

广王不留行的化学成分研究

魏 伟^{1,3}, 范春林^{2,3*}, 王贵阳^{2,3}, 唐海蛟^{1,3}, 王 英^{2,3}, 叶文才^{1,2,3*}

1. 中国药科大学中药学院 天然药物化学教研室, 江苏 南京 210009

2. 暨南大学药学院 中药及天然药物研究所, 广东 广州 510632

3. 暨南大学-香港科技大学 神经科学和创新药物研究联合实验室, 广东 广州 510632

摘要: 目的 对薜荔 *Ficus pumila* 的干燥花序托进行化学成分研究, 为其质量控制提供物质基础。方法 采用硅胶色谱柱、Sephadex LH-20 色谱柱、ODS 色谱柱及制备 HPLC 等技术方法分离并纯化化合物, 根据化合物的理化性质和波谱数据鉴定其结构。结果 从广王不留行 95%乙醇提取物中共分离得到了 21 个化合物, 分别鉴定为芦丁(1)、山柰酚 3-*O*- α -L-鼠李糖(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-葡萄糖苷(2)、异槲皮苷(3)、槲皮苷(4)、二氢山柰酚 5-*O*- β -D-葡萄糖苷(5)、二氢山柰酚 7-*O*- β -D-葡萄糖苷(6)、maesopsin 6-*O*- β -D-glucopyranoside(7)、开环异落叶松脂素 9-*O*- β -D-葡萄糖苷(8)、绿原酸(9)、原儿茶酸(10)、咖啡酸(11)、5-*O*-咖啡酰基-奎宁酸甲酯(12)、对羟基苯甲酸(13)、香草酸(14)、5-*O*-咖啡酰基-奎宁酸丁酯(15)、 β -香树脂醇乙酸酯(16)、 β -胡萝卜苷(17)、红花菜豆酸(18)、吐叶醇(19)、(1'*S*, 6'*R*)-8'-hydroxyabscisic acid β -D-glucoside(20) 和 1-methyl-1, 2, 3, 4-tetrahydro- β -carboline-3-carboxylic acid(21)。结论 化合物 5~15、18、20 和 21 为首次从该植物中分离得到, 其中化合物 5~8、12、15 和 20~21 首次从该属植物中分离得到。

关键词: 广王不留行; 槲皮苷; 二氢山柰酚 5-*O*- β -D-葡萄糖苷; 绿原酸; 红花菜豆酸; 吐叶醇

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2014)05-0615-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.05.004

Chemical constituents from *Ficus pumila*

WEI Wei^{1,3}, FAN Chun-lin^{2,3}, WANG Gui-yang^{2,3}, TANG Hai-jiao^{1,3}, WANG Ying^{2,3}, YE Wen-cai^{1,2,3}

1. Department of Natural Medicinal Chemistry, China Pharmaceutical University, Nanjing 210009, China

2. Institute of Traditional Chinese Medicine and Natural Products, Jinan University, Guangzhou 510632, China

3. JNU-HKUST Joint Laboratory for Neuroscience & Innovative Drug Research, Jinan University, Guangzhou 510632, China

Abstract: Objective To investigate the chemical constituents from *Ficus pumila* and to provide the material basis for quality control.

Methods The chemical constituents were separated and purified by silica gel, Sephadex LH-20, ODS, and preparative HPLC column chromatographies. Their structures were determined by physicochemical properties and spectral data analyses. **Results** From 95% ethanol extract of *F. pumila*, 21 compounds were isolated and identified as rutin (1), kaempferol 3-*O*- α -L-rhamnopyranosyl (1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glucopyranoside (2), isoquercitrin (3), quercitrin (4), dihydrokaempferol 5-*O*- β -D-glucopyranoside (5), dihydrokaempferol 7-*O*- β -D-glucopyranoside (6), maesopsin 6-*O*- β -D-glucopyranoside (7), secoisolariciresinol 9-*O*- β -D-glucopyranoside (8), chlorogenic acid (9), protocatechuic acid (10), caffeic acid (11), 5-*O*-caffeoyl quinic acid methyl ester (12), *p*-hydroxybenzoic acid (13), vanillic acid (14), 5-*O*-caffeoyl quinic acid butyl ester (15), β -amyrin acetate (16), daucosterol (17), phaseic acid (18), vomifoliol (19), (1'*S*, 6'*R*)-8'-hydroxyabscisic acid β -D-glucoside (20), and 1-methyl-1, 2, 3, 4-tetrahydro- β -carboline-3-carboxylic acid (21).

Conclusion Compounds 5—15, 18, 20, and 21 are isolated from this plant for the first time, and compound 5—8, 12, 15, 20, and 21 are found in plants of *Ficus* Linn. for the first time.

