

# 广东紫珠中的苯丙素类化合物及其抗菌活性

杨智颖<sup>1</sup>,袁欢<sup>1</sup>,周莹<sup>2</sup>,林朝展<sup>1</sup>,彭光天<sup>1</sup>,吴爱芝<sup>1\*</sup>,祝晨蓀<sup>1</sup>

<sup>1</sup>广州中医药大学中药学院;<sup>2</sup>广州中医药大学基础医学院,广州 510006

**摘要:**采用多种色谱技术从岭南常用药材广东紫珠(*Callicarpa kwangtungensis*)地上部分醇提物中分离得到10个苯丙素类化合物,通过波谱分析和文献数据对照,将其分别鉴定为3-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-[4-(3-hydroxy-1-(*E*)-propenyl)-2,6-dimethoxyphenoxy]-propyl- $\beta$ -*D*-glucopyranoside (**1**)、peioside A (**2**)、syringalide A 3'- $\alpha$ -*L*-rhanmopyranoside (**3**)、parvifloroside A (**4**)、leucosceptoside B (**5**)、alyssonoside (**6**)、longissimoside B (**7**)、acteoside (**8**)、forsythoside B (**9**)和poliumoside (**10**)。其中,化合物**1**为首次从马鞭草科植物中分离得到,化合物**4**为首次从紫珠属植物中分离得到,化合物**2**、**5**和**7**均为首次从该植物中分离得到。抑菌实验结果表明,广东紫珠中4个含量较为丰富的苯丙素类化合物**6**、**8**、**9**和**10**对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和绿脓杆菌具有一定程度的抑制活性。研究结果为广东紫珠在抑菌方面的临床应用提供了参考依据。

**关键词:**马鞭草科;广东紫珠;苯丙素类化合物;抑菌

中图分类号:R284

文献标识码:A

文章编号:1001-6880(2019)11-1928-06

DOI:10.16333/j.1001-6880.2019.11.011

## Phenylpropanoid compounds isolated from *Callicarpa kwangtungensis* and antibacterial activity research

YANG Zhi-ying<sup>1</sup>, YUAN Huan<sup>1</sup>, ZHOU Ying<sup>2</sup>, LIN Chao-zhan<sup>1</sup>, PENG Guang-tian<sup>1</sup>, WU Ai-zhi<sup>1\*</sup>, ZHU Chen-chen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Pharmaceutical, Sciences, Guangzhou University of Chinese Medicine;

<sup>2</sup>School of Basic Medical Science, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China

**Abstract:** Ten phenylpropanoid compounds were isolated and purified from ethanol extract of *Callicarpa kwangtungensis* by several chromatographys. Based on spectral analysis and the comparison of literatures, these compounds were identified as 3-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-[4-(3-hydroxy-1-(*E*)-propenyl)-2,6-dimethoxyphenoxy]-propyl- $\beta$ -*D*-glucopyranoside (**1**), peioside A (**2**), syringalide A 3'- $\alpha$ -*L*-rhanmopyranoside (**3**), parvifloroside A (**4**), leucosceptoside B (**5**), alyssonoside (**6**), longissimoside B (**7**), acteoside (**8**), forsythoside B (**9**) and poliumoside (**10**). Compound **1** was firstly isolated from the plants of Verbenaceae, and compound **4** was firstly isolated from the plants of *Callicarpa* genus, while compounds **2**, **5** and **7** were obtained from this plant for the first time. The bacteriostatic activity results showed that four phenylpropanoids (compound **6**, **8**, **9** and **10**) widespread in *C. kwangtungensis* had inhibitory activity against *S. aureus*, *E. coli* and *P. aeruginosa* to some extent. This study provided the experimental basis for the clinical application of *C. kwangtungensis* in antibacterial fields.

