

头序瓜馥木化学成分研究

张航旗, 周 威, 付艳辉, 陈光英*, 杨娜英

海南师范大学热带药用植物化学教育部重点实验室 化学与化工学院, 海口 571158

摘要:综合运用硅胶柱色谱、反相硅胶柱色谱和 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱以及制备型高效液相等色谱方法对番荔枝科瓜馥木属植物头序瓜馥木 *Fissistigma retusum* 枝叶中的化学成分进行了系统研究, 从其枝叶的 95% 乙醇提取物中分离鉴定了 12 个化合物, 根据化合物的理化性质及其波谱学数据将它们分别鉴定为: 原儿茶酸乙酯(1)、(S)-甲氧基-(3,5-二甲氧基-4-羟苯基)乙二醇(2)、2-顺式-4-反式-脱落酸(3)、山萘酚-3-O- α -L-吡喃阿拉伯糖苷(4)、柚皮素(5)、香树素(6)、圣草酚(7)、(2R,3S)-5,7,3'-三甲氧基表儿茶素(8)、5,6,8-三甲氧基-7-羟基二氢黄酮(9)、丁香脂素(10)、epiyangambin(11)、seartemin(12)。其中化合物 1 和 2 为 2 个酚酸类化合物, 3 和 4 为 2 个萜类化合物, 5~9 为 5 个黄酮类化合物, 化合物 10~12 为 3 个木脂素类化合物, 化合物 1~12 为首次从番荔枝科瓜馥木属植物中分离得到。

关键词: 头序瓜馥木; 化学成分; 酚酸; 萜类; 黄酮; 木脂素

中图分类号: O629.9

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2017.2.011

Chemical Constituents from *Fissistigma retusum*

ZHANG Hang-qi, ZHOU Qi, FU Yan-hui, CHEN Guang-ying*, YANG Na-ying

Key Laboratory of Tropical Medicinal Plant Chemistry of Ministry of Education, College of chemistry & chemical engineering, Hainan Normal University, Haikou 571158, China

Abstract: To study the chemical constituents from stems and leaves of *Fissistigma retusum*. The chemical constituents from *F. retusum* were separated and purified by silica gel, ODS, Sephadex LH-20 gel column chromatographies, and preparative HPLC. Their structures were identified by physicochemical properties, spectroscopic analysis, as well as comparisons with the literature data. As a result, 12 compounds were isolated from 95% ethanol extract from *F. retusum*, and identified as protocatechuic acid ethyl ester (1), (S)-methoxy-(3,5-dimethoxy-4-hydroxyphenyl) ethanediol (2), 2-cis-4-trans-abscisic acid (3), kaempferol-3-O- α -L-arabinopyranoside (4), naringenin (5), aromadendrin (6), eriodictyol (7), (2R,3S)-5,7,3'-tri-methoxy-epicatechin (8), 5,6,8-tri-methoxy-7-hydro-xyflavonone (9), syringaresinol (10), epiyangambin (11) and seartemin (12). Compounds 1-12 were isolated from the genus *Fissistigma* for the first time.

Key words: *Fissistigma retusum*; chemical constituents; phenolic acids; terpenes; flavonoids; lignans

头序瓜馥木 (*Fissistigma retusum*) 为番荔枝科瓜馥木属植物, 为我国特有植物, 分布于海南、广东、广西和云南等省区, 生长于海拔 340~2000 m 的地区, 多生在山地密林中^[1]。在海南岛该植物资源丰富, 其化学成分尚未见研究报道。本课题组在前期研究中发现头序瓜馥木的乙醇提取液具有显著的抗类风湿活性, 为了进一步阐明其抗类风湿活性的药效物质基础, 更合理利用该植物资源, 本课题组首次对头序瓜馥木枝叶中的化学成分进行了系统研究, 从头