Key words: *Ficus pumila* L.; quercitrin; dihydrokaempferol 5-*O*- β -D-glucopyranoside; chlorogenic acid; phaseic acid; vomifoliol

广王不留行为桑科榕属植物薜荔 *Ficus pumila* 于广东、广西、江苏、四川、浙江等地, 北方偶有
L. 的干燥花序托, 又名薜荔果、木馒头, 主要分布栽培^[1]。因其在两广地区经常替代王不留行使用,

收稿日期: 2013-12-05

基金项目: 国家药品标准提高暨 2015 版药典科研任务项目 (YDC-114)

作者简介: 魏 伟 (1989—), 女, 在读硕士, 研究方向为中药及天然药物活性成分研究。

*通信作者 范春林 Tel: (020)85222653 E-mail: jnuchunlin@163.com

叶文才 Tel: (020)85221559 E-mail: chyewc@gmail.com

故称其为广王不留行;其具有补肾固精、清热利湿、活血催乳、解毒消肿之功效^[2]。广王不留行化学成分种类较多,药理作用及临床应用较为广泛。研究表明广王不留行主要含有三萜、黄酮、倍半萜、香豆素及其他类化合物,现代药理研究发现其具有抑菌、抗氧化、抗肿瘤和提高机体免疫的作用^[2]。但是文献报道对广王不留行的质量控制研究较少,为了进一步研究其化学成分,并为其质量控制标准提供物质基础,本实验对广王不留行 95%乙醇提取物的正丁醇部分进行了系统研究,从中分离鉴定了 21 个化合物,其中包括 7 个黄酮类化合物:芦丁(rutin, **1**)、山柰酚 3-*O*- α -*L*-鼠李糖 (1 $\rightarrow$ 6)- β -*D*-葡萄糖苷 [kaempferol 3-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl (1 $\rightarrow$ 6)- β -*D*-glucopyranoside, **2**]、异槲皮苷(isoquercitrin, **3**)、槲皮苷(quercitrin, **4**)、二氢山柰酚 5-*O*- β -*D*-葡萄糖苷(dihydrokaempferol 5-*O*- β -*D*-glucopyranoside, **5**)、二氢山柰酚 7-*O*- β -*D*-葡萄糖苷(dihydrokaempferol 7-*O*- β -*D*-glucopyranoside, **6**)、maesopsin 6-*O*- β -*D*-glucopyranoside (**7**); 7 个酚酸类化合物:绿原酸(chlorogenic acid, **9**)、原儿茶酸(protocatechuic acid, **10**)、咖啡酸(caffeic acid, **11**)、5-*O*-咖啡酰基-奎宁酸甲酯(5-*O*-caffeoyl quinic acid methyl ester, **12**)、对羟基苯甲酸(*p*-hydroxybenzoic acid, **13**)、香草酸(vanillic acid, **14**)、5-*O*-咖啡酰基-奎宁酸丁酯(5-*O*-caffeoyl quinic acid butyl ester, **15**); 以及 6 个其他类化合物:开环异落叶松脂素 9-*O*- β -*D*-葡萄糖苷(secoisolariciresinol 9-*O*- β -*D*-glucopyranoside, **8**)、 β -香树脂醇乙酸酯(β -amyrin acetate, **16**)、 β -胡萝卜苷(β -daucosterol, **17**)、红花菜豆酸(phaseic acid, **18**)、吐叶醇(vomifoliol, **19**)、(1'*S*, 6'*R*)-8'-hydroxyabscisic acid β -*D*-glucoside (**20**) 和 1-methyl-1, 2, 3, 4-tetrahydro- β -carboline-3-carboxylic acid (**21**)。其中化合物 **5**~**15**、**18**、**20** 和 **21** 为首次从该植物中分离得到,化合物 **5**~**8**、**12**、**15**、**20** 和 **21** 为首次从该属植物中分离得到。

1 仪器与试剂

X—5 型显微熔点测定仪(北京泰克仪器有限公司); JASCO V—550 紫外-可见分光光度仪; JASCO FI/IR—480 Plus Fourier Transform 红外光谱仪; Bruker AV—400 和 AV—300 型核磁共振仪(德国 Bruker 公司); Agilent 1100 Series LC/MSD Trap 质谱仪(美国 Agilent 公司); Agilent 1260 系列高效液相色谱仪; 制备用 Agilent 1260 系列制备高效液相

色谱仪; 薄层色谱硅胶 GF₂₅₄ 薄层预制板(烟台化学工业研究所); 柱色谱用硅胶(青岛海洋化工厂); Sephadex LH-20(美国 Pharmacia 公司); RP-18 高效薄层预制板(美国 Merck 公司); Cosmosil 5C₁₈-MS-II 色谱柱(250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μ m); Cosmosil 5C₁₈-MS-II 色谱柱(250 mm $\times$ 20 mm, 5 μ m)。甲醇、三氯甲烷、石油醚、醋酸乙酯等均为分析纯(天津市大茂化学试剂厂); 色谱甲醇和色谱乙腈(美国 Merck 公司); 怡宝纯净水,使用时经 Millipore 纯水处理系统(美国 Millipore 公司)处理。

广王不留行药材于 2012 年 10 月采集于广东省清远市,经中国科学院华南植物研究所叶华谷研究员鉴定为桑科(Moraceae)榕属植物薜荔 *Ficus pumila* L. 的干燥花序托,标本(No. 22188)保存于中国科学院华南植物研究所。

