

藏药高山龙胆的化学成分

杨爱梅¹, 韩晗^{1*}, 孙静¹, 苗钟环², 史晓龙¹

(1. 兰州理工大学生命科学与工程学院, 兰州 730050;

2. 甘肃畜牧工程职业技术学院, 甘肃 武威 733006)

[摘要] 目的: 对购自青海的藏药高山龙胆 *Gentiana algida* Pall. 化学成分进行研究。方法: 用普通硅胶柱色谱和制备薄层色谱等方法进行分离、纯化, 并经核磁共振(NMR)、质谱(MS)、红外(IR)等现代波谱技术确定其结构。结果: 从高山龙胆的乙醇提取物中分离得到 11 个化合物, 主要运用超导核磁共振(NMR)技术, 结合文献中已报道的波谱数据等, 确定了它们的结构分别为 β -谷甾醇(1), β -香树脂醇(2), 乌苏酸(3), 齐墩果酸(4), 24-羟基- β -香树脂醇(5), 28-羟基- α -香树脂醇(6), 28-羟基- β -香树脂醇(7), 假蒲公英甾醇(8), 3 β -棕榈酸假蒲公英甾醇酯(9), 3 β -棕榈酸酯-28-羟基- α -香树脂醇(10), 3 β -棕榈酸酯-28-羟基- β -香树脂醇(11)。结论: 这 11 个化合物均为首次从该植物中分离得到。

[关键词] 龙胆属; 高山龙胆; 化学成分; 分离

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2011)19-0121-04

[DOI] CNKI:11-3495/R.20110809.1706.019 **[网络出版时间]** 2011-08-09 17:06

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20110809.1706.019.html>

Chemical Constituents from *Gentiana algida*

YANG Ai-mei¹, HAN Han^{1*}, SUN Jing¹, MIAO Zhong-huan², SHI Xiao-long¹

(1. College of Life and Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China,

2. Gansu Polytechnic College of Animal Husbandry & Engineering, Wuwei 733006, China)

[收稿日期] 20110316(003)

[基金项目] 兰州理工大学优秀青年教师资助计划(Q200808); 教育部国家大学生创新项目

[第一作者] 杨爱梅, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向: 天然药物化学, Tel: 0931-2976703, E-mail: aimeiyang@163.com

[通讯作者] * 韩晗, 硕士, 研究方向: 天然药物化学, Tel: 0931-2976703, E-mail: hanhan520898@sina.com

- [2] 周凤琴, 冉蓉, 李佳, 等. 山东 10 个不同种质金银花中绿原酸含量及其品质评价[J]. 山东中医杂志, 2007, 26(7): 478.
- [3] 冉蓉, 孔庆悦, 周凤琴, 等. 山东 10 个不同种质金银花中木犀草苷的含量测定[J]. 中华中医药学刊, 2008, 26(4): 753.
- [4] 向增旭, 高山林. HPLC 指纹图谱在金银花药材真伪鉴别中的应用研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(9): 996.
- [5] 王跃飞, 文红梅, 程建明. 金银花药材高效液相指纹图谱研究[J]. 南京中医药大学学报, 2006, 22(2): 128.
- [6] 熊艳, 高慧敏, 王智民, 等. 金银花不同干燥技术 HPLC 指纹图谱研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(8): 1015.
- [7] 石俊英, 张会敏, 王颖, 等. 山东道地药材金银花 HPLC 指纹图谱研究[J]. 山东中医药大学学报, 2008, 32(1): 69.
- [8] 胡海山, 余燕影, 万春花, 等. 金银花高效液相指纹图谱和聚类分析[J]. 南昌大学学报: 理科版, 2009, 33(3): 253.
- [9] 成俊, 李桂生, 任召言, 等. 金银花药材对照指纹图谱的建立及质量评价[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(2): 238.
- [10] 王倩, 王建新, 于治国, 等. 金银花药材高效液相色谱指纹图谱研究[J]. 中成药, 2005, 27(7): 751.

