

甜果藤的化学成分研究

赵青*(杭州师范大学附属医院,杭州 310015)

中图分类号 R284.1;R284.2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2013)39-3711-03

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2013.39.22

摘要 目的:研究甜果藤的化学成分。方法:采用70%丙酮渗漉提取甜果藤,用反相色谱和硅胶柱色谱对甜果藤水溶性和脂溶性部位进行化学研究,并用化学和波谱数据进行结构鉴定。结果:从甜果藤水溶性和脂溶性部位分离并鉴定出12种化合物,分别为脂溶性部位的蒲公英赛酮(1)、蒲公英赛醇(2)、24R-stigmast-4-烯-3-酮(3)、24R-stigmast-4-烯-3,6-二酮(4)、葡糖苷谷甾醇(5)和水溶性部位的马钱苷酸(6)、番木鳖苷(7)、胍屈嗪(8)、Bis-iridoid(9)、断氧化马钱子苷(10)、狄氏乌檀苷酯(11)、奎诺酸(12)。化合物1~12均为首次从该植物中分离得到。结论:该研究可为甜果藤资源在中成药新品种的创制开发和综合利用等方面提供科学依据。

关键词 甜果藤;化学成分;水溶性部位;脂溶性部位

Study on Chemical Constituents of *Mappianthus iodoides*

ZHAO Qing(The Affiliated Hospital of Hangzhou Normal University, Hangzhou 310015, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To study the chemical constituents of *Mappianthus iodoides*. METHODS: 70% acetone was adopted for percolation and extraction of *M. iodoides*. Water-soluble part and fat-soluble part of *M. iodoides* were studied by RP column chromatography and silica gel chromatography. The structures were elucidated by chemical properties and spectral analysis. RESULTS: 12 compounds were obtained and elucidated from water-soluble part and fat-soluble part of *M. iodoides*, i.g. fat-soluble part including taraxerone(1), taraxerol(2), (24R)-stigmast-4-ene-3-one(3), (24R)-stigmast-4-ene-3,6-dione(4) and β -sitosterol glycoside(5); water-soluble part including loganic acid(6), loganoside(7), depressine(8), bis-iridoid(9), secoxyloganin(10), desoxycordifoline(11) and quinovic acid(12). Compounds 1-12 were all obtained from this plant for the first time. CONCLUSIONS: The trial provides reference for preparation, development and utilization of new TCM products of *M. iodoides*.

KEY WORDS *Mappianthus iodoides*; Chemical components; Water-soluble part; Fat-soluble part

甜果藤为茶茱萸科(Icacinaeae)定心藤属植物定心藤 *Mappianthus iodoides* Hand.-Mazz.的根及藤茎。茶茱萸科植物在全球约有58属、400种,分布于热带地区;在我国有13属、22种,分布于西南部至南部。甜果藤产于我国福建、湖南、广东、海南、广西、贵州、云南等地,功效为活血调经、祛风除湿,主治月经不调、痛经、闭经、产后腹痛、风湿痹痛、腰膝酸痛、黄疸;外用治疗跌打损伤、外伤出血、毒蛇咬伤^[1]。有关甜果藤化学成分的研究少有报道,仅2000年陈承声等^[2]从甜果藤中分得一种倍半萜醇,即(-)-雪松醇。鉴于此,笔者对甜果藤水溶性和脂溶性部位进行了化学成分研究,共分离鉴定出12个化合物。

1 材料

1.1 仪器

UV-2550型紫外光谱(UV)仪(日本 Shimadzu 公司);

Mabna 750型红外光谱(IR)仪(美国 Nicolet 公司);QUATTRO型质谱(MS)仪(美国 Waters 公司);MERCURY300、400型核磁共振(NMR)仪(美国 Varian 公司)。

1.2 试剂

1.2.1 柱色谱填料 Sephadex LH-20(20~80 μ m,北京慧德易科技有限责任公司);TSK-Gel Toyopearl HW-40F(30~60 μ m,意大利 Toso 公司);MCI Gel CHP20P(70~150 μ m,日本三菱化成工业公司);Cosmosil 75 C₁₈-OPN(40~105 μ m,日本 Nacalai Tesque 公司)。

1.2.2 柱色谱硅胶 硅胶G、硅胶H(200~300目,青岛海洋化工厂);薄层色谱(TLC)用硅胶GF₂₅₄(烟台汇友硅胶开发有限公司)。

1.3 药材

[4] 卢素格,刘红丽,杨瑞春.高效液相色谱法测定皮肤消毒液中醋酸氯己定含量[J].中国消毒学杂志,2011,28(3):317.

