

野生白木香叶化学成分研究

杨懋勋^{1,2}, 梁耀光³, 陈河如^{1,4*}, 毛双双¹, 龚海光⁵

1. 暨南大学药学院 中药及天然药物研究所, 广东 广州 510632
2. 中山火炬职业技术学院, 广东 中山 528436
3. 中山优诺生物科技发展有限公司, 广东 中山 528400
4. 广东省中药药效物质基础及创新药物研究重点实验室, 广东 广州 510632
5. 华南农业大学林学院, 广东 广州 510642

摘要: 目的 研究野生白木香 *Aquilaria sinensis* 叶的化学成分。方法 采用硅胶柱色谱等方法进行分离纯化, 根据理化性质和波谱解析鉴定化合物结构。结果 从野生白木香叶 70% 丙酮渗漉提取物中分离得到 13 个化合物, 分别鉴定为反-6-十八烯酸 (1)、亚油酸乙酯 (2)、洋芹素-7, 4'-二甲醚 (3)、4-氰基苯甲醛 (4)、木犀草素-7, 3', 4'-三甲醚 (5)、荜花素 (6)、对苯二甲酸二 (4-辛) 酯 (7)、6-羟基-7, 4'-二甲氧基黄酮 (8)、5-羟基-7, 2', 4', 5'-四甲氧基黄酮 (9)、5, 4'-二羟基-7, 3'-二甲氧基黄酮 (10)、槲皮素 (11)、山柰酚 (12)、对羟基苯甲酸 (13)。结论 化合物 4、8、9 为首次从瑞香科植物中分离得到。关键词: 野生白木香; 4-氰基苯甲醛; 荜花素; 6-羟基-7, 4'-二甲氧基黄酮; 5-羟基-7, 2', 4', 5'-四甲氧基黄酮; 槲皮素

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2014)14-1989-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.14.005

Chemical constituents from leaves of wild *Aquilaria sinensis*

YANG Mao-xun^{1,2}, LIANG Yao-guang³, CHEN He-ru^{1,4}, MAO Shuang-shuang¹, GONG Hai-guang⁵

1. Institute of Traditional Chinese Medicine and Natural Products, College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 510632, China
2. Zhongshan Torch Polytechnic College, Zhongshan 528436, China
3. UNO Scientific Co., Ltd., Zhongshan 528400, China
4. Guangdong Province Key Laboratory of Pharmacodynamic Constituents of TCM and New Drugs Research, Guangzhou 510632, China
5. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

Abstract: Objective To investigate the chemical constituents from the leaves of wild *Aquilaria sinensis*. **Methods** The powder of the dried leaves was percolated with 70% acetone. Various chromatographic methods were employed to isolate the compounds and their structures were established by spectroscopic analysis. **Results** Thirteen compounds were isolated and identified as 6-*E*-octadecenoic acid (1), ethyl linoleate (2), apiolin-7, 4'-dimethyl ether (3), 4-cyanobenzaldehyde (4), luteolin-7, 3', 4'-trimethyl ether (5), genkwanin (6), *p*-phthalic acid di (4-octyl) ester (7), 6-hydroxy-7, 4'-dimethoxyflavone (8), 5-hydroxy-7, 2', 4', 5'-tetramethoxyflavone (9), 5, 4'-dihydroxy-7, 3'-dimethoxyflavone (10), quercetin (11), kaempferol (12), and 4-hydroxybenzoic acid (13). **Conclusion** Thirteen compounds have been identified from wild *A. sinensis* leaves. Compounds 4, 8, and 9 are firstly isolated from the plants of Thymelaeaceae.