[责任编辑 邹晓翠]

[Abstract] Objective: To isolate and identify chemical constituents from *Gentiana algida* collected from Qinghai province. **Method:** The chemical constituents were isolated by column chromatography and their structures were elucidated through NMR, MS and IR. **Result:** Eleven compounds were isolated and identified as β -sitosterol (1), β -amyrin(2), ursolic acid(3), oleanolic acid(4), 24-hydroxyl- β -amyrin(5), 28-hydroxyl- α -amyrin(6), 28-hydroxyl- β -amyrin(7), pseudotaraxasterol(8), pseudotaraxasterol-3 β -O-palmitate(9), 3 β -palmitate-28-hydroxyl- α -amyrin(10), 3 β -palmitate-28-hydroxyl- β -amyrin(11). **Conclusion:** All these compounds are obtained from *G. algida* for the first time.

[Key words] *Gentiana*; *Gentiana algida*; chemical constituents; isolate

高山龙胆 *Gentiana algida* Pall. 为龙胆科龙胆属多年生草本植物,多产于西藏、青海南部、四川、新疆、吉林;生于海拔 1 200 ~ 5 300 m 的高山草甸和流石滩^[1]。性味苦、寒;清湿热、泻肝胆实火,镇咳、利喉、健胃,主治感冒发烧、目赤喉痛、肺炎咳嗽、胃炎、脑膜炎、尿道炎、阴痒及阴囊湿疹、天花等症。对该植物化学成分的研究尚无报道,我们对高山龙胆化学成分进行了系统研究,从中分离鉴定出 11 个化合物,均为首次从该植物中分离得到。

1 材料

XT-4 型数显微熔点仪(上海华岩仪器设备有限公司), Nicolet Avatar 360 FT-IR 型红外光谱仪(美国 Nicolet 公司), Varian Inova-400 MHz 核磁共振仪(美国 Inova 公司), Bruker ZAB-HS 型质谱仪(德国 Bruker 公司), HP-5988A 型质谱仪(美国 HP 公司)。柱色谱硅胶(200 ~ 300 目)、薄层色谱硅胶(GF254)均为青岛海洋化工厂产品。

高山龙胆购自青海塔尔寺藏医院,由兰州大学生命科学院张国梁教授鉴定为龙胆属植物 *G. algida*, 标本保存于兰州理工大学生命科学与工程学院天然药物研究室。

2 提取与分离

高山龙胆 4.9 kg, 晾干, 粉碎后, 乙醇室温下浸提 3 次, 每次 5 d, 减压浓缩至干, 得总浸膏 798.17 g。将总浸膏分散于 1 000 mL 蒸馏水中(60 °C), 分别用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇进行萃取, 每种溶剂萃取 3 次, 每次约 1 800 mL。减压浓缩分别得到石油醚部位浸膏(A) 53 g, 乙酸乙酯部位浸膏(B) 100 g, 正丁醇部位浸膏(D) 238 g。将石油醚部位浸膏(A) 用 102 g 硅胶(200 ~ 300 目) 拌样, 晾干, 用 1 100 g 硅胶干法装柱进行柱色谱分离, 用石油醚-丙酮依次从 80:1 至 0:1 梯度洗脱, 等份法接样(每次约 500 mL)。结合薄层检测合并相同组分, 得到 12 个部