[5] 王玉红.高效液相色谱法测定醋酸氯己定痔疮栓的含量[J].药物鉴定,2010,19(13):39.

[6] 傅秀娟.HPLC法测定复方岗松洗液中盐酸小檗碱含量

[J].泸州医学院学报,2008,31(5):512.

[7] 石军民.RP-HPLC法测定痔宁洗液中盐酸小檗碱的含量[J].中医药导报,2008,14(6):117.

[8] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].2010年版.北京:中国医药科技出版社,2010:286.

(收稿日期:2013-07-22 修回日期:2013-08-19)

* 药师,硕士。研究方向:天然药物化学。电话:0571-88303661。E-mail: 59759003@qq.com

甜果藤于2010年8月采自广西南宁,经上海市金山县药品检验所杨鹤鸣教授鉴定其来源为茶茱萸科定心藤属植物定心藤 *M. iodoides* Hand.-Mazz.。

2 提取与分离

取甜果藤根茎5 kg,粉碎,以70%丙酮渗漉提取3次,提取液减压浓缩,50℃蒸去丙酮后以离心半径为8 cm、10 000 r/min离心10 min,滤过,得水溶液和脂溶性沉淀。水溶液浓缩至适当体积后,通过LH-20柱色谱,用甲醇-水梯度洗脱,然后经ODS、MCI、LH-20、HW-40F等各种反相柱色谱进行分离,然后用甲醇-水梯度洗脱。该部分共分离得到7个化合物,其中从25%甲醇洗脱部分分离得到了化合物6、7、8、9,从50%甲醇洗脱部分分离得到了化合物10,从75%甲醇洗脱部分分离得到了化合物11、12。脂溶性沉淀经硅胶柱分离,再以石油醚-丙酮梯度洗脱,然后经硅胶、RP-18等正相、反相柱色谱分离,得到化合物1、2、3、4、5。

3 结构鉴定

化合物1:白色无定形粉末,易溶于甲醇,分子式为 $C_{30}H_{48}O$ 。电轰击电离(EI)-MS m/z : 424, 409。 1H -NMR(300 MHz, $CDCl_3$) δ : 5.54(dd, $J=3.2, 8.2$ Hz, H-15), 0.83~1.10($8\times Me$, s, H-23, H-24, H-25, H-26, H-27, H-28, H-29, H-30); ^{13}C -NMR(100 MHz, CD_3Cl_3 , ppm) δ : 38.2(C-1), 34.1(C-2), 217.5(C-3), 47.6(C-4), 55.4(C-5), 21.0(C-6), 35.1(C-7), 39.6(C-8), 48.6(C-9), 37.4(C-10), 17.6(C-11), 36.6(C-12), 37.6(C-13), 157.5(C-14), 117.2(C-15), 37.6(C-16), 37.7(C-17), 48.7(C-18), 40.6(C-19), 28.7(C-20), 33.5(C-21), 33.0(C-22), 26.0(C-23), 21.5(C-24), 14.7(C-25), 29.0(C-26), 25.0(C-27), 29.9(C-28), 33.2(C-29), 21.0(C-30)。以上数据与文献^[3]一致,故鉴定该化合物为蒲公英赛酮(Taraxerone)。

化合物2:白色无定形粉末,易溶于甲醇,分子式为 $C_{30}H_{50}O$ 。EI-MS m/z : 426, 411。 1H -NMR(300 MHz, $CDCl_3$) δ : 5.68(dd, $J=3.2, 8.2$ Hz, H-15), 3.20(dd, $J=4.6, 10.1$ Hz, H-3), 0.81~1.10($8\times Me$, s, H-23, H-24, H-25, H-26, H-27, H-28, H-29, H-30); ^{13}C -NMR(100 MHz, CD_3Cl_3 , ppm) δ : 37.6(C-1), 27.6(C-2), 79.1(C-3), 38.6(C-4), 55.6(C-5), 18.6(C-6), 35.1(C-7), 38.6(C-8), 48.7(C-9), 37.6(C-10), 18.0(C-11), 36.8(C-12), 37.6(C-13), 159.0(C-14), 116.6(C-15), 36.7(C-16), 38.0(C-17), 48.5(C-18), 41.3(C-19), 28.6(C-20), 33.6(C-21), 33.0(C-22), 27.9(C-23), 15.4(C-24), 15.4(C-25), 29.9(C-26), 25.6(C-27), 29.6(C-28), 33.3(C-29), 17.3(C-30)。以上数据与文献^[3]一致,故鉴定该化合物为蒲公英赛醇(Taraxerol)。

