

## 藏药密生波罗花中 1 个新的苯乙醇苷化学成分

吴海峰<sup>1</sup>, 黄园园<sup>1,3</sup>, 张丽静<sup>1</sup>, 张小坡<sup>2</sup>, 马国需<sup>1</sup>, 曹丽<sup>1</sup>, 杨峻山<sup>1</sup>, 许旭东<sup>1\*</sup>

1. 中国医学科学院 北京协和医学院药用植物研究所, 中草药物质基础与资源利用教育部重点实验室, 北京 100193

2. 海南医学院药学院, 海南 海口 571101

3. 桂林医学院, 广西 桂林 541004

**摘要:** 目的 研究藏药密生波罗花 *Incarvillea compacta* 根的化学成分。方法 采用硅胶柱色谱、Sephadex LH-20、ODS 柱色谱及高效液相制备色谱等方法进行分离纯化, 根据理化性质及波谱数据确定化合物的结构。结果 从密生波罗花根的 95%乙醇提取物中分离得到 4 个苯乙醇苷类化合物, 分别鉴定为 Z-3''-异甲氧基圆齿列当苷(1)、3''-甲氧基圆齿列当苷(2)、圆齿列当苷(3)和异角胡麻苷(4)。结论 化合物 1 为新化合物; 化合物 2~4 为首次从角蒿属植物中分离得到。

**关键词:** 藏药; 密生波罗花; 苯乙醇苷; Z-3''-异甲氧基圆齿列当苷; 圆齿列当苷; 异角胡麻苷

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)04-0476-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.04.003

## A new phenylethanoid glycoside from roots of *Incarvillea compacta*

WU Hai-feng<sup>1</sup>, HUANG Yuan-yuan<sup>1,3</sup>, ZHANG Li-jing<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-po<sup>2</sup>, MA Guo-xu<sup>1</sup>, CAO Li<sup>1</sup>, YANG Jun-shan<sup>1</sup>, XU Xu-dong<sup>1</sup>

1. Key Laboratory of Bioactive Substances and Resources Utilization of Chinese Herbal Medicine, Ministry of Education, Institute of Medicinal Plant Development, Peking Union Medical College and Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100193, China

2. School of Pharmaceutical Science, Hainan Medical University, Haikou 571101, China

3. Guilin Medical University, Guilin 541004, China

**Abstract: Objective** To study the chemical constituents from the roots of *Incarvillea compacta* (Tibetan medicine). **Methods** The constituents were isolated and purified by silica gel, Sephadex LH-20, ODS column chromatography, and preparative HPLC. Their structures were elucidated on the basis of their physicochemical properties and spectral data. **Results** Four phenylethanoid glycosides were obtained from the ethanol extract in the roots of *I. compacta* and identified as Z-3''-O-methylisocrenatoside (1), 3''-O-methylcrenatoside (2), crenatoside (3), and isomartynoside (4), respectively. **Conclusion** Compound 1 is a new phenylethanoid glycoside and compounds 2—4 are isolated from the plants of *Incarvillea* A. Juss. for the first time.

**Key words:** Tibetan medicine; *Incarvillea compacta* Maxim.; phenylethanoid glycoside; Z-3''-O-methylisocrenatoside; crenatoside; isomartynoside

密生波罗花 *Incarvillea compacta* Maxim. 又名全缘角蒿、密花角蒿、野萝卜, 藏名欧曲, 为紫葳科 (Bignoniaceae) 角蒿属 *Incarvillea* A. Juss. 多年生草本植物, 主要分布在青海、西藏、云南等省, 生长于海拔 2 000 多米的空旷石砾山坡及草灌丛中<sup>[1]</sup>, 为常用藏药, 根、花、种子均可入药, 具有理气止痛、平肝潜