**Key words:** verbenaceae; *Callicarpa kwangtungensis*; phenylpropanoid compounds; antibacterial activity

广东紫珠(*Callicarpa kwangtungensis* Chun.)为马鞭草科紫珠属(*Callicarpa* L.)落叶灌木,为该属代表性药用植物,主要分布在长江以南江西、广东、福建等地,在江西和湖南等地有广泛栽培<sup>[1]</sup>。目前

广东紫珠已收录于2015版《中国药典》,药用部位为干燥的茎枝及叶,具有收敛止血、散瘀、清热解毒等功效,主要用于治疗偏头痛吐血跌肿痛和外伤出血。广东紫珠是“抗宫炎片”及“抗宫炎胶囊”的主要原料药,为民间临床妇科及各科出血症的常用药物。本课题组成员近几年来对紫珠属植物藤紫珠(*C. peii*)、枇杷叶紫珠(*C. kochiana*)、全缘叶紫珠(*C. integerrima*)、裸花紫珠(*C. nudiflora*)和长柄紫

收稿日期:2019-06-19 接受日期:2019-10-11

基金项目:国家自然科学基金(81603269);广东省自然科学基金(2015A030310491)

\*通信作者 Tel:86-20-39358075; E-mail:wuaizhi@gzucm.edu.cn

珠(*C. longipes*)的化学成分进行了较为系统地研究<sup>[2,3]</sup>,发现苯丙素类成分在该属植物中含量尤为丰富,为该属植物中高级性部位的主要化学成分类型,目前文献报道的有30余种。现代药理研究表明,苯丙素类化合物具有抗氧化、抗炎、抑菌、止血等多种生物活性<sup>[4]</sup>。为了丰富广东紫珠中苯丙素类成分的化学结构类型并为其后续药理活性研究奠定丰富的物质基础,本文对广东紫珠甲醇提取物中的苯丙素类成分进行了分离鉴定研究,从中得到10个苯丙素类化合物分别鉴定为3-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-[4-(3-hydroxy-1-(*E*)-propenyl)-2,6-dimethoxyphenoxy-propyl- $\beta$ -D-glucopyranoside (**1**)、peinoside A (**2**)、syringalide A 3'- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside(**3**)、parvifloroside A (**4**)、leucosceptoside B (**5**)、alyssonoside (**6**)、longissimoside B (**7**)、acteoside (**8**)、forsythoside B (**9**)和 poliumoside (**10**)。其中,化合物**1**为首次从马鞭草科植物中分离得到,化合物**4**为首次从紫珠属中分离得到,化合物**2**、**5**、**7**均为首次从该植物中分离得到。这10个苯丙素类成分中化合物**2**~**10**结构类似,为苯丙烯酸类衍生物,而化合物**1**区别于其他9种化合物,其结构中含有未被苷化的苯丙烯酸醇结构单元,该结构在马鞭草科和紫珠属植物中的首次发现对从化学成分角度探讨广东紫珠在该科属中的植物化学分类具有指导意义。查阅文献发现有关广东紫珠抗菌活性研究鲜有报道,为了进一步挖掘广东紫珠在抗菌方面的药理活性,本课题组在系统分离广东紫珠中苯丙素类成分的基础上,选择其中含量较为丰富的化合物**6**、**8**、**9**和**10**进行抗菌活性研究,分别探讨这4个化合物对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和绿脓杆菌的抑制作用,以期在广东紫珠抗菌作用机制的深入研究和临床应用提供科学依据。

## 2 仪器与材料

DRX 400 型核磁共振仪(德国 Bruker 公司); Triple TOF 5600 质谱仪(美国 AB Sciex 公司);制备液相(北京慧德易科技有限责任公司);制备色谱柱(kromasil 100-5 C<sub>18</sub>柱,10 mm × 250 mm,5  $\mu$ m,瑞典);AB-8 型大孔树脂(天津南开大学化工厂);Diaion HP 20 型大孔树脂(日本三菱化学公司);Sephadex LH 20(GE Healthcare);YMC ODS-A-HG(北京慧德易科技有限责任公司);MCI gel CHP20/P1(日本三菱化学公司);金石蚕苷(成都普菲德生物科技有限公司,纯度 >98%)、连翘酯苷 B 和毛蕊花糖苷

