

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2014.02.004

葛利, 蓝柳凤, 暴惠宾, 等. 山蓝化学成分初步研究[J]. 广西植物, 2014, 34(2):155—159

Ge L, Lan LF, Bao HB, et al. Study on the chemical constituents of *Peristrophe roxburghiana*[J]. Guihaia, 2014, 34(2):155—159

山蓝化学成分的初步研究

葛利, 蓝柳凤, 暴惠宾, 杨克迪*

(广西大学 化学化工学院, 南宁 530004)

摘要: 分离鉴定爵床科观音草属植物山蓝的化学成分。采用硅胶柱色谱、重结晶方法对山蓝乙醇提取物进行分离纯化, 利用红外、质谱、核磁共振技术进行结构鉴定, 得到 15 个化合物, 分别为二十八醇(1), 硬脂酸(2), β -谷甾醇(3), 豆甾醇(4), 棕榈酸(5), 月桂酸(6), 尿囊素(7), 棕榈醇(8), 芝麻素(9), 齐墩果酸(10), β -胡萝卜素(11), 尿嘧啶(12), 腺嘌呤(13), 十八烷基葡萄糖苷(14), 柠檬酸(15)。除 β -谷甾醇, 豆甾醇和 β -胡萝卜素外, 其余 12 个化合物均为首次从该植物中分离得到。

关键词: 山蓝; 化学成分; 分离纯化; 结构鉴定

中图分类号: R284.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2014)02-0155-05

Study on the chemical constituents of *Peristrophe roxburghiana*

GE Li, LAN Liu-Feng, BAO Hui-Bin, YANG Ke-Di*

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: Chemical investigation on ethanol extract of *Peristrophe roxburghiana* yielded 15 compounds by column chromatography and recrystallization. Their structures were elucidated by IR, MS and NMR techniques as Octacosanol(1), Stearic acid(2), β -Sitosterol(3), Stigmasterol(4), Palmitic acid(5), Lauric acid(6), Allantoin(7), Hexadecanol(8), Sesamin(9), Oleanolic acid(10), β -Daucosterol(11), Uracil(12), Adenine(13), Octadecyl-glucoside(14) and Citric acid(15), respectively. And all the compounds except 3, 4 and 11 were obtained and reported from *P. roxburghiana* for the first time.

Key words: *Peristrophe roxburghiana*; chemical constituents; isolation; identification

山蓝(*Peristrophe roxburghiana*), 又名红丝线、观音草、红蓝、紫蓝等, 爵床科观音草属植物, 少数民族长期使用山蓝作为食用色素植物来源制作红色、紫(蓝)色糯米饭, 药用全草, 有清肺止咳, 散瘀止痛, 降血压, 治疗糖尿病、抗乙型肝炎、抗氧化、抑菌和增强免疫力等功效, 具有一定的研究开发价值(胡加琪, 2002; 李宁, 1993; 程朝晖等, 2004; 秦树森等, 2010; 杨毅等, 2008; Wiart et al., 2004)。已有研究

表明, 山蓝中含有多糖、黄酮、香豆素、生物碱、三萜、挥发油等化学成分(徐玉琳等, 2008; 蒋红芝等, 2009; 姚小青等, 2012; 覃洁萍等, 1999; Thuy et al., 2012, 2013; 蒋小华等, 2006; 杨毅等, 2013; 胡燕等, 1989; 谢运昌等, 2008)。为了更好的开发利用山蓝药用植物资源, 本文对山蓝乙醇提取物的化学成分进行了研究, 采用硅胶柱色谱、重结晶技术分离得到 15 个化合物。

收稿日期: 2013-11-20 修回日期: 2013-12-15

基金项目: 广西自然科学基金(2013GXNSFBA019032)