阳、清热除湿的功效, 用于治疗胃痛、黄疸、消化不良、耳积脓、月经不调、高血压、肺出血等症<sup>[2]</sup>。国内外学者对角蒿属其他植物的研究发现, 该属植物主要含有生物碱、环己乙醇、环烯醚萜类等, 此外还有香豆素、黄酮、苯丙素、三萜、倍半萜、酚酸类等<sup>[3-16]</sup>, 密生波罗花植物的化学成分尚未见报道。本课题组从

收稿日期: 2014-12-18

基金项目: “重大新药创制”科技重大专项“十二五”计划(综合性新药研究开发技术大平台)(2012ZX09301-002-001-026); 药植所创新团队发展计划资助

作者简介: 吴海峰(1979—), 男, 博士后, 助理研究员, 研究方向为天然药物化学。

\*通信作者 许旭东, 男, 博士, 研究员, 博士生导师, 主要从事天然药物化学研究与新药研发。Tel: (010)57833296 E-mail: xdxu@implad.ac.cn

密生波罗花根的95%乙醇提取物中分离得到4个苯乙醇苷类化合物,分别鉴定为Z-3'''-异甲氧基圆齿列当苷(Z-3'''-O-methylisocrenatoside, **1**)、3'''-甲氧基圆齿列当苷(3'''-O-methylcrenatoside, **2**)、圆齿列当苷(crenatoside, **3**)和异角胡麻苷(isomartynoside, **4**)。化合物**1**为新化合物,化合物**2**~**4**为首次从角蒿属植物中分离得到。

### 1 仪器与材料

Bruker AV III 600 型核磁共振波谱仪(德国 Bruker 公司); LTQ-Obitrap XL 质谱仪(美国 ThermoFisher 公司); Perkin-Elmer 341 旋光仪(美国 Perkin-Elmer 公司); Shimadzu UV2550 紫外可见分光光度计(日本岛津公司); FTIR-8400S 红外光谱仪(日本岛津公司); LUMTECH 半制备型高效液相色谱仪(德国 KNAUER 公司); YMC Pack ODS-A 半制备色谱柱(250 mm×10 mm, 5 μm, 日本 YMC 公司); 薄层色谱用硅胶 GF<sub>254</sub> 和柱色谱用硅胶(青岛海洋化工有限公司); Sephadex LH-20 凝胶为 Pharmacia 公司产品; 常规试剂均为分析纯。

密生波罗花于2013年8月采于青海互助,由中国科学院西北高原生物研究所张晓峰研究员鉴定为密生波罗花 *Incarvillea compacta* Maxim.。

### 2 提取与分离

密生波罗花根1.5 kg,干燥粉碎,用10倍量的95%乙醇加热回流提取3次,每次2 h,提取液减压回收溶剂后得浸膏120 g,分散于水中,用氯仿(3 L)和正丁醇(3 L)分别萃取3次,回收溶剂后得到氯仿萃取物37 g和正丁醇萃取物53 g。正丁醇萃取物经硅胶(100~200目)柱色谱,氯仿-甲醇梯度洗脱(100:0→0:100),分为7个流分Fr. A~G。流分Fr. D(4.9 g)经过反相中压色谱,甲醇-水(30:70→70:30)梯度洗脱,得到5个流分Fr. D1~D5。Fr. D2(620 mg)经Sephadex LH-20柱色谱,甲醇洗脱,得到化合物**2**(12.7 mg)。流分Fr. E(3.1 g)经Sephadex LH-20柱色谱,甲醇洗脱,得到5个流分Fr. E1~E5。Fr. E2(375 mg)经半制备型高效液相色谱分离纯化得到化合物**1**(3.5 mg)。流分Fr. F(3.9 g)经过反相中压色谱,甲醇-水梯度洗脱(30:70→70:30),得到4个流分Fr. F1~F4。Fr. F3(480 mg)经半制备型高效液相色谱分离纯化,得到化合物**3**(4.5 mg)和**4**(3.8 mg)。

