

半数抑制浓度(IC<sub>50</sub>),见表 1。结果表明化合物 5、6、8~ 10 对肝癌 HepG2、乳腺癌 MCF7 和胃癌 SGC7901 实体肿瘤细胞生长的抑制作用较强。

表 1 不同化合物对不同肿瘤细胞株的 IC<sub>50</sub>

| 化合物      | 悬浮白血病细胞                                      |        |       | 贴壁实体肿瘤细胞                                     |             |               |
|----------|----------------------------------------------|--------|-------|----------------------------------------------|-------------|---------------|
|          | IC <sub>50</sub> / (μmol • L <sup>-1</sup> ) |        |       | IC <sub>50</sub> / (μmol • L <sup>-1</sup> ) |             |               |
|          | HL-60                                        | Jurkat | K562  | 肝癌<br>HepG2                                  | 乳腺癌<br>MCF7 | 胃癌<br>SGC7901 |
| 1        | > 40                                         | > 40   | > 40  | 9.95                                         | > 40        | 39.5          |
| 2        | > 40                                         | > 40   | > 40  | > 40                                         | > 40        | > 40          |
| 3        | 20.58                                        | 16.96  | 17.65 | 8.17                                         | > 40        | 9.92          |
| 4        | 18.28                                        | 13.46  | 15.25 | 7.14                                         | > 40        | 7.32          |
| 5        | 3.50                                         | 3.95   | 4.35  | 1.13                                         | 1.23        | 1.85          |
| 6        | 3.11                                         | 4.32   | 5.25  | 1.14                                         | 1.51        | 1.72          |
| 8        | 2.45                                         | 2.84   | 2.76  | 0.16                                         | 0.56        | 0.44          |
| 9        | 2.92                                         | 4.21   | 3.14  | 1.13                                         | 0.89        | 0.34          |
| 10       | 2.41                                         | 4.54   | 3.24  | 1.16                                         | 1.02        | 0.59          |
| 10-羟基喜树碱 | 0.04                                         | 0.03   | 1.60  | 11.90                                        | 16.81       | 19.80         |
| 顺铂       | 1.92                                         | 3.66   | 17.63 | 4.58                                         | 57.25       | 5.79          |

5 讨论

文献报道<sup>[2~4]</sup>从玉簪地下部分分离出的甾体皂苷类化合物对 HL-60 肿瘤细胞有较强的抑制活性,本课题组在此基础上对玉簪的花进行了化学成分和抗肿瘤活性的研究,研究结果显示化合物 5、6、8~ 10 对贴壁实体肿瘤细胞 HepG2、乳腺癌 MCF7 和胃癌 SGC7901 有很好的细胞毒活性,并且效果明显强于阳性对照。同时还发现,以 gitogenin 为母核的一系列化合物中,当 3 位羟基上连的糖苷键的糖数量达到 3 以上时活性才相对较强,而其活性强弱与所连接糖的顺序及种类关系不大,只与相连的糖数量有比较密切的关系。在研究中发现,具有抗肿瘤活性的化合物在玉簪的花中量较高,特别是抗肿瘤活性相对较强的化合物 8 和 9,在该植物干燥花中

量分别达到 0.03% 和 0.05%,这就为该药用植物的可持续利用提供了依据和基础。

致谢:中国科学院昆明植物研究所杨艳课题组给予在抗肿瘤活性筛选上的帮助和支持。

参考文献:

[1] 汪发缙,唐进,吴征镒. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1980

[2] Mimaki Y, Kameyama A, Kuroda M, *et al.* Steroidal glycosides from the underground parts of *Hosta plantaginea* var. *japonica* and their cytostatic activity on leukemia HL-60 cells [J]. *Phytochemistry*, 1997, 44(2): 305-310

[3] Mimaki Y, Kuroda M, Kameyama A, *et al.* Steroidal saponins from the rhizomes of *Hosta sieboldii* and their cytostatic activity on HL-60 cells [J]. *Phytochemistry*, 1998, 48(8): 1361-1369

[4] Mimaki Y, Kanmoto T, Kuroda M, *et al.* Steroidal saponins from *Hosta longipes* and their inhibitory activity on tumor promoter-induced phospholipid metabolism of HeLa cells [J]. *Phytochemistry*, 1996, 42(4): 1065-1070

[5] Wang Y H, Gao S, Yang F M, *et al.* Structure elucidation and biomimetic synthesis of Hostasinine A, a new benzylphenethylamine alkaloid from *Hosta plantaginea* [J]. *Org Lett*, 2007, 9(25): 5279-5281

[6] Wang Y H, Zhang Z K, Yang F M, *et al.* Benzylphenethylamine alkaloids from *Hosta plantaginea* with inhibitory activity against tobacco mosaic virus and acetylcholinesterase [J]. *J Nat Prod*, 2007, 70: 1458-1461.