2 提取与分离

取干燥广王不留行 20 kg,粉碎,加 95%乙醇渗漉提取,渗漉液浓缩至无醇味。浓缩液加水混悬,依次用石油醚、醋酸乙酯、正丁醇萃取。正丁醇部位减压浓缩至流浸膏状(405 g)。取正丁醇部位流浸膏(400 g),用 100~200 目硅胶拌样,经硅胶柱色谱,以氯仿-甲醇梯度洗脱(100:0 $\rightarrow$ 0:100),TLC 检识,合并得到 12 个馏份(Fr. 1~12)。Fr. 1 经甲醇重结晶得到化合物 **16**(8 g),Fr. 10 经甲醇重结晶得到化合物 **1**(2 g); Fr. 5、Fr. 6、Fr. 8 和 Fr. 9 分别经硅胶柱色谱,以氯仿-甲醇梯度洗脱(100:0 $\rightarrow$ 0:100),再经 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱(纯甲醇)、ODS 柱色谱及制备 HPLC 分离得到化合物 **2**(25 mg)、**3**(65 mg)、**4**(12 mg)、**5**(3 mg)、**6**(5 mg)、**7**(12 mg)、**8**(20 mg)、**9**(1.5 g)、**10**(20 mg)、**11**(75 mg)、**12**(30 mg)、**13**(70 mg)、**14**(12 mg)、**15**(25 mg)、**17**(1.5 g)、**18**(8 mg)、**19**(70 mg)、**20**(10 mg)及 **21**(8 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 淡黄色粉末(甲醇), mp 176~178 $^{\circ}$ C。FeCl₃、盐酸-镁粉及 Molish 反应呈阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 204, 259, 358。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 435, 2 923, 1 676, 1 617, 1 525, 1 477, 1 379, 1 313, 1 221, 1 111, 1 078, 1 028, 822, 614。ESI-MS *m/z*: 633.5 [*M*+Na]⁺, 结合 ¹H-NMR、¹³C-NMR 和 DEPT-135 谱,推测其分子式为 C₂₇H₃₀O₁₆。¹H-NMR (300 MHz, CD₃OD) δ : 6.20 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-6), 6.39 (1H, d, *J*=2.0 Hz, H-8), 7.68 (1H, d, *J*=2.1 Hz, H-2'), 6.89

(1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 7.64 (1H, dd, $J = 8.5$, 2.1 Hz, H-6'), 5.12 (1H, d, $J = 7.3$ Hz, H-1''), 4.54 (1H, d, $J = 1.1$ Hz, H-1'''), 1.14 (3H, d, $J = 6.2$ Hz, H-6'''); $^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, CD_3OD) δ : 157.9 (C-2), 134.2 (C-3), 178.0 (C-4), 161.5 (C-5), 98.6 (C-6), 164.6 (C-7), 93.5 (C-8), 157.0 (C-9), 104.2 (C-10), 121.7 (C-1'), 114.7 (C-2'), 75.8 (C-3'), 148.4 (C-4'), 116.2 (C-5'), 122.2 (C-6'), 103.4 (C-1''), 74.3 (C-2''), 75.8 (C-3''), 70.8 (C-4''), 76.8 (C-5''), 67.2 (C-6''), 101.0 (C-1'''), 70.7 (C-2'''), 70.0 (C-3'''), 72.5 (C-4'''), 68.3 (C-5'''), 16.5 (C-6'''). 以上数据与文献报道一致^[3], 故鉴定化合物 **1** 为芦丁。

化合物 **2**: 黄色无定形粉末 (甲醇), mp 231~233 °C, 溶于甲醇。FeCl₃、盐酸-镁粉及 Molish 反应为阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 204, 264, 349。IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 438, 2 953, 1 676, 1 620, 1 525, 1 468, 1 382, 1 304, 1 224, 1 197, 1 078, 1 022, 852, 822。ESI-MS m/z : 593.8 $[\text{M}-\text{H}]^-$, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 $\text{C}_{27}\text{H}_{30}\text{O}_{15}$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 6.26 (1H, s, H-6), 6.45 (1H, s, H-8), 8.12 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2', 6'), 6.95 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3', 5'), 5.18 (1H, d, $J = 6.8$ Hz, H-1''), 3.88 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-6''), 4.59 (1H, s, H-1'''), 3.71 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-2'''), 1.19 (3H, d, $J = 6.0$ Hz, H-6'''); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD) δ : 156.7 (C-2), 133.7 (C-3), 177.5 (C-4), 161.1 (C-5), 98.2 (C-6), 164.1 (C-7), 93.1 (C-8), 157.6 (C-9), 103.8 (C-10), 120.9 (C-1'), 130.6 (C-2', 6'), 114.3 (C-3', 5'), 159.6 (C-4'), 102.8 (C-1''), 73.9 (C-2''), 76.3 (C-3''), 69.6 (C-4''), 75.3 (C-5''), 66.8 (C-6''), 100.6 (C-1'''), 70.2 (C-2'''), 70.5 (C-3'''), 72.1 (C-4'''), 67.9 (C-5'''), 16.1 (C-6'''). 以上数据与文献报道一致^[4], 故鉴定化合物 **2** 为山柰酚 3-*O*- α -*L*-鼠李糖 (1 $\rightarrow$ 6)- β -*D*-葡萄糖苷。

化合物 **3**: 黄色结晶性粉末 (甲醇), mp 220~222 °C。FeCl₃、盐酸-镁粉及 Molish 反应为阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 204, 258, 356。IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 190, 2 379, 1 678, 1 625, 1 515, 1 460, 1 380, 1 321, 1 289, 1 216, 1 078, 1 030, 610。ESI-MS m/z : 687.5 $[\text{M}+\text{Na}]^+$, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12}$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 12.64 (1H, s, 5-OH), 6.20 (1H, d, $J = 1.2$ Hz, H-6), 6.40 (1H, d, $J = 1.2$ Hz, H-8), 6.84 (1H, d,