(从紫珠属植物藤紫珠中分离得到,纯度 >98%)。金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*),大肠杆菌(*Escherichia coli*)和绿脓杆菌(*Pseudomonas aeruginosa*),均购于上海中科康泰生物有限公司。

实验所用广东紫珠栽培品于2016年购置于江西萍乡,经广州中医药大学中药鉴定学教研室彭光天讲师鉴定为马鞭草科紫珠属植物广东紫珠(*C. kwangtungensis*)的地上部分,自然晾干,剪切粉碎后粗粉备用。原植物凭证标本保存于广州中医药大学药用植物研究室。

## 2 提取与分离

将12 kg 干燥广东紫珠枝和叶粉碎过40目筛,然后置于渗漉筒中用甲醇反复提取,提取液合并减压浓缩后得到浸膏1 kg。然后用适量蒸馏水溶解,再依次用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇进行萃取,萃取液分别减压浓缩至干,得到石油醚部位85 g,乙酸乙酯部位108 g,正丁醇部位400 g,水部位260 g。

取正丁醇萃取物(390 g)经 AB-8 型大孔树脂柱层析,依次以0%、20%、40%、70%、100% 甲醇梯度洗脱,TLC 检测,合并相似流份,减压浓缩得到5个不同梯度甲醇洗脱组分 Fr. 1 ~ Fr. 5。Fr. 2 组分分别经 MCI gel 和 Sephadex LH-20 凝胶柱层析,以20% 甲醇洗脱得到化合物**2**(160 mg)。Fr. 3 经 Diaion HP-20 型大孔树脂柱层析,分别以40% 甲醇和60% 甲醇洗脱得到 Fr. 3-1 和 Fr. 3-2 组分,Fr. 3-1 组分经 Sephadex LH-20 凝胶柱层析,以20% 甲醇洗脱得到化合物**3**(57 mg)、化合物**4**(53 mg),化合物**1**(20 mg);Fr. 3-2 组分分别经 Sephadex LH-20 和 RP-C<sub>18</sub> 柱层析,以20% 甲醇洗脱得到化合物**6**(359 mg)、化合物**8**(429 mg)、化合物**9**(1445 mg)、化合物**10**(516 mg)。Fr. 4 经 Sephadex LH-20 凝胶柱层析,以20% 甲醇洗脱,后经高压制备液相,以乙腈:水(20:80)洗脱,得到化合物**5**(25 mg)和化合物**7**(50 mg)。

## 3 结构鉴定

化合物**1** 浅黄色无定型粉末;10%的硫酸-乙醇显暗紫色,ESI-MS:  $m/z$  569 [M + H]<sup>+</sup>; <sup>1</sup>H NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$  7.08 (1H, d,  $J$  = 2.0 Hz, H-2), 6.92 (1H, dd,  $J$  = 8.2, 1.8 Hz, H-6), 6.77 (2H, s, H-3', 5'), 6.75 (1H, d,  $J$  = 8.1 Hz, H-5), 6.55 (1H, d,  $J$  = 15.9 Hz, H-7'), 6.33 (1H, dt,  $J$  = 15.7, 5.6 Hz, H-8'), 5.14 (1H, d,  $J$  = 6.6 Hz, H-7), 4.59 (1H, d,  $J$  = 7.6 Hz, H-1''), 4.29 (1H, dt,  $J$  = 6.6, 3.