Key words: wild *Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng.; 4-cyanobenzaldehyde; genkwanin; 6-hydroxy-7, 4'-dimethoxyflavone; 5-hydroxy-7, 2', 4', 5'-tetramethoxyflavone; quercetin

白木香 *Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng., 又称 贵药材国产沉香 *Lignum Aquilariae Resinatum* 的来
土沉香, 是原产我国的药用植物, 中医临床常用名 源植物。近年来, 由于资源匮乏和不断上涨的价格,

收稿日期: 2014-03-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81172982); 广东省科技计划项目 (2010A030100006); 中山市科技计划项目 (20101H006, 20123A276)

作者简介: 杨懋勋 (1981—), 男, 博士研究生, 从事生物医药工程研究。

*通信作者 陈河如, 博士, 教授, 博士生导师。Tel: (020)38375299 E-mail: thrchen@jnu.edu.cn

沉香药材日益受到国内外相关人士的广泛关注,供不应求^[1-2],而白木香叶一年可采二季,在华南地区资源非常丰富,在我国作为抗炎、镇痛的传统中草药已有较长的应用历史,值得进一步重点开发利用^[2-3]。白木香叶为白木香的非传统药用部位,但也广泛用于治疗炎症及过敏症。有关其化学成分的研究还很少,在最近几年才逐渐展开。聂春晓等^[4]对沉香属植物白木香叶进行了化学成分研究,未发现倍半萜类、芳香族类及2-(2-苯乙基)色酮类成分,而是一些三萜类、黄酮类及酚酮类成分,与文献中报道的沉香的化学成分有一定区别。由此可见,白木香叶与白木香木材及沉香的化学成分不同,阐明其化学成分对将来该属植物的进一步研究开发有重要的意义。

野生植物与其相应的栽培植物常表现出不同的特征或不同程度的生理或药理作用,在本课题组的前期研究中发现,野生白木香叶提取物抑制癌细胞增殖、清除亚硝酸根等活性均显著优于栽培的白木香叶提取物,为了进一步揭示野生白木香叶中的药效物质基础,本实验对其化学成分进行了较深入的研究,通过多种色谱方法结合现代波谱技术,从野生白木香叶片中分离得到13个化合物,分别鉴定为反-6-十八烯酸(6-*E*-octadecenoic acid, **1**)、亚油酸乙酯(ethyl linoleate, **2**)、洋芹素-7, 4'-二甲醚(apiolin-7, 4'-dimethyl ether, **3**)、4-氰基苯甲醛(4-cyanobenzaldehyde, **4**)、木犀草素-7, 3', 4'-三甲醚(luteolin-7, 3', 4'-trimethyl ether, **5**)、羌花素(genkwanin, **6**)、对苯二甲酸二(4-辛)酯[*p*-phthalic acid di(4-octyl) ester, **7**]、6-羟基-7, 4'-二甲氧基黄酮(6-hydroxy-7, 4'-dimethoxyflavone, **8**)、5-羟基-7, 2', 4', 5'-四甲氧基黄酮(5-hydroxy-7, 2', 4', 5'-tetramethoxyflavone, **9**)、5, 4'-二羟基-7, 3'-二甲氧基黄酮(5, 4'-dihydroxy-7, 3'-dimethoxyflavone, **10**)、槲皮素(quercetin, **11**)、山柰酚(kaempferol, **12**)、对羟基苯甲酸(4-hydroxybenzoic acid, **13**)。其中,化合物**4**、**8**、**9**均为首次从瑞香科植物中发现。化合物**7**可能为新天然产物,但它与广泛使用的工业增塑剂对苯二甲酸二辛酯结构一致,是否为外来污染物,还需要进一步研究。

1 仪器与材料

Bruker Advance—300 MHz 型核磁共振仪(德国 Bruker 公司); Finnigan LCQ Advantage MAX 质谱仪(美国 Finnigan 公司); LC—10Avp 分析型高

效液相色谱仪(日本岛津公司); Varian prostar 制备型高效液相色谱仪(美国 Varian 公司); Cosmosil ODS (250 mm×10 mm, 5 μm) 制备柱(日本 Cosmosil 公司); Agilent 6890N—5975C 气质联用仪(美国 Agilent 公司); EYELA N—1000 VW 旋转蒸发器(日本 EYELA 公司)。