### 3 结构鉴定

化合物**1**: 白色粉末,10%硫酸-乙醇溶液显紫

红色。 $[\alpha]_D^{25}+12^\circ$  ( $c$  0.18, MeOH)。UV 谱在290 nm和326 nm有吸收。IR 光谱给出羟基(3 367  $\text{cm}^{-1}$ )和酯羰基(1 738  $\text{cm}^{-1}$ )特征吸收峰。ESI-MS  $m/z$ : 659  $[\text{M}+\text{Na}]^+$ , 1 295  $[2\text{M}+\text{Na}]^+$ ; HR-ESI-MS  $m/z$ : 659.193 4  $[\text{M}+\text{Na}]^+$  ( $\text{C}_{30}\text{H}_{36}\text{O}_{15}\text{Na}$  计算值 659.195 2),从而确定分子式为  $\text{C}_{30}\text{H}_{36}\text{O}_{15}$ , 不饱和度为 13。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ ) 谱(表1)低场区给出1对顺式烯氢信号  $\delta_{\text{H}}$  5.82 (1H, d,  $J=12.6$  Hz, H-8''')和  $\delta_{\text{H}}$  6.89 (1H, d,  $J=12.6$  Hz, H-7'''), 2组ABX的芳氢质子信号  $\delta_{\text{H}}$  7.72 (1H, d,  $J=1.8$  Hz, H-2'''), 7.12 (1H, dd,  $J=8.4, 1.8$  Hz, H-6''')和  $\delta_{\text{H}}$  6.78 (1H, d,  $J=8.4$  Hz, H-5'''), 以及  $\delta_{\text{H}}$  6.81 (1H, d,  $J=1.2$  Hz, H-2), 6.73 (1H, dd,  $J=8.4, 1.2$  Hz, H-6)和  $\delta_{\text{H}}$  6.67 (1H, d,  $J=8.4$  Hz, H-5); 1个 $\beta$ -D葡萄糖端基质子信号  $\delta_{\text{H}}$  4.44 (1H, d,  $J=7.8$  Hz, H-1'), 1个 $\alpha$ -L-鼠李糖端基质子信号  $\delta_{\text{H}}$  5.18 (1H, brs, H-1'')<sup>[17]</sup>; 1个甲氧基信号  $\delta_{\text{H}}$  3.88 (3H, s), 高场区鼠李糖的1个甲基信号  $\delta_{\text{H}}$  1.24 (3H, d,  $J=6.0$  Hz, H-6''); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ ) 谱中给出30个碳信号,包括低场区1个羰基信号  $\delta_{\text{C}}$  168.2, 6个 $\text{sp}^2$ 季碳信号  $\delta_{\text{C}}$  128.3, 130.1, 144.6, 144.6, 148.6, 151.0, 8个 $\text{sp}^2$ 叔碳信号  $\delta_{\text{C}}$  112.0, 114.7, 115.2, 116.5, 116.7, 119.2, 126.7, 146.0, 1组葡萄糖碳信号  $\delta_{\text{C}}$  99.3, 82.0, 77.5, 70.5, 78.6, 64.7, 1组鼠李糖碳信号  $\delta_{\text{C}}$  102.1, 72.3, 72.4, 74.2, 70.5, 18.1, 高场区给出1个连氧亚甲基信号  $\delta_{\text{C}}$  73.1、1个甲氧基  $\delta_{\text{C}}$  56.7。根据以上数据,推测化合物**1**为具有1,4-二氧六元环的苯乙醇苷类化合物<sup>[18]</sup>。化合物**1**的薄层酸水解显示有葡萄糖和鼠李糖。葡萄糖6位的碳信号  $\delta_{\text{C}}$  64.7较通常的  $\delta_{\text{C}}$  62.6向低场位移了  $\delta$  2.1,说明阿魏酰基连接在葡萄糖的6位。将化合物**1**和3'''-O-methylisocrenatoside的NMR数据比较,发现两者数据非常相似,除了化合物**1**少了1组反式双键的信号,多了1组顺式双键的信号,这通过NOESY谱中H-7'''和H-8'''存在相关得到确认。天然存在的多为反式阿魏酰基取代的苯乙醇苷,而顺式取代的苯乙醇苷则非常少见<sup>[19]</sup>。在HMBC谱(图1)中,H-7( $\delta_{\text{H}}$  4.54)与C-2'( $\delta_{\text{C}}$  82.0),H-1'( $\delta_{\text{H}}$  4.44)与C-8( $\delta_{\text{C}}$  73.1)存在相关,甲氧基质子信号  $\delta_{\text{H}}$  3.88和C-3'''( $\delta_{\text{C}}$  148.6)存在远程相关,Glc-6'上的质子信号  $\delta_{\text{H}}$  4.54 (1H, m), 4.37 (1H, dd,  $J=12.0, 5.4$  Hz)与C-9'''( $\delta_{\text{C}}$  168.2)相关,Rha-1''( $\delta_{\text{H}}$  5.18)与Glc-3'( $\delta_{\text{C}}$  77.5)相关,H-7( $\delta_{\text{H}}$  4.54)与C-1( $\delta_{\text{C}}$  130.1),C-2( $\delta_{\text{C}}$  114.7),C-6( $\delta_{\text{C}}$  119.2),以及H-8( $\delta_{\text{H}}$  3.98, 3.61)