分。A1 部分(0.5 g), 硅胶(15 g, 200 ~ 300 目) 柱色谱分离, 石油醚-丙酮(90:1) 洗脱, 重复 2 次, 得到白色针状结晶 1, 白色针状结晶 2。A2(2 g), 硅胶(60 g, 200 ~ 300 目) 柱色谱分离, 石油醚-乙酸乙酯(40:1) 洗脱, 得到淡黄色无定型结晶 3, 淡黄色无定型结晶 4。A3 部分(0.4 g), 硅胶(12 g, 200 ~ 300 目) 柱色谱分离, 石油醚-丙酮(90:1) 洗脱, 得到白色针状结晶 5。A4(1.5 g), 硅胶(45 g, 200 ~ 300 目) 柱色谱分离, 石油醚-乙酸乙酯(30:1) 洗脱, 得到无色油状物 6, 无色油状物 7。A5 部分(0.4 g), 硅胶(12 g, 200 ~ 300 目) 柱色谱分离, 石油醚-乙酸乙酯(70:1) 洗脱, 得到白色片状结晶 8。A6(0.3 g), 硅胶(9 g, 200 ~ 300 目) 柱色谱分离, 石油醚-乙酸乙酯(40:1) 洗脱, 得到无色油状物 9。A7(1 g), 硅胶(30 g, 200 ~ 300 目) 柱色谱分离, 氯仿-甲醇(10:1) 洗脱, 得到白色无定型结晶 10, 白色无定型结晶 11。

3 结构鉴定

化合物 1 白色针状结晶(石油醚-丙酮), mp 137 ~ 139 °C (CHCl₃)。EI-MS 显示其分子离子峰 $m/z = 414 [M]^+$, TLC 遇硫酸-乙醇(5%) 加热显紫红色。和标准样品 β -谷甾醇对照 TLC 的 R_f 值一致。以上数据与文献[2] 对照, 确定化合物 1 为 β -谷甾醇。

化合物 2 白色针状结晶(石油醚-丙酮), mp 204 ~ 206 °C (CHCl₃), EI-MS 显示其分子离子峰 $m/z = 426 [M]^+$ 。TLC 遇硫酸-乙醇(5%) 加热显紫红色。Liebermann-Burchard 试验呈阳性。结合¹H-NMR, ¹³C-NMR, DEPT 推测其分子式为 C₃₀H₅₀O。¹H-NMR(400 MHz, CDCl₃) δ : 5.18(1H, t, $J = 4.0$ Hz, H-12), 3.21(1H, m, H-3), 1.14, 1.00, 0.97, 0.94, 0.88, 0.86, 0.83, 0.79 (each 3H, s, 8 × CH₃); ¹³C-NMR(100 MHz, CDCl₃) δ (order C-1 ~ C-30): 38.6, 27.2, 79.1, 38.8, 55.2, 18.4, 32.8, 40.0, 47.7,

37.0, 23.5, 121.7, 145.2, 41.7, 28.7, 26.6, 33.7, 59.0, 39.6, 39.6, 31.2, 41.5, 28.1, 15.5, 15.7, 16.9, 23.3, 28.1, 27.4, 21.3。以上数据与文献[2]对照,确定化合物2为 β -香树脂醇。

化合物3 淡黄色无定型结晶(石油醚-乙酸乙酯), TLC 遇硫酸-乙醇(5%)加热显紫红色。结合 $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, DEPT 推测其分子式为 $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_3$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, Pyr-d_5) δ : 3.46 (1H, d, $J = 10.4$ Hz, H-3), 5.47 (1H, brs, H-12), 1.02 (3H, d, $J = 8.6$ Hz, H-29), 0.98 (3H, d, $J = 8.6$ Hz, H-30), 1.26, 0.93, 1.03, 0.97, 1.22 (each 3H, s, $5 \times \text{CH}_3$)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, Pyr-d_5) δ (order C-1 ~ C-30): 39.0, 28.1, 78.1, 39.4, 55.7, 18.7, 33.5, 42.0, 48.1, 37.2, 23.9, 125.6, 139.2, 42.4, 28.6, 24.8, 48.1, 53.5, 34.4, 39.4, 31.0, 37.4, 46.6, 28.8, 15.6, 17.5, 23.9, 179.8, 17.5, 21.4。以上数据与文献[3]对照,确定化合物3为乌苏酸。