$J = 9.0$ Hz, H-5'), 7.57~7.60 (2H, m, H-2', 6'), 5.47 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-1''); $^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 156.4 (C-2), 133.3 (C-3), 177.5 (C-4), 161.3 (C-5), 98.7 (C-6), 164.3 (C-7), 93.6 (C-8), 156.2 (C-9), 104.0 (C-10), 121.6 (C-1'), 115.2 (C-2'), 144.9 (C-3'), 148.5 (C-4'), 116.2 (C-5'), 121.2 (C-6'), 100.9 (C-1''), 74.1 (C-2''), 76.5 (C-3''), 70.0 (C-4''), 77.6 (C-5''), 61.0 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[5], 故鉴定化合物 **3** 为异槲皮苷。

化合物 **4**: 黄色粉末 (甲醇), mp 260~263 °C, 溶于甲醇。盐酸-镁粉、Molish 反应呈阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 205, 258, 350。IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 283, 1 672, 1 621, 1 515, 1 474, 1 376, 1 319, 1 289, 1 217, 1 185, 1 161, 1 086, 1 014, 980, 838, 614。ESI-MS m/z : 471.2 $[\text{M}+\text{Na}]^+$, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{11}$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 6.20 (1H, s, H-6), 6.39 (1H, s, H-8), 12.66 (1H, s, 5-OH), 7.30 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2'), 6.86 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 7.25 (1H, dd, $J = 2.1$, 8.4 Hz, H-6'), 5.25 (1H, s, H-1''), 3.10~3.97 (4H, H-2'', 3'', 4'', 5''), 0.81 (3H, d, $J = 5.7$ Hz, H-6''); $^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 156.5 (C-2), 134.2 (C-3), 177.8 (C-4), 161.3 (C-5), 98.7 (C-6), 164.3 (C-7), 93.7 (C-8), 157.3 (C-9), 104.1 (C-10), 121.1 (C-1'), 115.5 (C-2'), 145.2 (C-3'), 148.5 (C-4'), 115.7 (C-5'), 120.7 (C-6'), 101.8 (C-1''), 70.1 (C-2''), 70.6 (C-3''), 71.2 (C-4''), 70.4 (C-5''), 17.5 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[6], 故鉴定化合物 **4** 为槲皮苷。

化合物 **5**: 淡黄色粉末 (甲醇), mp 248~250 °C。FeCl₃、盐酸-镁粉及 Molish 反应为阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 203, 244, 284。IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 437, 2 936, 2 378, 1 700, 1 633, 1 559, 1 537, 1 474, 1 424, 1 222, 1 157, 1 093, 858, 819, 740, 617。 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, CD_3OD) δ : 4.98 (1H, d, $J = 11.4$ Hz, H-2), 4.41 (1H, d, $J = 11.7$ Hz, H-3), 6.11 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6), 6.49 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-8), 7.36 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-2', 6'), 6.85 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-3', 5'); $^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, CD_3OD) δ : 82.9 (C-2), 73.2 (C-3), 164.5 (C-5), 98.5 (C-6), 165.8 (C-7), 97.7 (C-8), 160.6 (C-9), 103.5 (C-10), 127.8 (C-1'), 157.8 (C-4'), 128.9 (C-2', 6'), 114.8 (C-3', 5'), 102.7 (C-1''), 73.2 (C-2''), 76.0 (C-3''), 69.8 (C-4''), 77.2 (C-5''), 61.1 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化

合物 **5** 为二氢山柰酚 5-*O*- β -*D*-葡萄糖苷。

化合物 **6**: 淡黄色粉末 (甲醇), mp 218~220 °C。FeCl₃、盐酸-镁粉及 Molish 反应为阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 213, 285。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 438, 2 911, 2 378, 1 664, 1 537, 1 525, 1 474, 1 190, 1 090, 1 043, 998。ESI-MS *m/z*: 473.3 [M+Na]⁺, 结合 ¹H-NMR、¹³C-NMR 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 C₂₁H₂₂O₁₁。¹H-NMR (300 MHz, CD₃OD) δ : 5.01 (1H, d, *J* = 11.7 Hz, H-2), 4.59 (1H, d, *J* = 11.7 Hz, H-3), 6.19 (1H, d, *J* = 2.1 Hz, H-6), 6.22 (1H, d, *J* = 2.1 Hz, H-8), 7.35 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-2', 6'), 6.82 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-3', 5'), 4.95 (1H, d, *J* = 7.2 Hz, H-1''); ¹³C-NMR (75 MHz, CD₃OD) δ : 85.2 (C-2), 73.8 (C-3), 199.4 (C-4), 164.8 (C-5), 98.3 (C-6), 167.3 (C-7), 97.0 (C-8), 164.3 (C-9), 103.5 (C-10), 129.1 (C-1'), 130.4 (C-2', 6'), 159.3 (C-4'), 116.1 (C-3', 5'), 101.3 (C-1''), 74.6 (C-2''), 77.8 (C-3''), 71.1 (C-4''), 78.3 (C-5''), 62.3 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[8], 故鉴定化合物 **6** 为二氢山柰酚 7-*O*- β -*D*-葡萄糖苷。

