1 活性,其 IC_{50} 分别为 50、20 $\mu\text{mol/L}$ 。Gao 等^[12]从狭叶南五味子中分得的木脂素 binankadsurin A 具有一定的抗 HIV 活性,其 EC_{50} 为 3.86 $\mu\text{mol/L}$ 。Kuo 等^[7]从日本南五味子中分得 taiwanschirin A 和 taiwanschirin B,二者抗 HBV 作用显著,在 25 $\mu\text{g/mL}$ 时具有很强的抗 HBsAg 和一定的抗 HBeAg 活性。Wu 等^[18]从小本红骨蛇中分得 gomisin B、gomisin G 和 (+)-gomisin K3,活性测试表明其有抗 HBV 的作用。Xu 等^[53]从异形南五味子中分到 8 个化合物,通过荧光和同位素 3H 试验,对所有化合物抑制 HIV-1 蛋白酶和逆转录酶进行了测试,发现在质量浓度为 10 $\mu\text{g/mL}$ 时,化合物 kadsuranic acid A 和 nigranoic acid 对 HIV-1 蛋白酶表现出很强的抑制作用,抑制率分别为 (89.2 $\pm$ 0.5)% 和 (85.0 $\pm$ 5.5)%; schisandronic acid 显示了中等的抑制活性,抑制率为 (56.1 $\pm$ 8.8)%;其他的化合物对 HIV-1 蛋白酶则都显示了抑制率低于 20% 的弱抑制活性。Sun 等^[32]从狭叶南五味子中分得 4 个新的环菠萝烷型三萜 angustific acid A、B, angustifodilactone A、B 和 6 个已知的化合物,通过受感染的 C8166 细胞测定这些物质的抗 HIV 活性。结果发现 angustific acid A 具有很强的抗 HIV 活性, EC_{50} 值是 6.1 $\mu\text{g/mL}$, 治疗指数超过 32.8。

2.3 保肝作用

朱树凡等^[67]研究了黑老虎对四氯化碳致大鼠肝损伤模型的保护作用,实验证明黑老虎有较好的降酶、保护肝细胞和抗肝纤维化作用。屈克义等^[68]进一步证明黑老虎具有降酶、保护肝细胞和抗肝纤维化作用,并与其抗脂质过氧化作用有关。Ninh 等^[69]发现从黑老虎中分得的化合物 acetylepigomisin R、

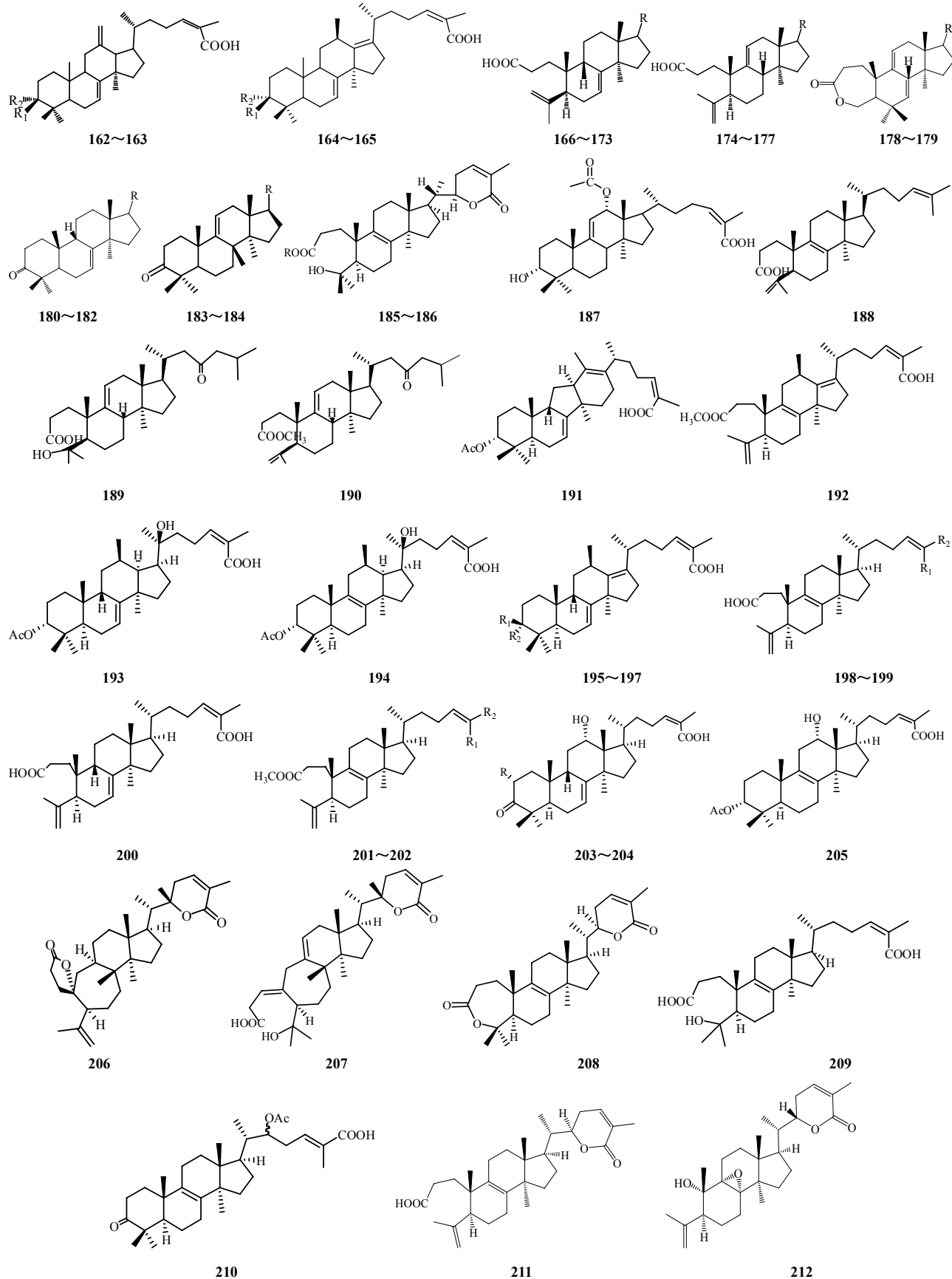
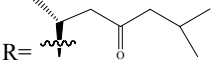
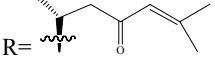
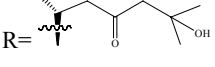
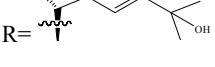
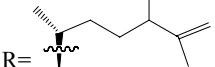
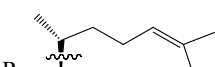
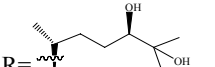
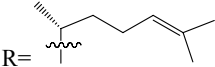
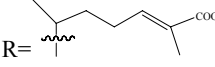
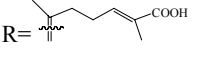
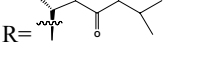
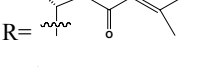
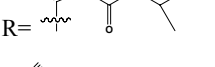
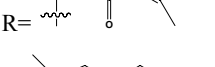
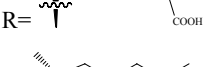
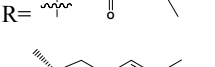
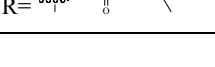