化合物4 淡黄色无定型结晶(石油醚-乙酸乙酯), TLC 遇硫酸-乙醇(5%)加热显紫红色。结合 $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, DEPT 推测其分子式为 $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_3$ 。EI-MS 显示其分子离子峰 $m/z = 456[\text{M}]^+$, $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, Pyr-d_5) δ : 1.26, 1.02, 0.92, 1.05, 1.31, 0.97, 1.03 (each 3H, s, $7 \times \text{CH}_3$), 3.46 (1H, d, $J = 10.4$ Hz, H-3), 5.48 (1H, brs, H-12)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, Pyr-d_5) δ (order C-1 ~ C-30): 38.9, 28.0, 78.1, 38.9, 55.8, 18.7, 32.1, 39.7, 47.9, 37.0, 23.6, 122.5, 144.8, 41.9, 28.3, 26.1, 46.4, 42.1, 47.9, 31.0, 34.8, 37.2, 28.1, 15.6, 15.5, 16.5, 26.1, 180.1, 33.2, 23.6。以上数据与文献[3]对照,确定化合物4为齐墩果酸。

化合物5 白色无定型结晶(石油醚-丙酮), mp 210 ~ 212 $^{\circ}\text{C}$ 。TLC 遇硫酸-乙醇(5%)加热显紫红色。结合 $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, DEPT 推测其分子式为 $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}_2$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 3.49 (1H, dd, $J = 10.0$ Hz, 5.6 Hz, H-3), 5.18 (1H, brs, H-12), 0.83, 0.87, 0.88, 0.89, 0.93, 1.13, 1.25 (each 3H, s, $7 \times \text{CH}_3$)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ : (order C-1 ~ C-30): 38.3, 27.9, 79.0, 42.1, 55.2, 18.3, 32.9, 39.9, 47.7, 36.8, 23.7, 121.6, 139.7, 41.5, 26.6, 25.7, 32.6, 47.2, 46.8, 31.2, 34.7, 37.1, 22.6, 63.1, 15.7, 16.8, 26.6, 28.4, 33.3, 23.7。以上数据与文献[4]对照,确定化合物5为24-羟基- β -

香树脂醇。

化合物6 无色油状物(石油醚-乙酸乙酯), TLC 遇硫酸-乙醇(5%)加热显紫红色。结合 $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, DEPT 推测其分子式为 $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}_2$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 5.18 (1H, t, $J = 3.6$ Hz, H-12), 3.22 (2H, s, H-28), 3.50 (1H, t, $J = 3.8$ Hz, H-3), 1.19 (3H, d, $J = 8.6$ Hz, H-29), 1.02 (3H, d, $J = 10.0$ Hz, H-30), 0.80, 0.87, 0.92, 0.94, 0.95 (each 3H, s, $5 \times \text{CH}_3$)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ (order C-1 ~ C-30): 38.8, 27.2, 79.0, 38.8, 55.2, 18.3, 32.8, 40.0, 47.6, 36.6, 23.3, 124.7, 139.6, 42.3, 30.7, 23.3, 36.6, 54.0, 38.7, 39.4, 30.7, 30.6, 28.1, 15.4, 15.6, 16.7, 23.4, 69.6, 17.3, 21.3。以上数据与文献[2]数据对照,确定化合物6为28-羟基- α -香树脂醇。

化合物7 白色针状结晶(石油醚-乙酸乙酯), mp 204 ~ 206 $^{\circ}\text{C}$, TLC 遇硫酸-乙醇(5%)加热显紫红色。结合 $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, DEPT 推测其分子式为 $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}_2$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 3.22 (2H, s, H-28), 3.50 (1H, t, $J = 3.3$ Hz, H-3), 5.20 (1H, t, $J = 3.3$ Hz, H-12), 0.80, 0.87, 0.92, 0.94, 0.95, 1.02, 1.19 (each 3H, s, $7 \times \text{CH}_3$)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ (order C-1 ~ C-30): 38.6, 27.2, 79.0, 38.8, 55.2, 18.4, 32.6, 39.8, 47.6, 36.9, 23.5, 122.4, 144.2, 41.7, 25.6, 22.0, 36.9, 42.4, 46.5, 31.0, 34.1, 31.0, 28.1, 15.6, 15.6, 16.8, 26.0, 69.7, 33.2, 23.6。以上数据与文献[2,5]比较,确定化合物7为28-羟基- β -香树脂醇。