6 Hz, H-8), 4.22 (2H, dd,  $J = 5.6, 1.5$  Hz, H-9'), 3.88 (6H, s, 2'-OMe, 6'-OMe), 3.85 (3H, s, 3-OMe), 3.74 (1H, m, H-9a), 3.60 (2H, dd,  $J = 12.1, 3.7$  Hz, H-9b, 6''a), 3.37 (1H, m, H-5''), 3.32 (2H, m, H-2'', 4''), 3.20 (1H, m, H-6''b), 3.18 (1H, m, H-3');  $^{13}\text{C}$  NMR (100 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$  131.8 (C-1), 112.6 (C-2), 148.5 (C-3), 147.2 (C-4), 115.7 (C-5), 121.3 (C-6), 82.2 (C-7), 87.0 (C-8), 62.5 (C-9); 136.0 (C-1'), 154.5 (C-2', 6'), 104.8 (C-3', 5'), 135.0 (C-4'), 131.2 (C-7'), 130.0 (C-8'), 63.6 (C-9'); 105.2 (C-1''), 75.6 (C-2''), 78.0 (C-3''), 71.4 (C-4''), 77.8 (C-5''), 61.2 (C-6''), 56.7 (2', 6'-OMe), 56.4 (3-OMe); 上述数据与文献<sup>[5]</sup>基本一致,故鉴定化合物为 3-hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-[4-(3-hydroxy-1-(*E*)-propenyl)-2, 6-dimethoxyphenoxy]-propyl- $\beta$ -*D*-glucopyranoside。

**化合物 2** 浅黄色无定型粉末;ESI-MS:  $m/z$  643 [ $\text{M} + \text{Na}$ ]<sup>+</sup>;  $^1\text{H}$  NMR (400 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$  7.58 (1H, d,  $J = 15.6$  Hz, H-7'), 7.06 (1H, s, H-2), 6.95 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz, H-5), 6.78 (1H, d,  $J = 7.4$  Hz, H-6), 6.28 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz, H-8'), 1.06 (3H, s, Rha-CH<sub>3</sub>), 4.60 (1H, d,  $J = 7.7$  Hz, H-1''), 5.16 (1H, d,  $J = 1.2$  Hz, H-1'''), 1.06 (3H, d,  $J = 5.6$  Hz, H-6'''), 5.11 (1H, d,  $J = 4.0$  Hz, H-1''''');  $^{13}\text{C}$  NMR (100 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ ) 数据见表 1。上述数据与文献<sup>[6]</sup>基本一致,故鉴定化合物为 peioside A。

**化合物 3** 浅黄色无定型粉末;10%的硫酸-乙醇显浅黄色,ESI-MS:  $m/z$  608 [ $\text{M} + \text{Li}$ ]<sup>+</sup>;  $^1\text{H}$  NMR (400 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$  7.60 (1H, d,  $J = 15.7$  Hz, H-7'), 7.07 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-6'), 6.96 (2H, d,  $J = 6.1$  Hz, H-2, 6), 6.78 (2H, d,  $J = 7.1$  Hz, H-3, 5), 6.70 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz, H-2'), 6.56 (1H, dd,  $J = 8.0, 2.0$  Hz, H-3'), 6.29 (1H, d,  $J = 14.8$  Hz, H-

8'), 5.19 (1H, d,  $J = 1.6$  Hz, H-1'''), 4.63 (1H, d,  $J = 6.8$  Hz, H-1''), 1.15 (3H, d,  $J = 6$  Hz, H-6''');  $^{13}\text{C}$  NMR (100 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ ) 数据见表 1。上述数据与文献<sup>[7]</sup>基本一致,故鉴定化合物为 syringalide A 3'- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside。

**化合物 4** 浅黄色无定型粉末;10%的硫酸-乙醇显紫红色,ESI-MS:  $m/z$  623 [ $\text{M}-\text{H}$ ]<sup>-</sup>;  $^1\text{H}$  NMR (400 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$  7.55 (1H, d,  $J = 15.6$  Hz, H-7'), 7.03 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-2'), 6.88 (1H, dd,  $J = 7.8, 1.8$  Hz, H-6'), 6.77 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-2), 6.69 (1H, d,  $J = 7.8$  Hz, H-5'), 6.58 (1H, d,  $J = 7.8$  Hz, H-5), 6.52 (1H, dd,  $J = 7.8, 1.8$  Hz, H-6), 6.28 (1H, d,  $J = 15.6$  Hz, H-8'), 5.18 (1H, brs, H-1'''), 4.34 (1H, d,  $J = 7.8$  Hz, H-1''), 3.92 (2H, m, H-8), 2.76 (2H, m, H-7), 1.25 (3H, d,  $J = 5.1$  Hz, H-6''');  $^{13}\text{C}$  NMR (100 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ ) 数据见表 1。上述数据与文献<sup>[8]</sup>基本一致,故鉴定化合物为 parvifloroside A。

