

文章编号:1001-6880(2014)1-0043-05

青天葵大极性化学成分研究

韦柳斌,陈金漫,周光雄*

暨南大学中药及天然药物研究所 中药药效物质基础与创新药物研究重点实验室,广州 510632

摘要:对青天葵的化学成分进行研究,从其90%乙醇提取物的水溶部位中分离得到了十一个化合物,并通过波谱手段对其进行了结构鉴定,分别为:异牡荆昔(1)、牡荆昔(2)、橙皮昔(3)、腺昔(4)、2'-脱氧腺昔(5)、2'-脱氧胸腺嘧啶核昔(6)、2'-鸟嘌呤脱氧核昔(7)、烟酸(8)、核黄素(9)、L-色氨酸(10)和阿魏酸(11)。这十一个化合物均为首次从青天葵中分离得到。

关键词:青天葵;水部位;化学成分;核昔

中图分类号:R284.2

文献标识码:A

Polar Chemical Constituents from *Nerviliae fordii*

WEI Liu-bin, CHEN Jin-man, ZHOU Guang-xiong*

Jinan University. Institute of Traditional Chinese Medicine and Natural Products, Guangdong Province Key Laboratory of Pharmacodynamic Constituents of Chinese Materia Medica and New Drugs Research, Guangzhou, 510632, China

Abstract: Eleven compounds were isolated from the water-soluble fraction of the 90% EtOH extracts of *Nerviliae fordii*. Based on spectroscopic methods, they were identified as isovitexin (1), vitexin (2), hesperidin (3), adenosine (4), 2'-deoxyadenosin (5), 2'-deoxythymidine (6), 2'-guanine deoxyribonucleoside (7), nicotinic acid (8), riboflavin (9), L-tryptophan (10), ferulic acid (11). These compounds are isolated from *Nerviliae fordii* for the first time.

Key words: *Nerviliae fordii*; water-soluble fraction; chemical constituents; nucleoside

青天葵来源于兰科芋兰属植物毛唇芋兰[*Nerviliae fordii* (Hance) Schltr.] 的块茎和全草,主要分布于广东、广西、四川、云南等地。其性寒味甘,归心、肺、肝经,能润肺止咳、清热解毒、散淤止痛,主治肺痨咯血、肺热咳嗽、口腔炎、咽喉肿痛、瘰疬、疮疡肿毒、跌打损伤^[1]。药理实验表明青天葵具有镇咳平喘、抗肿瘤、增强免疫、抗菌、抗病毒及抗炎等作用,临幊上将青天葵多用于治疗肺系疾病,如急性支气管炎、哮喘、喘息型慢性支气管炎、慢性阻塞性肺疾病等^[2]。至今,对青天葵化学成分的研究主要集中于小极性及中等极性部分,已报道的成分中甾体8个、三萜及其昔类16个、黄酮及其昔类19个及氨基酸11个^[1,3-11],但对大极性部分的研究报道较少。基于青天葵绝大多数以汤剂药用,或煲汤食用,因此有必要对其大极性成分进行研究。本实验主要针对青天葵90%乙醇提取物的大极性部分化学成分进行分离和鉴定,为青天葵的药效物质基础研究和进

一步开发利用提供实验依据。

1 仪器与材料

熔点用X-5型显微熔点测定仪测定(温度计未校正);旋光值用JASCOP-1020旋光仪测定;NMR用BRUKER AV-300 FT型核磁共振仪测定;ESI-MS用Finnigan LCQ Advantage MAX型质谱仪测定;分析HPLC用Agilent 1200型高效液相色谱仪(HPLC);制备HPLC用Varian Prostar-210型制备液相色谱仪。柱层析用硅胶(200~300目和100~200目)为青岛海洋化工厂产品;大孔树脂(D101)为天津农药厂产品;聚酰胺(80~100目)为浙江省台州四桥塑化厂产品;硅胶薄层预制板(aluminum gel HSAF254, 1 mm)为烟台化学工业研究所产品;Sephadex LH-20为Pharmacia公司产品;分析性HPLC采用UltimateTM XB-C₁₈色谱柱(4.6 mm × 250 mm);制备性HPLC采用UltimateTM XB-C₁₈色谱柱(21.2 mm × 250 mm);ODS填料以及各种氘代试剂均为Merk公司产品;所用试剂为分析纯或色谱纯。

青天葵药材购自广州市清平药材市场,由暨南大学药学院生药学教研室鉴定为毛唇芋兰[*Nerviliae*]

