

滇杠柳的化学成分研究

张嫩玲¹, 蔡佳仲², 黄日明¹, 胡英杰², 薛云³, 邱声祥^{1*}

1. 中国科学院华南植物园 植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广东 广州 510650

2. 广州中医药大学, 广东 广州 510006

3. 云南省红河州食品药品监督管理局, 云南 蒙自 661100

摘要: 目的 研究滇杠柳 *Periploca forestii* 的化学成分。方法 采用硅胶柱色谱、Sephadex LH-20 凝胶色谱及 RP-18 柱色谱进行分离纯化, 并运用波谱方法对所得分化合物进行结构鉴定。结果 从滇杠柳中分得了 13 个化合物, 经波谱解析分别确定为滇杠柳昔元 A (1)、杠柳昔元 (2)、异甘草素 (3)、8-羟基杠柳昔元 (4)、甘草素 (5)、大豆异黄酮 (6)、(-)-高丽槐素 (7)、芒柄花素 (8)、大黄酚 (9)、大黄素甲醚 (10)、杠柳昔 N (11)、原儿茶酸 (12)、臭矢菜素 A (13)。结论 化合物 3、5~9、12、13 为首次从该植物中分离得到。

关键词: 滇杠柳; 杠柳昔元; 大黄酚; 大豆异黄酮; 芒柄花素

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2011)10-1909-04

Chemical constituents from *Periploca forestii*

ZHANG Nen-ling¹, CAI Jia-zhong², HUANG Ri-ming¹, HU Ying-jie², XUE Yun³, QIU Sheng-xiang¹

1. Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Sustainable Utilization, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China

2. Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China

3. Food & Drug Administration of Honghe Prefecture, Mengzi 661100, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents from *Periploca forestii*. **Methods** The constituents were separated by column chromatography and their structures were elucidated by spectroscopic means. **Results** Thirteen compounds were isolated from *P. forestii* and identified as periforgenin A (1), periplogenin (2), isoliquiritigenin (3), 8-hydroxy periplogenin (4), liquiritigenin (5), daidzein (6), (-)-maackiain (7), formononetin (8), chrysophanol (9), physcion (10), periplocoside N (11), protocatechuic acid (12), and cleomiscosin A (13). **Conclusion** Compounds 3, 5-9, 12, and 13 are obtained from *P. forestii* for the first time.

Key words: *Periploca forestii* Schltr.; periplogenin; chrysophanol; daidzein; formononetin

滇杠柳 *Periploca forestii* Schltr. 为萝藦科杠柳属植物, 主要分布于我国西南地区。全株入药, 具有通经、活血、解毒、祛风的功效, 主治风湿关节痛、跌打损伤、月经不调等症, 为贵州少数民族用药^[1]。化学成分主要包括强心甙类、三萜类及黄酮类化合物^[2]。前期的研究发现滇杠柳提取物对多种人癌细胞株表现出明显的细胞毒活性^[3]。为寻找其中的抗癌活性成分并了解其作用机制, 对滇杠柳根茎进行了系统的化学成分研究, 从中分离得到了 13 个化合物, 分别为滇杠柳昔元 A (periforgenin A, 1)、

杠柳昔元 (periplogenin, 2)、异甘草素 (isoliquiritigenin, 3)、8-羟基杠柳昔元 (8-hydroxy periplogenin, 4)、甘草素 (liquiritigenin, 5)、大豆异黄酮 (daidzein, 6)、(-)-高丽槐素 [(-)-maackiain, 7]、芒柄花素 (formononetin, 8)、大黄酚 (chrysophanol, 9)、大黄素甲醚 (physcion, 10)、杠柳昔 N (periplocoside N, 11)、原儿茶酸 (protocatechuic acid, 12)、臭矢菜素 A (cleomiscosin A, 13)。其中 3、5~9、12、13 为首次从该植物中分得。

收稿日期: 2011-02-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30973635)

作者简介: 张嫩玲 (1984—), 女, 河南人, 中国科学院华南植物园 2010 级博士, 从事天然产物的提取分离研究。E-mail: elly02@163.com

*通讯作者 邱声祥 Tel: (020)37081190 E-mail: sxqiu@scib.ac.cn

1 仪器与材料

VG Autospec-3000 型质谱仪; Bruker AM-400 核磁共振光谱仪, 以 TMS 为内标; 柱色谱硅胶 (200~300 目) 和薄层色谱硅胶 GF₂₅₄ 均为青岛美高集团有限公司生产; Sephadex LH-20 为 Pharmacia 公司产品。