薄层硅胶、柱色谱硅胶(100~200、200~300 目)为烟台化学工业研究所产品; Sephadex LH-20 (25~100 μm) 为 GE Healthcare 公司产品; 所用试剂为色谱纯甲醇、色谱纯乙腈, 其他均为分析纯试剂。

野生白木香叶于 2011 年采自广东省中山市三乡镇树龄约 80 年的野生白木香树,经华南农业大学植物冯志坚教授鉴定为白木香 *Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng. 的叶。

2 提取与分离

野生白木香叶 3.1 kg, 将其研磨成粉末, 用 70% 丙酮渗漉提取 5 h, 滤过, 将提取液合并, 蒸除溶剂, 然后在 60 °C 真空箱干燥, 得干浸膏 601.9 g。将浸膏研碎, 溶于水中, 以等体积的石油醚、醋酸乙酯、正丁醇多次萃取, 得到石油醚部位 42.7 g、醋酸乙酯部位 139.0 g、正丁醇部位 165.2 g。取石油醚部位采用硅胶柱色谱进行分离, 依次用石油醚-醋酸乙酯(9:1→0:1)梯度洗脱, 得到馏分 Fr. p1~7。Fr. p2 (2.12 g) 进一步用硅胶柱色谱分离, 得到化合物 **1** (187.2 mg)、**2** (227.4 mg)、**3** (120.4 mg)。Fr. p4 (0.83 g) 进一步用硅胶柱色谱分离, 得到化合物 **4** (5.8 mg)、**5** (45.2 mg)、**6** (77.6 mg)。Fr. p6 (1.56 g) 进一步用硅胶柱色谱分离得到化合物 **7** (31.4 mg)。取醋酸乙酯部位采用硅胶柱色谱进行分离, 依次用石油醚-醋酸乙酯(5:1→0:1)、醋酸乙酯-甲醇(20:1→1:1)梯度洗脱, 得到馏分 Fr. e1~34。Fr. e9 (0.52 g) 进一步用 Sephadex LH-20 凝胶柱及硅胶柱色谱分离得到化合物 **8** (3.80 mg), Fr. e14 (1.23 g) 进一步用 Sephadex LH-20 凝胶柱、硅胶柱色谱及制备液相色谱分离得到化合物 **3** (147.8 mg)、**5** (10.8 mg)、**9** (3.50 mg), Fr. e16 (0.97 g) 进一步用 Sephadex LH-20 凝胶柱、硅胶柱色谱及制备液相色谱分离得到化合物 **6** (31.8 mg)、**10** (24.4 mg), Fr. e20 (0.82 g) 进一步用 Sephadex LH-20 凝胶柱、硅胶柱色谱及制备液相色谱分离得到化合物 **11** (33.2 mg)、**12** (52.4 mg), Fr. e33 (0.63 g) 进一步用 Sephadex LH-20 凝胶柱、硅胶柱色谱分离得到化合物 **13** (53.3 mg)。

3 GC-MS 条件

色谱柱为 HP-5 毛细管柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm), 载气为高纯氦气, 体积流量 1.0 mL/min, 进样方式为不分流进样, 进样量 1 μL, 进样口 240 °C, 程序升温, 初温 100 °C, 保持 1 min, 随后以 9 °C/min 的速度升温至 280 °C, 保持 15 min。气相质谱接口温度 280 °C, 质谱离子源 230 °C, 四极杆 150 °C, 离子源及电压为 EI 源 70 eV。采用全扫描采集数据, 扫描范围 m/z 40~600, 溶剂延迟 2 min。

4 结构鉴定

化合物 1、2、4、7 通过 GC-MS 检测分析确定结构; 其他化合物通过 ESI-MS 及 ^1H -NMR、 ^{13}C -NMR 综合分析确定其结构。

化合物 1: 无色油状物, GC-MS 分析, GC 色谱 t_{R} 16.52 min; 各主要离子碎片峰 m/z 及相应的相对丰度 RA 值, 以 m/z (%) 表示(下同)。EI-MS m/z : 41.1 (64.0), 55.1 (100.0), 69.1 (82.0), 97.1 (69.0), 137.10 (14.0), 180.2 (9.0), 222.2 (12.0), 264.3 (43.0), 282.3 (8.0), 283.3 (2.0)。所得质谱图经计算机质谱 NIST08 数据库检索及标准图谱核对, 相似度 99%, 确定化合物 1 为反-6-十八烯酸。