图9 南五味子属植物中羊毛甾脂烷型三萜类成分化合物结构

Fig. 9 Structures of lanostane triterpenoids in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

表4 南五味子属植物中的羊毛甾脂烷型三萜类化合物

Table 4 Lanostane triterpenoids isolated from plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

序号	名称	取代基	来源	文献
162	ananosic acid B	$R_1=H, R_2=CH_3COO-$	中泰南五味子	44
163	ananosic acid C	$R_1=R_2=Oxo$	中泰南五味子	44
164	kadpolysperin G	$R_1=OH, R_2=H$	多子南五味子	45
165	ananosic acid D	$R_1=H, R_2=OH$	多子南五味子	45
166	seco-coccinic acid A		黑老虎	46
167	seco-coccinic acid B		黑老虎	46
168	seco-coccinic acid C		黑老虎	46
169	seco-coccinic acid D		黑老虎	46
170	seco-coccinic acid E		黑老虎	46
171	seco-coccinic acid F		黑老虎	14
172	seco-coccinic acid H	$R=O$	黑老虎	47
173	seco-coccinic acid I		黑老虎	47
174	kadsuracoccinic acid B		黑老虎	43
175	kadsuracoccinic acid C		黑老虎	43
176	micranoic acid A	$R=Oxo$	黑老虎	43
177	kadsuracoccinic acid A		黑老虎	43
178	coccinilactone A		黑老虎	46
179	coccinilactone B		黑老虎	48
180	coccinone A		黑老虎	48
181	coccinone B		黑老虎	48
182	20(R), 24(E)-3-酮-9β-羊毛甾-7, 24-二稀-26-乌苏酸		黑老虎	14
183	coccinone C		黑老虎	48
184	coccinone D		黑老虎	48

续表 4

序号	名称	取代基	来源	文献
185	kadcoccolactone R	R=H	黑老虎	49
			中泰南五味子	50
186	kadnanolactone D	R=CH ₃	中泰南五味子	50
187	3-hydroxy-12-acetoxy-coccinic acid		黑老虎	51
188	seco-coccinic acid G		黑老虎	47
189	seco-coccinic acid J		黑老虎	47
190	seco-coccinic acid K		黑老虎	47
191	kadpolysperins A		多子南五味子	45
192	kadpolysperin B		多子南五味子	45
193	kadpolysperin C		多子南五味子	45
194	kadpolysperin D		多子南五味子	45
195	kadpolysperin E	R ₁ =R ₂ =O	多子南五味子	45
196	kadpolysperin F	R ₁ =OH, R ₂ =H	多子南五味子	45
197	ananosic acid A	R ₁ =H, R ₂ =OH	多子南五味子	45
198	kadpolysperin H	R ₁ =CH ₃ , R ₂ =COOH	多子南五味子	45
199	manwuweizic acid	R ₁ =COOH, R ₂ =CH ₃	多子南五味子	45
200	kadpolysperin I		多子南五味子	45
201	kadpolysperin J	R ₁ =COOH, R ₂ =CH ₃	多子南五味子	45
202	kadpolysperin K	R ₁ =CH ₃ , R ₂ =COOH	多子南五味子	45
203	kadpolysperin L	R=OAc	多子南五味子	45
204	kadpolysperin M	R=H	多子南五味子	45
205	kadpolysperin N		多子南五味子	45
206	kadnanolactone A		中泰南五味子	50
207	kadnanolactone B		中泰南五味子	50
208	kadnanolactone C		中泰南五味子	50
209	kadnanosic acid A		中泰南五味子	50
210	kadnanosic acid B		中泰南五味子	50
211	schisanlactone F		中泰南五味子	50
212	kadnanolactone E		中泰南五味子	50

isovaleroylbinankadsurin A 和 binankadsurin A 具有保护叔丁基过氧化氢致大鼠肝损伤的作用, ED₅₀ 分别为 135.7、26.1 和 79.3 μmol/L。

2.4 抗氧化作用

Sun 等^[70]从黑老虎果实中提取了花青素和多酚类成分, 采用 DPPH 法考察了它们的抗氧化作用。发现黑老虎果实提取物中的花青素和多酚类成分都具有抗氧化作用, 且抗氧化能力顺序为果皮总多酚提取物>花色素提取物>果肉多酚提取物。