**化合物 5** 浅黄色无定型粉末;10%的硫酸-乙醇显暗紫色,ESI-MS:  $m/z$  807 [ $\text{M} + \text{Na}$ ]<sup>+</sup>, 783 [ $\text{M}-\text{H}$ ]<sup>-</sup>;  $^1\text{H}$  NMR (400 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$  7.66 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz, H-7'), 7.20 (1H, brs, H-2'), 7.08 (1H, d,  $J = 8.2$  Hz, H-6'), 6.66 (1H, d,  $J = 1.3$  Hz, H-2), 6.59 (1H, d,  $J = 8.2$  Hz, H-6), 6.39 (1H, d,  $J = 15.9$  Hz, H-8'), 5.19 (1H, brs, H-1'''), 4.95 (1H, d,  $J = 0.8$  Hz, H-1'''''), 4.37 (1H, d,  $J = 7.7$  Hz, H-1''), 3.84 (3H, s, 3'-OCH<sub>3</sub>), 3.30 (3H, s, 4-OCH<sub>3</sub>), 2.86 (2H, t,  $J = 6.7$  Hz, H-7), 1.09 (3H, d,  $J = 6.0$  Hz, H-6''');  $^{13}\text{C}$  NMR (100 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ ) 数据见表 1。上述数据与文献<sup>[9]</sup>基本一致,故将化合物鉴定为 leucosceptoside B。

表 1 化合物 2~7 的  $^{13}\text{C}$  NMR 数据值 ( $\text{CD}_3\text{OD}$ )

Table 1  $^{13}\text{C}$  NMR data of compounds 2-7 ( $\text{CD}_3\text{OD}$ )

Position	2	3	4	5	6	7
1		130.9	131.1	131.5	131.3	132.8
2		115.9	114.5	116.5	116.3	117.0
3		140.0	146.5	147.9	145.8	147.5
4		149.3	144.3	145.9	144.4	147.3
5		130.9	116.8	113.7	117.0	112.8

续表 1 (Continued Tab. 1)

Position	2	3	4	5	6	7
6		116.1	121.1	122.4	121.3	121.1
7		36.2	36.4	36.8	36.3	36.5
8		71.5	72.2	72.3	72.1	72.2
1'	127.8	127.2	127.4	127.6	127.4	127.6
2'	111.0	114.2	114.8	111.8	111.6	111.7
3'	147.0	147.6	147.0	149.4	149.1	149.3
4'	148.1	146.4	149.3	149.3	150.4	147.9
5'	115.4	116.7	116.3	116.3	116.2	112.8
6'	123.5	122.9	123.0	124.4	124.2	124.4
7'	149.9	144.2	145.8	148.8	147.8	147.8
8'	127.8	116.1	116.1	115.2	114.9	115.1
9'	168.4	167.7	168.9	168.1	168.0	168.0
Glc-1''	98.2	101.7	104.1	104.2	103.9	104.2
2''	77.4	73.3	83.6	74.6	75.8	76.2
3''	78.2	80.2	75.4	81.5	81.4	81.4
4''	72.2	70.0	70.1	70.4	71.8	70.9
5''	79.4	73.5	75.1	76.2	74.9	74.6
6''	65.8	69.9	64.4	68.5	68.2	68.4
Rha-1'''	102.2	102.6	102.4	103.0	102.8	103.0
2'''	70.5	71.9	69.8	72.3	72.2	72.3
3'''	73.9	71.5	73.7	72.0	70.2	72.0
4'''	74.8	77.7	72.0	73.8	74.2	73.7
5'''	72.4	71.0	71.9	70.9	70.7	70.4
6'''	18.6	18.0	17.6	18.4	18.3	18.4
Api-1''''	103.3			111.1	110.7	111.0
2''''	74.8			78.1	77.9	78.0
3''''	80.8			80.6	80.4	80.6
4''''	75.2			75.1	73.5	75.1
5''''	70.6			68.5	65.4	65.6
4-OCH <sub>3</sub>				56.4		56.4
3'-OCH <sub>3</sub>				56.4	56.3	
4'-OCH <sub>3</sub>						56.4

