

广东蛇葡萄的化学成分研究

吴新星^{1,2}, 黄日明¹, 徐志防^{1*}, 邱声祥^{1*}¹中国科学院华南植物园, 广州 510650; ²中国科学院大学, 北京 100049

摘要:从广东蛇葡萄(*Ampelopsis cantoniensis*)藤茎的乙醇提取物的乙酸乙酯部分分离得到 13 个化合物,经波谱技术鉴定为:白藜芦醇(1)、5,7-二羟基香豆素(2)、山奈酚(3)、二氢木犀草素(4)、槲皮素(5)、二氢槲皮素(6)、没食子酸(7)、杨梅素(8)、二氢杨梅素(9)、槲皮素-3-O- α -L-鼠李糖苷(10)、杨梅素-3-O- α -L-鼠李糖苷(11)、山奈酚-3-O- α -L-鼠李糖苷(12)、表儿茶素-3-O-没食子酸酯(13)。除化合物 8 和 9,其余化合物均为首次从该植物中分离得到。

关键词:广东蛇葡萄;化学成分;结构鉴定;核磁共振

中图分类号:R284.2

文献标识码:A

Chemical Constituents from Vine Stems of *Ampelopsis cantoniensis*WU Xin-xing^{1,2}, HUANG Ri-ming¹, XU Zhi-fang^{1*}, QIU Sheng-xiang^{1*}¹South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;²University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract:Thirteen compounds were isolated from the ethanolic extract of vine stems of *Ampelopsis cantoniensis* (Hook. et Arn.) planch. Their structures were identified by spectroscopic analysis as resveratrol (1), 5,7-dihydroxycoumarin (2), kaempferol (3), dihydroluteolin (4), quercetin (5), dihydroquercetin (6), gallic acid (7), myricetin (8), dihydromyricetin (9), quercetin-3-O- α -L-rhamnoside (10), myricetin-3-O- α -L-rhamnoside (11), kaempferol-3-O- α -L-rhamnoside (12), epicatechin-3-O-gallate (13). Except for compounds 8 and 9, the other compounds were obtained from this plant for the first time.

Key words:*Ampelopsis cantoniensis*; chemical constituents; structural identification; NMR

广东蛇葡萄 [*Ampelopsis cantoniensis* (Hook. et Arn.) planch.] 是葡萄科 (Vitaceae) 蛇葡萄属植物, 别名粤蛇葡萄, 在民间常被称作山葡萄、田浦茶、背带藤、牛牵丝、山甜茶等, 主要分布在江西、湖南、广东、广西和海南等地^[1]。广东蛇葡萄为民间常用药材, 特别在江西、两广地区其茎叶常作为“藤茶”的主要品种 [另一种为同属植物显齿蛇葡萄 (*A. grossedentata*)] 饮用, 具有清热解毒、降血脂和降血压等功效^[2]。

目前, 国内外对广东蛇葡萄化学成分的研究鲜见报道, 为进一步开发利用该植物的化学资源, 作者对广东蛇葡萄的化学成分进行了研究, 从其藤茎乙醇提取物的乙酸乙酯萃取部共分离得到 13 个化合物, 分别为白藜芦醇(1)、5,7-二羟基香豆素(2)、山

奈酚(3)、二氢木犀草素(4)、槲皮素(5)、二氢槲皮素(6)、没食子酸(7)、杨梅素(8)、二氢杨梅素(9)、槲皮素-3-O- α -L-鼠李糖苷(10)、杨梅素-3-O- α -L-鼠李糖苷(11)、山奈酚-3-O- α -L-鼠李糖苷(12)、表儿茶素-3-O-没食子酸酯(13)。除杨梅素和二氢杨梅素外, 其余化合物均为首次从该植物中分离得到。

1 仪器与材料

Eyela N-1100 旋转蒸发仪、Eyela SB-1100 水浴锅、Eyela Aspirator A-1000S 循环水真空泵 (Tokyo Rikakai, 日本); DLSB-5/20 低温冷却循环泵 (郑州长城科工贸有限公司, 中国); WFH-203 三用紫外分析仪 (上海精科实验有限公司, 中国); APCI 2000 LC-MS-MS (Applied Biosystems, 美国); Bruker DRX-400、AV III 500 核磁共振仪 (Bruker, 瑞士)。