序瓜馥木枝叶的 95% 乙醇提取物中分离得到了 12 个化合物, 分别鉴定为: 原儿茶酸乙酯(1)、(S)-甲氧基-(3,5-二甲氧基-4-羟苯基)乙二醇(2)、2-顺式-4-反式-脱落酸(3)、山萘酚-3-O- α -L-吡喃阿拉伯糖苷(4)、柚皮素(5)、香树素(6)、圣草酚(7)、(2R,3S)-5,7,3'-三甲氧基表儿茶素(8)、5,6,8-三甲氧基-7-羟基二氢黄酮(9)、丁香脂素(10)、epiyangambin(11)、seartemin(12)。其中化合物 1 和 2 为 2 个酚酸类化合物, 3 和 4 为 2 个萜类化合物, 5~9 为 5 个黄酮类化合物, 化合物 10~12 为 3 个木脂素类化合物, 化合物 1~12 为首次从番荔枝科瓜馥木属植物中分离得到。

收稿日期: 2016-09-26 接受日期: 2016-12-01

基金项目: 973 计划前期研究专项(2014CB560714); 海南省自然科学基金科技创新团队(2016CXTD007)

* 通讯作者 Tel: 86-898-65732037; E-mail: chgying123@163.com

1 仪器与材料

Bruker AV-400 型超导核磁共振仪(德国 Bruker 公司); Finnigan LCQ Advantage MAX 质谱仪(美国热电公司); Dionex 制备型高效液相色谱仪(美国黛安公司); Cosmosil C₁₈ 制备型色谱柱(20 mm × 250 mm, 5 μm); 中低压制备色谱(瑞士 Buchi 公司); 薄层硅胶 GF₂₅₄ 和柱色谱硅胶(青岛海洋化工厂); Sephadex LH-20(美国 Amersham Biosciences 公司); ODS 柱色谱材料(C₁₈, 10 ~ 40 μm, Merck 公司); 4001N 电子天平(上海民桥精密科技仪器有限公司); 紫外分析暗箱 YOKO-ZX(武汉药科新技术开发有限公司); 旋转蒸发仪(日本 EYELA 公司 N-1001 型); 所用试剂均为分析纯试剂(西陇化工股份有限公司)。

头序瓜馥木枝叶于 2015 年 3 月采集于海南霸王岭, 经海南师范大学生命科学学院钟琼芯教授鉴定为番荔枝科瓜馥木属植物头序瓜馥木(*Fissistigma retusum*)的枝叶, 凭证标本(No. CHEN20150310)保存于海南师范大学热带药用植物化学教育部重点实验室标本室。

2 提取分离

将阴干的头序瓜馥木枝叶 10.0 kg, 用 95% 乙醇浸泡提取 4 次, 合并提取液, 减压浓缩得到乙醇提取浸膏 327.8 g, 将浸膏混悬于温水后, 依次用石油醚和乙酸乙酯萃取, 回收溶剂后得到石油醚部分 182.3 g 和乙酸乙酯部分 86.8 g。石油醚萃取部分(180.5 g)经硅胶柱色谱分离, 石油醚-乙酸乙酯(100:0→0:100)为洗脱剂梯度洗脱得到 6 个流分 Fr. 1.1 ~ Fr. 1.6。Fr. 1.1(20.5 g)经硅胶柱色谱分离, 石油醚-乙酸乙酯(100:0→10:90)洗脱后, 经高效液相色谱仪分离, 得到化合物 **1**(14.6 mg); Fr. 1.2(13.8 g)经硅胶柱色谱分离, 石油醚-乙酸乙酯(100:0→20:80)洗脱后, 经反相硅胶柱色谱和凝胶柱色谱分离, 得到化合物 **3**(2.6 mg); Fr. 1.3(18.4 g)经硅胶柱色谱分离, 石油醚-丙酮(100:0→10:90)洗脱后, 经高效液相色谱仪分离, 得到化合物 **2**(4.1 mg)、**5**(3.2 mg)和**8**(2.5 mg); Fr. 1.4(27.6 g)经硅胶柱色谱分离, 石油醚-乙酸乙酯(100:0→5:95)洗脱后, 经反相硅胶柱色谱和高效液相色谱仪分离, 得到化合物 **7**(12.9 mg)。