作者简介: 葛利(1984-), 女, 陕西眉县人, 硕士, 实验师, 从事天然产物化学研究, (E-mail) geli_2009@163.com。

*通讯作者: 杨克迪, 博士, 教授, 从事天然产物化学研究, (E-mail) kdyang@163.com。

1 材料与仪器

山蓝,采自广西百色,经广西林业勘测设计院钟业聪高级工程师鉴定为爵床科观音草属植物山蓝(*Peristrophe roxburghiana*)。

MS-QP2010 气质联用仪,日本岛津;JNC-A500 型核磁共振仪,Bruker 公司;X-4 数字熔点测定仪,北京泰克仪器有限公司。硅胶 H(100-200、200-300 目),试剂级,青岛海洋化工厂;硅胶 G,试剂级,青岛海洋化工厂。试剂均为分析纯。

2 提取与分离

取山蓝植株地上部分约 2 kg,干燥,粉碎,过 40 目筛,加入 50%乙醇回流提取 3 次,每次以 12 L 溶剂提取 2 h,抽滤,合并提取液,减压浓缩,得浸膏 60 g。取浸膏 30 g,300 mL 水混悬,依次用等体积石油醚、水饱和正丁醇分别萃取 3 次,合并萃取液,浓缩,得石油醚萃取物 5.6 g,正丁醇萃取物 9.8 g。

取石油醚萃取物 5.0 g,采用硅胶(100~200 目)柱层析进行分离,以石油醚-乙酸乙酯(90:10~20:80)、甲醇为流动相进行洗脱,每 50 mL 收集一份,TLC 跟踪检测,合并得到四个部分 Fr.1~Fr.4。Fr.1 进行硅胶柱层析(200~300 目),以石油醚-乙酸乙酯(100:0~70:30)进行梯度洗脱,TLC 分析,得到化合物 **1**(6 mg);Fr.2 以石油醚-乙酸乙酯(90:10~50:50)为洗脱剂,经反复硅胶柱层析得到化合物 **2**(7 mg)、**3**(5 mg)、**4**(3 mg);Fr.3 以石油醚-乙酸乙酯(80:20~40:60)为洗脱剂,经反复硅胶柱层析得到化合物 **5**(8 mg)、化合物 **6**(6 mg);Fr.4 以乙酸乙酯-甲醇(90:10~40:60)为洗脱剂,经反复硅胶柱层析得到化合物 **7**(5 mg)。

取正丁醇萃取物 9.5 g,采用硅胶(100~200 目)柱层析进行分离,以石油醚-乙酸乙酯(20:80)、乙酸乙酯-甲醇(90:10~20:80)为洗脱剂进行梯度洗脱,每 250 mL 收集一份,TLC 跟踪检测,得到 3 个部分 Fr.1~Fr.3。硅胶柱色谱分离 Fr.1 部分,以石油醚-乙酸乙酯(90:10~20:80)为洗脱剂进行梯度洗脱,TLC 检测,重结晶得到化合物 **8**(5 mg)、**9**(3 mg)、**10**(6 mg);Fr.2 以石油醚-乙酸乙酯(50:50~20:80)、乙酸乙酯:甲醇(90:10~60:40)进行梯度洗脱,经反复柱层析和重结晶得到化

合物 **11**(18 mg),化合物 **12**(10 mg),化合物 **13**(7 mg),化合物 **14**(4 mg);Fr.3 用硅胶柱色谱分离,以乙酸乙酯-甲醇(80:20~20:80)进行洗脱,得到化合物 **15**(3 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1** 白色粉末,易溶于石油醚,氯仿,难溶于乙醇,甲醇,不溶于水。EI-MS: m/z 392($M^+ - H_2O$)。¹H-NMR($CDCl_3$): δ 3.66(2H, t , $J = 6.5$ Hz, H-1), 1.86(2H, m , $J = 7.0$ Hz, H-2), 1.20~1.31(50H, m , H-3~27), 0.90(3H, t , $J = 7.5$ Hz, H-28);¹³C-NMR($CDCl_3$): δ 63.08(C-1), 32.82(C-2), 31.89(C-26), 29.73~29.66(C-4~25), 25.72(C-3), 22.64(C-27), 14.02(C-28)。以上数据与文献值(邱鹰昆等,2008)对照,鉴定该化合物为二十八醇。