柱色谱硅胶 (100~200 目、200~300 目, 青岛海洋化工厂, 中国); 柱层析反相硅胶 RP-18 (50 μ m、70 μ m, J. T. Baker, 美国); 柱层析凝胶为 Sephadex

收稿日期: 2014-03-25 接受日期: 2014-07-03

基金项目: 国家自然科学基金项目 (81373293); 国家科技重大专项 (2014ZX10005002)

* 通讯作者 Tel: 86-20-37081190; E-mail: xuzf@scib.ac.cn; sxqiu@scbg.ac.cn

LH-20 (Amersham Biosciences, 瑞典); 其它有机溶剂和化学药品均为国产分析纯。

植物材料采自江西赣州大余县, 经中国科学院华南植物园王发国研究员鉴定为葡萄科蛇葡萄属植物广东蛇葡萄 (*Ampelopsis cantoniensis*), 样本保存于中国科学院华南植物园天然产物化学生物学实验室。

2 提取与分离

取广东蛇葡萄藤茎 12 kg, 充分粉碎, 用 95% 的乙醇室温浸泡 3 次, 每次约 3 d, 合并滤液减压浓缩至浸膏约 600 g。向浸膏中加入水形成悬浊液, 然后用正己烷与乙酸乙酯萃取, 回收溶剂后得正己烷部 16 g、乙酸乙酯部 380 g 以及水部 210 g。

将乙酸乙酯部 380 g 进行硅胶 (200 ~ 300 目) 柱层析, 氯仿: 甲醇 (100:0 ~ 0:100) 梯度洗脱, 得到 7 个组分: Fr. 1 ~ Fr. 7。

Fr. 3 有大量灰黄色固体析出, 溶出固体重结晶得到化合物 **1** (1250 mg), Fr. 3 再过硅胶柱色谱, 用正己烷: 丙酮 (9:1 ~ 0:10) 洗脱, 得到 3 个亚组分 Fr. 3.1 ~ Fr. 3.3。组分 Fr. 3.2 过反相硅胶柱色谱, 用甲醇: 水 (3:7 ~ 10:0) 洗脱, 得到化合物 **2** (15 mg) 和 **3** (11 mg); 组分 Fr. 3.3 过凝胶柱色谱 (Sephadex LH-20) 得到化合物 **4** (27 mg)。

Fr. 4 硅胶柱层析, 用二氯甲烷: 甲醇 (15:1 ~ 7:3) 梯度洗脱, 得到 Fr. 4.1 ~ Fr. 4.4 四个亚组分。组分 Fr. 4.1 继续用硅胶柱色谱纯化得到化合物 **5** (13 mg); 组分 Fr. 4.2 过 Sephadex LH-20 得到化合物 **6** (10 mg); 组分 Fr. 4.3 过硅胶柱色谱, 用二氯甲烷: 甲醇 (18:1) 洗脱得到化合物 **7** (2200 mg); 组分 Fr. 4.4 用硅胶柱色谱纯化后过 Sephadex LH-20 得到化合物 **8** (12 mg) 和 **9** (13 mg)。

组分 Fr. 5 过硅胶柱色谱用二氯甲烷: 甲醇 (9:1 ~ 1:1) 梯度洗脱, 得到亚组分 Fr. 5.1、Fr. 5.2 和 Fr. 5.3。组分 Fr. 5.2 过硅胶柱色谱, 用氯仿: 甲醇 (8:1 ~ 6:1) 梯度洗脱, 得到亚组分 Fr. 5.2.1 和 Fr. 5.2.2; 组分 Fr. 5.2.1 过 Sephadex LH-20 得到化合物 **10** (51 mg) 和 **12** (10 mg); 组分 Fr. 5.2.2 重结晶得到化合物 **11** (334 mg)。