乙酸乙酯部分(85.0 g)经硅胶色谱分离, 乙酸

乙酯-甲醇(100:0→0:100)为洗脱剂梯度洗脱得到 3 个流分 Fr. 2.1 ~ Fr. 2.3。Fr. 2.1(16.8 g)经硅胶柱色谱分离, 氯仿-甲醇(100:0→20:80)洗脱后, 经反相硅胶柱色谱和高效液相色谱仪分离, 得到化合物 **6**(4.1 mg)和**9**(3.5 mg); Fr. 2.2(19.2 g)经硅胶柱色谱分离, 氯仿-甲醇(100:0→10:90)洗脱得到化合物 **4**(3.7 mg)和**11**(6.8 mg); Fr. 2.3(11.7 g)经硅胶柱色谱分离, 氯仿-甲醇(100:0→5:95)洗脱后, 经凝胶柱色谱分离, 得到化合物 **10**(16.3 mg)和**12**(23.2 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1 白色无定形粉末, 异羟肟酸铁反应呈阳性; 分子式为 C₉H₁₀O₄, ESI-MS *m/z*: 183 [M + H]⁺; ¹H NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 7.42 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-2), 7.41 (1H, dd, *J* = 8.3, 2.0 Hz, H-6), 6.81 (1H, d, *J* = 8.3 Hz, H-5), 4.30 (2H, q, *J* = 6.4 Hz, H-8), 1.37 (3H, t, *J* = 6.4 Hz, H-9); ¹³C NMR (100 MHz, CD₃OD) δ: 168.4 (C-7), 151.7 (C-4), 146.2 (C-3), 123.6 (C-6), 122.9 (C-1), 117.4 (C-5), 115.8 (C-2), 61.7 (C-8), 14.6 (C-9)。以上数据与文献中报道的原儿茶酸乙酯的数据基本一致^[2], 故鉴定化合物 **1** 为原儿茶酸乙酯。

化合物 2 淡黄色无定形粉末, 异羟肟酸铁反应呈阳性; 分子式为 C₁₁H₁₆O₅, ESI-MS *m/z*: 229 [M + H]⁺; ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 6.59 (2H, s, H-2', 6'), 4.61 (1H, br d, *J* = 4.0 Hz, H-1), 4.17 (1H, dd, *J* = 8.5, 6.5 Hz, H-2a), 3.75 (6H, s, 3', 5', -OCH₃), 3.05 (1H, dd, *J* = 8.5, 4.0 Hz, H-2β); ¹³C NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 147.9 (C-3'), 134.9 (C-4'), 131.5 (C-1'), 103.7 (C-2', 6'), 85.4 (C-2), 71.1 (C-1), 56.0 (3', 5', -OCH₃), 53.7 (1-OCH₃)。以上数据与文献中报道的(*S*)-甲氧基-(3,5-二甲氧基-4-羟苯基)乙二醇的数据基本一致^[3], 故鉴定化合物 **2** 为(*S*)-甲氧基-(3,5-二甲氧基-4-羟苯基)乙二醇。

化合物 3 淡黄色油状物, 溴甲酚绿反应呈阳性; 分子式为 C₁₅H₂₀O₄, ESI-MS *m/z*: 265 [M + H]⁺; ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 7.71 (1H, d, *J* = 16.1 Hz, H-4), 6.23 (1H, d, *J* = 16.1 Hz, H-5), 5.81 (1H, s, H-8), 5.67 (1H, s, H-2), 2.50 (1H, d, *J* = 17.8 Hz, H-10β), 2.12 (1H, d, *J* = 16.0 Hz, H-10a), 1.96 (3H, br s, H-15), 1.82 (3H, s, H-

13), 0.95 (3H, s, H-14), 0.92 (3H, s, H-12); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 197.3 (C-9), 167.3 (C-1), 163.3 (C-3), 148.8 (C-7), 137.2 (C-5), 127.4 (C-4), 126.0 (C-8), 118.9 (C-2), 78.4 (C-6), 49.4 (C-10), 41.3 (C-11), 24.2 (C-13), 23.2 (C-12), 20.9 (C-15), 18.9 (C-14)。以上数据与文献中报道的 2-顺式-4-反式-脱落酸的数据基本一致^[4], 故鉴定化合物 **3** 为 2-顺式-4-反式-脱落酸。