[7] Jain D C. Gitogenin-3-O-β-D-laminaribioside from the aerial part of *Agave cantala* [J]. *Phytochemistry*, 1987, 26(6): 1789-1790

[8] Achenbach H, Hübner H, Brandt W, *et al.* Cardioactive steroid saponins and other constituents from the aerial parts of *Tribulus cistoides* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 35(6): 1527-1543

[9] Yahara S, Ura T, Sakamoto C, *et al.* Steroidal glycosides from *Capsicum annum* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 37(3): 831-835

[10] Nakano K, Matsuda E, Tsurumi K, *et al.* The steroidal glycosides of the flowers of *Yucca gloriosa* [J]. *Phytochemistry*, 1988, 27(10): 3235-3239

珍珠莲中的黄酮类化学成分

王学贵<sup>1,2</sup>, 沈丽淘<sup>2</sup>, 曾芸芸<sup>2</sup>, 田永清<sup>1</sup>, 徐汉虹<sup>1\*</sup>

(1. 华南农业大学 天然农药与化学生物学教育部重点实验室, 广东 广州 510642;  
2 四川农业大学 农学院, 四川 雅安 625014)

摘要:目的 研究珍珠莲 *Ficus sarmentosa* var. *henryi* 中的黄酮类化学成分。方法 应用柱色谱技术分离纯化,核磁共振及质谱鉴定化合物结构。结果 从珍珠莲氯仿和醋酸乙酯层萃取物中分离得到 11 个黄酮类化合物,分

①收稿日期: 2009-11-15  
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30571235)  
作者简介: 王学贵(1976—),男,博士,四川乐山人,讲师,博士,主要从事植物化学成分研究。 E-mail: wanderwxg@scau.edu.cn  
\* 通讯作者 徐汉虹 E-mail: hxxu@scau.edu.cn

别鉴定为圣草酚(eriodictyol, 1)、高圣草酚(homoeriodictyol, 2)、槲皮素( quercetin, 3)、二氢槲皮素( dihydroquercetin, 4)、山柰酚( kaempferol, 5)、二氢山柰酚( dihydrokaempferol, 6)、柚皮素(naringenin, 7)、木犀草素( luteolin, 8)、芹菜素(apigenin, 9)、柯依利素( chrysoeriol, 10)、3', 5', 5, 7-四羟基二氢黄酮(3', 5', 5, 7-tetrahydroxyflavanone, 11)。

结论 化合物 1~ 11 均为首次从该植物中分离得到。

关键词: 珍珠莲; 黄酮; 圣草酚; 高圣草酚

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2010)04-0526-04

## Flavonoids from *Ficus sarmentosa* var. *henryi*

WANG Xue-gui<sup>1,2</sup>, SHEN Li-tao<sup>2</sup>, ZENG Yun-yun<sup>2</sup>, TIAN Yong-qing<sup>1</sup>, XU Han-hong<sup>1</sup>

(1 Key Laboratory of Natural Pesticide and Chemical Biology of Ministry of Education, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2 College of Agronomy, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

**Abstract: Objective** To investigate the chemical constituents of *Ficus sarmentosa* var. *henryi*.

**Methods** Column chromatographic techniques were used to isolate and purify the chemical constituents. NMR was employed for their structures. **Results** Eleven flavonoids were isolated and identified as the following: eriodictyol (1), homoeriodictyol (2), quercetin (3), dihydroquercetin (4), kaempferol (5), dihydrokaempferol (6), naringenin (7), luteolin (8), apigenin (9), chrysoeriol (10), and 3', 5', 5, 7-tetrahydroxyflavanone (11). **Conclusion** Compounds 1—11 are isolated from this plant for the first time