表1 化合物1的<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)、<sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) 数据和 HMBC 相关  
 Table 1 <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) and <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) Data and HMBC correlations of compound 1

碳位	$\delta_c$	$\delta_H$	HMBC (H→C)
phenethyl			
1	130.1		
2	114.7	6.81 (1H, d, $J = 1.2$ Hz)	C-1, 3, 4, 6, 7
3	146.6		
4	146.6		
5	116.5	6.67 (1H, d, $J = 8.4$ Hz)	C-1, 3, 4, 6
6	119.2	6.73 (1H, dd, $J = 8.4, 1.2$ Hz)	C-1, 2, 4, 5, 7
7	78.6	4.54 (1H, dd, $J = 10.8, 2.4$ Hz)	C-1, 8, 2, 6, 2'
8	73.1	3.98 (1H, dd, $J = 12.0, 1.8$ Hz), 3.61 (1H, m)	C-1, 7
Glc			
1'	99.3	4.44 (1H, d, $J = 7.8$ Hz)	C-2', 3', 8
2'	82.0	3.47 (1H, m)	C-1', 3', 4'
3'	77.5	3.79 (1H, m)	C-1', 2', 4', 5', 1''
4'	70.5	3.58 (1H, m)	C-2', 3', 5', 6'
5'	78.6	3.85 (1H, m)	C-3', 4', 6'
6'	64.7	4.54 (1H, m), 4.37 (1H, dd, $J = 12.0, 5.4$ Hz)	C-4', 5', 9'''
Rha			
1''	102.1	5.18 (1H, brs)	C-2'', 3'', 3'
2''	72.3	3.81 (1H, brs)	C-1'', 3'', 4''
3''	72.4	3.69 (1H, m)	C-1'', 2'', 4'', 5''
4''	74.2	3.37 (1H, m)	C-2'', 3'', 5'', 6''
5''	70.5	4.02 (1H, m)	C-3'', 4'', 6''
6''	18.1	1.25 (3H, d, $J = 6.0$ Hz)	C-4'', 5''
Feruloyl			
1'''	128.3		
2'''	112.0	7.72 (1H, d, $J = 1.8$ Hz)	C-1''', 3''', 7'''
3'''	148.6		
4'''	151.0		
5'''	116.7	6.78 (1H, d, $J = 8.4$ Hz)	C-1''', 3''', 4''', 6'''
6'''	126.7	7.12 (1H, dd, $J = 8.4, 1.8$ Hz)	C-1''', 2''', 4''', 5''', 7'''
7'''	146.0	6.89 (1H, d, $J = 12.6$ Hz)	C-1''', 8''', 9'''
8'''	115.2	5.82 (1H, d, $J = 12.6$ Hz)	C-1''', 7''', 9'''
9'''	168.2		
OCH <sub>3</sub>	56.8	3.90 (3H, s)	C-3'''