化合物 **2** 白色粉末,易溶于石油醚,氯仿,难溶于乙醇,甲醇,不溶于水。EI-MS: m/z 284(M^+)。¹H-NMR($CDCl_3$): δ 2.37(2H, t , $J = 7.4$ Hz, H-2), 1.64(2H, m , $J = 7.3$ Hz, H-3), 1.20-1.29(28H, s , $14 \times CH_2$), 0.90(3H, t , $J = 7.0$ Hz, H-18);¹³C-NMR($CDCl_3$): 180.53(C-1, C=O), 34.13(C-2), 31.94(C-16), 29.71~29.08(C-4~15), 24.68(C-3), 22.70(C-17), 14.09(C-18)。以上数据与文献值(皮慧芳等,2008)对照,鉴定为硬脂酸。

化合物 **3** 白色针状晶体,易溶于石油醚,溶于乙酸乙酯,丙酮,甲醇,不溶于水。mp: 140~142 °C。Liebermann-Burchard 反应呈阳性。EI-MS: 414(M^+)。¹H-NMR($CDCl_3$): δ 5.38(3H, d , $J = 3.2$ Hz, H-6), 3.54(1H, m , H-3), 1.03(3H, s , H-19), 0.94(3H, d , $J = 5.6$ Hz, H-26), 0.87(3H, t , $J = 6.8$ Hz, H-21), 0.85(3H, t , $J = 8.0$ Hz, H-29), 0.81(3H, t , $J = 6.4$ Hz, H-27), 0.70(3H, s , H-18)。¹³C-NMR($CDCl_3$): δ 140.78(C-5), 121.70(C-6), 71.81(C-3), 56.79(C-14), 56.09(C-17), 50.17(C-9), 45.88(C-24), 42.33(C-4), 42.24(C-13), 39.80(C-12), 37.27(C-1), 36.52(C-10), 36.15(C-20), 33.98(C-7), 31.92(C-22), 31.69(C-8, 25), 29.20(C-16), 28.24(C-23), 26.15(C-2), 24.37(C-15), 23.10(C-28), 21.11(C-11), 19.80(C-27), 19.39(C-18), 19.05(C-26), 18.78(C-21), 12.05(C-29), 11.98(C-19)。以上数据与文献值(刘香等,2006)对照,鉴定为 β -谷甾醇。