组分 Fr. 5.3 过硅胶柱色谱重结晶得到化合物 **13** (8 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1** 白色粉末; ESI-MS m/z : 227 ([M-

H]⁻); ¹H NMR (C₃D₆O, 400 MHz) δ : 7.44 (2H, d, J = 8.0 Hz, H-2', H-6'), 7.05 (1H, d, J = 16.0 Hz, H-8), 6.92 (1H, d, J = 16.0 Hz, H-7), 6.87 (2H, d, J = 8.0 Hz, H-3', H-5'), 6.61 (2H, d, J = 2.0 Hz, H-2, H-6), 6.34 (1H, t, J = 2.0 Hz, H-4); ¹³C NMR (C₃D₆O, 100 MHz) δ : 159.6 (C-3, C-5), 158.2 (C-4'), 140.8 (C-1), 129.9 (C-1'), 129.0 (C-8), 128.7 (C-2', C-6'), 126.8 (C-7), 116.3 (C-3', C-5'), 105.6 (C-2, C-6), 102.6 (C-4)。以上数据与文献^[3]报道一致, 故鉴定化合物 **1** 为白藜芦醇。

化合物 **2** 白色粉末; ESI-MS m/z : 177 ([M-H]⁻); ¹H NMR (C₃D₆O, 400 MHz) δ : 8.02 (1H, d, J = 9.6 Hz, H-4), 6.36 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6), 6.28 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.05 (1H, d, J = 9.6 Hz, H-3); ¹³C NMR (C₃D₆O, 100 MHz) δ : 163.0 (C-2), 161.7 (C-7), 157.7 (C-8a), 156.8 (C-5), 140.0 (C-4), 109.9 (C-3), 102.9 (C-6), 99.0 (C-4a), 95.1 (C-8)。以上数据与文献^[4]报道一致, 故鉴定化合物 **2** 为 5,7-二羟基香豆素。

化合物 **3** 黄色粉末; ESI-MS m/z : 285 ([M-H]⁻); ¹H NMR (C₃D₆O, 400 MHz) δ : 8.18 (2H, d, J = 8.0 Hz, H-2', H-6'), 7.02 (2H, d, J = 8.0 Hz, H-3', H-5'), 6.55 (1H, s, H-8), 6.28 (1H, s, H-6); ¹³C NMR (C₃D₆O, 100 MHz) δ : 176.7 (C-4), 165.0 (C-7), 162.2 (C-5), 160.2 (C-9), 157.7 (C-4'), 147.0 (C-2), 132.9 (C-3), 130.4 (C-2', C-6'), 123.3 (C-1'), 116.2 (C-3', C-5'), 104.1 (C-10), 99.1 (C-6), 94.4 (C-8)。以上数据与文献^[5]报道一致, 故鉴定化合物 **3** 为山奈酚。

化合物 **4** 黄色粉末; ESI-MS m/z : 287 ([M-H]⁻); ¹H NMR (C₃D₆O, 400 MHz) δ : 7.00 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2'), 6.85 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5'), 6.82 (1H, dd, J = 2.0, 8.0 Hz, H-6'), 5.93 (2H, s, H-6, H-8), 5.33 (1H, dd, J = 4.0, 12.0 Hz, H-2), 3.12 (1H, dd, J = 12.0, 16.0 Hz, H-3), 2.90 (1H, dd, J = 4.0, 16.0 Hz, H-3); ¹³C NMR (C₃D₆O, 100 MHz) δ : 197.2 (C-4), 167.8 (C-7), 164.9 (C-5), 164.1 (C-9), 146.4 (C-4'), 146.0 (C-3'), 131.0 (C-1'), 118.9 (C-6'), 115.9 (C-5'), 114.5 (C-2'), 102.8 (C-10), 96.7 (C-6), 95.8 (C-8), 79.8 (C-2), 43.2 (C-3)。以上数据与文献^[4]报道一致, 故鉴定化合物 **4** 为二氢木犀草素。