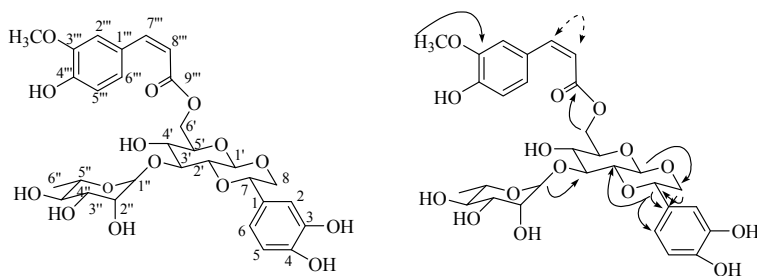


图1 化合物1的结构及 HMBC (→) 和 NOESY (↔) 相关  
 Fig. 1 Structures and HMBC (→) and NOESY (↔) correlations of compound 1

与 C-1 ( $\delta_C$  130.1), C-7 ( $\delta_C$  78.6) 存在远程相关, 从而确证了化合物 **1** 的结构。结合 HSQC、HMBC 和 NOESY 谱图, 并参考文献报道<sup>[20]</sup>确定化合物 **1** 为 Z-3'''-异甲氧基圆齿列当苷, 为新化合物, 其 NMR 信号归属见表 1。

化合物 **2**: 白色粉末。ESI-MS  $m/z$ : 659 [M+

Na]<sup>+</sup>, 1 295 [2M + Na]<sup>+</sup>, 分子式为 C<sub>30</sub>H<sub>36</sub>O<sub>15</sub>; <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) 和 <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) 数据见表 2。以上数据与文献报道基本一致<sup>[21]</sup>, 故鉴定化合物 **2** 为 3'''-甲氧基圆齿列当苷。

化合物 **3**: 白色粉末。ESI-MS:  $m/z$  645 [M+Na]<sup>+</sup>,

表 2 化合物 2~4 的 <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) 和 <sup>13</sup>C-NMR 数据 (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  
Table 2 <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) and <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) data of compounds 2—4