2.5 调血脂作用

李志春等^[71]研究成熟黑老虎果的毒性及其对血脂的调节作用, 实验结果表明, 黑老虎基本无毒

性, 而且与对照组比较, 果汁组雌雄小鼠的胆固醇水平显著降低 ($P<0.05$), 说明黑老虎果具有明显降低胆固醇的作用。三酰甘油、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、血糖水平无显著性差异 ($P>0.05$), 均在正常范围。

2.6 体外抑菌作用

封毅等^[72]研究黑老虎果皮及其提取物的体外抑菌效果, 确定黑老虎果皮对伤寒沙门氏菌的最小抑菌浓度、最小杀菌浓度和有效部位。采用滤纸扩散法观察黑老虎果皮及其乙醇提取液和各相萃取液的抑菌作用; 用二倍稀释法测定最小抑菌浓度和最小杀菌浓度。实验结果表明, 黑老虎果皮及其乙醇

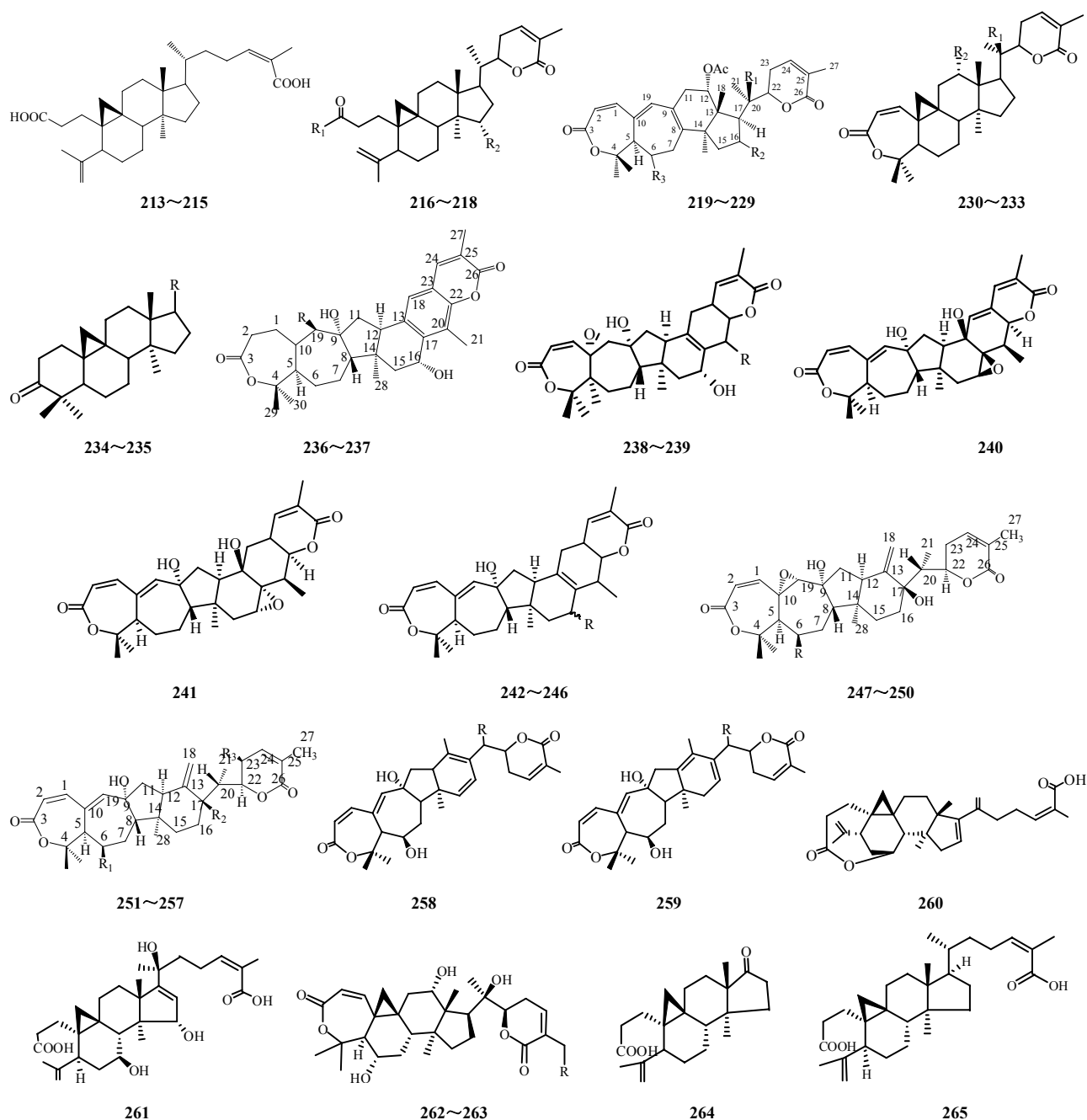


图 10 南五味子属植物中环阿屯烷型三萜类化合物结构

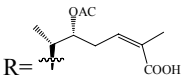
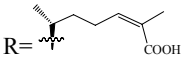
Fig. 10 Structures of cycloartanes triterpenoids in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

表 5 南五味子属植物中环阿屯烷型三萜类化合物

Table 5 Cycloartanes triterpenoids isolated from plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

序号	名称	取代基	来源	文献
213	changnanic acid		异形南五味子	52
214	nigranoic acid	$\Delta^{6,7}$	异形南五味子	52-53
215	kadsuranic acid A	$\Delta^{16,17}$	异形南五味子	53
216	heteroclitalactone A	$R_1=OH, R_2=OAc$	异形南五味子	52
217	heteroclitalactone B	$R_1=OCH_3, R_2=OAc$	异形南五味子	52
218	heteroclitalactone C	$R_1=OEt, R_2=OAc$	异形南五味子	52