收稿日期:2012-11-28 接受日期:2013-04-02

基金项目:广东省自然科学基金团队项目(8351063201000003);暨

南大学211工程项目

*通讯作者 Tel:86-20-85221469;E-mail:guangxzh@sina.com

fordii (Hance) Schltr] 全草, 药材标本 (No. 110113) 现存放于暨南大学药学院生药学教研室标本室。

2 提取与分离

干燥的青天葵全草 5 kg 粉碎后用 90% 乙醇加热回流提取, 回收溶剂得浸膏(约 950 g)。将 930 g 浸膏用石油醚、氯仿和乙酸乙酯萃取, 分别得到 330.5 g、45.6 g 和 18.6 g。水部位(约 555.0 g)用大孔树脂(D101)吸附, 分别用蒸馏水及 30%、50%、75% 和 95% 乙醇梯度洗脱。30% 乙醇洗脱部位浓缩后得到浸膏 45.1 g, 经硅胶柱层析(氯仿-甲醇-水, 6:4:0.5 ~ 0:1:0), 再经 Sephadex LH-20 柱层析和 ODS 开放柱及制备型 HPLC 分离纯化, 分别得到化合物 **4** (40 mg)、**5** (23 mg)、**6** (28 mg)、**7** (36 mg)、**8** (7 mg)、**9** (8 mg) 和 **10** (10 mg)。50% 乙醇洗脱部位浓缩后得到浸膏 15.1 g, 经硅胶柱层析(氯仿-甲醇-水, 8:2:0.1-0:1:0), 再经 Sephadex LH-20 柱层析和 ODS 开放柱及制备型 HPLC 分离纯化, 得到化合物 **1** (27 mg)、**2** (35 mg) 和 **3** (25 mg)。75% 乙醇洗脱部位浓缩后得到浸膏 3.5 g, 经反复硅胶柱层析和 Sephadex LH-20 柱层析, 得到化合物 **11** (8 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1 黄色无定形粉末(甲醇), 分子式为 $C_{21}H_{20}O_{10}$, 三氯化铝-乙醇溶液或 10% 硫酸-乙醇溶液反应显色, 黄色加深, Molish 及 HCl-Mg 反应均呈阳性, 提示化合物 **1** 为黄酮类化合物。ESI-MS m/z : 455 [M + Na]⁺; ¹H NMR (DMSO-*d*₆, 300 MHz) δ : 13.56 (1H, s, 5-OH), 7.93 (2H, d, J = 8.9 Hz, H-2', 6'), 6.92 (2H, d, J = 8.9 Hz, H-3', 5'), 6.78 (1H, s, H-3), 6.52 (1H, s, H-8), 4.59 (1H, d, J = 9.8 Hz, H-1''), 3.13 ~ 4.04 (5H, m, H-2'' ~ 6'')。¹³C NMR (DMSO-*d*₆, 75 MHz) δ : 163.5 (C-2), 102.8 (C-3), 182.0 (C-4), 156.2 (C-5), 108.9 (C-6), 163.4 (C-7), 93.7 (C-8), 161.2 (C-9), 103.4 (C-10), 121.1 (C-1'), 128.5 (C-2', 6'), 116.0 (C-3', 5'), 160.7 (C-4'), 73.1 (C-1''), 78.9 (C-2''), 70.6 (C-3''), 70.2 (C-4''), 81.6 (C-5''), 61.5 (C-6'')。化合物 **1** 的 NMR 数据与文献^[12] 中异牡荆昔一致, 推断该化合物为异牡荆昔(isovitexin)。但对该化合物的二维 NMR 谱进行分析, 发现糖区部分信号的归属与文献差异较大。综合化合物 **1** 的 ¹H