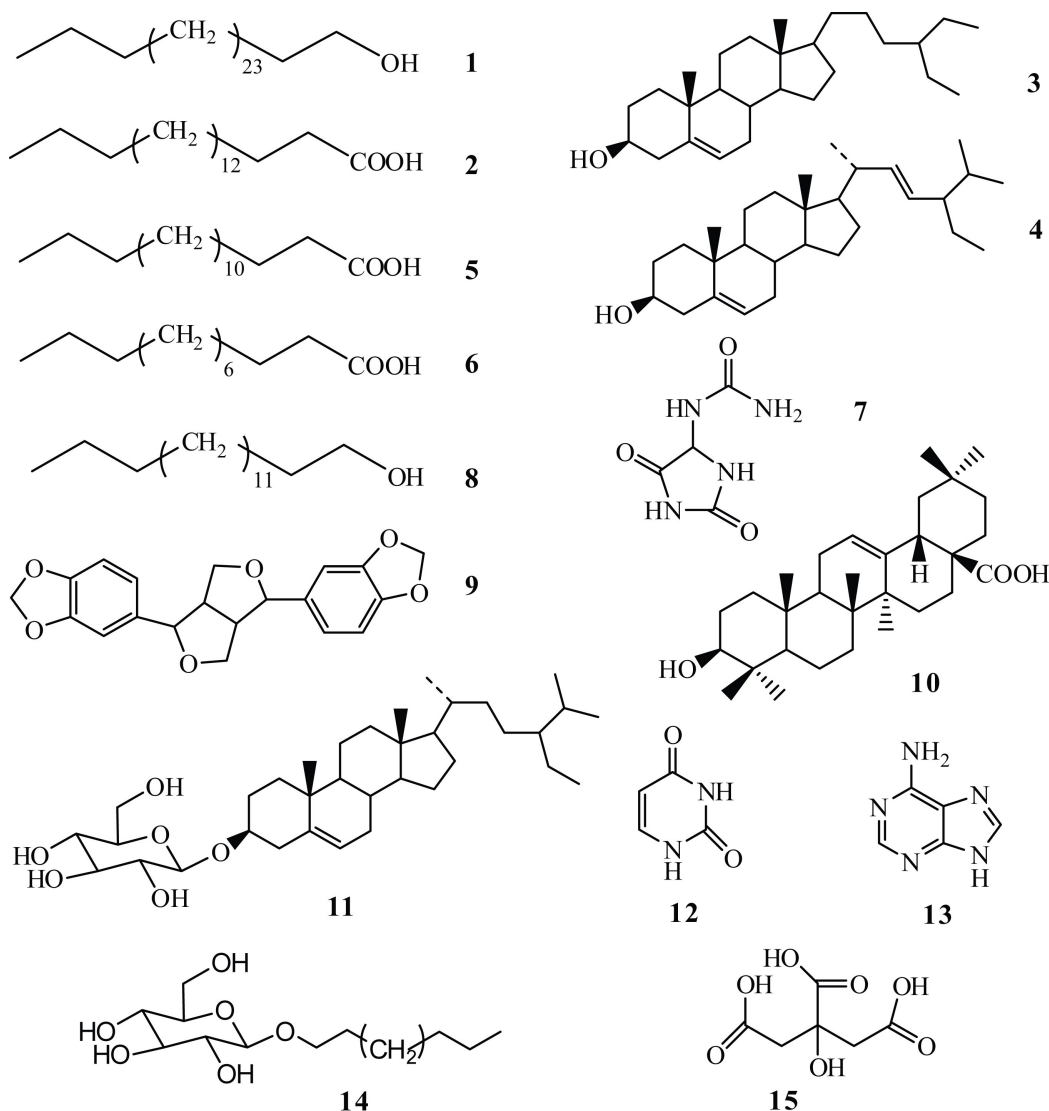


图 1 山蓝中化合物的结构式

Fig. 1 Chemical structures of the compounds from *Peristrophe roxburghiana*

化合物 4 白色针状晶体,易溶于石油醚,氯仿,溶于乙酸乙酯,丙酮,甲醇,不溶于水。Liebermann-Burchard 反应呈阳性。EI-MS: m/z 412 (M^+)。 1H -NMR($CDCl_3$): δ 5.37(1H, d , $J = 3.2$ Hz, H-6), 5.18(1H, dd , $J = 8.4, 15.2$ Hz, H-23), 5.05(1H, dd , $J = 8.4, 15.6$ Hz, H-22), 3.54(1H, m , H-3), 0.81~1.03($5 \times CH_3$), 0.72(3H, s)。 ^{13}C -NMR($CDCl_3$): δ 138.31(C-22), 140.77(C-5), 129.29(C-23), 121.72(C-6), 71.82(C-3), 56.89(C-14), 56.07(C-17), 51.23(C-24), 50.24(C-9), 42.33(C-13), 42.22(C-4), 40.49(C-20), 39.69(C-12), 37.27(C-1), 36.52(C-10), 31.92(C-7, 8, 25), 28.92(C-16), 26.10(C-2), 25.41(C-28), 24.37(C-15), 21.22(C-

11, 21), 21.09(C-26), 19.40(C-19), 18.99(C-27), 12.25(C-29), 12.05(C-18)。以上数据与文献值(甄汉深等, 2008)对照, 鉴定为豆腐醇。