**化合物 6** 浅黄色无定型粉末;10% 的硫酸-乙醇显绿色,ESI-MS:  $m/z$  771 [M + H]<sup>+</sup>; <sup>1</sup>H NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$  7.67 (1H, d,  $J$  = 15.8 Hz, H-7'), 7.19 (1H, s, H-2'), 7.09 (1H, d,  $J$  = 8.0 Hz, H-6'), 6.83 (1H, d,  $J$  = 7.7 Hz, H-6), 6.71 (1H, s, H-2), 6.58 (1H, d,  $J$  = 7.8 Hz, H-5), 6.71 (1H, d,  $J$  = 7.8 Hz, H-5'), 6.39 (1H, d,  $J$  = 15.8 Hz, H-8'), 5.20 (1H, s, H-1'''), 4.93 (1H, d,  $J$  = 4.0 Hz, H-

1''''), 4.37 (1H, d,  $J$  = 7.6 Hz, H-1''), 3.70 ~ 4.04 (1H, m, H-8), 2.79 (1H, t, H-7), 1.10 (3H, d,  $J$  = 2.6 Hz, H-6'''); <sup>13</sup>C NMR (100 MHz, CD<sub>3</sub>OD) 数据见表 1。上述数据与文献<sup>[10]</sup>基本一致,故鉴定化合物为 alyssonoside。

**化合物 7** 浅黄色无定型粉末;10% 的硫酸-乙醇显暗紫色,ESI-MS:  $m/z$  807 [M + Na]<sup>+</sup>, 783 [M-H]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H NMR (400 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$  7.67 (1H, d,  $J$  =

15.8 Hz, H-7'), 7.22 (1H, d,  $J = 1.9$  Hz, H-2'), 7.10 (1H, d,  $J = 8.2$  Hz, H-6'), 6.84 (1H, d,  $J = 8.2$  Hz, H-5'), 6.84 (1H, d,  $J = 8.2$  Hz, H-5), 6.75 (1H, d,  $J = 1.7$  Hz, H-2), 6.71 (1H, dd,  $J = 8.1, 1.8$  Hz, H-6), 6.38 (1H, d,  $J = 15.9$  Hz, H-8'), 5.20 (1H, brs, H-1'''), 4.38 (1H, d,  $J = 7.7$  Hz, H-1''), 3.90 (3H, s, 4'-OCH<sub>3</sub>), 3.83 (3H, s, 4-OCH<sub>3</sub>), 2.86 (2H, t,  $J = 6.7$  Hz, H-7), 1.09 (3H, d,  $J = 6.0$  Hz, H-6'''); <sup>13</sup>C NMR (100 MHz, CD<sub>3</sub>OD) 数据见表 1。上述数据与文献<sup>[11]</sup>基本一致,故将化合物鉴定为 longissimoside B。

化合物 8、9、10 均为浅黄色无定型粉末, ESI-MS:  $m/z$  623 [M-H]<sup>-</sup>,  $m/z$  755 [M-H]<sup>-</sup>,  $m/z$  793 [M + Na]<sup>+</sup>, 分别与对照品对照, 依次确定化合物 8 为 ac-teoside(毛蕊花糖苷), 化合物 9 为 forsythoside B(连翘酯苷 B), 化合物 10 为 poliumoside(金石蚕苷)。