化合物8 白色片状结晶(石油醚-乙酸乙酯), mp 199 ~ 201 $^{\circ}\text{C}$ (CHCl_3)。TLC 遇硫酸-乙醇(5%)加热显紫红色。IR: (KBr) $\nu_{\text{max}}/\text{cm}^{-1}$: 3330, 2980, 2840, 1650, 1460, 1380, 1030。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 5.24 (1H, d, $J = 14.8$ Hz, H-21), 3.22 (1H, t, $J = 4.0$ Hz, H-3), 0.98, 0.77, 0.86, 1.08, 0.95, 0.75 (each 3H, s, H-23 ~ 28), 0.99 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, Me-29), 1.62 (3H, brs, Me-30)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ (order C-1 ~ C-30): 38.8, 27.1, 79.0, 38.7, 55.3, 18.0, 34.0, 41.5, 48.9, 37.0, 21.6, 36.9, 36.4, 42.5, 27.4, 29.7, 34.5, 50.6, 39.3, 139.6, 118.9, 42.0, 28.0, 15.4, 16.2, 16.3, 21.6, 14.9, 17.7, 22.1。以上数据与文献[6]比较,确定化合物8为假蒲公英甾醇。

化合物 9 无色油状物(石油醚-乙酸乙酯), TLC 遇硫酸-乙醇(5%)加热显紫红色。IR 在 $1\ 730\ \text{cm}^{-1}$ 处有强的羰基吸收峰。结合 $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, DEPT 推测其分子式为 $\text{C}_{46}\text{H}_{80}\text{O}_2$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 4.50 (1H, dd, $J = 5.0\ \text{Hz}$, H-3), 5.34 (1H, d, $J = 6.8\ \text{Hz}$, H-21), 0.75, 0.77, 0.89, 0.93, 1.09, 1.09 (each 3H, s, H-23 ~ 28), 0.99 (3H, d, $J = 7.0\ \text{Hz}$, Me-29), 1.64 (3H, s, H-30), 2.31 (2H, t, $J = 7.6\ \text{Hz}$, H-2')。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ (order C-1 ~ C-30): 38.3, 22.6, 80.5, 37.7, 55.3, 18.0, 34.0, 40.9, 47.4, 36.8, 21.4, 36.3, 35.9, 47.5, 29.5, 77.2, 40.8, 49.8, 8.6, 139.5, 118.2, 37.4, 27.8, 15.7, 15.9, 16.2, 21.3, 11.5, 16.4, 22.6; palmitate: 173.5 (C = O), 35.2, 25.2, 29.6 (7 个 $-\text{CH}_2-$), 29.5, 29.4, 29.2, 27.0, 23.5, 14.1。以上数据与文献[6]对照, 确定化合物 9 为棕榈酸假蒲公英甾醇酯。