化合物 4 淡黄色无定形粉末, 三氯化铁反应呈阳性; 分子式为 $\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{O}_{10}$, ESI-MS m/z : 419 [M + H]⁺; ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.62 (1H, br s, 5-OH), 8.09 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2', 6'), 6.90 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3', 5'), 6.44 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-6), 5.34 (1H, d, $J = 5.2$ Hz, H-1''), 3.75 (1H, t, $J = 5.2$ Hz, H-2''), 3.66 (1H, m, H-4''), 3.59 (1H, m, H-3''), 3.56 (1H, dd, $J = 11.6, 5.1$ Hz, H-5''a), 3.23 (1H, d, $J = 11.6$ Hz, H-5'' β); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 177.5 (C-4), 164.5 (C-7), 161.2 (C-5), 160.1 (C-4'), 156.4 (C-2), 156.2 (C-9), 133.6 (C-3), 131.0 (C-2', 6'), 120.7 (C-1'), 115.3 (C-3', 5'), 103.9 (C-10), 101.3 (C-1''), 98.8 (C-6), 93.7 (C-8), 71.6 (C-3''), 70.8 (C-2''), 66.0 (C-4''), 64.2 (C-5'')。以上数据与文献中报道的山萘酚-3-*O*- α -L-吡喃阿拉伯糖苷的数据基本一致^[5], 故鉴定化合物 **4** 为山萘酚-3-*O*- α -L-吡喃阿拉伯糖苷。

化合物 5 淡黄色无定形粉末, 三氯化铁反应呈阳性; 分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_5$, ESI-MS m/z : 273 [M + H]⁺; ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.15 (1H, s, 5-OH), 7.32 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-2', 6'), 6.79 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-3', 5'), 5.86 (2H, s, H-6, 8), 5.45 (1H, dd, $J = 12.9, 2.7$ Hz, H-2), 3.33 (1H, dd, $J = 17.3, 12.9$ Hz, H-3a), 2.68 (1H, dd, $J = 17.3, 2.7$ Hz, H-3 β); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 196.3 (C-4), 166.9 (C-7), 163.5 (C-5), 162.9 (C-9), 157.7 (C-4'), 128.9 (C-1'), 128.3 (C-2', 6'), 115.1 (C-3', 5'), 101.7 (C-10), 95.8 (C-6), 95.0 (C-8), 78.4 (C-2), 42.0 (C-3)。以上数据与文献中报道的柚皮素的数据基本一致^[6], 故鉴定化合物 **5** 为柚皮素。

化合物 6 淡黄色无定形粉末, 三氯化铁反应呈阳性; 分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_6$, ESI-MS m/z : 289 [M +

H]⁺; ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.32 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2', 6'), 6.79 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3, 5'), 5.89 (1H, s, H-8), 5.84 (1H, s, H-6), 5.05 (1H, d, $J = 11.4$ Hz, H-2), 4.59 (1H, d, $J = 11.4$ Hz, H-3); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 196.6 (C-4), 165.7 (C-10), 163.3 (C-7), 163.1 (C-5), 162.6 (C-9), 157.7 (C-4'), 129.5 (C-2', 6'), 127.6 (C-1'), 114.9 (C-3', 5'), 95.1 (C-6), 94.2 (C-8), 82.9 (C-2), 71.4 (C-3)。以上数据与文献中报道的香树素的数据基本一致^[7], 故鉴定化合物 **6** 为香树素。

化合物 7 淡黄色无定形粉末, 三氯化铁反应呈阳性; 分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_6$, ESI-MS m/z : 289 [M + H]⁺; ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.92 (1H, br s, H-2'), 6.79 (2H, m, H-5', 6'), 5.91 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 5.88 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 5.31 (1H, dd, $J = 12.5, 3.0$ Hz, H-2), 3.11 (1H, dd, $J = 17.0, 12.5$ Hz, H-3a), 2.73 (1H, dd, $J = 17.0, 3.0$ Hz, H-3 β); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 197.7 (C-4), 168.5 (C-7), 165.5 (C-5), 164.9 (C-9), 146.9 (C-4'), 146.5 (C-3'), 131.8 (C-1'), 119.2 (C-6'), 116.3 (C-5'), 114.7 (C-2'), 103.3 (C-10), 97.1 (C-6), 96.2 (C-8), 80.5 (C-2), 44.1 (C-3)。以上数据与文献中报道的圣草酚的数据基本一致^[8], 故鉴定化合物 **7** 为圣草酚。