#### 4 抑菌活性测试

选择广东紫珠中含量较为丰富的 4 种苯丙素类

化合物 6、8、9 和 10, 分别用 DMSO 溶解配制成 20 和 10 mg/mL 的溶液, DMSO 作为空白对照, 左氧氟沙星 (50 μg/mL) 作为阳性对照, 采用纸片扩散法<sup>[12]</sup>, 分别吸取各溶液 10 μL 置于经高压灭菌后的无菌滤纸片上, 放于烘箱烘干。取生长于普通营养琼脂斜面上的三种试验菌, 制成菌悬液, 浓度稀释为  $1.0 \times 10^6$  CFU/mL。取菌悬液各 0.2 mL 于培养基上, 用涂布棒将菌液涂布均匀。用镊子将含药纸片贴于含有不同菌种的培养基平板上, 置于 37 °C 恒温培养箱中倒置培养 24 h, 观察抑菌圈大小, 每个浓度重复三次。分别测试 4 种苯丙素类化合物对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和绿脓杆菌的抑制作用, 结果见表 2。与空白组菌圈直径 6 mm 对比可知, 这 4 种苯丙素类化合物在相应浓度下对所试菌类均具有不同程度的抑制作用, 且抑菌效果呈量效关系。其中, 化合物 6 的抑菌能力略优于其他 3 种化合物, 推测该化合物中苯丙烯酸 4 位酚羟基的甲氧基化对抑菌活性具有增效作用。

表 2 苯丙素类化合物的抑菌活性 (mm)

Table 2 Antibacterial activity of four phenylpropanoid compounds (mm)

化合物 Compound	浓度 Concentration	金黄色葡萄球菌 <i>S. aureus</i>	大肠杆菌 <i>E. coli</i>	绿脓杆菌 <i>P. aeruginosa</i>
左氧氟沙星 Levofloxacin	50 μg/mL	28.3 ± 0.22	26.0 ± 0.10	25.5 ± 0.17
6	20 mg/mL	7.83 ± 0.41	7.83 ± 0.40	7.67 ± 0.51
	10 mg/mL	7.00 ± 0.01	7.00 ± 0.02	7.17 ± 0.41
	20 mg/mL	7.67 ± 1.03	7.50 ± 0.55	7.50 ± 0.55
8	10 mg/mL	7.00 ± 0.01	7.00 ± 0.02	7.00 ± 0.63
	20 mg/mL	7.50 ± 0.55	7.33 ± 0.52	7.50 ± 0.54
9	10 mg/mL	6.83 ± 0.41	6.83 ± 0.41	7.00 ± 0.63
	20 mg/mL	7.83 ± 0.41	7.50 ± 0.83	7.67 ± 0.51
10	10 mg/mL	6.83 ± 0.40	7.00 ± 0.03	7.00 ± 0.02

注: 数据用均数 ± SD 标准差表示 ( $n = 3$ )。

Note: Data are expressed as mean ± SD ( $n = 3$ ).

#### 5 结果与讨论

从广东紫珠地上部分醇提取物中分离并鉴定得到 10 个苯丙素类成分, 其中化合物 1 为单糖苷, 化合物 3、4 和 8 为二糖苷, 化合物 2、5、6、7、9 和 10 为三糖苷。系统化学成分分离结果表明苯丙素类成分具有良好的水溶性, 主要分布在广东紫珠中高级性部位。从化学结构分析, 化合物 1 显著区别于化合物 2~10, 其结构中含有未被苷化的苯丙烯酸结构单元, 该化合物为马鞭草科植物中首次发现, 研究结果

为从植物化学角度探讨苯丙素类成分在科、属、种的分布规律和生合成途径提供了重要的指导意义。在化学成分分离的基础上, 选择广东紫珠中含量较高的苯丙素类化合物 6、8、9 和 10 进行抑菌活性测试, 发现这 4 种化合物对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和绿脓杆菌均具有不同程度的抑制活性, 且具有量效关系, 其中化合物 6 的抑菌活性与其它 3 种化合物相比效果最佳。上述研究为广东紫珠在抗菌活性方面的进一步开发利用和临床应用提供了科学依据。