化合物3:白色粉末,易溶于甲醇,分子式为 $C_{29}H_{48}O$ 。 1H -NMR(300 MHz, $CDCl_3$) δ : 6.10(s, H-4), 0.66(s, Me), 0.64(d, $J=6.6$ Hz, Me), 0.62(d, $J=6.5$ Hz, Me), 0.63(t, $J=6.5$ Hz, Me), 0.69(d, $J=6.4$ Hz, Me), 1.18(s, Me); ^{13}C -NMR(100 MHz, CD_3Cl_3 , ppm) δ : 35.7(C-1), 33.6(C-2), 199.7(C-3), 123.7(C-4), 171.1(C-5), 33.0(C-6), 32.1(C-7), 35.6(C-8), 53.6(C-9), 38.6(C-10), 21.1(C-11), 39.6(C-12), 42.2(C-13), 55.9(C-14), 24.2(C-15), 28.2(C-16), 56.0(C-17), 12.0(C-18), 17.3(C-19), 36.0(C-20), 18.6(C-21), 34.0(C-22), 26.0(C-23), 45.8(C-24), 29.2(C-25), 19.7(C-26), 19.1(C-27), 23.1(C-28), 12.1(C-29)。以上数据与文献^[4-5]一致,故鉴定该化合物为24R-stigmast-4-烯-3-酮[(24R)-Stigmast-4-ene-3-one]。

化合物4:白色粉末,易溶于甲醇,分子式为 $C_{29}H_{46}O_2$ 。 1H -NMR(300 MHz, $CDCl_3$) δ : 6.20(s, H-4), 0.69(3H, s, Me),

0.67(d, $J=6.3$ Hz, Me), 0.65(d, $J=6.7$ Hz, Me), 0.64(t, $J=6.9$ Hz, Me), 0.63(d, $J=6.45$ Hz, Me), 1.23(s, Me); ^{13}C -NMR(100 MHz, CD_3Cl_3 , ppm) δ : 35.6(C-1), 33.6(C-2), 202.3(C-3), 125.6(C-4), 161.1(C-5), 199.5(C-6), 46.6(C-7), 34.6(C-8), 50.6(C-9), 39.6(C-10), 21.0(C-11), 39.2(C-12), 42.5(C-13), 55.9(C-14), 24.0(C-15), 28.1(C-16), 56.6(C-17), 11.6(C-18), 17.6(C-19), 36.0(C-20), 18.6(C-21), 34.0(C-22), 22.6(C-23), 46.8(C-24), 29.2(C-25), 19.0(C-26), 19.6(C-27), 23.0(C-28), 12.0(C-29)。以上数据与文献^[6]一致,故鉴定该化合物为24 R-stigmast-4-烯-3,6-二酮[(24R)-Stigmast-4-ene-3,6-dione]。

化合物5:白色粉末,易溶于甲醇,分子式为 $C_{35}H_{60}O_6$, mp 293~295℃(氯仿-甲醇)。 1H -NMR(300 MHz, $CDCl_3$) δ : 5.06(d, $J=8.0$ Hz, H-6), 0.60~0.81($4\times Me$, m, H-21, H-26, H-27, H-29), 0.89~1.10($2\times Me$, s, H-18, H-19); ^{13}C -NMR(100 MHz, CD_3Cl_3 , ppm) δ : 37.5(C-1), 32.2(C-2), 71.3(C-3), 40.0(C-4), 141.0(C-5), 121.6(C-6), 34.3(C-7), 37.0(C-8), 50.4(C-9), 36.4(C-10), 21.3(C-11), 28.5(C-12), 42.5(C-13), 56.6(C-14), 24.5(C-15), 39.4(C-16), 56.4(C-17), 12.2(C-18), 19.4(C-19), 29.6(C-20), 19.0(C-21), 23.6(C-22), 26.6(C-23), 46.2(C-24), 30.3(C-25), 12.0(C-26), 32.1(C-27), 20.0(C-28), 19.6(C-29), 102.6(C-1'), 75.3(C-2'), 76.6(C-3'), 71.6(C-4'), 76.6(C-5'), 63.0(C-6')。以上数据与文献^[7]一致,故鉴定该化合物为葡萄糖苷(β-Sitosterol glycoside)。