化合物 **7**: 黄色粉末 (甲醇), mp 204~206 °C, 易溶于甲醇。FeCl₃、盐酸-镁粉及 Molish 反应为阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 204, 290, 333。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 380, 2 935, 2 376, 1 704, 1 637, 1 533, 1 465, 1 373, 1 329, 1 221, 1 091, 1 002, 843。ESI-MS *m/z*: 473.3 [M+Na]⁺, 结合 ¹H-NMR、¹³C-NMR 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 C₂₁H₂₂O₁₁。¹H-NMR (300 MHz, CD₃OD) δ : 5.90 (1H, brs, H-5), 6.00 (1H, brs, H-7), 3.04 (2H, s, H- α), 6.94 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-2', 6'), 6.53 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-3'), 6.52 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5'), 4.83, 4.81 (各 1H, s, H-1''); ¹³C-NMR (75 MHz, CD₃OD) δ : 107.6 (C-2), 196.8 (C-3), 174.5 (C-4), 93.2 (C-5), 171.6 (C-6), 97.2 (C-7), 158.2 (C-8), 103.3 (C-9), 41.9 (C- α), 125.5 (C-1'), 132.5 (C-2', 6'), 157.2 (C-4'), 115.8, 115.7 (C-3', 5'), 101.5 (C-1''), 73.9 (C-2''), 77.2 (C-3''), 71.1 (C-4''), 78.3 (C-5''), 62.3 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **7** 为 maesopsin 6-*O*- β -*D*-glucopyranoside。

化合物 **8**: 黄色粉末 (甲醇), mp 130~132 °C, 易溶于甲醇。FeCl₃ 及 Molish 反应呈阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 218, 245, 296, 330。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 353, 2 377, 1 750, 1 734, 1 715, 1 665, 1 575, 1 559, 1 537, 1 474, 1 050, 686。ESI-MS *m/z*: 523.8 [M-H]⁻, 结合

¹H-NMR、¹³C-NMR 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 C₂₆H₃₆O₁₁。¹H-NMR (300 MHz, CD₃OD) δ : 4.19 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1''), 6.54~6.68 提示为苯环上的氢信号; ¹³C-NMR (75 MHz, CD₃OD) δ : 133.9 (C-1), 134.0 (C-1'), 113.3 (C-2), 113.5 (C-2'), 148.7 (C-3), 148.8 (C-3'), 145.4 (C-4), 145.4 (C-4'), 115.7 (C-5), 115.7 (C-5'), 122.7 (C-6), 122.8 (C-6'), 35.5 (C-7), 35.5 (C-7'), 44.0 (C-8), 41.5 (C-8'), 62.7 (C-9), 71.7 (C-9'), 104.6 (C-1''), 75.2 (C-2''), 77.9 (C-3''), 70.4 (C-4''), 78.1 (C-5''), 62.8 (C-6''), 56.2 (CH₃O-), 56.2 (CH₃O-)。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **8** 为 secoisolariciresinol 9-*O*- β -*D*-glucopyranoside。

化合物 **9**: 白色粉末, mp 207~209 °C, 易溶于甲醇和热水。溴甲酚蓝反应为阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 210, 243, 292, 329。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 375, 2 965, 2 646, 1 736, 1 703, 1 656, 1 617, 1 534, 1 459, 1 304, 1 206, 1 132, 1 099, 989, 837, 620。ESI-MS *m/z*: 353.6 [M-H]⁻, 结合 ¹H-NMR、¹³C-NMR 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 C₁₆H₁₈O₉。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 2.04~2.27 (4H, m, H-2, 6), 5.35 (1H, m, H-3), 4.18 (1H, m, H-5), 7.06 (1H, d, *J* = 2.0 Hz, H-2'), 3.74 (1H, dd, *J* = 8.4, 2.8 Hz, H-4'), 6.79 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5'), 6.97 (1H, dd, *J* = 2.0, 8.0 Hz, H-6'), 6.28 (1H, d, *J* = 16.0 Hz, H-8'); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ : 175.2 (-COOH), 74.4 (C-1), 37.0 (C-2), 69.5 (C-3), 71.7 (C-4), 70.1 (C-5), 36.4 (C-6), 126.0 (C-1'), 114.7 (C-2'), 144.9 (C-3'), 147.7 (C-4'), 113.5 (C-5'), 121.1 (C-6'), 145.2 (C-7'), 113.4 (C-8'), 166.9 (C-9')。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **9** 为绿原酸。

化合物 **10**: 白色晶体 (甲醇), mp 199~200 °C, 易溶于甲醇。溴甲酚蓝显色呈阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 212, 258, 294。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 470, 3 215, 1 699, 1 627, 1 464, 1 403, 1 308, 1 267, 1 206, 1 147, 1 112, 990, 958, 783, 571。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 6.80 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5), 7.42~7.44 (2H, m, H-2, 6); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ : 170.3 (-COOH), 123.2 (C-1), 117.8 (C-2), 146.0 (C-3), 151.5 (C-4), 115.8 (C-5), 123.9 (C-6)。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **10** 为原儿茶酸。

化合物 **11**: 淡黄色无定形粉末 (甲醇), mp 211~213 °C, 易溶于甲醇。溴甲酚蓝显色呈阳性。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 213, 244, 291, 323。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹):

3 450, 3 251, 1 662, 1 637, 1 467, 1 307, 1 297, 1 235, 1 192, 1 137, 989, 915, 867, 831, 593。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.03 (1H, s, H-2), 6.77 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5), 6.92 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-6), 7.52 (1H, d, $J = 15.8$ Hz, H-7), 6.21 (1H, d, $J = 15.7$ Hz, H-8); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD) δ : 127.8 (C-1), 115.6 (C-2), 146.7 (C-3), 149.4 (C-4), 115.1 (C-5), 122.8 (C-6), 147.0 (C-7), 116.5 (C-8), 171.1 (C-9)。以上数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **11** 为咖啡酸。