化合物 5 白色粉末, 易溶于石油醚, 氯仿, 难溶于乙醇, 甲醇, 不溶于水。EI-MS: m/z 256(M^+)。 1H -NMR($CDCl_3$): δ 2.34(2H, t , $J = 7.5$ Hz, H-2), 1.62(2H, m , H-3), 1.22~1.29(24H, m), 0.88(3H, t , $J = 6.8$ Hz, H-16); ^{13}C -NMR($CDCl_3$): 180.67(C-1, C=O), 34.16(C-2), 31.97(C-14), 29.71~29.09(C-4~13), 24.69(C-3), 22.74(C-15), 14.18(C-16)。以上数据与文献值(皮慧芳等, 2008)对照, 鉴定为棕榈酸。

化合物 6 白色粉末, 易溶于石油醚, 氯仿, 难

溶于乙醇, 甲醇, 不溶于水。EI-MS: m/z 200 (M^+)。 $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3)$: δ 2.37(2H, t , $J = 7.2$ Hz, H-2), 1.64(2H, m , $J = 6.8$ Hz, H-3), 1.23~1.28($14 \times \text{CH}_2$, 28H, s), 0.86(3H, t , $J = 6.4$ Hz, H-12); $^{13}\text{C-NMR}(\text{CDCl}_3)$: δ 180.59(C-1, C=O), 34.13(C-2), 31.91(C-10), 29.60~29.06(C-4~9), 24.67(C-3), 22.68(C-11), 14.09(C-12)。根据以上波谱特征, 推断该化合物为十二酸, 即月桂酸。

化合物 7 白色粉末, 难溶于石油醚、氯仿, 微溶于甲醇、乙醇, 溶于热水。mp: 234~236 °C。EI-MS: m/z 158 (M^+)。 $^1\text{H-NMR}(\text{D}_2\text{O})$: δ 4.62(1H, $br s$), 可知化合物结构中含有多个活泼氢, 与重水发生质子交换, 在氢谱中不显示质子信号。 $^{13}\text{C-NMR}(\text{DMSO}-d_6)$: δ 175.43(C-5), 159.75(C-6), 158.56(C-2), 63.14(C-4)。以上数据与文献值(胡万春等, 2008)对照, 鉴定为尿囊素。

化合物 8 白色粉末, 易溶于石油醚, 氯仿, 难溶于乙醇, 甲醇, 不溶于水。 $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3)$: δ 2.37(2H, t , $J = 7.6$ Hz, H-2), 1.66(2H, m , H-3), 1.20-1.28($n \times \text{CH}_2$, 26H, s), 0.90(3H, t , $J = 6.8$ Hz, H-16); $^{13}\text{C-NMR}(\text{CDCl}_3)$: δ 77.22(C-1), 33.45(C-2), 31.93(C-14), 29.06~29.69(C-4~13), 24.71(C-3), 22.69(C-15), 14.11(C-16)。根据以上波谱特征, 推断该化合物为十六醇, 即棕榈醇。

化合物 9 白色粉末, 易溶于氯仿, 微溶于甲醇, 乙醇, 不溶于水。EI-MS: m/z 354 (M^+)。 $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3)$: δ 6.87(2H, s , H-2 和 2'), 6.82(2H, d , $J = 13.6$ Hz, H-6 和 6'), 6.80(2H, d , $J = 8.8$ Hz, H-5 和 5'), 5.97(4H, s , -O-CH₂-O-), 4.74(2H, d , $J = 2.4$ Hz, H-7 和 7'), 4.25(2H, dd , $J = 8.4, 9.6$ Hz, Ha-9 和 9'), 3.90(2H, d , $J = 9.2$ Hz, Hb-9 和 9'), 3.07(2H, m , H-8 和 8')。 $^{13}\text{C-NMR}(\text{CDCl}_3)$: δ 147.98(C-4 和 4'), 147.11(C-3 和 3'), 135.08(C-1 和 1'), 119.35(C-6 和 6'), 109.19(C-5 和 5'), 106.50(C-2 和 2'), 101.07(-O-CH₂-O-), 85.80(C-7 和 7'), 71.72(C-9 和 9'), 54.34(C-8 和 8')。以上数据与文献值(黄平等, 2008)对照, 确定该化合物为芝麻素。