化合物6:黄色粉末,易溶于水,分子式为 $C_{16}H_{24}O_{10}$ 。 1H -NMR(300 MHz, D_2O) δ : 7.30(s, H-3), 4.60(d, $J=8.0$ Hz, H-1'), 1.10(d, $J=6.9$ Hz, H-10); ^{13}C -NMR(100 MHz, D_2O , ppm) δ : 47.2(C-1), 100.6(C-2), 115.6(C-3), 153.6(C-4), 42.3(C-5), 42.6(C-6), 77.6(C-7), 42.3(C-8), 173.2(C-9), 14.2(C-10), 98.6(C-1'), 74.6(C-2'), 78.5(C-3'), 71.6(C-4'), 76.5(C-5'), 63.0(C-6')。以上数据与文献^[8]一致,故鉴定该化合物为马钱苷酸(Loganic acid)。

化合物7:黄色粉末,易溶于水,分子式为 $C_{17}H_{26}O_{10}$ 。 1H -NMR(300 MHz, D_2O) δ : 7.60(s, H-3), 4.64(d, $J=7.9$ Hz, H-1'), 3.65(s, OMe), 1.17(d, $J=7.0$ Hz, H-10); ^{13}C -NMR(100 MHz, D_2O , ppm) δ : 47.6(C-1), 100.1(C-2), 115.6(C-3), 153.6(C-4), 42.0(C-5), 42.3(C-6), 77.0(C-7), 42.2(C-8), 168.2(C-9), 14.0(C-10), 51.6(OMe), 98.6(C-1'), 74.2(C-2'), 78.4(C-3'), 71.3(C-4'), 76.6(C-5'), 63.0(C-6')。以上数据与文献^[9]一致,故鉴定该化合物为番木鳖苷(Loganoside)。

化合物8:黄色无定形粉末,易溶于甲醇,分子式为 $C_{30}H_{40}O_{18}$ 。 1H -NMR(400 MHz, D_2O) δ : 5.50(d, $J=6.5$ Hz, H-1), 7.50(d, $J=0.5$ Hz, H-3), 3.66(dd, $J=7.2, 2.8$ Hz, H-5), 5.68(ddd, H-8), 5.64(m, H-10), 4.70(d, $J=7.9$ Hz, H-1'), 7.44(dd, H-4'), 6.68(t, H-5''), 7.50(dd, H-6''), 3.64(3H, s, OMe), 4.63(d, $J=7.5$ Hz, H-1''); ^{13}C -NMR(100 MHz, D_2O , ppm) δ : 98.0(C-1), 153.6(C-2), 108.3(C-4), 31.2(C-5), 31.2(C-6), 66.6(C-7), 136.9(C-8), 46.5(C-9), 118.2(C-10), 169.2(C-11), 50.2(OMe), 100.8(C-1'), 75.4(C-2'), 77.6(C-3'), 71.9(C-4'), 78.3(C-5'), 62.8(C-6'); 113.0(C-1''), 152.4(C-2''), 147.6(C-3''), 125.0(C-4''), 120.3(C-5''), 124.2(C-6''), 170.8(C-7''), 104.6(C-1'''), 74.6(C-2'''), 77.6(C-3'''), 71.6(C-4'''), 78.6(C-5'''), 62.2(C-6''')。以上数据与文献^[10]一致,故鉴定该化合物为胍屈嗪(Depressine)。

化合物9:黄色无定形粉末,易溶于甲醇,分子式为

C₃₃H₄₈O₁₉。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 7.60 (d, J=1.0 Hz, H-3), 5.42 (m, H-7), 5.63 (ddd, H-8), 5.67 (m, H-10), 4.67 (d, J=8.0 Hz, H-1'), 7.46 (d, J=0.5 Hz, H-3''), 4.60 (d, J=7.8 Hz, H-1'''); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD, ppm) δ: 97.7 (C-1), 152.7 (C-3), 115.1 (C-4), 32.7 (C-5), 40.4 (C-6), 78.3 (C-7), 41.2 (C-8), 47.2 (C-9), 13.6 (C-10), 169.6 (C-11), 100.6 (C-1'), 75.1 (C-2'), 77.6 (C-3'), 71.6 (C-4'), 78.6 (C-5'), 62.6 (C-6'), 97.6 (C-1''), 153.6 (C-2''), 111.6 (C-4''), 31.6 (C-5''), 30.6 (C-6''), 63.6 (C-7''), 135.6 (C-8''), 45.6 (C-9''), 119.6 (C-10''), 168.6 (C-11''), 51.6 (OMe), 100.6 (C-1'''), 74.6 (C-2'''), 77.6 (C-3'''), 71.6 (C-4'''), 78.6 (C-5'''), 62.6 (C-6''')。以上数据与文献^[9]一致,故鉴定该化合物为 Bis-iridoid。

