

莲子心的化学成分研究

邵建¹, 刘艳丽¹, 李笑然¹, 许琼明^{1*}, 裴学军^{2*}, 杨世林¹

1. 苏州大学药学院, 江苏 苏州 215123

2. 武汉健民药业集团, 湖北 武汉 430052

摘要: 目的 研究莲 *Nelumbo nucifera* 的成熟种子中间绿色胚根(莲心)的化学成分。方法 利用反相硅胶柱色谱法、Sephadex LH-20 凝胶柱色谱法、中压柱色谱及半制备高效液相色谱等方法分离纯化;通过 NMR、MS 等鉴定化合物结构。结果 从莲子心的乙醇提取物中分离得到 13 个化合物,分别鉴定为对甲氧基苯乙酸(1)、槲皮素-3-*O*- α -L-阿拉伯糖苷(2)、芹菜素-6-*C*-阿拉伯糖-8-*C*-葡萄糖苷(3)、柚皮素(4)、豆甾-4-烯-3-酮(5)、槲皮素-3-甲醚(6)、牡荆素(7)、大波斯菊苷(8)、槲皮素(9)、芹菜素(10)、木犀草素(11)、山柰酚(12)和黄芪苷(13)。结论 化合物 1~3、5 和 6 为首次从莲属植物中分离得到,化合物 8 为首次从莲子心中分离得到。

关键词: 莲属; 莲子心; 对甲氧基苯乙酸; 槲皮素-3-*O*- α -L-阿拉伯糖苷; 芹菜素-6-*C*-阿拉伯糖-8-*C*-葡萄糖苷; 豆甾-4-烯-3-酮; 槲皮素-3-甲醚

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2016)10-1661-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.10.006

Chemical constituents of *Nelumbinis Plumula*

SHAO-Jian¹, LIU Yan-li¹, LI Xiao-ran¹, XU Qiong-ming¹, PEI Xue-jun², YANG Shi-lin¹

1. College of Pharmacy, Soochow University, Suzhou 215123, China

2. Wuhan Jianmin Pharmaceutical Group, Wuhan 430052, China

Abstract: Objective To investigate the chemical constituents from the Seeds of *Nelumbo nucifera*. **Methods** The chemical constituents were isolated by repeated silica gel chromatography, Sephadex LH-20 gel columns chromatography, medium pressure column chromatography, and semi-preparative liquid chromatography, and their structures were elucidated by chemical properties and spectroscopic analyses. **Results** Thirteen compounds were identified to be *p*-methoxyphenylacetic acid (1), quercetin-3-*O*- α -L-arabinoside (2), apigenin-6-*C*-arabinoside-8-*C*-glucoside (3), naringenin (4), stigmast-4-en-3-one (5), quercetin-3-methyl ether (6), vitexin (7), cosmoslin (8), quercetin (9), apigenin (10), luteolin (11), kaempferol (12), and astragalin (13). **Conclusion** Compounds 1—3, 5 and 6 are obtained from the plants of *Nelumbo* Adans for the first time, and compound 8 is obtained from *Nelumbo plumula* for the first time.

Key words: *Nelumbo* Adans; *Nelumbinis Plumula*; *p*-methoxyphenylacetic acid; quercetin-3-*O*- α -L-arabinoside; apigenin-6-*C*-arabinoside-8-*C*-glucoside; stigmast-4-en-3-one; quercetin-3-methyl ether

莲子心 *Nelumbinis Plumula* 为睡莲科 (Nymphaeaceae) 莲属 *Nelumbo* Adans 植物莲 *Nelumbo nucifera* Gaertn. 的成熟种子中间的绿色胚根,即莲子除去子叶的胚,略呈细棒状,绿色,长 1~1.5 cm,直径约 2 mm。莲子心是《中国药典》收录的草药,各地广泛种植,资源非常丰富,并且民间应用广泛,有重要的食疗作用。莲子心性味苦,寒,清心、去热、止血、涩精,治心烦、口渴、吐血、遗精,平和五脏