化合物 **5** 黄色针状晶体; ESI-MS m/z : 301

($[M-H]^-$); 1H NMR (C_3D_6O , 400 MHz) δ : 7.84 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.71 (1H, dd, $J = 2.0$, 8.0 Hz, H-6'), 7.00 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.54 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.27 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6); ^{13}C NMR (C_3D_6O , 100 MHz) δ : 176.4 (C-4), 164.9 (C-7), 162.0 (C-5), 157.7 (C-9), 148.2 (C-2), 146.8 (C-4'), 145.7 (C-3'), 136.6 (C-3), 123.7 (C-1'), 121.4 (C-6'), 116.1 (C-5'), 115.6 (C-2'), 104.0 (C-10), 99.0 (C-6), 94.4 (C-8)。以上数据与文献^[6]报道一致,故鉴定化合物**5**为槲皮素。

化合物 6 黄色粉末; ESI-MS m/z : 303 ($[M-H]^-$); 1H NMR (C_3D_6O , 400 MHz) δ : 7.07 (1H, d, $J = 2.0$, H-2'), 6.90 (1H, dd, $J = 2.0$, 8.0 Hz, H-6'), 6.86 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 5.99 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 5.94 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 5.01 (1H, d, $J = 12.0$ Hz, H-3), 4.61 (1H, d, $J = 12.0$ Hz, H-2); ^{13}C NMR (C_3D_6O , 100 MHz) δ : 198.1 (C-4), 168.0 (C-7), 164.9 (C-5), 164.0 (C-9), 146.6 (C-4'), 145.8 (C-3'), 129.6 (C-1'), 120.6 (C-6'), 115.7 (C-5'), 115.6 (C-2'), 101.3 (C-10), 97.0 (C-6), 96.0 (C-8), 84.4 (C-2), 73.0 (C-3)。以上数据与文献^[7]报道一致,故鉴定化合物**6**为二氢槲皮素。

化合物 7 无色针状结晶; ESI-MS m/z : 169 ($[M-H]^-$); 1H NMR (C_3D_6O , 400 MHz) δ : 7.17 (2H, s, H-2, H-6); ^{13}C NMR (C_3D_6O , 100 MHz) δ : 169.2 (-COOH), 145.7 (C-3, C-5), 138.8 (C-4), 121.4 (C-1), 110.1 (C-2, C-6)。以上数据与文献^[6]报道一致,故鉴定化合物**7**为没食子酸。

化合物 8 黄色粉末; ESI-MS m/z : 317 ($[M-H]^-$); 1H NMR (CD_3OD , 500 MHz) δ : 7.36 (2H, s, H-2', H-6'), 6.39 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6); ^{13}C NMR (CD_3OD , 125 MHz) δ : 176.4 (C-4), 165.0 (C-7), 162.1 (C-5), 157.6 (C-9), 146.9 (C-2), 146.2 (C-3', C-5'), 135.9 (C-3), 135.5 (C-4'), 121.7 (C-1'), 107.1 (C-2', C-6'), 103.1 (C-10), 97.8 (C-6), 92.9 (C-8)。以上数据与文献^[8]报道一致,故鉴定化合物**8**为杨梅素。

化合物 9 淡黄色粉末; ESI-MS m/z : 319 ($[M-H]^-$); 1H NMR (CD_3OD , 500 MHz) δ : 6.57 (2H, s, H-2', H-6'), 5.95 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-8), 5.90 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6), 4.85 (1H, d, $J = 11.4$ Hz, H-3), 4.49 (1H, d, $J = 11.4$ Hz, H-2); ^{13}C NMR

(CD_3OD , 125 MHz) δ : 196.9 (C-4), 167.3 (C-7), 163.8 (C-5), 163.0 (C-9), 145.5 (C-3', C-5'), 133.5 (C-4'), 127.7 (C-1'), 106.8 (C-2', C-6'), 100.4 (C-10), 96.0 (C-6), 94.9 (C-8), 83.8 (C-2), 72.3 (C-3)。以上数据与文献^[8]报道一致,故鉴定化合物**9**为二氢杨梅素。