化合物 10: 黄色无定形粉末, 易溶于甲醇, 分子式为 C₁₇H₂₄O₁₁。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 7.6 (d, J=11.0 Hz, H-3), 3.63 (OMe), 5.65 (d, H-8), 5.28 (3H, H-10), 7.65 (d, J=8.0 Hz, H-12), 4.64 (d, J=7.5 Hz, H-1'); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD, ppm) δ: 97.6 (C-1), 154.6 (C-3), 109.6 (C-4), 39.6 (C-5), 33.6 (C-6), 170.6 (C-7), 135.6 (C-8), 46.6 (C-9), 118.6 (C-10), 168.6 (C-11), 51.6 (OMe), 100.6 (C-1'), 74.6 (C-2'), 78.6 (C-3'), 71.6 (C-4'), 78.6 (C-5'), 62.6 (C-6')。以上数据与文献^[11]一致,故鉴定该化合物为断氧化马钱子苷 (Secoxyloganin)。

化合物 11: 黄色无定形粉末, 易溶于甲醇, 分子式为 C₂₇H₃₀N₂O₉。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 7.14 (s, H-2), 7.62 (d, J=0.5 Hz, H-17), 3.62 (3H, s, OMe), 4.66 (d, J=7.9 Hz, H-1'); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD, ppm) δ: 124.6 (C-2), 47.6 (C-3), 49.6 (C-5), 23.6 (C-6), 110.6 (C-7), 128.0 (C-8), 118.6 (C-9), 120.0 (C-10), 122.6 (C-11), 112.6 (C-12), 138.6 (C-13), 28.0 (C-14), 31.6 (C-15), 109.6 (C-16), 154.6 (C-17), 120.6 (C-18), 134.6 (C-19), 45.6 (C-20), 97.6 (C-21), 169.6 (C-22), 52.6 (OMe), 100.6 (C-1'), 74.6 (C-2'), 78.0 (C-3'), 71.6 (C-4'), 78.6 (C-5'), 62.6 (C-6')。以上数据与文献^[12]一致,故鉴定该化合物为狄氏乌檀昔酯 (Desoxycordifoline)。

化合物 12: 黄色无定形粉末, 易溶于甲醇, 分子式为 C₂₈H₃₄N₂O₁₁。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 4.56 (d, J=11.0 Hz, H-3), 3.65 (dd, J=7.2, 2.8 Hz, H-5), 3.65 (d, J=4.6 Hz, H-6), 7.69 (d, J=7.9 Hz, H-9), 7.20 (m, H-10), 7.10 (m, H-11), 7.63 (d, J=8.0 Hz, H-12), 7.63 (s, H-17), 5.40 (m, H-18), 5.69 (m, H-19), 5.81 (d, J=6.7 Hz, H-21), 3.61 (3H, s, OMe), 4.62 (d, J=7.9 Hz, H-1'); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD, ppm) δ: 130.6 (C-2), 53.6 (C-3), 59.6 (C-5), 23.6 (C-6), 108.6 (C-7), 138.6 (C-8), 119.6 (C-9), 123.6 (C-10), 120.6 (C-11), 112.6 (C-12), 127.6 (C-13), 34.6 (C-14), 32.6 (C-15), 108.6 (C-16), 157.6 (C-17), 120.6 (C-18), 134.6 (C-19), 45.6 (C-20), 98.0 (C-21), 172.6 (C-22), 53.6 (OMe), 175.6 (C-23), 100.6 (C-1'), 74.6 (C-2'), 77.6 (C-3'), 71.6 (C-4'), 78.6 (C-5'), 62.6 (C-6')。以上数据与文献^[13]一致,故鉴定该化合物为奎诺酸 (Quinovic acid)。