滇杠柳由云南省河州食品药品监督管理局薛云主任药师采于云南蒙自并鉴定为萝藦科杠柳属植物滇杠柳 *Periploca forestii* Schltr., 标本 (PF090920) 存放于中国科学院华南植物园天然产物化学生物学组。

2 提取与分离

滇杠柳根皮 10 kg, 粉碎后用 95%乙醇回流提取 3 次, 每次 3 h, 滤液合并浓缩成浸膏, 加水混悬, 用醋酸乙酯、正丁醇萃取, 萃取液浓缩至浸膏, 得醋酸乙酯部分 120 g, 正丁醇部分 80 g。取醋酸乙酯部分 100 g, 经硅胶柱色谱 (石油醚-丙酮 9.8 : 0.2→0 : 10) 划为 10 段: (Fr. 1~10)。Fr. 6 经硅胶柱色谱 (氯仿-甲醇 10 : 0→0 : 10), 再经硅胶柱色谱 (氯仿-甲醇 9.5 : 0.5→8 : 2) 及 Sephadex LH-20 (甲醇)、RP-18 (60%~90%甲醇) 反复柱色谱得化合物 **1** (600 mg)、**2** (1 g)、**11** (15 mg)、**12** (15 mg); Fr. 5 经反复硅胶柱色谱 (石油醚-丙酮 6 : 4→5 : 5, 氯仿-甲醇 9.8 : 0.2) 得化合物 **3** (50 mg)、**5** (50 mg) 和 **6** (15 mg); Fr. 3 经 Sephadex LH-20 (甲醇) 柱色谱后, 再经 RP-18 (60%~90%甲醇) 得化合物 **7** (15 mg) 和 **8** (12 mg); Fr. 7 经硅胶柱色谱 (氯仿-甲醇 9 : 1) 析出白色粉末, 用甲醇洗得化合物 **13** (50 mg); Fr. 1 经 Sephadex LH-20 柱色谱 (氯仿-甲醇 1 : 3), 再经反复硅胶柱色谱 (石油醚-醋酸乙酯 9.8 : 0.2) 得化合物 **9** (20 mg) 和 **10** (20 mg); 正丁醇部分 70 g 经 RP-18 柱色谱 (30%~90%甲醇) 划为 4 段: Fr. 11~14。Fr. 12 经硅胶柱色谱 (氯仿-甲醇 9 : 1) 及 Sephadex LH-20 (甲醇) 反复柱色谱得化合物 **4** (20 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色粉末, C₂₃H₃₂O₅。ESI-MS *m/z*: 411 [M+Na]⁺, 799 [2M+Na]⁺; ESI-MS *m/z*: 423 [M+Cl]⁻, 387 [M-H]⁻。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ: 5.68 (1H, s, H-22), 4.69 (1H, dd, *J* = 17.6, 1.6 Hz, H-21a), 4.56 (1H, dd, *J* = 17.6, 1.5 Hz, H-21b), 4.15 (1H, br s, H-3), 0.99 (3H, s, H-18), 0.78 (3H, s, H-19); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ: 220.5 (C-14),

173.6 (C-23), 170.2 (C-20), 116.6 (C-22), 74.9 (C-5), 72.8 (C-21), 67.8 (C-3), 53.0 (C-17), 49.2 (C-9), 48.1 (C-13), 47.3 (C-8), 43.6 (C-12), 42.7 (C-10), 42.4 (C-15), 36.7 (C-4), 33.0 (C-16), 31.4 (C-6), 28.1 (C-2), 26.5 (C-1), 26.0 (C-7), 23.3 (C-18), 21.6 (C-11), 18.8 (C-19)。以上数据与文献基本一致^[4], 鉴定化合物 **1** 为滇杠柳苷元 A。

化合物 **2**: 白色粉末, C₂₃H₃₄O₅。ESI-MS *m/z*: 391 [M+H]⁺, 803 [2M+Na]⁺; ESI-MS *m/z*: 389 [M-H]⁻。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ: 5.89 (1H, s, H-22), 4.99 (1H, d, *J* = 18.1 Hz, H-21a), 4.81 (1H, d, *J* = 18.1 Hz, H-21b), 4.19 (1H, br s, H-3), 2.79 (1H, dd, *J* = 9.2, 5.5 Hz, H-17), 0.95 (3H, s, H-19), 0.88 (3H, s, H-18); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ: 174.6 (C-20), 174.5 (C-23), 117.7 (C-22), 85.4 (C-14), 74.6 (C-5), 73.4 (C-21), 67.9 (C-3), 50.6 (C-17), 49.4 (C-13), 40.7 (C-8), 40.6 (C-10), 39.9 (C-12), 38.9 (C-9), 36.8 (C-4), 35.1 (C-6), 32.9 (C-15), 27.9 (C-2), 26.8 (C-16), 24.8 (C-1), 23.7 (C-7), 21.5 (C-11), 16.7 (C-19), 15.7 (C-18)。以上数据与文献基本一致^[5], 鉴定化合物 **2** 为杠柳苷元。