化合物 8 淡黄色无定形粉末, 三氯化铁反应呈阳性; 分子式为 $\text{C}_{18}\text{H}_{20}\text{O}_6$, ESI-MS m/z : 333 [M + H]⁺; ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.09 ~ 6.93 (3H, br d, H-2', 5', 6'), 6.13 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 6.08 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-8), 4.77 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2), 4.10 (1H, m, H-3), 3.74 (3H, s, 5-OCH₃), 3.74 (3H, s, 7-OCH₃), 3.70 (3H, s, 3'-OCH₃), 2.79 (1H, dd, $J = 16.2, 5.8$ Hz, H-4 β), 2.61 (1H, dd, $J = 16.2, 9.0$ Hz, H-4a); ^{13}C NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 158.9 (C-7), 158.6 (C-5), 155.5 (C-9), 148.1 (C-4'), 147.3 (C-3'), 131.9 (C-1'), 119.2 (C-6'), 116.6 (C-5'), 111.3 (C-2'), 100.9 (C-10), 93.4 (C-8), 91.2 (C-6), 78.1 (C-2), 64.4 (C-3), 55.5 (5-OCH₃), 55.5 (7-OCH₃), 55.3 (3'-OCH₃), 28.3 (C-4)。以上数据与文献中报道的(2*R*, 3*S*)-5, 7, 3'-三甲氧基表儿茶素的数据基本一致^[9], 故鉴定化合物 **8** 为(2*R*, 3*S*)-5, 7, 3'-三甲氧基表儿茶素。

化合物 9 淡黄色无定形粉末,三氯化铁反应呈阳性;分子式为 $C_{18}H_{18}O_6$,ESI-MS m/z :331 $[M + H]^+$; 1H NMR (400 MHz,DMSO- d_6) δ :8.75 (1H,br d,7-OH),7.55 (2H,d, $J = 8.0$ Hz,H-3',5'),7.44 (2H,d, $J = 8.0$ Hz,H-2',6'),7.39 (1H,br d,H-6'),5.55 (1H,dd, $J = 12.0,4.0$ Hz,H-2),3.89 (3H,s,5-OCH₃),3.73 (3H,s,6-OCH₃),3.70 (3H,s,8-OCH₃),3.12 (1H,dd, $J = 16.6,13.1$ Hz,H-3),2.77 (1H,dd, $J = 4.0,2.0$ Hz,H-3); ^{13}C NMR (100 MHz,DMSO- d_6) δ :189.4 (C-4),148.4 (C-7),148.2 (C-5),143.2 (C-9),139.2 (C-8),138.1 (C-6),137.6 (C-1'),128.5 (C-3',5'),128.4 (C-4'),126.3 (C-2',6'),111.3 (C-10),78.5 (C-2),60.9 (5-OCH₃),60.7 (6-OCH₃),60.7 (8-OCH₃),45.2 (C-3)。以上数据与文献中报道的5,6,8-三甲氧基-7-羟基-二氢黄酮的数据基本一致^[10],鉴定化合物 **9** 为5,6,8-三甲氧基-7-羟基-二氢黄酮。

化合物 10 白色无定形粉末,三氯化铁反应呈阳性;分子式为 $C_{22}H_{26}O_8$,ESI-MS m/z :419 $[M + H]^+$; 1H NMR (400 MHz,CD₃OD) δ :6.60 (4H,s,H-2,6,2',6'),4.62 (2H,d, $J = 4.0$ Hz,H-7,H-7'),4.18 (2H,dd, $J = 9.0,7.0$ Hz,H-9 β ,9' β),3.78 (2H,dd, $J = 9.0,3.5$ Hz,H-9 α ,9' α),3.75 (12H,s,3,5,3',5'-OCH₃),3.05 (2H,m,H-8,8'); ^{13}C NMR (100 MHz,CD₃OD) δ :148.0 (C-3,5,3',5'),134.9 (C-4,4'),131.5 (C-1,1'),103.7 (C-2,6,2',6'),85.4 (C-7,7'),71.1 (C-9,9'),56.1 (3,5,3',5'-OCH₃),53.7 (C-8,8')。以上数据与文献中报道的丁香脂素的数据基本一致^[11],故鉴定化合物 **10** 为丁香脂素。