化合物 **12**: 白色粉末(甲醇), mp 289~291 °C, 溴甲酚蓝显色呈阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 218, 245, 296, 330。ESI-MS m/z : 391.2 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{O}_9$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 2.09~2.32 (4H, m, H-2, 6), 5.39 (1H, m, H-3), 3.84 (1H, dd, $J = 2.8, 7.6$ Hz, H-4), 4.24 (1H, m, H-6), 7.15 (1H, d, $J = 1.2$ Hz, H-2'), 6.89 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 7.04 (1H, dd, $J = 1.2, 8.0$ Hz, H-6'), 3.79 (3H, s, $-\text{OCH}_3$); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD) δ : 75.9 (C-1), 37.9 (C-2), 72.0 (C-3), 72.6 (C-4), 70.4 (C-5), 38.0 (C-6), 175.7 (C-7), 53.0 ($-\text{OCH}_3$), 147.0 (C-2'), 146.7 (C-3'), 149.5 (C-4'), 116.6 (C-5'), 123.0 (C-6'), 127.6 (C-7'), 115.1 (C-8'), 168.2 (C-9')。以上数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **12** 为 5-*O*-咖啡酰基-奎宁酸甲酯。

化合物 **13**: 无色针晶(甲醇), mp 210~211 °C, 溴甲酚蓝显色呈阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 206, 254。IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 3 402, 2 378, 1 700, 1 625, 1 612, 1 559, 1 526, 1 436, 1 334, 1 307, 1 261, 1 186, 1 119, 950, 872, 787, 710, 636, 563, 520。EI-MS m/z : 161.3 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.82 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2, 6), 6.77 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3, 5); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD) δ : 122.7 (C-1), 163.3 (C-4), 133.0 (C-2, 6), 116.0 (C-3, 5), 170.1 (C-7)。以上数据与文献报道一致^[15], 故鉴定化合物 **13** 为对羟基苯甲酸。

化合物 **14**: 白色针晶(甲醇), mp 197~199 °C。溴甲酚蓝显色呈阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 213, 259, 291。IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 3 503, 2 970, 2 378, 1 700, 1 615, 1 541, 1 489, 1 452, 1 299, 1 256, 1 222, 1 129, 1 047, 935, 900, 782, 654, 526。EI-MS m/z : 191.0 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_4$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, CD_3OD) δ :

7.57 (2H, m, H-2, 6), 6.85 (1H, d, $J = 8.7$ Hz, H-5), 3.90 (3H, s, $-\text{OCH}_3$); $^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, CD_3OD) δ : 123.1 (C-1), 115.8 (C-2), 148.6 (C-3), 152.6 (C-4), 113.8 (C-5), 125.3 (C-6), 6.4 ($\text{CH}_3\text{O}-$), 170.1 ($-\text{COOH}$)。以上数据与文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 **14** 为香草酸。

化合物 **15**: 淡黄色针状结晶(甲醇), mp 121~122 °C。溴甲酚蓝显色呈阳性。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 215, 246, 294, 330。IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 3 476, 3 177, 2 974, 1 743, 1 716, 1 653, 1 625, 1 610, 1 390, 1 279, 1 262, 1 183, 1 164, 1 102, 996, 948, 768, 570。ESI-MS m/z : 433.3 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 结合 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 和 DEPT-135 谱, 推测其分子式为 $\text{C}_{20}\text{H}_{26}\text{O}_9$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, CD_3OD) δ : 4.10 (1H, m, H-3), 3.70 (1H, dd, $J = 3.0, 7.5$ Hz, H-4), 5.24 (1H, m, H-5), 4.01 (2H, m, H-8), 1.54 (2H, m, H-9), 1.28 (2H, m, H-10), 0.88 (3H, m, H-11); $^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, CD_3OD) δ : 75.7 (C-1), 37.7 (C-2), 70.3 (C-3), 72.5 (C-4), 72.1 (C-5), 38.0 (C-6), 175.0 (C-7), 66.4 (C-8), 31.5 (C-9), 20.0 (C-10), 14.0 (C-11), 168.2 (C-1'), 115.1 (C-2'), 147.2 (C-3'), 127.6 (C-4'), 115.0 (C-5'), 146.8 (C-6'), 149.6 (C-7'), 116.5 (C-8'), 123.0 (C-9')。以上数据与文献报道一致^[17], 故鉴定为化合物 **15** 为 5-*O*-咖啡酰基-奎宁酸丁酯。

化合物 **16**: 无色针状结晶(甲醇), mp 238~240 °C。UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$ (nm): 247。IR $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 2 965, 2 894, 1 749, 1 480, 1 392, 1 265, 1 037, 995。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 0.83~1.13 有 8 个甲基氢信号, 提示为 C-23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 位的甲基氢; 2.04 (3H, s, $\text{CH}_3\text{COO}-$), 4.50 (1H, m, H-3), 5.18 (1H, t, $J = 3.2$ Hz, H-12); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : 170.5 (C=O), 20.8 ($\text{CH}_3\text{C=O}$), 37.8 (C-1), 23.2 (C-2), 80.5 (C-3), 36.7 (C-4), 54.8 (C-5), 17.8 (C-6), 32.2 (C-7), 39.4 (C-8), 47.1 (C-9), 37.3 (C-10), 23.1 (C-11), 121.2 (C-12), 144.8 (C-13), 41.3 (C-14), 26.5 (C-15), 25.7 (C-16), 32.0 (C-17), 46.8 (C-18), 46.4 (C-19), 30.6 (C-20), 34.3 (C-21), 36.4 (C-22), 27.6 (C-23), 16.4 (C-24), 15.1 (C-25), 16.2 (C-26), 25.5 (C-27), 28.0 (C-28), 32.9 (C-29), 23.1 (C-30)。以上数据与文献报道一致^[18], 故鉴定化合物 **16** 为 β -香树脂醇乙酸酯。