## 参考文献

- 1 Flora of China Editorial Committee of Chinese Academy of Sciences. The Flora of China(中国植物志)[M]. Beijing: Science Press, 2004, 65(1):74-75.
  - 2 Wu AZ, Zhai YJ, Zhao ZX, et al. Phenylethanoid glycosides from the stems of *Callicarpa peii* (hemostatic drug) [J]. Fitoterapia, 2013, 84:237-241.
  - 3 Wu AZ, Lin CZ, Zhai YJ, et al. Investigation of the interaction between two phenylethanoid glycosides and bovine serum albumin by spectroscopic methods [J]. J Pharmaceut Anal, 2013, 3:61-65.
  - 4 Wu AZ, Lin CZ, Zhu CC. Progress in structure-activity relationship of phenylethanoid glycosides [J]. Nat Prod Res Dev (天然产物研究与开发), 2013, 25:862-865.
  - 5 Takara K, Matsui D, Wada K, et al. New antioxidative phenolic glycosides isolated from kokuto non-centrifuged cane sugar [J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2002, 66(1):29-35.
  - 6 Wu AZ, Zhai YJ, Zhao ZX, et al. Phenylethanoid glycosides from the stems of *Callicarpa peii* (hemostatic drug) [J]. Fitoterapia, 2013, 84:237-241.
  - 7 Rahman A. Studies in natural products chemistry [M]. New York: Elsevier, 2006, 33:645-674.
  - 8 Ahmad VU, Arshad S, Bader S, et al. New phenethyl alcohol glycosides from *Stachys parviflora* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2006, 8:105-111.
  - 9 Miyase T, Koizumi A, Ueno A, et al. Studies on the acyl glycosides from *Leucoseptrum japonicum* (Miq.) Kitamura et Murata [J]. Chem Pharm Bull, 1982, 30:2732-2737.
  - 10 Calis I, Hosny M, Khalifa T, et al. Phenylpropanoid glycosides from *Marrubium alysson* [J]. Phytochemistry, 1992, 31:3624-3626.
  - 11 Jing QY, Li Q, Lu H, et al. Two new phenylethanoid glycosides from *Callicarpa longissima* [J]. Helv Chim Acta, 2015, 98:482-489.
  - 12 Bai XH, Liu XL, Liu D, et al. Isolation and identification of an endophytic bacterium from *Polygonatum cyrtonema* and its antibacterial activity [J]. Nat Prod Res Dev (天然产物研究与开发), 2018, 30:777-782.
- 
- (上接第 1940 页)
- 14 Wagner H, Obermeier G, Chair VM, et al. Flavonoid-C-Glycosides From *Triticum aestivum* L. [J]. J Nat Prod, 1980, 43:583-587.
  - 15 Ding C Li Q, Li P, et al. Distribution and quantitative analysis of phenolic compounds in fractions of Japonica and Indica rice [J]. Food Chem, 2019, 274:384-391.
  - 16 Zhang JY, Tian HL, Zhang P, et al. Isolation and identification of phenolic compounds in Chinese purple yam and evaluation of antioxidant activity [J]. LWT-Food Sci Technol, 2018, 96:161-165.
  - 17 Kabo OA, Farnsworth NR, Santisuk T, et al. Phenolic, iridoid and ionyl glycosides from *Homalium ceylanicum* [J]. Phytochemistry, 1993, 32:747-754.
  - 18 Liao SG, Wang Z, Li J, et al. Cytotoxic sesquiterpene lactones from *Vernonia bockiana* [J]. Chin J Nat Med, 2012, 10:230-233.
  - 19 Yuniko Y, Masayoshi I. Synthesis of optically active vomifolol and roseoside stereoisomers [J]. Chem Pharm Bull, 2005, 53:541-546.
  - 20 Wang ZY, Wang LN, Qiu L, et al. Isolation and identification of phenolic constituents of *Sanguisorbae Radix* [J]. Chin J Exp Tradit Med Form (中国实验方剂学杂志), 2017, 23(8):82-85.
  - 21 Xiao MT, Ye J, Hong BB, et al. Chemical constituents of *Artemisia lactiflora* [J]. Chin Pharm J (中国药学杂志), 2011, 46:414-417.