续表 5

序号	名称	取代基	来源	文献
219	heteroclitalactone F	$R_1=OMe, R_2=H$	异形南五味子	52
220	schisanlactone E	$R_1=OH, R_2=H$	异形南五味子	52
221	heteroclitalactone D	$R_1=H$	异形南五味子	52
222	heteroclitalactone E	$R_1=OH, \triangle^{6,7}$	异形南五味子	52
223	schisanlactone A	$R_1=R_2=R_3=H$	南五味子	6
224	heteroclitalactone G	$R_1=H, R_2=H, R_3=H, \triangle^{6,7}$	异形南五味子	54
225	heteroclitalactone H	$R_1=OH, R_2=H, R_3=H, \triangle^{6,7}$	异形南五味子	54
226	heteroclitalactone I	$R_1=OH, R_2=OH, R_3=H, \triangle^{6,7}$	异形南五味子	54
227	heteroclitalactone J	$R_1=OH, R_2=OAc, R_3=H, \triangle^{6,7}$	异形南五味子	54
228	heteroclitalactone K	$R_1=OH, R_2=O, R_3=H, \triangle^{6,7}$	异形南五味子	54
229	heteroclitalactone L	$R_1=H, R_2=H, R_3=OH$	异形南五味子	54
230	schisanlactone B	$R_1=H, R_2=H$	异形南五味子	52
231	heteroclitalactone M	$R_1=OH, R_2=OAc$	异形南五味子	54
232	kadsuphilactone B	$R_1=H, R_2=OH$	菲律宾五味子	55
233	kadcocclactone Q	$R_1=OH, R_2=H$	黑老虎	49
234	heteroclic acid		黑老虎	49
235	schisandronic acid		黑老虎	49
236	kadcocclactone K	$R=OCH_3, \triangle^{1(10)}$	异形南五味子	53
237	kadcocclactone L	$R=H, \triangle^{19}$	黑老虎	49
238	kadcocclactone M	$R=CH_3, \triangle^{18}, \triangle^{20}$	黑老虎	49
239	kadcocclactone N	$R=\beta-CH_3$	黑老虎	49
240	kadcocclactone O		黑老虎	49
241	kadlongilactone F		南五味子	56
242	kadlongilactone A	$R=\alpha-OH, \beta-H$	黑老虎	49
243	kadlongilactone B	$R=Oxo$	黑老虎	49
244	kadlongilactone D	$R=\beta-OH, \alpha-H$	黑老虎	49
245	kadlongilactone C	$R=\alpha-OCH_3$	南五味子	56
246	kadlongilactone E	$R=\beta-OCH_3$	南五味子	56
247	longipedlactone D	$R_1=H, \triangle^{16(17)}$	南五味子	42
248	longipedlactone G	$R_1=OH, \triangle^{16(17)}$	南五味子	42
249	longipedlactone I	$R_1=R_2=OH$	南五味子	42
250	kadcocclactone P	$R_1=H, R_2=OH$	黑老虎	49
251	longipedlactone H	$R_1=OH, R_2=H, R_3=H$	南五味子	42
252	longipedlactone B	$R_1=R_2=R_3=H$	异形南五味子	53
253	longipedlactone C	$R_1=R_3=H, R_2=OH$	黑老虎	49
254	longipedlactone A	$R_1=R_3=H, \triangle^{16(17)}$	南五味子	42
			黑老虎	49
			异形南五味子	53

续表 5

序号	名称	取代基	来源	文献
255	longipedlactone E	$R_1=H, R_3=OH, \Delta^{16(17)}$	黑老虎	49
			南五味子	42
256	longipedlactone F	$R_1=OH, R_3=H, \Delta^{16(17)}$	黑老虎	49
			南五味子	42
			异形南五味子	53
257	longipedlactone J	$R_1=OAc, R_3=H, \Delta^{16(17)}$	异形南五味子	35
258	kadheterilactone A	$R=CH_3$	异形南五味子	53
259	kadheterilactone B	$R=H$	异形南五味子	53
260	angustific acid A		狭叶南五味子	32
261	angustific acid B		狭叶南五味子	32
262	angustifodilactone A	$R=OH$	狭叶南五味子	32
263	angustifodilactone B	$R=H$	狭叶南五味子	32
264	micranoic acid B		狭叶南五味子	32
265	nigranoic acid		狭叶南五味子	32