之气。有关其化学成分的研究主要集中在生物碱和黄酮两类化合物上,如莲心碱、异莲心碱、甲基莲心碱、荷叶碱、前荷叶碱、牛角花素、甲基紫堇杷灵、去甲基乌药碱以及金丝桃苷、芸香苷等^[1]。生物碱的药理作用广泛,对心血管系统具有较强的活性,具有抗心律不齐和降压作用。生物碱还具有较好的抗癌作用,可以辅助治疗癌症^[2]。本实验从莲子心的乙醇提取物中分离得到 13 个化合物,分别鉴定为对甲氧基苯乙

收稿日期: 2015-12-04

作者简介: 邵建,男,硕士研究生。Tel: 18915426160 E-mail: 18915426160@163.com

*通信作者 许琼明,男,教授。Tel: (0512)69561421 E-mail: xuqiongming@suda.edu.cn

裴学军,男,高级工程师。Tel: 13871445000 E-mail: pxj1975@163.com

酸 (*p*-methoxyphenylacetic acid, **1**)、槲皮素-3-*O*- α -*L*-阿拉伯糖苷 (quercetin-3-*O*- α -*L*-arabinoside, **2**)、芹菜素-6-*C*-阿拉伯糖-8-*C*-葡萄糖苷 (apigenin-6-*C*-arabinoside-8-*C*-glucoside, **3**)、柚皮素 (naringenin, **4**)、豆甾-4-烯-3-酮 (stigmast-4-en-3-one, **5**)、槲皮素-3-甲醚 (quercetin-3-methyl ether, **6**)、牡荆素 (vitexin, **7**)、大波斯菊苷 (cosmoslin, **8**)、槲皮素 (quercetin, **9**)、芹菜素 (apigenin, **10**)、木犀草素 (luteolin, **11**)、山柰酚 (kaempferol, **12**)、黄芪苷 (astragaline, **13**)。其中化合物 **1**~**3**、**5** 和 **6** 为首次从莲属植物中分离得到, 化合物 **8** 为首次从莲子心中分离得到。

1 仪器和材料

旋转蒸发仪 (东京理化器械独资工厂); UNITY INOVA 400 核磁共振仪 (美国瓦里安公司, TMS 内标); 半制备高效液相色谱仪 (LC-20AT、SPD-20A, 日本岛津公司); C_{18} 半制备色谱柱 (250 mm $\times$ 100 mm, 5 μ m, 美国 Kromsil 公司); Sephadex LH-20 凝胶 (美国 GE 公司); TOF-MS (英国 Micromass 公司); EL204 电子天平 [梅特勒-托利多仪器 (上海) 有限公司]; XT5 显微熔点测定仪 (北京科仪电光仪器厂); 化学试剂 (分析纯, 强盛化学试剂有限公司); 氘代试剂 (德国 Merck 公司); 薄层色谱硅胶板 (HSGF₂₅₄, 烟台市芝罘黄务硅胶开发试验厂); 各种柱色谱用硅胶均为青岛海洋化工厂出品。

莲子心于 2013 年 12 月采购自安徽省, 由苏州大学药学院李笑然教授鉴定为莲 *Nelumbo nucifera* Gaertn. 的成熟种子中间的绿色胚根 (莲心)。

2 提取分离

莲子心 40 kg 经粉碎后, 经 10 倍量工业乙醇冷浸 3 次, 每次 48 h, 合并 3 次提取液, 200 目筛滤过, 所得滤液经减压浓缩, 得干浸膏 2.53 kg。用适量蒸馏水将浸膏分散, 分别依次用石油醚、醋酸乙酯、正丁醇多次萃取, 各部分萃取液经减压浓缩, 得石油醚萃取物 1 587 g, 醋酸乙酯萃取物 70 g, 正丁醇萃取物 20 g。石油醚萃取物经减压硅胶柱色谱 (60~100 目), 硅胶柱色谱 (200~300 目), 石油醚-醋酸乙酯 (8:2、6:4、4:6、2:8) 洗脱; 醋酸乙酯和正丁醇萃取物经硅胶柱色谱 (200~300 目), 石油醚-醋酸乙酯 (8:2、6:4、4:6、2:8) 和氯仿-甲醇 (95:5、90:10、85:15、80:20) 梯度洗脱, 并结合 Sephadex LH-20 柱色谱及半制备高效液相色谱, 石油醚萃取部位分离得化合物 **5** (12 mg), 醋酸乙酯萃取部位分离得化合物 **1** (5 mg)、