化合物 10 黄色粉末; ESI-MS m/z : 447 ($[M-H]^-$); 1H NMR (CD_3OD , 500 MHz) δ : 7.34 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.29 (1H, dd, $J = 8.3$, 2.1 Hz, H-6'), 6.92 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-5'), 6.30 (1H, d, $J = 1.9$ Hz, H-8), 6.15 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 5.37 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-1''), 4.29 (1H, dd, $J = 3.3$, 1.5 Hz, H-2''), 3.82 (dd, $J = 9.3$, 3.3 Hz, H-3''), 3.48 ~ 3.43 (1H, m, H-5''), 3.43 ~ 3.38 (1H, m, H-4''), 0.97 (3H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6''); ^{13}C NMR (CD_3OD , 125 MHz) δ : 178.1 (C-4), 164.2 (C-7), 161.6 (C-5), 157.8 (C-9), 157.0 (C-2), 148.2 (C-4'), 144.8 (C-3'), 134.8 (C-3), 121.7 (C-1'), 121.6 (C-6'), 115.7 (C-5'), 115.0 (C-2'), 104.5 (C-10), 102.1 (C-1''), 98.5 (C-6), 93.5 (C-8), 71.9 (C-4''), 70.8 (C-3''), 70.6 (C-2''), 70.5 (C-5''), 16.3 (C-6'')。以上数据与文献^[9]报道一致,故鉴定化合物**10**为槲皮素-3-O- α -L-鼠李糖苷。

化合物 11 黄色粉末; ESI-MS m/z : 463 ($[M-H]^-$); 1H NMR (CD_3OD , 500 MHz) δ : 6.97 (2H, s, H-2', H-6'), 6.39 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-8), 6.23 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6), 5.33 (1H, d, $J = 1.7$ Hz, H-1''), 4.24 (1H, dd, $J = 3.3$, 1.7 Hz, H-2''), 3.81 (1H, dd, $J = 9.5$, 3.3 Hz, H-3''), 3.54 (1H, dq, $J = 9.5$, 6.3 Hz, H-5''), 3.33 (1H, m, H-4''), 0.97 (3H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6''); ^{13}C NMR (CD_3OD , 125 MHz) δ : 178.3 (C-4), 164.4 (C-7), 161.8 (C-5), 158.1 (C-9), 157.1 (C-2), 145.4 (C-3', 5'), 136.5 (C-4'), 135.0 (C-3), 120.5 (C-1'), 108.2 (C-2', 6'), 104.5 (C-10), 102.2 (C-1''), 98.4 (C-6), 93.3 (C-8), 71.9 (C-4''), 70.7 (C-3''), 70.6 (C-2''), 70.4 (C-5''), 16.3 (C-6'')。以上数据与文献^[10]报道一致,故鉴定化合物**11**为杨梅素-3-O- α -L-鼠李糖苷。

化合物 12 黄色粉末; ESI-MS m/z : 431 ($[M-H]^-$); 1H NMR (CD_3OD , 500 MHz) δ : 7.77 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-2', 6'), 6.95 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-3', H-5'), 6.37 (1H, d, $J = 1.3$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d,

$J = 1.3$ Hz, H-6), 5.39 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-1''), 4.25 (1H, dd, $J = 3.1, 1.6$ Hz, H-2''), 3.75 (1H, m, H-3''), 3.35 (1H, m, H-5''), 3.33 (1H, m, H-4''), 0.94 (3H, d, $J = 6.3$ Hz, H-6''); ^{13}C NMR (CD₃OD, 125 MHz) δ : 178.2 (C-4), 164.4 (C-7), 161.8 (C-5), 160.1 (C-9), 157.9 (C-4'), 157.1 (C-2), 134.9 (C-3), 130.6 (C-2', 6'), 121.3 (C-1'), 115.3 (C-3', 5'), 104.5 (C-10), 102.1 (C-1''), 98.5 (C-6), 93.4 (C-8), 71.8 (C-4''), 70.7 (C-3''), 70.6 (C-2''), 70.4 (C-5''), 16.3 (C-6''). 以上数据与文献^[11]报道一致,故鉴定化合物 **12** 为山奈酚-3-*O*- α -L-鼠李糖苷。