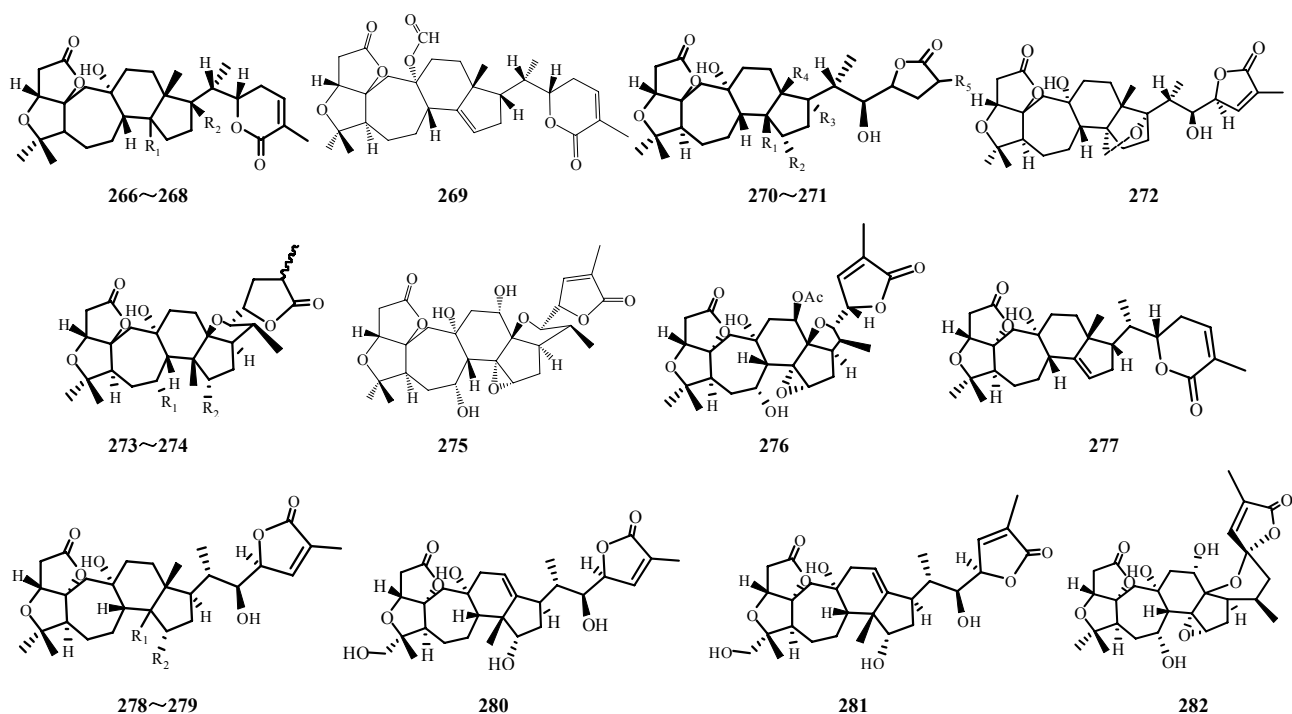


图 11 南五味子属植物中降三萜类化合物结构

Fig. 11 Structures of nortriterpenoid triterpenoids in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

提取物对伤寒沙门氏菌有抑制作用, 最小抑菌浓度为 31.25 mg/mL, 最小杀菌浓度为 125 mg/mL, 抑菌物质主要存在于乙醚萃取相中。

2.7 杀虫作用

Li 等^[73]通过水蒸气蒸馏法提取异型南五味子

的挥发油。挥发油显示出强的杀线虫活性, 对南方根结线虫的 LC_{50} 值为 122.94 $\mu\text{g/mL}$ 。挥发油有触杀作用, 对玉米象成虫的触杀 LD_{50} 值为 25.57 $\mu\text{g/成虫}$, 对玉米象也显示了明显的熏蒸剂毒性 (LC_{50} 值为 14.04 mg/L)。

表 6 南五味子属植物中的降三萜类化合物

Table 6 Nortriterpenoid triterpenoids isolated from plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

序号	名称	取代基	来源	文献
266	kadcoccolactone A	$R_1=\alpha\text{-CH}_3$, $R_2=\text{OH}$	黑老虎	57
267	kadcoccolactone B	$R_1=\beta\text{-OH}$, $R_2=\text{H}$	黑老虎	57
268	kadcoccolactone C	$R_1=\alpha\text{-CH}_2\text{OH}$, $R_2=\text{H}$	黑老虎	57
269	kadcoccolactone D		黑老虎	57
270	kadcoccolactone E	$R_3=\text{H}$, $R_4=\text{CH}_3$, $R_5=\text{CH}_3$, $\Delta^{14(15)}$	黑老虎	57
271	kadcoccolactone F	$R_1=\text{CH}_3$, $R_2=\text{OAc}$, $R_5=\beta\text{-CH}_3$, $\Delta^{13(17)}$	黑老虎	57
272	kadcoccolactone G		黑老虎	57
273	kadcoccolactone H	$R_1=\text{OAc}$, $R_2=\text{OH}$	黑老虎	57
274	kadcoccolactone I	$R_1=\text{OH}$, $R_2=\text{OAc}$	黑老虎	57
275	kadcoccolactone J		黑老虎	57
276	kadnanolactone F		中泰南五味子	50
277	kadnanolactone G		中泰南五味子	50
278	micrandilactone C	$R_1=\beta\text{-OH}$, $R_2=\text{OH}$	中泰南五味子	50
279	micrandilactone B	$R_1+R_2=\text{O}$	中泰南五味子	50
280	kadnanolactone H		中泰南五味子	50
281	kadnanolactone I		中泰南五味子	50
282	wuweizidilactone H		中泰南五味子	50