和 ¹³C NMR, DEPT, HSQC 和 HMBC 谱的信息, 对其碳、氢信号进行了重新指认。

化合物 2 黄色无定形粉末(甲醇), 分子式为 $C_{21}H_{20}O_{10}$, 三氯化铝-乙醇溶液或 10% 硫酸-乙醇溶液反应显色, 黄色加深, 且荧光加强, HCl-Mg 反应呈阳性, 提示化合物 **2** 为黄酮类化合物。ESI-MS m/z : 433 [M + H]⁺; ¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 300 MHz) δ : 13.17 (1H, s, 5-OH), 10.05 (2H, brs, 4, 7-OH), 8.03 (2H, d, J = 8.7 Hz, H-2', 6'), 6.91 (2H, d, J = 8.7 Hz, H-3', 5'), 6.78 (1H, s, H-3), 6.28 (1H, s, H-6), 4.68 (1H, d, J = 9.9 Hz, H-1''), 3.24 ~ 3.85 (5H, m, H-2'' ~ 6''). ¹³C NMR (DMSO-*d*₆, 75 MHz) δ : 163.9 (C-2), 102.4 (C-3), 182.1 (C-4), 160.4 (C-5), 98.1 (C-6), 162.6 (C-7), 104.0 (C-8), 156.0 (C-9), 104.6 (C-10), 121.6 (C-1'), 128.9 (C-2', 6'), 115.8 (C-3', 5'), 161.1 (C-4'), 73.4 (C-1''), 78.6 (C-2''), 70.8 (C-3''), 70.5 (C-4''), 81.8 (C-5''), 61.3 (C-6'')。化合物 **2** 的 NMR 数据与文献[12] 中牡荆昔一致, 推断该化合物为牡荆昔(vitexin)。但对该化合物的二维 NMR 谱进行分析, 发现糖区部分信号的归属与文献差异较大。由于文献没有对化合物异牡荆昔进行二维 NMR 的测定, 其对 ¹³C NMR 谱糖部分信号的指认有差错。我们综合化合物 **2** 的 ¹H 和 ¹³C NMR、DEPT、HSQC 和 HMBC 谱的信息, 对其碳、氢信号重新进行了指认, ¹H 和 ¹³C NMR 数据如上。综上所述, 化合物 **2** 的结构鉴定为牡荆昔(vitexin)。

化合物 3 乳白色粉末(甲醇), 分子式为 $C_{28}H_{34}O_{15}$, $[\alpha]_D^{25} = -43.3^\circ$ (c 0.32, pyridine)。10% 硫酸-乙醇溶液显色反应呈淡粉色, HCl-Mg 及 Molish 反应均呈阳性, 提示该化合物可能为二氢黄酮昔类化合物。正离子 ESI-MS m/z : 633 [M + Na]⁺; ¹H NMR (DMSO-*d*₆, 300 MHz) δ : 12.02 (1H, brs, OH-5), 9.09 (1H, brs, OH-4'), 6.95 (1H, brs, H-2'), 6.93 (1H, m, H-6'), 6.90 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5'), 6.14 (2H, d, J = 4.5 Hz, H-6, 8), 5.50 (1H, dd, J = 11.7, 2.2 Hz, H-2), 4.97 (1H, d, J = 6.9 Hz, H-1''), 4.52 (1H, brs, H-1''), 3.11 ~ 3.80 (9H, m, H-2'' ~ H-6'', H-2'' ~ H-5''), 3.20 (1H, dd, J = 17.0, 11.7 Hz, H-3a), 2.77 (1H, dd, J = 17.0, 2.2 Hz, H-3b), 1.08 (3H, d, J = 5.9 Hz, H-6''). ¹³C NMR (DMSO-*d*₆, 75 MHz) δ : 78.4 (C-2), 41.8 (C-3), 197.0 (C-4), 163.0 (C-5), 96.3 (C-6), 165.1

(C-7), 95.5 (C-8), 162.5 (C-9), 103.3 (C-10), 130.9 (C-1'), 114.1 (C-2'), 146.4 (C-3'), 147.9 (C-4'), 112.0 (C-5'), 117.9 (C-6'), 55.1 (3'-OMe), 99.4 (C-1'), 72.0 (C-2''), 75.6 (C-3''), 70.7 (C-4''), 76.1 (C-5''), 65.9 (C-6''), 100.6 (C-1'''), 69.5 (C-2'''), 70.2 (C-3'''), 72.9 (C-4'''), 68.3 (C-5'''), 17.4 (C-6''')。该化合物的¹H 和¹³C NMR 与文献^[13]中橙皮苷基本一致,故该化合物鉴定为橙皮苷(hesperidin)。