化合物 **3**: 黄色粉末, C₁₅H₁₂O₄。ESI-MS *m/z*: 287 [M+H]⁺; ESI-MS *m/z*: 285 [M-H]⁻。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 13.62 (1H, s, -OH), 10.70 (1H, s, -OH), 10.15 (1H, s, -OH), 8.17 (1H, d, *J* = 8.9 Hz, H-6'), 7.80~7.72 (4H, m, H-α, β, 2, 6), 6.84 (2H, d, *J* = 8.6 Hz, H-3, 5), 6.41 (1H, dd, *J* = 8.9, 2.3 Hz, H-5'), 6.28 (1H, d, *J* = 2.3 Hz, H-3'); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 191.9 (C=O), 166.2 (C-2'), 165.4 (C-4'), 160.7 (C-4), 144.7 (C-β), 133.3 (C-6'), 131.7 (C-2), 131.7 (C-6), 126.1 (C-1), 117.8 (C-α), 116.2 (C-3), 116.2 (C-5), 113.4 (C-1'), 108.5 (C-5'), 102.9 (C-3')。以上数据与文献基本一致^[6], 鉴定化合物 **3** 为异甘草素。

化合物 **4**: 白色粉末, C₂₃H₃₄O₆。ESI-MS *m/z*: 407 [M+H]⁺, 429 [M+Na]⁺, 835 [2M+Na]⁺; ESI-MS *m/z*: 405 [M-H]⁻, 441 [M+Cl]⁻, 847 [2M+Cl]⁻。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ: 5.88 (1H, s, H-22), 5.08 (1H, d, *J* = 18.4 Hz, H-21a), 4.95 (1H, H-21b), 4.11 (1H, br s, H-3), 1.07 (3H, s, H-19), 1.04 (3H, s, H-18); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ: 177.0 (C-23), 175.8 (C-20), 116.5 (C-22), 85.5 (C-14), 75.5 (C-8), 75.1 (C-5), 73.9 (C-21), 67.4 (C-3), 51.5 (C-17), 50.03

(C-13), 40.5 (C-10), 39.9 (C-12), 39.8 (C-9), 36.3 (C-4), 34.3 (C-6), 30.5 (C-7), 27.4 (C-16), 26.6 (C-2), 26.3 (C-1), 18.6 (C-11), 18.1 (C-19), 17.2 (C-18)。以上数据与文献基本一致^[7], 鉴定化合物 **4** 为 8-羟基杠柳昔元。

化合物 **5**: 白色粉末, $C_{15}H_{12}O_4$ 。ESI-MS m/z : 257 $[M+H]^+$, 279 $[M+Na]^+$, 535 $[2M+Na]^+$; ESI-MS m/z : 255 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.72 (1H, d, $J=8.7$ Hz, H-5), 7.32 (2H, d, $J=8.6$ Hz, H-2', 6'), 6.81 (2H, d, $J=8.6$ Hz, H-3', 5'), 6.49 (1H, dd, $J=8.7, 2.3$ Hz, H-6), 6.34 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-6), 5.37 (1H, dd, $J=13.1, 2.8$ Hz, H-2), 3.05 (1H, dd, $J=16.9, 13.1$ Hz, H-3a), 2.68 (1H, dd, $J=17.0, 2.9$ Hz, H-3b); ^{13}C -NMR (100 MHz, CD_3OD) δ : 190.6 (C-4), 165.1 (C-7), 163.6 (C-9), 158.0 (C-4'), 129.7 (C-1'), 128.9 (C-5), 128.7 (C-6'), 128.7 (C-2'), 115.5 (C-3'), 115.5 (C-5'), 113.9 (C-10), 110.9 (C-6), 102.9 (C-8), 79.4 (C-2), 43.6 (C-3)。以上数据与文献基本一致^[8], 鉴定化合物 **5** 为甘草素。