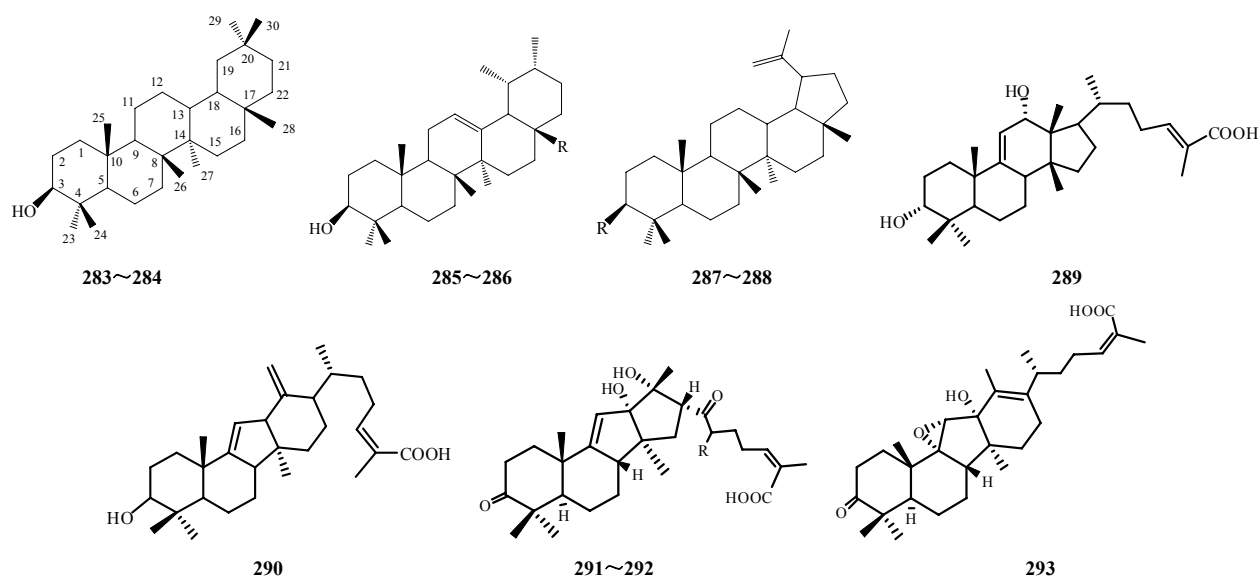


图 12 南五味子属植物中其他三萜类化合物结构

Fig. 12 Structures of other triterpenoids in plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

2.8 神经保护作用

Dong 等^[27]从多子南五味子中分得 11 个新的联苯环辛二烯类木脂素化合物 polysperlignan A~K 和 8 个已知的类似物。评估它们对抗由淀粉样蛋白或

过氧化氢诱导的 PC12 细胞神经元毒性的活性，polysperlignan A、B、D、E 在体外实验中显示了一定的神经保护作用。Yang 等^[28]从中泰南五味子中得到 14 个新的联苯环辛二烯类木脂素化合物:ananolignan

表7 南五味子属植物中其他三萜类化合物

Table 7 Other triterpenoids isolated from plants of *Kadsura* Kaempf. ex Juss.

序号	名称	取代基	来源	文献
283	β -amyrin	$\Delta^{12(13)}$	凤庆鸡血藤	58
284	germanicol C	$\Delta^{18(19)}$	凤庆鸡血藤	58
285	α -amyrin	R=CH ₃	凤庆鸡血藤	58
286	ursolic acid	R=COOH	凤庆鸡血藤	58
287	lupenol	R=OH	凤庆鸡血藤	58
288	lupenone	R=Oxo	凤庆鸡血藤	58
289	3-hydroxy-12-hydroxyl coccinic acid		黑老虎	59
290	3-hydroxy-neokadsuranic acid A		黑老虎	59
291	kadcocitone A	R=R-CH ₃	黑老虎	60
292	kadcocitone B	R=S-CH ₃	黑老虎	60
293	kadcocitone C		黑老虎	60

A~N 和 5 个已知的化合物, 并且评估了这些木脂素的生物活性, ananolignan F、L 在体外实验中表现出较强的神经保护作用。

3 结语

南五味子属植物多为地方习用药材, 以茎、根入药, 如南五味子在云南作为鸡血藤治疗妇科疼痛, 异形南五味子在广东、广西作为海风藤治疗风湿痹痛, 其他南五味子属植物在民间也广泛用于治疗各种痛证。我国南五味子属资源十分丰富, 随着对该属植物成分研究的不断深入, 其现代药理研究也取得了较大进展, 特别是南五味子属植物中的木脂素、三萜类活性成分在抗肿瘤和抗 HIV 方面的突出作用尤为引人关注。在对已知活性成分深入研究的基础上, 需要进一步明确其在体内的作用机制, 以阐明其药效物质基础, 并建立稳定、可靠的质量控制标准, 为该属植物的进一步开发提供必要的科学依据。

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 (第30卷, 第2分册) [M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [2] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [3] 肖培根, 许利嘉, 肖伟. 南五味子属应更名为冷饭藤属的论证 [J]. 药学报, 2010, 45(8): 1064-1066.
- [4] 陈业高, 秦国伟, 谢毓元. 五味子科植物木脂素成分的氢谱特征 [J]. 波谱学杂志, 2000, 17(5): 427-431.
- [5] Chen M, Liao Z, Chen D. Four new dibenzocyclooctene lignans from *Kadsura renchangiana* [J]. *Helv Chim Acta*,

2004, 87(6): 1368-1376.

- [6] Sun Q Z, Chen D F, Ding P L, *et al.* Three new lignans, longipedunins A—C, from *Kadsura longipedunculata* and their inhibitory activity against HIV-1 protease [J]. *Chem Pharm Bull*, 2006, 54(1): 129-132.
- [7] Kuo Y H, Wu M D, Huang R L, *et al.* Antihepatitis activity (anti-HBsAg and anti-HBeAg) of C19 homolignans and six novel C18 dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura japonica* [J]. *Planta Med*, 2005, 71(7): 646-653.
- [8] Shen Y C, Lin Y C, Chen Y B, *et al.* Dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura philippinensis* [J]. *Phytochemistry*, 2009, 70(1): 114-120.
- [9] Shen Y C, Liaw C C, Cheng Y B, *et al.* C18 dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura philippinensis* [J]. *J Nat Prod*, 2006, 69(6): 963-966.
- [10] Shen Y C, Lin Y C, Cheng Y B, *et al.* New oxygenated lignans from *Kadsura philippinensis* [J]. *Helv Chim Acta*, 2008, 91(3): 483-494.
- [11] Li H R, Feng Y L, Yang Z G, *et al.* New lignans from *Kadsura coccinea* and their nitric oxide inhibitory activities [J]. *Chem Pharm Bull*, 2006, 54(7): 1022-1025.
- [12] Gao X M, Pu J X, Huang S X, *et al.* Lignans from *Kadsura angustifolia* [J]. *J Nat Prod*, 2008, 71(4): 558-563.
- [13] Li H, Wang L, Yang Z, *et al.* Kadsuralignans H—K from *Kadsura coccinea* and their nitric oxide production inhibitory effects [J]. *J Nat Prod*, 2007, 70(12): 1999-2002.