3 (10 mg)、**4** (6 mg)、**6** (7 mg)、**7** (11 mg)、**8** (5 mg)、**9** (18 mg)、**10** (30 mg)、**11** (15 mg)、**12** (17 mg)、**13** (14 mg) 和 **14** (17 mg), 正丁醇萃取部位分离得化合物 **2** (8 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 无色固体, mp 85 $^{\circ}$ C; 1 H-NMR (400 MHz, CD_3OD) δ : 3.56 (1H, s, H-2), 6.76 (2H, dd, J = 8.5, 1.5 Hz, H-2', 6'), 7.13 (2H, dd, J = 8.5, 1.5 Hz, H-3', 5'), 3.70 (3H, s, OCH_3); ^{13}C -NMR (100 MHz, CD_3OD) δ : 172.3 (C-1), 40.2 (C-2), 116.1 (C-1'), 130.4 (C-2', 6'), 116.1 (C-3', 5'), 157.8 (C-4'), 51.5 (OCH_3)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[3], 故鉴定该化合物为对甲氧基苯乙酸。

化合物 **2**: 黄色粉末 (甲醇), ESI-MS m/z : 433 $[M-H]^-$ 。 1 H-NMR (400 MHz, Pyr- d_5) δ : 13.24 (1H, s, 5-OH), 7.65 (1H, dd, J = 8.5, 2.0 Hz, H-6'), 6.83 (1H, d, J = 8.5 Hz, H-5'), 7.50 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2'), 6.39 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6), 6.19 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 5.27 (1H, d, J = 4.8 Hz, Ara-H-1), 4.40~4.36 (4H, m, Ara-H); ^{13}C -NMR (100 MHz, Pyr- d_5) δ : 157.3 (C-2), 135.4 (C-3), 178.5 (C-4), 162.5 (C-5), 99.42 (C-6), 165.6 (C-7), 94.2 (C-8), 157.3 (C-9), 105.0 (C-10), 122.0 (C-1'), 116.0 (C-2'), 146.6 (C-3'), 150.2 (C-4'), 117.2 (C-5'), 122.3 (C-6'), 104.1 (C-1''), 72.4 (C-2'') 73.7 (C-3''), 67.7 (C-4''), 66.0 (C-5'')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[4], 故鉴定该化合物为槲皮素-3-*O*- α -*L*-阿拉伯糖苷。

化合物 **3**: 黄色粉末 (甲醇), 1 H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 13.65 (1H, s), 8.01 (2H, d, J = 8.4 Hz, H-2', 6'), 6.89 (2H, d, J = 8.4 Hz, H-3', 5'), 6.79 (1H, s, H-3), 4.75 (1H, d, J = 10.0 Hz, Ara-H-1), 4.70 (1H, d, J = 9.5 Hz, Glc-H-1); ^{13}C -NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 182.2 (C-4), 164.0 (C-2), 161.2 (C-7, 4'), 158.2 (C-5), 155.0 (C-9), 129.0 (C-2', 6'), 121.5 (C-1'), 115.8 (C-3', 5'), 108.0 (C-6), 105.1 (C-8), 103.6 (C-10), 102.5 (C-3), 81.8 (Glc-C-5''), 78.8 (Glc-C-3''), 74.2 (Ara-C-1''), 74.1 (Ara-C-3''), 73.2 (Glc-C-1''), 70.8 (Glc-C-2''), 70.5 (Ara-C-5''), 70.1 (Glc-C-4''), 69.6 (Ara-C-2''), 68.4 (Ara-C-4''), 61.2 (Glc-C-6'')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[5], 故鉴定该化合物为芹菜素-6-*C*-阿拉伯糖-8-*C*-葡萄糖苷。