化合物 10 白色无定型结晶(氯仿-甲醇), TLC 遇硫酸-乙醇(5%)加热显紫红色。结合 $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, DEPT 推测其分子式为 $\text{C}_{46}\text{H}_{80}\text{O}_3$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 4.49 (1H, t, H-3), 5.18 (1H, brs, H-12), 3.54 (2H, d, $J = 10.0\ \text{Hz}$, H-28), 1.16 (3H, d, $J = 10.8\ \text{Hz}$, H-29), 1.10 (3H, d, $J = 14.8\ \text{Hz}$, H-30), 0.86, 0.89, 0.94, 0.95, 0.97 (each 3H, s, $5 \times \text{CH}_3$), 2.31 (2H, t, $J = 7.2\ \text{Hz}$, H-2')。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ (order C-1 ~ C-30): 38.4, 23.6, 80.5, 38.3, 55.2, 18.2, 32.7, 39.8, 47.6, 37.7, 23.4, 125.0, 138.8, 42.0, 29.2, 22.6, 36.8, 54.0, 39.4, 39.3, 30.9, 30.6, 28.1, 15.5, 15.7, 17.3, 23.4, 69.7, 16.7, 21.3; palmitate: 173.2 (C = O), 35.4, 25.1, 29.2, 29.4, 29.7 (7 个 $-\text{CH}_2-$), 29.3, 31.9, 22.7, 14.3。以上数据与文献[2,7]对照, 确定化合物 10 为 3β -棕榈酸酯-28-羟基- α -香树脂醇。

化合物 11 白色无定型结晶(氯仿-甲醇), TLC 遇硫酸-乙醇(5%)加热显紫红色。结合 $^1\text{H-NMR}$,

$^{13}\text{C-NMR}$, DEPT 推测其分子式 $\text{C}_{46}\text{H}_{80}\text{O}_3$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ : 5.18 (1H, brs, H-12), 4.49 (1H, t, H-3), 3.22 (2H, d, $J = 10.4\ \text{Hz}$, H-28), 0.86, 0.89, 0.94, 0.95, 0.97, 1.10, 1.16 (each 3H, s, $7 \times \text{CH}_3$), 2.31 (2H, t, $J = 7.2\ \text{Hz}$, H-2')。 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ (order C-1 ~ C-30): 38.6, 28.2, 80.4, 38.4, 55.4, 18.4, 32.7, 39.8, 47.7, 36.9, 23.6, 122.2, 145.0, 41.9, 25.5, 21.6, 36.9, 42.3, 47.0, 31.2, 34.6, 31.2, 28.2, 15.6, 15.7, 16.9, 26.0, 69.1, 33.4, 23.7; palmitate: 173.2 (C = O), 36.1, 25.5, 28.2, 29.4, 29.7 (7 个 $-\text{CH}_2-$), 29.3, 31.7, 22.8, 14.3。以上数据与文献[8]对照, 确定化合物 11 为 3β -棕榈酸酯-28-羟基- β -香树脂醇。

[参考文献]

- [1] 中国科学院西北高原生物研究所. 藏药志[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1991: 186.
- [2] 杨书慧, 田瑄. 秀雅杜鹃化学成分的研究[J]. 西北植物学报, 2007, 27(2): 364.
- [3] Nam joon-young, 刘向前, 张承焯, 等. 四川龙胆的三萜成分[J]. 中草药, 2002, 33(10): 888.
- [4] Reiko T, Miyako T, Shunyo M. Triterpenes from the stem bark of *Phyllanthus flexuosus* [J]. *Phytochemistry*, 1988, 27(11): 3563.
- [5] SHASHI B M, ASISH P K. $^{13}\text{C-NMR}$ spectra of pentacyclic triterpenoids—a compilation and some salient features [J]. *Phytochemistry*, 1994, 37(6): 1517.
- [6] HU L H, CHEN Z L. Studies on chemical constituents from *Dendranthema morifolium* (Ramat.) TZVEL; structure elucidation of two new triterpenoid esters [J]. *Acta Botanica Sinica*, 1997, 39(1): 85.
- [7] 赵磊, 李智敏, 白艳婷, 等. 滇龙胆地上部分的化学成分研究[J]. 云南中医学院学报, 2009, 32(2): 27.
- [8] Marizeth L B, Jorge M D, Pedro A P P, et al. Fatty acid esters of triterpenes from *Erythroxylum passerinum* [J]. *J Braz Chem Soc*, 2002, 13(5): 669.

[责任编辑 邹晓翠]