化合物4 白色粉末(甲醇),分子式为 C₁₀H₁₃N₅O₄,10% 硫酸-乙醇溶液反应显橙色,Molish 反应呈阳性。HR-ESI-MS *m/z*: 290.0854 [M + Na]⁺ (C₁₀H₁₃O₄N₅Na⁺ 理论计算值:290.0860);¹H NMR (DMSO-d₆, 300 MHz) δ: 8.33 (1H, s, H-8), 8.13 (1H, s, H-2), 7.34 (2H, brs, NH₂-6), 5.87 (1H, d, *J* = 6.1 Hz, H-1'), 5.43 (2H, brs, OH), 5.26 (H, brs, OH), 4.61 (1H, m, H-2'), 4.14 (1H, m, H-3'), 3.95 (1H, m, H-4'), 3.67 (1H, dd, *J* = 11.9, 3.0 Hz, H-5'), 3.55 (1H, d, *J* = 11.9 Hz, H-5')。¹³C NMR (DMSO-d₆, 75 MHz) δ: 152.4 (C-2), 149.1 (C-4), 119.4 (C-5), 156.2 (C-6), 140.0 (C-8), 87.9 (C-1'), 73.4 (C-2'), 70.7 (C-3'), 85.9 (C-4'), 61.7 (C-5')。该化合物的 NMR 数据与文献^[14]腺苷的数据一致,故鉴定该化合物为腺苷(adenosine)。

化合物5 白色粉末(甲醇),分子式为 C₁₀H₁₃N₅O₃,10% 硫酸-乙醇溶液反应显橙色,Molish 反应呈阳性。HR-ESI-MS *m/z*: 252.1154 [M + H]⁺ (C₁₀H₁₄O₃N⁺ 理论计算值:252.1131);¹H NMR (DMSO-d₆, 300 MHz) δ: 8.33 (1H, s, H-8), 8.13 (1H, s, H-2), 7.30 (2H, brs, NH₂-6), 5.87 (1H, dd, *J* = 7.8, 6.1 Hz, H-1'), 5.32 (2H, brs, OH), 4.41 (1H, m, H-3'), 3.87 (1H, m, H-4'), 3.62 (1H, dd, *J* = 11.9, 4.1 Hz, H-5'), 3.52 (1H, dd, *J* = 11.9, 4.1 Hz, H-5'), 2.72 (1H, m, H-2'), 2.25 (1H, m, H-2')。¹³C NMR (DMSO-d₆, 75 MHz) δ: 152.4 (C-2), 148.9 (C-4), 119.3 (C-5), 156.1 (C-6), 139.5 (C-8), 83.9 (C-1'), 39.4 (C-2'), 70.9 (C-3'), 88.0 (C-4'), 61.9 (C-5')。该化合物的 NMR 数据与文献^[15]报道的 2'-脱氧腺苷的数据一致,故鉴定该化合物为 2'-脱氧腺苷(2'-deoxyadenosin)。

化合物6 白色粉末(甲醇),分子式为 C₁₀H₁₄N₂O₅,10% 硫酸-乙醇溶液反应显橙色,Molish 反应呈阳性。该化合物与热的氢氧化钠溶液反应后用茚三酮显色呈兰色,提示其分子结构中包含酰胺片段。

HR-ESI-MS *m/z*: 265.0825 [M + Na]⁺ (C₁₀H₁₄O₅N₂Na⁺ 理论计算值:265.0795);¹H NMR (DMSO-d₆, 300 MHz) δ: 11.24 (1H, brs, NH), 7.69 (1H, d, *J* = 1.1 Hz, H-6), 6.16 (1H, t, *J* = 6.9 Hz, H-1'), 5.23 (1H, brs, OH), 5.08 (1H, brs, OH), 4.23 (1H, m, H-3'), 3.76 (1H, m, H-4'), 3.59 (1H, dd, *J* = 11.9, 3.9 Hz, H-5'), 3.53 (1H, dd, *J* = 11.9, 4.0 Hz, H-5'), 2.52 (1H, m, H-2'), 2.07 (1H, m, H-2'), 1.77 (3H, d, *J* = 1.1 Hz, CH₃-5)。¹³C NMR (DMSO-d₆, 75 MHz) δ: 150.5 (C-2), 163.8 (C-4), 109.3 (C-5), 136.1 (C-6), 12.2 (5-CH₃), 83.7 (C-1'), 39.4 (C-2'), 70.4 (C-3'), 87.2 (C-4'), 61.3 (C-5')。该化合物的 NMR 数据与文献^[16]报道的 2'-脱氧胸腺嘧啶核苷的数据一致,故鉴定该化合物为 2'-脱氧胸腺嘧啶核(2'-deoxythymidine)。