化合物 13 白色粉末; ESI-MS m/z : 441 ([M-H]⁻); ^1H NMR (CD₃OD, 500 MHz) δ : 6.97 (2H, s, H-2'', H-6''), 6.95 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-2'), 6.83 (1H, dd, $J = 8.3, 2.1$ Hz, H-6'), 6.72 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-5'), 5.99 (1H, d, $J = 2.3$ Hz, H-6), 5.98 (1H, d, $J = 2.3$ Hz, H-8), 5.55 (1H, m, H-3), 5.05 (1H, s, H-2), 3.02 (1H, dd, $J = 17.3, 4.6$ Hz, H-4a), 2.87 (1H, dd, $J = 17.3, 2.2$ Hz, H-4b); ^{13}C NMR (CD₃OD, 125 MHz) δ : 166.2 (C = O), 156.5 (C-9), 156.5 (C-5), 155.9 (C-7), 144.9 (C-3'', 5''), 144.6 (C-3'), 144.5 (C-4'), 138.4 (C-4''), 130.1 (C-1'), 120.1 (C-1''), 118.0 (C-6'), 114.6 (C-5'), 113.7 (C-2'), 108.8 (C-2'', 6''), 98.0 (C-10), 95.1 (C-8), 94.5 (C-6), 77.3 (C-2), 68.6 (C-3), 25.5 (C-4)。以上数据与文献^[12]报道一致,故鉴定化合物 **13** 为表儿茶素-3-*O*-没食子酸酯。

参考文献

- Editorial Board of Flora of China, Chinese Academy of Sciences (中国科学院中国植物志编委会). Flora of China (中国植物志). Beijing: Science Press, 1998. Vol 48 (2), 49-50.
- Zhan Y (战宇), Ning ZX (宁正祥), Zheng C (郑成). Study on the purification and crystallization shape of Ampleopsis flavones. *J Food Sci Technol* (食品科学), 2006, 3: 34-36.
- Xu JY (胥俊越), Chen QC (陈全成), Lin T (林挺), et al. Chemical constituents of *Vitis thunbergii* var. *Taiwaniana*. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2013, 44: 660-664.
- Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences (中国科学院成都生物研究所). ^{13}C NMR Analysis of Natural Products (天然产物核磁共振碳谱分析). Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2006. 463.
- Huang HB (黄洪波), Bao WF (包文芳), Yang FF (杨芳芳), et al. A study on chemical constituents of *Erigeron breviscapus* (Vant.) Hand.-Mazz. *J Shenyang Pharm Univ* (沈阳药科大学学报), 2001, 18: 266-267.
- Zhou RG (周荣光), Yang ZX (杨兆祥), Wang J (王金), et al. Chemical constituents from leaves of *Mangifera persiciformis*. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2012, 24: 1217-1219.
- Ba YY (巴寅颖), Liu QY (刘倩颖), Shi RB (石任兵), et al. Studies on flavonoids from *Euonyus alatus*. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2012, 43: 242-246.
- Wu LH (吴龙火), Zhang J (张剑). The chemical constituents of *Hovenia dulcis* Thunb. *Lishizhen Med Mater Res* (时珍国医国药), 2013, 24: 1028-1029.
- Yang SH (杨书慧), Tian X (田瑄). Chemical components of *Rhododendron concinnum*. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), 2007, 27: 364-370.
- Cao H (曹晖), Xiao YH (肖艳华), Wang SY (王绍云), et al. Chemical constituents of leaves and roots of *Vernicia fordii*. *J Southwest China Normal Univ* (西南师范大学学报), 2008, 33: 30-32.
- Dong L (董礼), Li L (李磊), Liao ZH (廖志华), et al. Chemical constituents in roots of *Rhodiola bupleuroides*. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), 2007, 27: 2564-2567.
- Zhang Q (张倩), Rena K (热娜卡斯木), Wang XM (王晓梅), et al. Studies on the chemical constituents of flavonoids in the inflorescences of *Cynomorium songaricum* Rupr. *J Xinjiang Med Univ* (新疆医科大学学报), 2007, 30: 466-468.