碳位	2		3		4	
	$\delta_C$	$\delta_H$	$\delta_C$	$\delta_H$	$\delta_C$	$\delta_H$
phenethyl						
1	130.0		130.0		132.9	
2	114.7	6.83 (1H, brs)	114.7	6.83 (1H, brs)	117.2	6.73 (1H, d, $J = 2.4$ Hz)
3	146.6		146.6		147.6	
4	146.6		146.6		147.8	
5	116.5	6.72 (1H, d, $J = 8.4$ Hz)	116.5	6.73 (1H, d, $J = 7.8$ Hz)	112.0	6.82 (1H, d, $J = 8.4$ Hz)
6	119.1	6.69 (1H, brd, $J = 7.8$ Hz)	119.2	6.68 (1H, brd, $J = 7.2$ Hz)	121.4	6.68 (1H, dd, $J = 8.4, 2.4$ Hz)
7	78.7	4.60 (1H, dd, $J = 10.0, 1.8$ Hz)	78.7	4.60 (1H, dd, $J = 10.0, 1.8$ Hz)	36.7	2.82 (2H, m)
8	73.2	3.98 (1H, dd, $J = 12.0, 1.8$ Hz) 3.61 (1H, m)	73.2	3.98 (1H, dd, $J = 12.0, 1.8$ Hz) 3.61 (1H, m)	72.3	4.07 (1H, m), 3.81 (1H, m)
Glc						
1'	99.3	4.55 (1H, d, $J = 7.8$ Hz)	99.3	4.54 (1H, d, $J = 7.8$ Hz)	104.4	4.38 (1H, d, $J = 7.8$ Hz)
2'	82.2	3.45 (1H, m)	82.2	3.45 (1H, m)	75.7	3.45 (1H, m)
3'	77.4	4.13 (1H, t, $J = 9.6$ Hz)	77.4	4.13 (1H, t, $J = 9.6$ Hz)	84.4	4.13 (1H, t, $J = 9.6$ Hz)
4'	70.5	5.10 (1H, t, $J = 9.6$ Hz)	70.5	5.10 (1H, t, $J = 9.6$ Hz)	70.6	4.99 (1H, t, $J = 9.6$ Hz)
5'	78.1	3.78 (1H, m)	78.1	3.78 (1H, m)	75.4	3.78 (1H, m)
6'	62.4	3.66 (1H, m), 3.59 (1H, m)	62.3	3.66 (1H, m), 3.59 (1H, m)	64.7	3.66 (1H, m), 3.59 (1H, m)
Rha						
1''	102.4	5.19 (1H, brs)	102.4	5.17 (1H, brs)	102.9	5.20 (1H, d, $J = 1.8$ Hz)
2''	72.2	3.78 (1H, brs)	72.2	3.78 (1H, brs)	72.3	3.78 (1H, brs)
3''	72.3	3.53 (1H, m)	72.3	3.53 (1H, m)	72.6	3.53 (1H, m)
4''	73.8	3.27 (1H, t, $J = 9.6$ Hz)	73.8	3.27 (1H, t, $J = 9.6$ Hz)	74.0	3.27 (1H, t, $J = 9.6$ Hz)
5''	70.5	3.78 (1H, m)	70.5	3.78 (1H, m)	70.9	3.78 (1H, m)
6''	18.3	1.12 (3H, d, $J = 6.0$ Hz)	18.3	1.12 (3H, d, $J = 6.0$ Hz)	18.4	1.11 (3H, d, $J = 6.0$ Hz)
feruloyl						
1'''	127.9		127.8		127.8	
2'''	112.1	7.21 (1H, brs)	114.5	7.07 (1H, brs)	111.6	7.20 (1H, d, $J = 1.8$ Hz)
3'''	149.6		147.1		149.7	
4'''	151.1		150.2		151.5	
5'''	116.7	6.81 (1H, d, $J = 7.8$ Hz)	116.7	6.78 (1H, d, $J = 8.4$ Hz)	116.7	6.81 (1H, d, $J = 8.4$ Hz)
6'''	124.6	7.09 (1H, brd, $J = 8.4$ Hz)	123.6	6.96 (1H, brd, $J = 7.8$ Hz)	124.6	7.08 (1H, dd, $J = 8.4, 1.8$ Hz)
7'''	148.3	7.67 (1H, d, $J = 16.2$ Hz)	148.4	7.60 (1H, d, $J = 16.2$ Hz)	147.6	7.65 (1H, d, $J = 16.2$ Hz)
8'''	115.1	6.37 (1H, d, $J = 16.2$ Hz)	115.4	6.27 (1H, d, $J = 16.2$ Hz)	115.3	6.36 (1H, d, $J = 16.2$ Hz)
9'''	168.2		168.2		169.3	
OCH <sub>3</sub>	56.7	3.90 (3H, s)			56.7	3.89 (3H, s)
					56.6	3.82 (3H, s)

1 267 [2M+Na]<sup>+</sup>, 分子式为 C<sub>29</sub>H<sub>34</sub>O<sub>15</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) 和 <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) 数据见表 2。以上数据与文献报道基本一致<sup>[22]</sup>, 故鉴定化合物 **3** 为圆齿列当苷。

化合物 **4**: 淡黄色粉末。ESI-MS *m/z*: 675 [M+Na]<sup>+</sup>, 1 327 [2M+Na]<sup>+</sup>, 分子式 C<sub>31</sub>H<sub>40</sub>O<sub>15</sub>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) 和 <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) 数据见表 2。以上数据与文献报道基本一致<sup>[23]</sup>, 故鉴定化合物 **4** 为异角胡麻苷。