**Key words:** *Ficus sarmentosa* var. *henryi* (King) Corner; flavonoid; eriodictyol; homoeriodictyol

珍珠莲 *Ficus sarmentosa* var. *henryi* (King) Corner 为桑科榕属攀援藤状灌木, 本变种在我国广泛分布<sup>[1]</sup>。该植物具有祛风除湿、消肿止痛的功用, 主治风湿性关节炎、脱臼、疮疖等<sup>[2]</sup>, 但对其化学成分未见相关报道。为充分开发、利用其资源, 笔者对珍珠莲的化学成分进行了系统研究, 从醋酸乙酯和氯仿萃取物中分离得到 11 个黄酮类化合物, 经理化常数和波谱分析, 鉴定这些化合物为圣草酚(eriodictyol, 1)、高圣草酚(homoeriodictyol, 2)、槲皮素(quercetin, 3)、二氢槲皮素(dihydroquercetin, 4)、山柰酚(kaempferol, 5)、二氢山柰酚(dihydrokaempferol, 6)、柚皮素(naringenin, 7)、木犀草素(luteolin, 8)、芹菜素(apigenin, 9)、柯依利素(chrysoeriol, 10)、3', 5', 5, 7-四羟基二氢黄酮(3', 5', 5, 7-tetrahydroxyflavanone, 11)。化合物 1~ 11 均为首次从该植物中分离得到。

### 1 仪器和材料

Bruker Avance-600 型核磁共振仪(TMS 内标); ESI-MS 由中国科学院华南植物研究所代为测定, 仪器为 API 2000 LC/MS/MS(美国 Applied Biosystems 公司生产), 甲醇为溶剂, 直接进样; Kofler 型显微熔点仪, 温度未校正; 薄层色谱和柱色谱用硅胶(青岛海洋化工厂); 葡聚糖凝胶 Sephadex LH-20(瑞士 Pharmacia 公司)。珍珠莲全株于 2006 年 10 月采集于重庆直辖市南川市金佛山国家自然保护区, 由重庆药物研究所易思荣副研究员鉴定为

珍珠莲 *Ficus sarmentosa* var. *henryi* (King) Corner。

### 2 提取和分离

干燥的珍珠莲枝叶部分共 5 kg, 粉碎过 60 目筛, 用 20 L 甲醇冷浸提取 3 次, 合并提取液, 浓缩得浸膏 482.5 g, 浸膏用水分散悬浮, 依次用石油醚、氯仿、醋酸乙酯萃取, 得到石油醚萃取物 82.5 g、氯仿萃取物 38.5 g、醋酸乙酯萃取物 52.6 g。醋酸乙酯萃取物经过硅胶柱色谱氯仿-甲醇(98:2, 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 70:30, 60:40)梯度洗脱, 最后用甲醇冲柱, 分离合并为 18 个流份。第 3 流份通过正相硅胶柱色谱氯仿-甲醇(98:2, 95:5, 90:10, 85:15, 最后以甲醇冲柱)得到 12 个流份, 采用薄层色谱合并第 3~8 流份, 再经甲醇凝胶分离纯化, 分别得到化合物 1(5.2 mg)和 2(4.3 mg); 第 7 流份通过正相硅胶柱色谱氯仿-甲醇(95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 最后以甲醇冲柱), 得到 15 个流份, 采用薄层色谱将第 2~7、第 8~13 流份分别合并, 第 2~7 流份经甲醇凝胶分离纯化得到化合物 3(4.7 mg), 4(3.4 mg), 第 8~13 流份经甲醇凝胶分离纯化得到化合物 5(3.8 mg); 第 9 流份经正相硅胶柱色谱氯仿-甲醇(90:10, 85:15, 80:20, 75:25, 最后以甲醇冲柱)得到 14 个流份, 采用薄层色谱将第 1~5、6~12、13~15 流份合并, 第 1~5 流份经甲醇凝胶分离纯化得到化合物 6(4.3 mg), 第 8~13 流份经甲醇凝胶分离纯化得到化合物 7(12.5 mg)。

氯仿萃取物经柱色谱硅胶分离得到18个流份,经薄层色谱分别将第4~8,第10~16流份合并,第4~8流份经过正相硅胶柱色谱,氯仿-甲醇(95:5,90:10,85:15,80:20,最后以甲醇冲柱)得到12个流份,采用薄层色谱合并第2~10流份,再经甲醇凝胶分离纯化,分别得到化合物**8**(9.5 mg)和**9**(7.6 mg);第10~16流份经过正相硅胶柱色谱氯仿-甲醇(95:5,92:8,87:13,80:20,最后以甲醇冲柱)得到15个流份,采用薄层色谱合并第4~11流份,再经甲醇凝胶分离纯化,分别得到化合物**10**(6.5 mg)和**11**(6.2 mg)。