化合物 10 白色粉末, 溶于乙醇、甲醇, 易溶于吡啶。Liebermann-Burchard 反应为阳性, Molish 反应呈阴性。EI-MS: m/z 456 (M^+)。 $^1\text{H-NMR}(\text{CD}_3\text{OD})$: δ 5.27(1H, t , $J = 3.5$ Hz), 3.17(1H, m), δ 2.87(1H, m), δ 1.0~2.1(m), 1.18(3H, s),

1.00(3H, s), 0.99(3H, s), 0.96(3H, s), 0.93(3H, s), 0.84(3H, s), 0.80(3H, s)。 $^{13}\text{C-NMR}(\text{CD}_3\text{OD})$: 180.45(C-28), 143.83(C-13), 122.6(C-12), 78.37(C-3), 55.41(C-5), 47.66(C-9), 46.28(C-19), 45.90(C-17), 41.53(C-14), 41.38(C-18), 39.20(C-8), 38.47(C-4), 38.43(C-1), 36.80(C-10), 33.53(C-21), 32.66(C-29), 32.44(C-7), 32.13(C-22), 30.18(C-20), 27.47(C-23), 27.34(C-15), 26.50(C-2), 24.98(C-27), 23.13(C-30), 22.70(C-11), 22.58(C-16), 18.11(C-6), 16.35(C-26), 14.88(C-24), 14.47(C-25)。以上数据与文献值(Al-Oqail *et al.*, 2012)对照, 鉴定为齐墩果酸。

化合物 11 白色粉末, 易溶于吡啶, DMSO, 不溶于水。Liebermann-Burchard 反应为阳性, Molish 反应呈阳性。EIMS (m/z): 396 (M^+ -C₆H₁₂O₆)。 $^1\text{H-NMR}(\text{C}_5\text{D}_6\text{N})$: δ 5.35(1H, s , H-6), 5.03(1H, d , $J = 7.2$ Hz, H-1'), 4.55(1H, d , $J = 11.6$ Hz, H-3)。 $^{13}\text{C-NMR}(\text{C}_5\text{D}_6\text{N})$: 140.70(C-5), 121.69(C-6), 78.39(C-3), 56.62(C-17), 56.04(C-14), 50.14(C-9), 45.83(C-24), 42.27(C-13), 39.74(C-12), 39.13(C-4), δ 37.27(C-1), 36.71(C-10), 36.17(C-20), 34.00(C-23), 31.96(C-7), 31.84(C-8), 30.04(C-22), 29.26(C-25), 28.32(C-2), 26.19(C-15), 24.29(C-16), 23.18(C-28), 21.07(C-11), 19.76(C-19), 19.20(C-27), 19.00(C-26), 18.80(C-21), 11.94(C-21), 11.76(C-18); Glc: 102.36(C-1'), 78.25(C-3'), 77.88(C-5'), 75.11(C-2'), 71.48(C-4'), 62.63(C-6')。以上数据与文献值(Lendl *et al.*, 2005)对照, 鉴定为 β -胡萝卜素。

化合物 12 黄红色粉末, 微溶于甲醇, 水等, 易溶于 DMSO, 不溶于氯仿, 石油醚。EI-MS: m/z 112 (M^+)。 $^1\text{H-NMR}(\text{DMSO}-d_6)$: δ 11.00(1H, $br s$, NH), 10.84(1H, $br s$, NH), 7.38(1H, d , $J = 7.2$ Hz, H-6), 5.45(1H, d , $J = 6.8$ Hz, H-5)。 $^{13}\text{C-NMR}(\text{DMSO}-d_6)$: δ 164.79(C-4), 151.97(C-2), 141.99(C-6), 100.68(C-5)。以上数据与文献值(胡万春等, 2008)对照, 鉴定为尿嘧啶。