化合物 2: 淡黄色油状物, GC-MS 分析, GC 色谱 t_{R} 16.30 min; EI-MS m/z : 41.1 (46.0), 67.1 (100.0), 95.1 (71.0), 123.1 (20.0), 150.1 (18.0), 178.1 (10.0), 220.2 (10.0), 263.2 (27.0), 308.3 (19.0), 309.3 (4.0), 310.2 (1.0)。所得质谱图经计算机质谱 NIST08 数据库检索及标准图谱核对, 相似度 98%, 确定化合物 2 为亚油酸乙酯。

化合物 3: 淡黄色针晶(氯仿)。ESI-MS m/z : 299 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, CDCl_3) δ : 12.81 (1H, s, -OH), 7.83 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-2', 6'), 7.01 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-3', 5'), 6.57 (1H, s, H-3), 6.48 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 6.36 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 3.89 (3H, s, -OCH₃), 3.88 (3H, s, -OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[5], 故鉴定化合物 3 为洋芹素-7, 4'-二甲醚。

化合物 4: 红色粉末(甲醇), GC-MS 分析, GC 色谱 t_{R} 19.23 min; EI-MS m/z : 43.1 (19.0), 98.1 (7.0), 117.0 (57.0), 130.0 (100.0), 131.1 (56.0), 132.1 (10.0), 190.0 (8.0), 239.2 (22.0), 315.2 (12.0), 371.3 (30.0)。所得质谱图经计算机质谱 NIST08 数据库检索及标准图谱核对, 相似度 93%, 确定化合物 4 为 4-氰基苯甲醛。

化合物 5: 淡黄色不定形粉末(氯仿)。ESI-MS

m/z : 329 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, CDCl_3) δ : 12.79 (1H, brs, -OH), 7.50 (1H, dd, $J = 8.4, 1.3$ Hz, H-6'), 7.32 (1H, d, $J = 1.3$ Hz, H-2'), 6.97 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 6.57 (1H, s, H-3), 6.47 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-8), 6.35 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 3.98 (3H, s, -OCH₃), 3.96 (3H, s, -OCH₃), 3.88 (3H, s, -OCH₃); ^{13}C -NMR (75 MHz, CDCl_3) δ : 182.4 (C=O), 165.4 (C-7), 163.9 (C-5), 162.1 (C-9), 157.6 (C-4'), 152.2 (C-2), 149.3 (C-3'), 123.7 (C-1'), 120.1 (C-3), 120.1 (C-6), 111.1 (C-5'), 108.7 (C-2'), 104.7 (C-10), 98.1 (C-6), 92.6 (C-8), 56.1 (-OCH₃), 56.1 (-OCH₃), 55.8 (-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[6], 故鉴定化合物 5 为木犀草素-7, 3', 4'-三甲醚。

化合物 6: 淡黄色粉末(氯仿)。ESI-MS m/z : 285 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 12.95 (1H, s, -OH), 7.94 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2', 6'), 6.92 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3', 5'), 6.82 (1H, s, H-3), 6.73 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-8), 6.35 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6), 3.85 (3H, s, -OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 6 为芫花素。

化合物 7: 淡黄透明油状物, GC-MS 分析, GC 色谱 t_{R} 21.50 min; EI-MS m/z : 70.1 (99.0), 112.1 (85.0), 149.0 (85.0), 167.0 (58.0), 261.1 (100.0), 279.2 (32.0)。所得质谱图经计算机质谱 NIST08 数据库检索及标准图谱核对, 相似度 92%, 确定化合物 7 为对苯二甲酸二(4-辛)酯。