#### 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 [M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [2] 杨永昌. 藏药志 [M]. 西宁: 青海人民出版社, 1991.
- [3] 晏永明, 董小萍, 程永现. 角蒿属药用植物化学与活性研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2010, 6(4): 119-125.
- [4] Chi Y M, Nakamura M, Zhao X Y, *et al.* A monoterpene alkaloid from *Incarvillea sinensis* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2005, 53(9): 1178-1179.
- [5] Fu J J, Jin H Z, Shen Y H, *et al.* Two novel monoterpene alkaloid dimers from *Incarvillea arguta* [J]. *Helv Chim Acta*, 2007, 90(11): 2151-2155.
- [6] Su Y Q, Shen Y H, Lin S, *et al.* Two new alkaloids from *Incarvillea mairei* var. *grandiflora* [J]. *Helv Chim Acta*, 2009, 92(1): 165-170.
- [7] Huang D S, Zhang W D, Pei Y H, *et al.* Two new alkaloids from *Incarvillea sinensis* [J]. *Helv Chim Acta*, 2009, 92(8): 1558-1661.
- [8] Fu J J, Qin J J, Zeng Q, *et al.* Two new monoterpene alkaloid derivatives from the roots of *Incarvillea arguta* [J]. *Arch Pharm Res*, 2011, 34(2): 199-202.
- [9] Chi Y M, Nakamura M, Zhao X Y, *et al.* A novel macrocyclic spermine alkaloid from *Incarvillea sinensis* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2007, 9(2): 115-118.
- [10] Huang Z S, Pei Y H, Shen Y H, *et al.* Cyclohexyl-ethanol derivatives from the roots of *Incarvillea mairei* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2009, 11(5): 522-527.
- [11] Lu T, Zhang W D, Pei Y H, *et al.* A new iridoid from *Incarvillea delavayi* [J]. *Chin Chem Lett*, 2007, 18(12): 1512-1514.
- [12] Yan Y M, Hu M, Yang M, *et al.* Terpenoids from *Incarvillea arguta* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2013, 15(1): 9-14.
- [13] Fu J J, Qin J J, Zeng Q, *et al.* Four new sesquiterpenoids from the roots of *Incarvillea arguta* against lipopolysaccharide-induced nitric oxide production [J]. *Chem Pharm Bull*, 2010, 58(9): 1263-1266.
- [14] Fu J J, Wang L Y, Li H L, *et al.* Argutalactone, an unprecedented sesquiterpenoid lactone with a 6/5/7 tricyclic system from *Incarvillea arguta* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2012, 14(5): 496-502.
- [15] 莫小宇, 麦景标. 两头毛乙酸乙酯部位化学成分研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(24): 178-180.
- [16] 苏永庆, 沈云亨, 张卫东. 大花鸡肉参的化学成分研究 [J]. 药学实践杂志, 2008, 26(3): 166-168.
- [17] Wu J, Zhang S, Xiao Q, *et al.* Phenylethanoid and aliphatic alcohol glycosides from *Acanthus ilicifolius* [J]. *Phytochemistry*, 2003, 63(4): 491-495.
- [18] Fu G M, Pang H H, Wong Y H. Naturally occurring phenylethanoid glycosides: potential leads for new therapeutics [J]. *Curr Med Chem*, 2008, 15(25): 2592-2613.
- [19] 郑晓珂, 刘媛媛, 冯卫生, 等. 天然苯乙醇苷类化合物研究进展 [J]. 中国新药杂志, 2011, 20(3): 230-234.
- [20] 卢涛. 红波罗花的化学成分与生物活性研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2008.
- [21] Li C Q, Li B G, Qi H Y, *et al.* Three cyclooctapeptides and one glycoside from *Microtoena prainiana* [J]. *J Nat Prod*, 2004, 67(6): 978-982.
- [22] 宋志宏, 屠鹏飞, 赵玉英, 等. 管花肉苁蓉的苯乙醇苷类成分 [J]. 中草药, 2000, 31(11): 808-810.
- [23] 褚洪标, 曾红, 梁生林, 等. 二歧马先蒿苯丙素类活性成分研究 [J]. 中草药, 2014, 45(9): 1223-1227.