化合物 13 黄红色粉末, 微溶于甲醇, 水等, 易溶于 DMSO, 不溶于氯仿, 石油醚。EI-MS: m/z 135 (M^+)。 $^1\text{H-NMR}(\text{DMSO}-d_6)$: δ 12.86(1H, $br s$, NH), 8.11(1H, s , H-8), 7.95(1H, s , H-2), 7.10(2H, s , NH₂)。 $^{13}\text{C-NMR}(\text{DMSO}-d_6)$: δ 156.28(C-6), 152.85(C-2), 150.69(C-4), 139.33(C-8), 119.01

(C-5)。以上数据与文献(张雷红, 2008)中的数据对照, 鉴定为腺嘌呤。

化合物 **14** 白色粉末, 易溶于甲醇, 微溶于乙醚, 氯仿, 不溶于水。Molish 反应呈阳性。EI-MS: m/z 431($M^+ - 1$)。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD): δ 4.29(1H, d , $J = 7.2$ Hz), 4.14(1H, m), 4.01(1H, m), 3.87(1H, d , $J = 11.6$ Hz), 3.70(2H, t , $J = 10.4$ Hz), 3.29(1H, t , $J = 4.0$ Hz), 3.21(1H, m), 1.30-1.17($n \times \text{CH}_2$, m), 0.92(3H, t , $J = 6.8$ Hz)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD): δ 71.65(C-1), 32.28(C-3), 31.68(C-16), 29.40-29.08(C-4-15), 26.48(C-3), 22.34(C-17), 13.04(C-8); Glc: 103.33(C-1'), 73.60(C-2'), 76.59(C-3'), 71.45(C-4'), 76.52(C-5'), 61.27(C-6')。以上数据与文献(周玉成等, 1998; 于宁, 2004)对照, 鉴定该化合物为十八烷基葡萄糖苷。

化合物 **15** 白色粉末, 易溶于甲醇, 乙醇, 水, 微溶于乙醚, 氯仿。EI-MS: m/z 193($M^+ - 1$)。 $^1\text{H-NMR}$ (CD_3OD): δ 2.84(2H, d , $J = 15.2$ Hz, H-2a, 4a), 2.93(2H, d , $J = 15.6$ Hz, H-2b, 4b)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD): δ 175.76(C-1'), 172.56(C-1, 5), 72.29(C-3), 42.72(C-2, 4)。以上数据与文献值(王丽薇, 2007)对照, 鉴定为柠檬酸。

4 结论与讨论

本文从山蓝 50%乙醇提取物的石油醚和正丁醇萃取部位分离鉴定了 15 个化合物, 分别为二十八醇(**1**), 硬脂酸(**2**), β -谷甾醇(**3**), 豆甾醇(**4**), 棕榈酸(**5**), 月桂酸(**6**), 尿囊素(**7**), 棕榈醇(**8**), 芝麻素(**9**), 齐墩果酸(**10**), β -胡萝卜苷(**11**), 尿嘧啶(**12**), 腺嘌呤(**13**), 十八烷基葡萄糖苷(**14**), 柠檬酸(**15**)。除 β -谷甾醇, 豆甾醇和 β -胡萝卜苷外, 其余 12 个化合物均为首次从该植物中分离得到。

山蓝具有良好的降压, 治疗糖尿病、抗乙型肝炎、抗氧化等功效, 本文得到的 15 个化合物中含 3 个脂肪酸, 3 个甾体, 3 个生物碱, 1 个三萜及 5 个其它类成分, 这些化合物部分在植物中普遍存在, 具有不同程度的药理药效, 如脂肪酸类具有免疫调节, 尿囊素、芝麻素具有抗炎杀菌, 齐墩果酸具有治疗乙肝、柠檬酸具有抗氧化、 β -谷甾醇具有降脂血作用等, 这些化合物为山蓝药理药效及有效成分的深入研究奠定了基础。

参考文献:

- Al-Oqail M, Hassana WH, Ahmad MS, et al. 2012. Phytochemical and biological studies of *Solanum schimperianum* Hochst [J]. *Saudi Pharm J*, **20**(4): 371-379
- Cheng ZH(程朝晖), Lü JH(吕俊华), Liu JJ(刘建军). 2004. Effects of *Peritrophe roxburghiana* on blood pressure in renal hypertensive and hyperlipidemic rats(红丝线草提取物对高血压合并高脂血症模型大鼠降压作用的研究)[J]. *Chin Med Mat*(中药材), **27**(12): 927-930
- Flora of China Editorial Committee of Chinese Academy(中国科学院中国植物志编辑委员会). 2002. Flora of China(中国植物志)[M]. Beijing(北京): Science Press(科学出版社), **70**: 241-243
- Huang P(黄平), Gloria K, W SX(韦善新), et al. 2008. Chemical constituents in the Heartwood of *Paulownia kawakamii*(空桐树的化学成分研究)[J]. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), **20**: 271-274
- Hu WC(胡万春), Yang NY(杨念云), Deng T(邓涛). 2008. Chemical constituents from *Lithospermum zollingeri*(梓木草全草的化学成分)[J]. *Centr S Pharm*(中南药学), **6**(4): 437-438
- Hu Y(胡燕), Chen JW(陈嘉文), Yang ML(杨美玲), et al. 1989. Hypotensive chemical constituents of the herb *Peritrophe Roxburghiana* (Schult) Brem(草药红丝线的降压成分)[J]. *J Guangzhou Univ Trad Chin Med*(广州中医学院学报), **6**(4): 247-248
- Jiang HZ(蒋红芝), Huang WP(黄卫萍), Mo YJ(莫燕军). 2009. Study on extraction technology of flavonoids from *Peritrophe roxburghiana*(红蓝草总黄酮提取工艺研究)[J]. *J Anhui Agric Sci*(安徽农业科学), **37**(35): 17 489-17 490, 17 492
- Jiang XH(蒋小华), Xie YC(谢运昌), Huang YL(黄永林). 2006. Analysis of coumarin in *Peritrophe baphica* by RP-HPLC(RP-HPLC测定红丝线中香豆素的含量)[J]. *Guihaia*(广西植物), **26**(4): 451-452
- Lendl A, Werner I, Glasl S, et al. 2005. Phenolic and terpenoid compounds from *Chione venosa* (sw.) urban var. *venosa* (Bois Bandé) [J]. *Phytochemistry*, **66**(19): 2 381-2 387
- Lin N(林宁). 1993. The food pigments plants for traditional use by the Zhuang nationality in Guangxi(广西壮族传统利用的食用色素植物)[J]. *J Plant Res Envir*(植物资源与环境), 1993, **2**(3): 65-66
- Liu X(刘香), Yang J(杨洁), Guo L(郭琳), et al. 2006. Study on lipophilic chemical constituents of *Peritrophe japonica*(九头狮子草脂溶性成分的研究)[J]. *J Guiyang Med Coll*(贵阳医学院学报), **31**(4): 368-369
- Pi HF(皮慧芳), Yang XX(杨希雄), Ruan HL(阮汉利), et al. 2008. Chemical constituents of *Peritrophe japonica*(九头狮子草化学成分的研究)[J]. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), **20**: 269-270
- Qin JP(覃洁萍), Xu XJ(徐学健), Wu LZ(吴练中), et al. 1999. Structure elucidation of two compounds from *Peritrophe roxburghiana*(红丝线中两个新化合物的结构鉴定)[J]. *Acta Pharm Sin*(药学报), **34**(8): 596-599
- Qin SS(秦树森), Liu XF(刘笑甫), Zhang KF(张可峰). 2010. The liver-protective effect of polysaccharide from *Peritrophe roxburghiana*(红丝线多糖对大鼠急性肝损伤的保护作用)[J].

(下转第 202 页 Continue on page 202)