### 3 结构鉴定

**化合物1:** 淡黄色针晶(氯仿-甲醇), mp 262~263 °C; ES+MS  $m/z$ : 287.0 [M - H]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 6.91 (1H, d,  $J$  = 1.2 Hz, H-2'), 6.78 (1H, d,  $J$  = 7.8 Hz, H-6'), 6.77 (1H, d,  $J$  = 7.8 Hz, H-5'), 5.89 (1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-8), 5.87 (1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-6), 5.27 (1H, dd,  $J$  = 12.6, 3.0 Hz, H-2), 3.05 (1H, dd,  $J$  = 17.6, 12.6 Hz, H-3), 2.68 (1H, dd,  $J$  = 16.8, 3.0 Hz, H-3); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 44.1 (G-2), 80.5 (G-3), 197.8 (G-4), 165.5 (G-5), 97.0 (G-6), 168.4 (G-7), 96.2 (G-8), 164.9 (G-9), 103.4 (G-10), 131.8 (G-1'), 114.7 (G-2'), 146.5 (G-3'), 146.9 (G-4'), 116.3 (G-5'), 119.3 (G-6'). 以上数据与文献报道圣草酚(eriodictyol)光谱数据一致<sup>[3]</sup>。

**化合物2:** 淡黄色结晶(氯仿-甲醇), mp 223~224 °C; ES+MS  $m/z$ : 301.0 [M - H]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ: 12.21 (1H, s, 5-OH), 7.21 (1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-2'), 7.01 (1H, dd,  $J$  = 8.4, 1.8 Hz, H-6'), 6.88 (1H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-5'), 5.97 (1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-8), 5.96 (1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-6), 5.46 (1H, dd,  $J$  = 13.2, 2.4 Hz, H-2), 3.89 (3H, s, 3'-OCH<sub>3</sub>), 3.24 (1H, dd,  $J$  = 16.8, 13.2 Hz, H-3α), 2.73 (1H, dd,  $J$  = 16.8, 3.0 Hz, H-3β); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ: 80.3 (G-2), 43.7 (G-3), 197.2 (G-4), 165.4 (G-5), 96.9 (G-6), 167.4 (G-7), 96.0 (G-8), 164.4 (G-9), 103.3 (G-10), 131.4 (G-1'), 111.4 (G-2'), 148.6 (G-3'), 148.1 (G-4'), 115.8 (G-5'), 120.6 (G-6'), 56.5 (3'-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献报道高圣草酚(homoeriodictyol)光谱数据一致<sup>[4]</sup>。

**化合物3:** 黄色粉末 mp 308~310 °C; ES+MS  $m/z$ : 301.0 [M - H]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, ace-

tone-*d*<sub>6</sub>) δ: 7.72 (1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-2'), 7.62 (1H, dd,  $J$  = 8.4, 2.4 Hz, H-6'), 6.87 (1H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-5'), 6.38 (1H, s, H-8), 6.17 (1H, s, H-6); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ: 148.8 (G-2), 137.2 (G-3), 177.3 (G-4), 162.3 (G-5), 99.2 (G-6), 165.5 (G-7), 94.4 (G-8), 158.2 (G-9), 104.5 (G-10), 124.2 (G-1'), 116.1 (G-2'), 146.2 (G-3'), 148.0 (G-4'), 115.7 (G-5'), 121.7 (G-6')。以上数据与文献报道槲皮素(quercetin)光谱数据一致<sup>[5]</sup>。

**化合物4:** 白色针晶(甲醇), mp 223~224 °C; ES+MS  $m/z$ : 303.0 [M - H]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ: 7.07 (1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-2'), 6.89 (1H, dd,  $J$  = 8.4, 1.8 Hz, H-6'), 6.87 (1H, d,  $J$  = 7.8 Hz, H-5'), 5.99 (1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-8), 5.95 (1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-6), 5.03 (1H, d,  $J$  = 11.4 Hz, H-2), 4.61 (1H, dd,  $J$  = 11.4, 1.8 Hz, H-3); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ: 84.5 (G-2), 73.1 (G-3), 198.2 (G-4), 165.0 (G-5), 97.0 (G-6), 167.8 (G-7), 96.0 (G-8), 164.1 (G-9), 101.5 (G-10), 129.8 (G-1'), 115.8 (G-2'), 145.7 (G-3'), 146.6 (G-4'), 115.7 (G-5'), 120.8 (G-6')。以上数据与文献报道二氢槲皮素(dihydroquercetin)光谱数据一致<sup>[6]</sup>。