- [14] Ban N K, Van Thanh B, Van Kiem P, *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(11): 1253-1257.
- [15] 李贺然, 黑老虎及胡桃枝皮的化学成分研究 [D]. 北京: 协和医科大学, 2006.
- [16] Shen Y C, Lin Y C, Ahmed A F, *et al.* Four new nonaxygenated C18 dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura philippinensis* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2007, 55(2): 280-283.
- [17] Wang W, Liu J, Liu R, *et al.* Four new lignans from the stems of *Kadsura heteroclita* [J]. *Planta Med*, 2006, 72(3): 284-288.
- [18] Wu M D, Huang R L, Kuo L M Y, *et al.* The anti-HbsAg (human type B hepatitis, surface antigen) and anti-HbeAg (human type B hepatitis, e antigen) C18 dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura matsudai* and *Schizandra arisanensis* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2003, 51(11): 1233-1236.
- [19] Xu L J, Liu H T, Peng Y, *et al.* Heteroclitins N—Q, new compounds from stems of *Kadsura heteroclita* (Roxb.) Craib [J]. *Helv Chim Acta*, 2008, 91(2): 220-226.
- [20] Liu H T, Xu L J, Peng Y, *et al.* Complete assignments of ¹H and ¹³C NMR data for new dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura oblongifolia* [J]. *Magn Reson Chem*, 2009, 47(7): 609-612.
- [21] Jia Z, Liao Z, Chen D. Two new dibenzocyclooctene lignans from the water extract of *Kadsura* spp [J]. *Helv Chim Acta*, 2005, 88(8): 2288-2293.
- [22] Shen Y C, Cheng Y B, Lan T W, *et al.* Kadsuphilols A-H, oxygenated lignans from *Kadsura philippinensis* [J]. *J Nat Prod*, 2007, 70(7): 1139-1145.
- [23] 王楠, 李占林, 刘晓秋, 等. 黑老虎根化学成分的研究 (II) [J]. 中国药物化学杂志, 2012, 22(4): 305-309.
- [24] Ga X M o, Pu J X, Zhao Y, *et al.* Lignans from *Kadsura angustifolia* and *Kadsura coccinea* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2012, 14(2): 129-134.
- [25] Hu W, Li L, Wang Q, *et al.* Dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura coccinea* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2012, 14(4): 364-369.
- [26] 舒永志, 成亮, 曹潜喆, 等. 黑老虎的化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(3): 428-431.
- [27] Dong K, Pu J X, Zhan H Y, *et al.* Dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura polysperma* and their antineurodegenerative activities [J]. *J Nat Prod*, 2012, 75: 249-256.
- [28] Yang J H, Zhang H Y, Wen J, *et al.* Dibenzocyclooctadiene lignans with antineurodegenerative potential from *Kadsura ananosma* [J]. *J Nat Prod*, 2011, 74: 1028-1035.
- [29] Zhao Q J, Song Y, Chen H S. Cytotoxic dibenzocyclooctadiene lignans from *Kadsura coccinea* [J]. *Archiv Pharm Res*, 2013, doi: 10.1007/s12272-013-0186-3.
- [30] Cheng Y B, Lin Y C, Khalil A T, *et al.* Seven new lignan esters from *Kadsura philippinensis* [J]. *Helv Chim Acta*, 2011, 94: 148-158.
- [31] Lin Y C, Cheng Y B, Liaw C C, *et al.* New lignans from the leaves and stems of *Kadsura philippinensis* [J]. *Molecules*, 2013, 18: 6573-6583.
- [32] Sun R, Song H C, Wang C R, *et al.* Compounds from *Kadsura angustifolia* with anti-HIV activity [J]. *Bioorg Medicinal Chem Lett*, 2011, 21: 961-965.
- [33] Xu L J, Peng Y, Chen S B, *et al.* Four new lignans from *Kadsura heteroclita* [J]. *Heterocycles*, 2007, 71(4): 941-947.
- [34] Shen Y C, Lin Y C, Cheng Y B, *et al.* Taiwankadsurins A, B, and C, three new C19 Homolignans from *Kadsura philippinensis* [J]. *Org Lett*, 2005, 7(23): 5297-5300.
- [35] Pu J X, Yang L M, Xiao W L, *et al.* Compounds from *Kadsura heteroclita* and related anti-HIV activity [J]. *Phytochemistry*, 2008, 69(5): 1266-1272.
- [36] Li H, Feng Y, Yang Z, *et al.* New lignans from *Kadsura coccinea* and their nitric oxide inhibitory activities [J]. *Heterocycles*, 2006, 68(6): 1259-1265.
- [37] Chen M, Jia Z W, Chen D F. Heteroclitin H, a new lignan from *Kadsura heteroclita* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2006, 8(7): 643-648.
- [38] 罗艺萍, 王素娟, 赵静峰, 等. 异型南五味子的化学成分研究 [J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2009, 31(4): 406-409.
- [39] Pu J X, Xiao W L, Li H M, *et al.* Three new compounds from *Kadsura longipedunculata* [J]. *Helv Chim Acta*, 2007, 90(4): 723-729.
- [40] 许利嘉, 肖伟, 彭勇, 等. 异型南五味子藤茎中 1 个新的木脂素 [J]. 中国中药杂志, 2010, 35(15): 1970-1972.
- [41] Pu J X, Gao X M, Lei C, *et al.* Three New Compounds from *Kadsura longipedunculata* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2008, 56(8): 1143-1146.