化合物 8: 淡黄色粉末(氯仿)。ESI-MS m/z : 299 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, CDCl_3) δ : 12.90 (1H, s, 6-OH), 8.04 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2', 6'), 7.10 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3', 5'), 6.90 (1H, s, H-5), 6.76 (1H, s, H-8), 6.36 (1H, s, H-3), 3.85 (6H, s, 2×-OCH₃); ^{13}C -NMR (75 MHz, CDCl_3) δ : 181.9 (C=O), 165.1 (C-2), 163.5 (C-4'), 162.3 (C-7), 161.1 (C-6), 157.2 (C-9), 128.3 (C-2'), 128.3 (C-6'), 122.6 (C-1'), 114.5 (C-3'), 114.5 (C-5'), 104.7 (C-10), 103.6 (C-5), 98.0 (C-3), 92.6 (C-8), 56.0 (-OCH₃), 55.5 (-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[8], 故鉴定化合物 8 为 6-羟基-7, 4'-二甲氧基黄酮。

化合物 9: 淡黄色不定形粉末(氯仿)。ESI-MS m/z : 359 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 。 ^1H -NMR (300 MHz, CDCl_3) δ : 12.72 (1H, s, -OH), 7.09 (2H, s, H-3, 6'), 6.61 (1H, s, H-3'), 6.51 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-8), 6.39 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 3.96 (6H, s, 2×-OCH₃), 3.93 (3H, s,

-OCH₃), 3.90 (3H, s, -OCH₃); ¹³C-NMR (75 MHz, CDCl₃) δ: 182.3 (C=O), 165.6 (C-7), 162.2 (C-2), 162.2 (C-5), 158.6 (C-8a), 154.2 (C-5'), 153.6 (C-4'), 148.2 (C-2'), 112.6 (C-6'), 111.3 (C-1'), 110.0 (C-3), 103.7 (C-4a), 98.2 (C-6), 92.8 (C-8), 97.7 (C-3'), 56.4 (-OCH₃), 56.4 (-OCH₃), 55.9 (-OCH₃), 55.8 (-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **9** 为 5-羟基-7, 2', 4', 5'-四甲氧基黄酮。

化合物 **10**: 淡黄色不定形粉末 (氯仿)。ESI-MS *m/z*: 315 [M+H]⁺。¹H-NMR (300 MHz, CDCl₃) δ: 12.96 (1H, s, -OH), 10.03 (1H, brs, -OH), 7.57 (2H, overlapped, H-2', 6'), 6.93 (2H, overlapped, H-3, 5'), 6.76 (1H, d, *J* = 0.8 Hz, H-8), 6.34 (1H, d, *J* = 1.2 Hz, H-6), 3.89 (3H, s, -OCH₃), 3.86 (3H, s, -OCH₃); ¹³C-NMR (75 MHz, CDCl₃) δ: 181.9 (C=O), 165.0 (C-7), 163.9 (C-2), 161.1 (C-5), 157.1 (C-9), 150.8 (C-4'), 148.0 (C-3'), 121.2 (C-1'), 120.4 (C-6'), 115.7 (C-5'), 110.1 (C-2'), 104.6 (C-10), 103.2 (C-3), 97.9 (C-6), 92.6 (C-8), 56.0 (-OCH₃), 55.9 (-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **10** 为 5, 4'-二羟基-7, 3'-二甲氧基黄酮。

化合物 **11**: 淡黄色粉末 (甲醇)。ESI-MS *m/z*: 303 [M+H]⁺。¹H-NMR (300 MHz, CD₃COCD₃) δ: 7.70 (1H, d, *J* = 2.2 Hz, H-2'), 7.67 (1H, d, *J* = 2.2 Hz, H-6'), 7.00 (1H, s, H-5'), 6.51 (1H, d, *J* = 2.1 Hz, H-8), 6.26 (1H, d, *J* = 2.1 Hz, H-6); ¹³C-NMR (75 MHz, CD₃COCD₃) δ: 177.5 (C=O), 166.1 (C-7), 163.0 (C-5), 158.7 (C-9), 147.9 (C-2), 149.3 (C-4'), 146.8 (C-3'), 135.2 (C-3), 124.6 (C-1'), 122.4 (C-6'), 117.1 (C-5'), 116.6 (C-2'), 101.8 (C-10), 99.0 (C-6), 95.4 (C-8)。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **11** 为槲皮素。