**化合物5:** 黄色针晶(氯仿-甲醇), mp 274~276 °C; ES+MS  $m/z$ : 285 [M - H]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 8.08 (2H, d,  $J$  = 9.0 Hz, H-2, 6), 6.90 (2H, d,  $J$  = 9.0 Hz, H-3, 5), 6.39 (1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-8), 6.18 (1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-6)。 <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 148.1 (G-2), 137.2 (G-3), 177.4 (G-4), 162.6 (G-5), 99.3 (G-6), 165.7 (G-7), 94.5 (G-8), 158.3 (G-9), 104.6 (G-10), 123.8 (G-1'), 130.7 (G-2', 6'), 116.3 (G-3', 5'), 160.6 (G-4')。以上数据与文献报道山柰酚(kaempferol)光谱数据一致<sup>[7]</sup>。

**化合物6:** 淡黄色粉末(氯仿-甲醇), mp 204~207 °C; ES+MS  $m/z$ : 287 [M - H]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ: 7.43 (2H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-2', 6'), 6.90 (2H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-3', 5'), 6.00 (1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-8), 5.96 (1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-6), 5.09 (1H, d,  $J$  = 11.4 Hz, H-2), 4.65 (1H, dd,  $J$  = 12.0, 4.2 Hz, H-3); <sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ: 84.4 (G-2), 73.2 (G-3), 198.3 (G-4), 165.0 (G-5), 97.1 (G-6), 168.2 (G-7), 96.1 (G-8), 164.2 (G-9), 101.6 (G-10), 129.2 (G-1'), 130.3 (G-

2', 6'), 115 9(G-3', 5'), 158 9(G-4')。以上数据与文献报道二氢山柰酚(dihydrokaempferol)光谱数据基本一致<sup>[8]</sup>。

化合物 7: 无色针晶(氯仿-甲醇), mp 245~247 °C; ESI-MS  $m/z$ : 272[ $M - H$ ]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR(600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ: 7.3(2H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-2c, 6c), 6.81(2H, d,  $J$  = 9.0 Hz, H-3c, 5c), 5.189(2H, dd,  $J$  = 7.2, 21.0 Hz, H-8, 6), 5.131(1H, dd,  $J$  = 13.2, 31.0 Hz, H-2), 3.109(1H, dd,  $J$  = 17.4, 13.2 Hz, H-3A), 2.167(1H, dd,  $J$  = 17.4, 31.0 Hz, H-3B); <sup>13</sup>C-NMR(150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ 80.5(G-2), 44.0(G-3), 197.8(G-4), 164.9(G-5), 97.1(G-6), 168.3(G-7), 96.2(G-8), 165.5(G-9), 103.4(G-10), 131.1(G-1c), 129.0(G-2c, 6c), 116.3(G-3c, 5c), 159.0(G-4c)。以上数据与文献报道柚皮素(naringenin)光谱数据基本一致<sup>[9]</sup>。

化合物 8: 黄色针晶(CH<sub>3</sub>OH), mp > 300 °C; ESI-MS  $m/z$ : 285[ $M - H$ ]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR(600 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ 7.39(1H, s, H-2c), 7.38(1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-6c), 6.90(1H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-5c), 6.54(1H, s, H-8), 6.44(1H, d,  $J$  = 11.8 Hz, H-3c), 6.20(1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-6); <sup>13</sup>C-NMR(150 MHz, CD<sub>3</sub>OD) δ 166.0(G-2), 103.9(G-3), 183.9(G-4), 159.4(G-5), 100.1(G-6), 166.4(G-7), 95.0(G-8), 163.2(G-9), 123.7(G-1c), 114.2(G-2c), 147.1(G-3c), 151.0(G-4c), 116.8(G-5c), 120.3(G-6c)。该化合物的波谱数据与文献报道的木犀草素一致<sup>[10]</sup>。

化合物 9: 淡黄色针晶(丙酮-甲醇), mp 339~340 °C; ESI-MS  $m/z$ : 269[ $M - H$ ]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR(600 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ 13.04(1H, s, 5-OH), 7.94(2H, d,  $J$  = 9.0 Hz, H-2c, 6c), 7.04(2H, d,  $J$  = 9.0 Hz, H-3c, 5c), 6.66(1H, s, H-3), 6.55(1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-8), 6.26(1H, d,  $J$  = 2.4 Hz, H-6); <sup>13</sup>C-NMR(150 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ 165.2(G-2), 104.2(G-3), 183.2(G-4), 163.5(G-5), 99.8(G-6), 165.0(G-7), 94.8(G-8), 158.9(G-9), 105.5(G-10), 123.5(G-1c), 162.0(G-4c), 129.3(G-2c, 6c), 116.9(G-3c, 5c)。该化合物的波谱数据与文献报道的芹菜素一致<sup>[11]</sup>。