- [42] Pu J X, Li R T, Xiao W L, *et al.* Longipedlactones A—I, nine novel triterpene dilactones possessing a unique skeleton from *Kadsura longipedunculata* [J]. *Tetrahedron*, 2006, 62(25): 6073-6081.
- [43] Li H, Wang L, 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(4): 739-741.
- [44] 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(5): 875-877.
- [45] 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.
- [46] Wang N, Li Z, Song D, *et al.* Lanostane-type triterpenoids from the roots of *Kadsura coccinea* [J]. *J Nat Prod*, 2008, 71(6): 990-994.
- [47] 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.
- [48] 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(7): 1413-1418.
- [49] Gao X M, Pu J X, Xiao W L, *et al.* Kadcoccilactones K—R, triterpenoids from *Kadsura coccinea* [J]. *Tetrahedron*, 2008, 64(51): 11673-11679.
- [50] Yang J H, Wen J, Du X, *et al.* Triterpenoids from the stems of *Kadsura ananosma* [J]. *Tetrahedron*, 2010, 66: 8880-8887.
- [51] Song Y, Zhao Q J, Jin Y S, *et al.* A new triterpenoid from *Kadsura coccinea* [J]. *Chin Chem Lett*, 2010, 21: 1352-1354.
- [52] Wang W, Liu J, Han J, *et al.* New triterpenoids from *Kadsura heteroclita* and their cytotoxic activity [J]. *Planta Med*, 2006, 72(5): 450-457.
- [53] Xu L J, Peng Z G, Chen H S, *et al.* Bioactive triterpenoids from *Kadsura heteroclita* [J]. *Chem Biodiv*, 2010, 7: 2289-2295.
- [54] Wang W, Xu Z, Yang M, *et al.* Structural determination of seven new triterpenoids from *Kadsura heteroclita* by NMR techniques [J]. *Magn Reson Chem*, 2007, 45(6): 522-526.
- [55] Shen Y C, Lin Y C, Chiang M Y, *et al.* Kadsuphilactones A and B, two new triterpene dilactones from *Kadsura philippinensis* [J]. *Org Lett*, 2005, 7(15): 3307-3310.
- [56] Pu J X, Huang S X, Ren J, *et al.* Isolation and structure elucidation of kadlongilactones C—F from *Kadsura longipedunculata* by NMR spectroscopy and DFT computational methods [J]. *J Nat Prod*, 2007, 70(11): 1706-1711.
- [57] Gao X M, Pu J X, Huang S X, *et al.* Kadcoccilactones A—J, Triterpenoids from *Kadsura coccinea* [J]. *J Nat Prod*, 2008, 71(7): 1182-1188.
- [58] 周三云, 李蓉涛, 李洪梅. 凤庆鸡血藤的化学成分研究 [J]. 昆明理工大学学报: 理工版, 2008, 33(5): 81-85.
- [59] Song Y, Zhao Q J, Jin Y S, *et al.* Two new triterpenoid acids from *Kadsura coccinea* [J]. *Archiv Pharm Res*, 2010, 33(12): 1933-1936.
- [60] 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(24): 6362-6365.
- [61] Dong K, Pu J X, Du X, *et al.* Two new guaianolide-type sesquiterpenoids from *Kadsura inrerfor* [J]. *Chin Chem Lett*, 2013, 24: 111-113.
- [62] 李顺祥. 冷饭团的氨基酸及微量元素测定 [J]. 湖南中医杂志, 1996, 12(6): 48.
- [63] 彭富全, 邓慧怡. 黑老虎挥发油成分的GC-MS分析 [J]. 现代食品与药品杂志, 2006, 16(4): 6-8.
- [64] Mulyaningsih S, Youns M, El-Readi M Z, *et al.* Biological activity of the essential oil of *Kadsura longipedunculata* (Schisandraceae) and its major components [J]. *J Pharm Pharmacol*, 2010, 62(8): 1037-1044.
- [65] Pu J X, Xiao W L, Lu Y, *et al.* Kadlongilactones A and B, two novel triterpene dilactones from *Kadsura longipedunculata* possessing a unique skeleton [J]. *Org Lett*, 2005, 7(22): 5079-5082.
- [66] Ma W, Ma X, Huang H, *et al.* Dibenzocyclooctane lignans from the stems of *Kadsura induta* and their antiviral effect on hepatitis B virus [J]. *Chem Biodivers*, 2007, 4(5): 966-972.
- [67] 朱树凡. 中药冷饭团对四氯化碳致大鼠实验性肝损伤的保护作用观察 [J]. 中国现代医生, 2007, 45(10): 7-9.
- [68] 屈克义, 黄继海, 李文胜, 等. 冷饭团抗肝纤维化的实验研究 [J]. 中国中西医结合消化杂志, 2001, 9(2): 86-89.
- [69] Ninh K B, Bui V T, Phan V K, *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(11): 1253-1257.
- [70] Sun J, Yao J Y, Huang S X, *et al.* Antioxidant activity of polyphenol and anthocyanin extracts from fruits of *Kadsura coccinea* (Lem.) A. C. Smith [J]. *Food Chem*, 2009, 117(2): 276-281.
- [71] 李志春, 孙 健, 封 毅, 等. 黑老虎果毒理实验及其对血脂的调节作用 [J]. 食品科学, 2011, 32(1): 203-205.
- [72] 封 毅, 李志春, 孙 健, 等. 黑老虎果皮体外抑菌活性的初步研究 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22(4): 822-824.
- [73] Li H Q, Bai C Q, Chu S S, *et al.* Chemical composition and toxicities of the essential oil derived from *Kadsura heteroclita* stems against *Sitophilus zeamais* and *Meloidogyne incognita* [J]. *J Med Plant Res*, 2011, 5(19): 4943-4948.