化合物7 白色粉末(甲醇),分子式为 C₁₀H₁₃N₅O₄,10% 硫酸-乙醇溶液反应显橙色,Molish 反应呈阳性。该化合物与热的氢氧化钠溶液反应后用茚三酮显色呈兰色,提示其分子结构中包含酰胺片段。ESI-MS *m/z*: 266 [M - H]⁻;¹H NMR (DMSO-d₆, 300 MHz) δ: 11.24 (2H, brs, NH₂), 7.90 (1H, s, H-8), 6.16 (1H, dd, *J* = 7.8, 6.1 Hz, H-1'), 5.32 (1H, brs, OH/NH), 5.01 (1H, brs, NH/OH), 4.32 (1H, m, H-4'), 3.80 (1H, m, H-3'), 3.55 (1H, m, H-5'), 2.49 (1H, m, H-2'), 2.18 (1H, m, H-2')。¹³C NMR (DMSO-d₆, 75 MHz) δ: 153.8 (C-2), 151.0 (C-4), 116.7 (C-5), 157.1 (C-6), 135.5 (C-8), 82.8 (C-1'), 39.7 (C-2'), 70.9 (C-3'), 87.7 (C-4'), 61.8 (C-5')。该化合物的 NMR 数据与文献^[17]报道的 2'-鸟嘌呤脱氧核苷的数据一致,故鉴定该化合物为 2'-鸟嘌呤脱氧核苷(2'-guanine deoxyribonucleoside)。

化合物8 白色无定形固体(甲醇),分子式为 C₆H₅NO₂,ESI-MS *m/z*: 269 [2M + Na]⁺;¹H NMR (DMSO-d₆, 300 MHz) δ: 9.02 (1H, dd, *J* = 2.3, 0.8 Hz, H-2), 8.69 (1H, dd, *J* = 4.8, 1.7 Hz, H-6), 8.21 (1H, m, H-5), 7.49 (1H, ddd, *J* = 7.9, 4.8, 0.8 Hz, H-4);¹³C NMR (DMSO-d₆, 75 MHz) δ: 148.9 (C-2), 129.7 (C-3), 135.1 (C-4), 123.4 (C-5), 152.0 (C-6), 166.5 (C-7)。该化合物的 NMR 数据与文献^[18]报道的烟酸的数据一致,故该化合物鉴定为烟酸(nicotinic acid)。

化合物 9 黄色固体(甲醇),分子式为 $C_{17}H_{20}N_4O_6$,该化合物与热的氢氧化钠溶液反应后用茚三酮显色呈兰色,提示其分子结构中包含酰胺片段。正离子 ESI-MS m/z : 399 [M + Na]⁺; ¹H NMR (DMSO- d_6 ,300 MHz) δ : 11.34 (1H, brs, NH), 7.92 (1H, s, H-6), 7.89 (1H, s, H-9), 4.94 (1H, m, H-1'), 4.63 (1H, m, H-1'), 4.25 (1H, m, H-2'), 3.65 (1H, m, H-4'), 3.63 (1H, m, H-5'), 3.61 (1H, m, H-3'), 3.44 (1H, m, H-5'), 2.48 (3H, s, 8-CH₃), 2.40 (3H, s, 7-CH₃)。¹³C NMR (DMSO- d_6 ,75 MHz) δ : 155.5 (C-2), 160.0 (C-4), 130.7 (C-6), 132.7 (C-7), 135.7 (C-8), 117.5 (C-9), 134.0 (C-11), 146.0 (C-12), 150.9 (C-13), 136.8 (C-14), 20.8 (7-CH₃), 18.8 (8-CH₃), 47.1 (C-1'), 68.8 (C-2'), 73.7 (C-3'), 72.9 (C-4'), 63.6 (C-5')。该化合物的 NMR 数据与文献^[19]报道的核黄素的数据一致,故鉴定该化合物为核黄素(riboflavin)。

化合物 10 淡黄色粉末(甲醇),分子式为 $C_{11}H_{12}N_2O_2$,mp 279 ~ 281 °C, $[\alpha]_D^{25} = -42.8^\circ$ (c 0.23, H₂O)。该化合物与茚三酮显色呈兰色,ESI-MS m/z : 203 [M - H]⁻; ¹H NMR (DMSO- d_6 ,300 MHz) δ : 10.97 (1H, brs, NH), 7.56 (1H, d, J = 7.8 Hz, H-4), 7.35 (1H, d, J = 7.8 Hz, H-7), 7.22 (1H, d, J = 2.2 Hz, H-2), 7.06 (1H, m, H-6), 6.97 (1H, m, H-5), 3.50 (1H, dd, J = 8.9, 4.1 Hz, H-9), 3.31 (1H, dd, J = 15.1, 3.8 Hz, H-8a), 2.97 (1H, dd, J = 15.1, 8.9 Hz, H-8b)。¹³C NMR (DMSO- d_6 ,75 MHz) δ : 125.8 (C-2), 111.4 (C-3), 120.2 (C-4), 120.0 (C-5), 122.6 (C-6), 113.1 (C-7), 28.9 (C-8), 56.6 (C-9), 171.9 (C-10), 127.3 (C-3a), 136.3 (C-7a)。该化合物的 NMR 数据与文献^[20]报道的 L-色氨酸的数据一致,故鉴定该化合物为 L-色氨酸(L-tryptophan)。