化合物 **4**: 黄色粉末 (甲醇), ESI-MS m/z : 271 $[M-H]^-$ 。 mp 260~262 $^{\circ}$ C。 1 H-NMR (400 MHz,

DMSO- d_6) δ : 2.70 (1H, dd, $J = 17.0, 3.0$ Hz, H-3a), 3.32 (1H, dd, $J = 17.0, 12.4$ Hz, H-3b), 5.46 (1H, dd, $J = 12.4, 3.0$ Hz, H-2), 5.87 (2H, s, H-6, 8), 6.80 (2H, d, $J = 8.0$ Hz, H-3', 5'), 7.33 (2H, d, $J = 8.0$ Hz, H-2', 6'); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 42.6 (C-3), 79.0 (C-2), 94.8 (C-8), 95.8 (C-6), 101.8 (C-10), 115.1 (C-3', 5'), 128.6 (C-2', 6'), 129.6 (C-1'), 157.8 (C-4'), 163.4 (C-9), 164.0 (C-5), 167.1 (C-7), 196.3 (C-4)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[6], 故鉴定化合物 **4** 为柚皮素。

化合物 **5**: 白色粉末 (甲醇), ESI-MS m/z : 411 $[\text{M}-\text{H}]^-$, $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, Pyr- d_5) δ : 0.68 (3H, s, H-18), 0.81 (3H, d, $J = 6.6$ Hz, H-26), 0.84 (3H, d, $J = 6.9$ Hz, H-27), 0.86 (3H, t, $J = 7.2$ Hz, H-29), 0.92 (3H, d, $J = 6.6$ Hz, H-21), 1.01 (3H, s, H-19), 5.72 (1H, brs, H-4); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, Pyr- d_5) δ : 199.4 (C-3), 171.8 (C-5), 125.3 (C-4), 57.5 (C-14), 57.2 (C-17), 55.1 (C-9), 47.3 (C-24), 43.8 (C-13), 41.1 (C-12), 39.9 (C-10), 37.6 (C-20), 37.1 (C-1), 36.8 (C-8), 35.6 (C-22), 35.4 (C-7), 34.0 (C-6), 33.5 (C-23), 30.7 (C-2), 29.7 (C-25), 27.7 (C-16), 25.6 (C-15), 24.6 (C-28), 22.4 (C-11), 21.2 (C-27), 20.4 (C-19), 20.1 (C-21), 18.4 (C-26), 13.4 (C-18), 13.3 (C-29)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[7], 故鉴定化合物 **5** 为豇甾-4-烯-3-酮。

化合物 **6**: 黄色粉末 (甲醇), $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.44 (1H, s, H-2'), 7.42 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-6'), 6.88 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 6.84 (1H, s, H-8), 6.67 (1H, s, H-6), 3.89 (3H, s, OCH_3); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 182.8 (C-4), 164.6 (C-7), 162.0 (C-5), 157.3 (C-9), 157.0 (C-2), 148.8 (C-4'), 146.4 (C-3'), 138.5 (C-3), 122.0 (C-1'), 121.4 (C-6'), 115.6 (C-5'), 115.0 (C-2'), 104.8 (C-10), 99.2 (C-6), 93.7 (C-8), 58.9 (OCH_3)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[8], 故鉴定化合物 **6** 为槲皮素-3-甲醚。

化合物 **7**: 黄色粉末 (甲醇), $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 13.17 (1H, s, 5-OH), 10.85 (1H, s, 7-OH), 10.36 (1H, s, 4'-OH), 8.03 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-2', 6'), 6.89 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3', 5'), 6.79 (1H, s, H-3), 6.27 (1H, s, H-6), 4.68 (1H, d, $J = 9.9$ Hz, Glc-H-1''); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 182.1 (C-4), 163.9 (C-2), 162.5 (C-7), 161.1 (C-4'), 160.4 (C-5), 155.9 (C-9), 128.9 (C-2', 6'), 121.5 (C-1'),