化合物 **6**: 白色粉末, $C_{15}H_{10}O_4$ 。ESI-MS m/z : 255 $[M+H]^+$, 277 $[M+Na]^+$, 531 $[2M+Na]^+$; ESI-MS m/z : 253 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (400 MHz, $DMSO-d_6$) δ : 8.29 (1H, s, H-2), 7.95 (1H, d, $J=8.8$ Hz, H-5), 7.38 (2H, d, $J=8.4$ Hz, H-2', 6'), 6.92 (1H, dd, $J=8.8, 1.9$ Hz, H-6), 6.84 (1H, d, $J=1.8$ Hz, H-8), 6.80 (2H, d, $J=8.5$ Hz, H-3', 5')。与文献数据基本一致^[9], 鉴定化合物 **6** 为大豆异黄酮。

化合物 **7**: 白色粉末, $C_{16}H_{12}O_5$ 。ESI-MS m/z : 285 $[M+H]^+$, 591 $[M+2Na]^+$, 531 $[2M+Na]^+$; ESI-MS m/z : 283 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (400 MHz, CD_3OD) δ : 7.26 (1H, d, $J=8.4$ Hz, H-1), 6.79 (1H, s, H-7), 6.49 (1H, dd, $J=8.4, 2.4$ Hz, H-2), 6.36 (1H, s, H-10), 6.30 (1H, d, $J=2.4$ Hz, H-4), 5.86 (2H, dd, $J=10.5, 0.8$ Hz, $-OCH_2O-$), 5.44 (1H, d, $J=6.8$ Hz, H-11a), 4.21 (1H, dd, $J=10.6, 4.4$ Hz, H-6a), 3.55 (1H, t, $J=10.5$ Hz, H-6 β), 3.49 (1H, m, H-6 α); ^{13}C -NMR (100 MHz, CD_3OD) δ : 158.5 (C-3), 156.5 (C-4a), 153.9 (C-10a), 147.9 (C-9), 141.7 (C-8), 131.7 (C-1), 118.4 (C-6b), 111.5 (C-11b), 109.4 (C-2), 104.6 (C-7), 102.7 (C-4), 101.1 ($-OCH_2O-$), 92.8 (C-10), 78.6 (C-11a), 66.0 (C-6), 40.0 (C-6a)。以上数据与文献基本一致^[10], 鉴定化合物 **7** 为(-)-高丽槐素。

化合物 **8**: 白色粉末, $C_{16}H_{12}O_4$, ESI-MS m/z : 269

$[M+H]^+$; ESI-MS m/z : 267 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (400 MHz, $DMSO-d_6$) δ : 8.34 (1H, s, H-2), 7.96 (1H, d, $J=8.8$ Hz, H-5), 7.49 (2H, d, $J=8.8$ Hz, H-2', 6'), 6.98 (2H, d, $J=8.8$ Hz, H-3', 5'), 6.93 (1H, dd, $J=8.8, 2.2$ Hz, H-6), 6.86 (1H, d, $J=2.2$ Hz, H-8), 3.77 (3H, s, $-OCH_3$)。以上数据与文献基本一致^[11], 鉴定化合物 **8** 为芒柄花素。

化合物 **9**: 橘红色粉末, $C_{15}H_{10}O_4$, ESI-MS m/z : 255 $[M+H]^+$, ESI-MS m/z : 253 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ : 12.12 (1H, s, $-OH$), 12.01 (1H, s, $-OH$), 7.81 (1H, dd, $J=7.4, 1.0$ Hz, H-5), 7.67 (1H, d, $J=8.2$ Hz, H-6), 7.64 (1H, d, $J=2.4$ Hz, H-4), 7.28 (1H, dd, $J=8.4, 1.0$ Hz, H-7), 7.09 (1H, br s, H-2), 2.46 (3H, s, $-CH_3$); ^{13}C -NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ : 192.5 (C-9), 181.9 (C-10), 162.7 (C-1), 162.4 (C-8), 149.3 (C-3), 136.9 (C-6), 133.6 (C-11), 133.1 (C-14), 124.5 (C-5), 124.3 (C-2), 121.3 (C-4), 119.9 (C-7), 115.8 (C-12), 113.7 (C-13), 22.2 ($-CH_3$)。以上数据与文献一致^[12], 鉴定化合物 **9** 为大黄酚。