化合物 11 白色针晶(甲醇),分子式为 $C_{10}H_{10}O_4$,三氯化铁反应呈阳性,ESI-MS m/z 193 [M - H]⁻; ¹H NMR (CD₃OD,300 MHz) δ : 7.59 (1H, d, J = 15.9 Hz, H-7), 7.19 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-2), 7.05 (1H, dd, J = 8.2, 1.9 Hz, H-6), 6.80 (1H, d, J = 8.2 Hz, H-5), 6.30 (1H, d, J = 15.9 Hz, H-8)。¹³C NMR (CD₃OD,75MHz) δ : 128.3 (C-1), 112.2 (C-2), 151.0 (C-3), 149.9 (C-4), 117.0 (C-5), 124.5 (C-6), 147.4 (C-7), 116.5 (C-8), 171.5 (C-9), 57.0 (OMe)。该化合物的 NMR 数据与文献^[21]

报道的阿魏酸一致,故该化合物鉴定为阿魏酸(ferulic acid)。

参考文献

- Lu CL(卢传礼), Zhou GX(周光雄), Wang HS(王恒山), et al. Water-soluble constituents from *Nerviliae fordii*. *Lishizhen Med Mater Med Res*(时珍国医国药), 2010, 21:3087-3088.
- Mei QX(梅全喜). Advance in the research of chemical constituent pharmacologic action and clinical application of *herba Nerviliae Plicatae*. *Chin Arch Tradit Chin Med*(中华中医药学刊), 2006, 26:2239-2241.
- Hua Z, Peng F, Deng FZ. Chemical constituents of petroleum ether extract from *Nervilia fordii*. *Pakistan J Biol Sci*, 2006, 9:1556-1558.
- Chen JM(陈金漫), Wei LB(韦柳斌), Zhang Y(张英), et al. Study on chemical constituents in petroleum ether fraction of *Nerviliae fordii*. *J Jinan Univ Nat Sci & Med Edit*(暨南大学学报,自然版), 2013, 34:324-327.
- Tian LW, Pei Y, Zhang YJ, et al. 7-O-Methylkaempferol and quercetin glycosides from the whole plant of *Nervilia fordii*. *J Nat Prod*, 2009, 72:1057-1060.
- Zhang L, Zhao ZX, Lin CZ, et al. Three new flavonol glycosides from *Nervilia fordii*. *Phytochem Lett*, 2012, 5:104-107.
- Wei LB, Chen JM, Ye WC, et al. Three new cycloartane glycosides from *Nervilia fordii*. *J Asian Nat Prod Res*, 2012, 14: 521-527.
- Wei LB, Yuan HE, Chen JM, et al. Five new cycloartane-type triterpenoid saponins from *Nervilia fordii*. *Helvetica Chimica Acta*, 2013, 96:150-157.
- Lu CL(卢传礼), Zhou GX(周光雄), Wang HS(王恒山), et al. Studies on the chemical constituents of *Nerviliae fordii*. *J Chin Med Mat*(中药材), 2009, 32:373-375.
- Zhen HS(甄汉深), Zhou YY(周燕园), Yuan YF(袁叶飞), et al. Studies on the chemical constituents of the ethyl acetate portion of *Nervilia fordii*. *J Chin Med Mat*(中药材), 2007, 30:942.
- Hu YS(胡廷松), He MJ(何茂金). Analysis of amino acids from *Nervilia fordii*. *Guighiaia*(广西植物), 1993, 13:87.
- Yan C(闫冲), Lin L(林励), Liu HJ(刘红菊), et al. Study of flavonoids from leaves of *Santalum album*. *China J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 2011, 36:3130-3132.
- Shi SY(施树云), Zhou CX(周长新), Xu Y(徐艳), et al. Studies on chemical constituents from herbs of *Taraxacum mongolicum*. *China J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 2008, 33:1147-1157.

(下转第 59 页)