115.7 (C-3', 5'), 104.5 (C-8), 104.0 (C-10), 102.4 (C-3), 98.1 (C-6), 81.8 (Glc-C-5''), 78.6 (Glc-C-1''), 73.3 (Glc-C-2''), 70.8 (Glc-C-3''), 70.5 (Glc-C-4''), 61.2 (Glc-C-6'')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **7** 为牡荆素。

化合物 **8**: 黄色颗粒状结晶 (甲醇), mp 178~179 °C。ESI-MS m/z : 431 $[\text{M}-\text{H}]^-$, $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 5.07 (1H, d, $J = 6.0$ Hz, H-1''), 6.44 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-6), 6.83 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-8), 6.85 (1H, s, H-3), 6.94 (2H, dd, $J = 8.5, 2.1$ Hz, H-3', 5'), 7.96 (2H, dd, $J = 8.5, 2.1$ Hz, H-2', 6'), 10.37 (1H, brs, 4'-OH), 12.95 (1H, brs, 5-OH); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 163.8 (C-2), 103.9 (C-3), 182.8 (C-4), 157.8 (C-5), 100.5 (C-6), 165.1 (C-7), 95.7 (C-8), 162.3 (C-9), 106.2 (C-10), 121.8 (C-1'), 129.4 (C-2', 6'), 116.8 (C-3', 5'), 161.9 (C-4'), 100.8 (Glc-C-1''), 73.9 (Glc-C-2''), 77.3 (Glc-C-3''), 70.4 (Glc-C-4''), 78.0 (Glc-C-5''), 61.4 (Glc-C-6'')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定该化合物为大波斯菊苷。

化合物 **9**: 黄色针晶 (甲醇), $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, Pyr- d_5) δ : 8.62 (1H, s, H-2'), 8.13 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-6'), 7.40 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.78 (1H, s, H-6), 6.74 (1H, s, H-8); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, Pyr- d_5) δ : 94.6 (C-8), 99.6 (C-6), 104.8 (C-10), 117.0 (C-5'), 117.1 (C-2'), 121.4 (C-6'), 123.4 (C-1'), 138.2 (C-3), 146.4 (C-2), 147.4 (C-3'), 148.1 (C-2), 157.8 (C-5), 162.8 (C-9), 165.9 (C-7), 177.6 (C-4)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物 **9** 为槲皮素。

化合物 **10**: 黄色颗粒 (甲醇), mp 349 °C。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, Pyr- d_5) δ : 13.78 (1H, s, 5-OH), 10.86 (1H, s, 7-OH), 10.40 (1H, brs, 4'-OH), 7.94 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-2', 6'), 6.93 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-3', 5'), 6.84 (1H, s, H-3), 6.50 (1H, d, $J = 1.6$ Hz, H-8), 6.19 (1H, d, $J = 1.6$ Hz, H-6); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, Pyr- d_5) δ : 166.5 (C-2), 104.6 (C-3), 183.4 (C-4), 159.2 (C-5), 100.7 (C-6), 165.2 (C-7), 95.5 (C-8), 163.8 (C-9), 105.6 (C-10), 123.0 (C-1'), 129.5 (C-2', 6'), 117.5 (C-3', 5'), 163.3 (C-4')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物 **10** 为芹菜素。

化合物 **11**: 黄色粉末 (甲醇), mp 328 °C, 盐酸-镁粉反应阳性。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, Pyr- d_5) δ : 7.92 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2'), 7.56 (2H, dd, $J = 8.4,$

1.7 Hz, H-6'), 7.30 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-5'), 6.94 (1H, s, H-3), 6.75 (2H, s, H-6, 8); ^{13}C -NMR (100 MHz, Pyr- d_5) δ : 165.5 (C-2), 104.7 (C-3), 183.4 (C-4), 159.2 (C-5), 100.6 (C-6), 166.4 (C-7), 95.4 (C-8), 163.8 (C-9), 105.7 (C-10), 123.5 (C-1'), 115.3 (C-2'), 148.4 (C-3'), 152.3 (C-4'), 117.5 (C-5'), 120.2 (C-6')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物 **11** 为木犀草素。