化合物 10: 黄色针晶, mp > 320 °C; ESI-MS  $m/z$ : 299[ $M - H$ ]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR(600 MHz, acetone-

*d*<sub>6</sub>) δ 4.00(3H, s, 3e-OMe), 6.26(1H, d,  $J$  = 11.8 Hz, H-6), 6.55(1H, d,  $J$  = 11.2 Hz, H-8), 7.01(1H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-2c), 7.61(1H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-5c), 7.64(1H, d,  $J$  = 11.8 Hz, H-6c); <sup>13</sup>C-NMR(150 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ 164.9(G-2), 104.5(G-3), 183.1(G-4), 158.9(G-5), 99.7(G-6), 165.1(G-7), 94.8(G-8), 163.4(G-9), 105.4(G-10), 123.7(G-1c), 110.6(G-2c), 151.5(G-3c), 148.9(G-4c), 116.4(G-5c), 121.4(G-6c), 56.6(-OCH<sub>3</sub>)。该化合物的波谱数据与文献报道的柯依利素一致<sup>[12]</sup>。

化合物 11: 灰白色粉末, mp 208~209 °C; ESI-MS  $m/z$ : 288[ $M - H$ ]<sup>-</sup>; <sup>1</sup>H-NMR(600 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ 12.20(1H, s, OH), 7.06(1H, s, H-4c), 6.90(2H, d,  $J$  = 11.8 Hz, H-2c, 6c), 5.98(2H, dd,  $J$  = 9.0, 2.4 Hz, H-6, 8), 5.43(1H, dd,  $J$  = 12.6, 3.0 Hz, H-2), 3.17(1H, dd,  $J$  = 16.8, 12.6 Hz, H-3A), 2.76(1H, dd,  $J$  = 16.8, 3.0 Hz, H-3B); <sup>13</sup>C-NMR(150 MHz, acetone-*d*<sub>6</sub>) δ 80.0(G-2), 43.6(G-3), 197.2(G-4), 165.3(G-5), 96.8(G-6), 167.4(G-7), 95.9(G-8), 164.4(G-9), 103.2(G-10), 131.6(G-1c), 114.7(G-2c), 146.4(G-3c), 146.0(G-4c), 116.0(G-5c), 119.3(G-6c)。该化合物的波谱数据与文献报道的 3c, 5c, 5, 7-四羟基二氢黄酮一致<sup>[13]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 张秀实, 吴征镒. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [2] 鲁秀丽. 一种风湿性关节炎中药贴 [P]. 中国: CN1347729, 2002-05-08.
- [3] 周道年, 阮金兰, 蔡亚玲, 等. 复叶耳蕨根茎中的酚类成分研究 [J]. 中药材, 2008, 31(2): 219-221.
- [4] 王健伟, 梁敬钰, 李丽. 小叶买麻藤的化学成分 [J]. 中国天然药物, 2006, 4(6): 432-434.
- [5] 刘有强, 孔令义. 闹羊花中黄酮类成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(2): 199-201.
- [6] 何桂霞, 裴刚, 杜方麓, 等. 藤茶化学成分的研究 [J]. 中国现代中药, 2007, 9(12): 11-13.
- [7] 安士影, 钱士辉, 蒋建勤, 等. 细柱五加叶的化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(10): 1528-1534.
- [8] 罗镭, 张琳, 田景奎, 等. 乌药叶化学成分的研究 [J]. 中草药, 2009, 40(6): 856-858.
- [9] 叶冠, 范明松, 黄成钢. 黄花矶松中的酚性化学成分 [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(5): 583-584.
- [10] 徐燕, 梁敬钰. 苦苣菜的化学成分 [J]. 中国药科大学学报, 2005, 36(5): 411-413.
- [11] 仲浩, 薛晓霞, 姚庆强. 半枝莲化学成分的研究 [J]. 中草药, 2008, 39(1): 21-23.
- [12] 羊晓东, 梅双喜, 杨蓉, 等. 云南兔耳草的化学成分研究 (英文) [J]. 天然产物研究与开发, 2002, 14(6): 1-3.
- [13] 穆丽华, 张东明. 紫荆化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(21): 1795-1797.