化合物 11 白色晶体;分子式为 $C_{24}H_{30}O_8$,ESI-MS m/z :447 $[M + H]^+$; 1H NMR (400 MHz,CDCl₃) δ :6.66 (2H,s,H-2,6),6.64 (2H,s,H-2',6'),4.80 (1H,d, $J = 5.5$ Hz,H-7),4.39 (1H,d, $J = 7.0$ Hz,H-7'),4.17 (1H,d, $J = 9.5$ Hz,H-9'),3.84 (2H,m,H-9,9'),3.84-3.64 (18H,m,3,4,5,3',4',5'-OCH₃),3.40 (1H,m,H-8),3.12 (1H,m,H-9),2.88 (1H,m,H-8'); ^{13}C NMR (100 MHz,CDCl₃) δ :152.9 (C-3',5'),152.7 (C-3,5),137.3 (C-4'),136.7 (C-4),136.1 (C-1'),134.5 (C-1),103.1 (C-2',6'),102.7 (C-2,6),86.8 (C-7'),81.4 (C-7),70.4 (C-9'),69.0 (C-9),60.0 (4-OCH₃),60.0

(4'-OCH₃),55.9 (3,5,3',5'-OCH₃),54.0 (C-8'),49.1 (C-8)。以上数据与文献中报道的 epiyangambin 的数据基本一致^[12],故鉴定化合物 **11** 为 epiyangambin。

化合物 12 无色油状物;分子式为 $C_{23}H_{26}O_8$,ESI-MS m/z :431 $[M + H]^+$; 1H NMR (400 MHz,DMSO- d_6) δ :6.63 (2H,s,H-2,6),6.61 (1H,d, $J = 2.0$ Hz,H-6'),6.57 (1H,d, $J = 2.0$ Hz,H-2'),5.99 (2H,s,OCH₂O),4.85 (2H,d, $J = 4.0$ Hz,H-7,7'),3.82 (1H,dd, $J = 6.5,9.0$ Hz,H-9 α),3.82 (3H,s,4-OCH₃),3.81 (1H,dd, $J = 6.5,9.0$ Hz,H-9' α),3.77 (6H,s,3,5-OCH₃),3.66 (3H,s,5'-OCH₃),3.48 (1H,dd, $J = 9.2,3.6$ Hz,H-9 β),3.46 (1H,dd, $J = 9.2,3.6$ Hz,H-9' β),3.17 (2H,m,H-8,8'); ^{13}C NMR (100 MHz,DMSO- d_6) δ :152.7 (C-3,5),148.3 (C-3'),143.0 (C-5'),137.3 (C-4),136.3 (C-1),134.9 (C-1'),133.9 (C-4'),105.6 (C-2'),103.3 (C-2,6),101.1 (OCH₂O),100.0 (C-6'),83.0 (C-7),82.9 (C-7'),79.1 (C-9,9'),60.0 (4-OCH₃),56.3 (5'-OCH₃),55.8 (3,5-OCH₃),54.5 (C-8,8')。以上数据与文献中报道的 seartemin 的数据基本一致^[12],故鉴定化合物 **12** 为 seartemin。

参考文献

- 1 Flora of China Editorial Committee (中国植物志编委会). Flora of China (中国植物志). Beijing: Science Press, 1979. 30,130.
- 2 Yang T, Wang C, Liu H, et al. A new antioxidant compound from *Capparis spinosa*. *Pharm Biol*, 2010, 48: 589-594.
- 3 Qi SH, Huang LS, He F, et al. Phytochemical and chemotaxonomic investigation of seagrass *Thalassia hemprichii* (Ehrenb.) Aschers (Hydrocharitaceae). *Biochem Syst Ecol*, 2012, 43: 128-131.
- 4 Zheng JX, Zheng Y, Zhi H, et al. γ -Lactone derivatives and terpenoids from *Selaginella uncinata* and their protective effect against anoxia. *Chem Nat Compd*, 2014, 50: 366-369.
- 5 Yang DS (杨大松), Wei JG (魏建国), Yang YP (杨永平), et al. Chemical constituents of *Euphorbia sikkimensis*. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2013, 38: 4094-4097.
- 6 Zhang SX, Tani T, Yamaji S, et al. Glycosyl flavonoids from the roots and rhizomes of *Asarum longerrhizomatosum*. *J Asian Nat Prod Res*, 2003, 5: 25-30.