化合物 **12**: 黄色粉末 (甲醇), mp 276~277 °C, 盐酸-镁粉反应显阳性, Molish 反应呈阴性。 ^1H -NMR (400 MHz, Pyr- d_5) δ : 8.12 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-2', 6'), 6.95 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-3', 5'), 6.43 (1H, d, $J = 1.2$ Hz, H-8), 6.23 (1H, d, $J = 1.2$ Hz, H-6); ^{13}C -NMR (100 MHz, Pyr- d_5) δ : 177.9 (C-4), 166.1 (C-7), 163.0 (C-5), 161.3 (C-9), 158.0 (C-4'), 148.1 (C-2), 138.4 (C-3), 131.1 (C-2', 6'), 124.0 (C-1'), 116.9 (C-3', 5'), 105.0 (C-10), 99.8 (C-6), 94.9 (C-8)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物 **12** 为山柰酚。

化合物 **13**: 黄色粉末 (甲醇), ^1H -NMR (400 MHz, Pyr- d_5) δ : 8.46 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-2', 6'), 7.21 (1H, s, H-8), 6.73 (2H, s, H-3', 5'), 6.32 (1H, d, $J = 5.9$ Hz, H-6), 4.44~4.02 (6H, m, sugar-H); ^{13}C -NMR (100 MHz, Pyr- d_5) δ : 158.2 (C-2), 135.2 (C-3), 179.4 (C-4), 157.5 (C-5), 100.5 (C-6), 166.6 (C-7), 95.3 (C-8), 163.5 (C-9), 105.9 (C-10), 122.6 (C-1'), 132.5 (C-2', 6'), 116.7 (C-3', 5'), 162.3 (C-4'), 104.7 (C-1''), 79.7 (C-5''), 79.2 (C-3''), 76.7 (C-2''), 72.1 (C-4''), 63.3 (C-6'')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[13], 故鉴定化合物 **13** 为黄芪苷。

参考文献

- [1] 娄红祥, 苑辉卿, 季梅, 等. 莲子心化学成分的研究 [J]. 山东医科大学学报, 1995, 33(4): 346-348.
- [2] 曾建伟, 吴锦忠, 张书娟, 等. 莲子心药学研究进展 [J]. 福建中医学院学报, 2005(15): 40-42.
- [3] 邵红军, 房立真, 刘吉开, 等. 西澳粘滑菇的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(5): 786-788.
- [4] Wang P H, Lee S S. Polar chemical constituents from *Phoebe formsana* [J]. *J Chin Chem Soc*, 1999, 46(2): 215-219.
- [5] Elansari M A, Aboutabl E A, Farrag A, et al. Phytochemical and pharmacological studies on *Leonotis leonurus* [J]. *Pharm Biol*, 2009, 47(9): 894-902.
- [6] Liu R H, Wen X C, Shao F, et al. Flavonoids from heartwood of *Dalbergia cochinchinensis* [J]. *Chin Herb Med*, 2016, 8(1): 89-93.
- [7] 张瑶, 陶美华, 陈玉婵, 等. 白木香内生真菌 *Botryosphaeria rhodina* A13 固体发酵产物的分离鉴定 [J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(5): 799-803.
- [8] 高晓慧, 谢宁, 冯锋. 五层龙的化学成分研究 [J]. 中药材, 2008, 31(9): 1348-1351.
- [9] 张楨, 刘光明, 任艳丽, 等. 算盘子的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20(3): 447-449.
- [10] 徐小花, 钱士辉, 卞广美, 等. 构树叶的化学成分研究 [J]. 中国天然药物, 2007, 5(3): 190-192.
- [11] 刘俊霞, 侯微, 窦凤鸣, 等. 五味子藤茎正丁醇部位化学成分研究 [J]. 中草药, 2015, 46(13): 1878-1882.
- [12] 靳鑫, 时圣明, 张东方, 等. 穿心莲化学成分的研究 (II) [J]. 中草药, 2014, 45(2): 164-169.
- [13] 宋卫武, 李波, 刘吉开. 披针叶胡颓子中的一个新木脂素 [J]. 云南植物研究, 2010, 32(5): 455-462.