4 讨论

综上,笔者对甜果藤水溶性和脂溶性部位进行了化学成分研究,共分离鉴定出 12 个化合物,分别为脂溶性部位的蒲公英赛酮(1)、蒲公英赛醇(2)、24R-stigmast-4-烯-3-酮(3)、24R-stigmast-4-烯-3,6-二酮(4)、葡萄糖苷谷甾醇(5)和水溶性部位的马钱子苷(6)、番木鳖苷(7)、胂屈嗪(8)、Bis-iridoid(9)、断氧化马钱子苷(10)、狄氏乌檀昔酯(11)、奎诺酸(12)。所有化合物均为首次从该植物中分离得到。

其中,化合物 6~10 均含有环烯醚萜结构片断,而环烯醚萜及其苷类在植物界分布较广,主要存在于双子叶植物,尤其是唇形科、茜草科、龙胆科等植物中。环烯醚萜具有广泛的生物活性,如抗肿瘤、保肝利胆、解痉镇痛、增强免疫、抗氧化、降糖降脂等,并对神经系统、心血管系统和消化系统有益。化合物 12 为一种吲哚类生物碱,它在本植物中含量很高,为本植物主要次级代谢产物之一。以往对茶茱萸科植物的研究中也曾发现过生物碱类物质,如在马比木 [*Nothapodytes pittosporoids* (Oliv.) Sleum.] 中发现了喜树碱 (Camptothecine) 和喜树碱的甲氧基衍生物^[1],其具有独特的 DNA 拓扑异构酶 I (Top I) 抑制能力,通过稳定 Top I-DNA 可裂解复合物而发挥抗肿瘤作用。临床上普遍认为喜树碱类似物具有显著的抗肿瘤和抗白血病活性^[1,3],其与化合物 11、12 同为生物碱类,且结构上有相似之处,因此猜测化合物 11、12 也具有类似的生物活性。本研究可为甜果藤资源在中成药新品种的创制开发和综合利用等方面提供科学依据。

(致谢:感谢上海药物研究所天然药物化学实验室宣利江研究员和其他实验室成员对本研究的帮助和指导!感谢上海药物研究所药物分析实验室为本研究测定波谱数据!)

参考文献

- [1] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草: 第五册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 228.
- [2] 陈承声, 陈清光, 曾隄梅. 定心藤化学成分研究 [J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2000, 39(6): 120.
- [3] Nobuko S, Yoshikatsu Y, Takao I. Triterpenoids from *Myrica rubra* [J]. *Phytochemistry*, 1987, 26(1): 217.
- [4] Gaspar MM, Neves CJ. Steroidal constituents from mature wheat straw [J]. *Phytochemistry*, 1993, 34(2): 523.
- [5] Aiello A, Fattorusso E, Menna M. Four new bioactive polyhydroxylated sterols from the black coral *Antipathes subpinnata* [J]. *J Nat Prod*, 1992, 55(3): 321.
- [6] Greca MD, Monaco P, Previtera L. Stigmasterols from *Typha latifolia* [J]. *J Nat Prod*, 1990, 53(6): 1430.
- [7] 凌敏, 李祖强, 罗蕾, 等. 柳叶槐根化学成分的研究 [J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2000, 22(6): 446.
- [8] Heckendorf AH, Mattes KC, Hutchinson CR, et al. Stereochemistry and conformation of biogenetic precursors of indole alkaloids [J]. *J Org Chem*, 1976, 41(11): 2045.
- [9] Chulia AJ, Vercauteren J, Mariotte A. Iridoids and flavones from *Gentiana depressa* [J]. *Phytochemistry*, 1996, 42(1): 139.
- [10] Chulia AJ, Kaouadji M. Depressoside, nouvel iridoide isole de *Gentiana depressa* [J]. *J Nat Prod*, 1985, 48(1): 54.
- [11] Itoh A, Tomatsu S, Takao C, et al. Six secoiridoid glucosides from *Adina racemosa* [J]. *J Nat Prod*, 2003, 66(9): 1212.
- [12] Itoh A, Tanahashi T, Nagakura N, et al. Two chromone-secoiridoid glycosides and three indole alkaloid glycosides from *Neonauclea sessilifolia* [J]. *Phytochemistry*, 2003, 62(3): 359.
- [13] Ferrari F, Messana I, Botta B, et al. Constituents of *Guttardia platypoda* [J]. *J Nat Prod*, 1986, 49(6): 1150.

(收稿日期: 2013-01-31 修回日期: 2013-06-07)