化合物 **12**: 淡黄色不定形粉末 (甲醇)。ESI-MS *m/z*: 287 [M+H]⁺。¹H-NMR (300 MHz, CD₃COCD₃) δ: 8.13 (2H, d, *J* = 9.0 Hz, H-2', 6'), 7.00 (2H, d, *J* = 9.0 Hz, H-3', 5'), 6.52 (1H, d, *J* = 2.1 Hz, H-8), 6.26 (1H, d, *J* = 2.1 Hz, H-6); ¹³C-NMR (75 MHz, CD₃COCD₃) δ: 177.5 (C=O), 166.0 (C-7), 163.0 (C-5), 161.2 (C-4'), 158.7 (C-9), 148.0 (C-2), 137.5 (C-3), 131.4 (C-2'), 131.4 (C-5'), 124.1 (C-1'), 117.2 (C-3'), 117.2 (C-5'), 104.9 (C-10), 100.0 (C-6), 95.5

(C-8)。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **12** 为山柰酚。

化合物 **13**: 白色粉末 (氯仿)。ESI-MS *m/z*: 139 [M+H]⁺。¹H-NMR (300 MHz, CD₃OD) δ: 7.88 (2H, d, *J* = 8.8 Hz, H-2, 6), 6.82 (2H, d, *J* = 8.8 Hz, H-3, 5)。以上数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **13** 为对羟基苯甲酸。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 刘 鹏, 高慎淦, 陈 念, 等. 沉香资源与利用研究进展 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(3): 734-737.
- [3] 田燕泽, 秘效媛, 朴香兰. 沉香的化学成分、药理活性与临床应用研究进展 [J]. 中央民族大学学报: 自然科学版, 2010, 19(1): 77-81.
- [4] 聂春晓, 宋月林, 陈 东, 等. 白木香叶化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2009, 24(7): 858-860.
- [5] Gohari A R, Ebrahimi H, Saeidnia S, *et al.* Flavones and flavone glycosides from *Salvia macrosiphon* Boiss [J]. *Iranian J Pharm Res*, 2011, 10: 247-251.
- [6] Nakanishi T, Ogaki J, Inada A, *et al.* Flavonoids of *Striga asiatica* [J]. *J Nat Prod*, 1985, 48: 491-493.
- [7] Bosabalidis A, Gabrieli C, Niopas I, *et al.* Flavone aglycones in glandular hairs of *Origanum x intercedens* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 49: 1549-1553.
- [8] Benavides A, Bassarello C, Montoro P, *et al.* Flavonoids and isoflavonoids from *Gynerium sagittatum* [J]. *Phytochemistry*, 2007, 68: 1277-1284.
- [9] Anthoni U, Christophersen C, Nielsen P H, *et al.* Synthesis of naturally occurring 5-hydroxy-7, 2', 4', 5'-tetramethoxyflavone and related compounds [J]. *Acta Chem Scand*, 1995, 49: 357-360.
- [10] Suleimenov E M, Jose R A, Rakhmadieva S B, *et al.* Flavonoids from *Senecio viscosus* [J]. *Chem Nat Comp*, 2009, 45: 731-732.
- [11] Guvenalp Z, Demirezer L O. Flavonol glycosides from *Asperula arvensis* L. [J]. *Turkish J Chem*, 2005, 29: 163-169.
- [12] Lee D Y, Lyu H N, Kwak H Y, *et al.* Isolation of flavonoids from the fruits of *Cornus kousa* Burg. [J]. *J Appl Biol Chem*, 2007, 50: 144-147.
- [13] Tan J, Bednarek P, Liu J, *et al.* Universally occurring phenylpropanoid and species-specific indolic metabolites in infected and uninfected *Arabidopsis thaliana* roots and leaves [J]. *Phytochemistry*, 2004, 65: 691-699.