化合物 **17**: 白色粉末(甲醇), mp 290~292 °C。香草醛-浓硫酸反应显红色(TLC)。与 β -胡萝卜苷

对照品共薄层,在3个展开系统中的Rf值及显色行为一致,且混合熔点不下降,故鉴定化合物**17**为β-胡萝卜苷。

化合物**18**:黄色油状物(甲醇),mp 219~221 °C,UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 259; IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 3 460, 2 917, 2 378, 1 695, 1 646, 1 617, 1 296, 1 271, 1 217, 1 159, 1 040, 1 004, 877, 741。ESI-MS m/z : 303.5 $[\text{M} + \text{Na}]^+$,结合 ^1H -NMR、 ^{13}C -NMR和DEPT-135谱,推测其分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{20}\text{O}_5$ 。 ^1H -NMR(300 MHz, CD_3OD) δ : 5.77 (1H, s, H-2), 8.09 (1H, d, $J = 15.8$ Hz, H-4), 6.44 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-5), 2.45 (1H, dd, $J = 2.0, 18.0$ Hz, H-3'), 2.80 (1H, d, $J = 17.8$ Hz, H-3'), 2.37 (1H, dd, $J = 2.4, 18.0$ Hz, H-5'), 2.69 (1H, dd, $J = 2.5, 18.0$ Hz, H-5'), 3.65 (1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-8'), 3.92 (1H, dd, $J = 2.9, 7.6$ Hz, H-8'), 2.05 (3H, d, $J = 10.0$ Hz, 6- CH_3), 1.19 (3H, s, 7'- CH_3), 0.99 (3H, s, 9'- CH_3); ^{13}C -NMR(75 MHz, CD_3OD) δ : 119.9 (C-2), 151.1 (C-3), 132.9 (C-4), 133.6 (C-5), 83.0 (C-1'), 87.8 (C-2'), 54.0 (C-3'), 210.9 (C-4'), 53.2 (C-5'), 48.9 (C-6'), 78.5 (C-8'), 21.2 (6- CH_3), 19.4 (7'- CH_3), 15.8 (9'- CH_3)。以上数据与文献报道一致^[19],故鉴定化合物**18**为红花菜豆酸。

化合物**19**:白色晶体(甲醇),mp 150~152 °C。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 236。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 3 388, 2 999, 2 981, 1 680, 1 451, 1 297, 1 140, 1 089, 1 038, 989。ESI-MS m/z : 247.3 $[\text{M} + \text{Na}]^+$,结合 ^1H -NMR、 ^{13}C -NMR和DEPT-135谱,推测其分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{20}\text{O}_3$ 。 ^1H -NMR(400 MHz, CD_3OD) δ : 5.94 (1H, m, H-4), 5.81~5.86 (2H, m, H-7, 8), 4.39 (1H, m, H-9), 1.31 (3H, d, $J = 4.8$ Hz, H-10), 1.98 (3H, d, $J = 0.9$ Hz, H-11), 1.11 (3H, s, H-12), 1.08 (3H, s, H-13), 2.54 (1H, d, $J = 12.6$ Hz, H-2a), 2.23 (1H, d, $J = 12.6$ Hz, H-2b); ^{13}C -NMR(100 MHz, CD_3OD) δ : 42.4 (C-1), 50.7 (C-2), 201.2 (C-3), 127.1 (C-4), 167.4 (C-5), 79.9 (C-6), 130.0 (C-7), 136.9 (C-8), 68.6 (C-9), 23.8 (C-10), 19.6 (C-11), 23.5 (C-12), 24.5 (C-13)。以上数据与文献报道一致^[20],故鉴定化合物**19**为吐叶醇。

化合物**20**:白色粉末(甲醇),mp 167~169 °C。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 252。ESI-MS m/z : 465.3 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 441.8 $[\text{M} - \text{H}]^-$,结合 ^1H -NMR、 ^{13}C -NMR和DEPT-135谱,推测其分子式为 $\text{C}_{21}\text{H}_{30}\text{O}_{10}$ 。 ^1H -NMR(300 MHz, CD_3OD) δ : 5.74 (1H, s, H-2), 7.78 (1H, d, $J =$

18.0 Hz, H-4), 6.19 (1H, d, $J = 18.0$ Hz, H-5), 5.93 (1H, s, H-3'), 2.40 (1H, d, $J = 18.0$ Hz, H-5'a), 2.65 (1H, d, $J = 18.0$ Hz, H-5'b), 3.59 (1H, d, $J = 9.0$ Hz, H-8a), 3.95 (1H, d, $J = 9.0$ Hz, H-8b), 1.06 (3H, s, 9'- CH_3), 1.91 (3H, d, $J = 3.0$ Hz, 7'- CH_3), 2.02 (3H, d, $J = 3.0$ Hz, 6- CH_3); ^{13}C -NMR(75 MHz, CD_3OD) δ : 119.8 (C-2), 150.9 (C-3), 129.6 (C-4), 137.4 (C-5), 21.2 (C-6), 79.9 (C-1'), 166.3 (C-2'), 128.2 (C-3'), 200.8 (C-4'), 45.4 (C-5'), 46.6 (C-6'), 19.6 (C-7'), 74.5 (C-8'), 20.3 (C-9'), 104.6 (C-1''), 75.1 (C-2''), 71.5 (C-3''), 78.0 (C-4''), 77.9 (C-5''), 62.7 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[21],故鉴定化合物**20**为(1'S, 6'R)-8'-hydroxyabscisic acid β -D-glucoside。

化合物**21**:无色针状结晶(甲醇),mp 242~244 °C。UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 219, 275。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm^{-1}): 2 378, 1 715, 1 664, 1 575, 1 559, 1 525, 1 474, 759, 449。ESI-MS m/z : 229.3 $[\text{M} - \text{H}]^-$,结合 ^1H -NMR、 ^{13}C -NMR和DEPT-135谱,推测其分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{14}\text{O}_2\text{N}_2$ 。 ^1H -NMR(300 MHz, CD_3OD) δ : 4.73 (1H, d, $J = 6.6$ Hz, H-1), 3.99 (1H, dd, $J = 4.5, 12.0$ Hz, H-3), 3.05 (1H, m, H-4), 7.51 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-5), 7.08 (1H, t, $J = 7.2$ Hz, H-6), 7.17 (1H, t, $J = 7.2$ Hz, H-7), 7.38 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-8), 3.47 (1H, dd, $J = 4.5, 15.3$ Hz, H-4a), 1.78 (3H, d, $J = 6.6$ Hz, CH_3); ^{13}C -NMR(75 MHz, CD_3OD) δ : 51.2 (C-1), 59.8 (C-3), 24.4 (C-4), 119.1 (C-5), 120.6 (C-6), 123.3 (C-7), 112.3 (C-8), 107.9 (C-4a), 127.5 (C-4b), 138.6 (C-8a), 131.5 (C-9a), 17.2 (C-10), 173.8 (C-11)。以上数据与文献报道一致^[22],故鉴定化合物**21**为1-methyl-1, 2, 3, 4-tetrahydro- β -carboline-3-carboxylic acid。

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(第21卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [2] 余世荣, 周本宏, 刘芳. 薜荔果本草考证及现代研究概况[J]. 中国药师, 2010, 13(9): 1343-1345.
- [3] Yu X X, Xiao Y, Xu Z J, et al. A New Diarylheptanoid from Barks of *Mangifera indica* [J]. *Chin Herb Med*, 2013, 5(4): 320-322.
- [4] 汪云松, 黄荣, 李良, 等. 潺槁木姜子中黄酮类成分研究[J]. 中草药, 2008, 39(10): 1466-1468.
- [5] 冯萌萌, 张艳侠, 夏兵, 等. 滇虎榛叶的化学成分及其抗氧化活性研究[J]. 中草药, 2013, 44(19): 2650-2656.
- [6] 王洪平, 曹芳, 杨秀伟. 头花蓼地上部分的化学成分研究[J]. 中草药, 2013, 44(1): 24-30.

- [7] 邵波, 郭洪祝, 果德安. 菝葜中黄酮和二苯乙烯类成分的研究 [J]. 中草药, 2009, 40(11): 1700-1703.
- [8] Wang L B, Gao H Y, Morikawa T, *et al.* Flavonones from *Helichrysi flos* syn. [J]. *Chin J Nat Med*, 2009, 7(5): 357-360.
- [9] Li X C, Cai L N, Wu C D. Antimicrobial compounds from *Ceanothus Americanus* against oral pathogens [J]. *Phytochemistry*, 1997, 46(1): 97-102.
- [10] 冯雪松, 许磊, 高慧媛, 等. 关东丁香化学成分分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2009, 26(9): 697-700.
- [11] 翁裕馨, 陈湘宏, 刘占厚, 等. 细毡毛忍冬叶绿原酸类化学成分研究 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(27): 16566-16568.
- [12] 李胜华, 向秋玲. 狭叶落地梅的化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(6): 881-883.
- [13] 段营辉, 戴毅, 高昊, 等. 草珊瑚的化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(1): 29-32.
- [14] 蒲首丞, 郭远强, 高文远. 天胡荽化学成分的研究 [J]. 中草药, 2010, 41(9): 1440-1442.
- [15] 邵泽艳, 赵娜夏, 夏广萍, 等. 芫花醋酸乙酯部位的化学成分研究 [J]. 现代药物与临床, 2013, 28(3): 278-281.
- [16] 苑艳光, 王录全, 吴立军, 等. 刺五加茎的化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2002, 19(5): 325-327.
- [17] 柴兴云, 窦静, 贺清辉, 等. 山银花中酚酸类成分研究 [J]. 中国天然药物, 2004, 2(6): 339-340.
- [18] Huang Y, Aisa H A, Isaev M I. Isoprenoids of *Euphorbia sororia*. I. [J]. *Chem Nat Compd*, 2009, 45(6): 921-924.
- [19] 杨晓波, 杨盛鑫, 李敏一, 等. 印度红树植物木果楝种子的化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(6): 846-851.
- [20] 彭冰, 何春年, 许利嘉, 等. 三白草的化学成分研究 [J]. 中草药, 2011, 41(12): 1950-1952.
- [21] del Refugio R M, Jerz G, Villanueva S, *et al.* Two glucosylated abscisic acid derivatives from avocado seeds [J]. *Phytochemistry*, 2004, 65: 955-962.
- [22] Kicha A A, Ivanchina N V, Kalinovskiy A I, *et al.* Alkaloidosteroids from the starfish *Lethasterias nanimensis* Chelifera [J]. *Tetrahedron Lett*, 2003, 44: 1935-1937.