化合物 **10**: 橘红色粉末, $C_{16}H_{12}O_5$, ESI-MS m/z : 283 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ : 12.33 (1H, s, $-OH$), 12.13 (1H, s, $-OH$), 7.09 (1H, s, H-2), 7.63 (1H, s, H-4), 7.38 (1H, d, $J=2.4$ Hz, H-5), 6.69 (1H, d, $J=2.4$ Hz, H-7), 3.94 (3H, s, $-OCH_3$), 2.46 (3H, s, $-CH_3$); ^{13}C -NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ : 190.6 (C-9), 182.3 (C-10), 166.5 (C-6), 165.2 (C-8), 162.5 (C-1), 148.4 (C-3), 135.3 (C-11), 133.0 (C-14), 124.5 (C-2), 121.3 (C-4), 113.5 (C-13), 110.2 (C-12), 108.6 (C-5), 106.8 (C-7), 56.1 ($-OCH_3$), 22.2 ($-CH_3$)。以上数据与文献基本一致^[12], 鉴定化合物 **10** 为大黄素甲醚。

化合物 **11**: 白色粉末, $C_{27}H_{44}O_6$ 。ESI-MS m/z : 487 $[M+Na]^+$, ESI-MS m/z : 500 $[M+Cl]^-$ 。 1H -NMR (400 MHz, $pyridine-d_5$) δ : 5.40 (1H, d, $J=3.6$ Hz, H-6), 4.03 (1H, q, $J=6.2$ Hz, H-20), 1.67 (3H, d, $J=6.1$ Hz, H-6) 1.65 (3H, d, $J=6.1$ Hz, H-21), 1.00 (3H, s, H-19), 0.79 (3H, s, H-18); ^{13}C -NMR (100 MHz, $pyridine-d_5$) δ : 141.3 (C-5), 120.5 (C-6), 101.9 (C-1'), 84.7 (C-17), 82.1 (C-20), 77.9 (C-4'), 72.3 (C-5'), 71.4 (C-3'), 70.6 (C-3), 50.8 (C-14), 49.7 (C-9), 45.2 (C-13), 42.8 (C-4), 40.5 (C-12), 37.1 (C-1), 36.2 (C-10), 31.9 (C-16), 31.7 (C-8), 31.6 (C-7), 30.9 (C-2), 23.3 (C-15), 20.4 (C-11), 18.9 (C-19), 18.1 (C-6'), 17.5 (C-21), 13.9 (C-18)。以上数据与文献基

本一致^[13], 鉴定化合物 **11** 为杠柳苷 N。

化合物 **12**: 无色针晶, C₇H₆O₄。ESI-MS *m/z*: 153 [M-H]⁻, 179 [M+Cl]⁻, 307 [2M-H]⁻。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 7.33 (1H, d, *J* = 1.6 Hz, H-2), 7.27 (1H, dd, *J* = 8.0, 2.0 Hz, H-6), 6.77 (1H, d, *J* = 8.4 Hz, H-5); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ: 167.5 (C-7), 150.0 (C-4), 144.9 (C-3), 121.9 (C-6), 121.8 (C-1), 116.6 (C-2), 115.2 (C-5)。以上数据与文献基本一致^[14], 鉴定化合物 **12** 为原儿茶酸。

化合物 **13**: 白色粉末, C₂₀H₁₈O₈, ESI-MS *m/z*: 387[M+H]⁺; ESI-MS *m/z*: 421 [M+Cl]⁻, 385 [M-H]⁻。¹H-NMR (400 MHz, pyridine-*d*₅) δ: 7.76 (1H, d, *J* = 9.5 Hz, H-4), 7.42 (1H, d, *J* = 1.7 Hz, H-2'), 7.35 (1H, dd, *J* = 8.1, 1.7 Hz, H-6'), 7.29 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-5'), 6.44 (1H, d, *J* = 9.5 Hz, H-3), 5.57 (1H, d, *J* = 8.1 Hz, H-7'), 4.48 (1H, dt, *J* = 8.2, 2.4 Hz, H-8'), 4.30 (1H, dd, *J* = 12.9, 1.7 Hz, H-10'a), 3.90 (1H, dd, *J* = 12.9, 2.4 Hz, H-10'b), 3.77 (3H, s, -OCH₃), 3.71 (3H, s, -OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, pyridine-*d*₅) δ: 160.9 (C-2), 149.2 (C-3'), 148.9 (C-4'), 146.5 (C-6), 144.6 (C-4), 139.5 (C-9), 138.5 (C-7), 133.1 (C-8), 127.7 (C-1'), 121.8 (C-6'), 116.7 (C-5'), 113.9 (C-3), 112.4 (C-2'), 112.0 (C-10), 101.2 (C-6), 79.9 (C-8'), 77.6 (C-7'), 60.9 (C-9'), 56.3 (C-11'), 55.93 (C-10')。与文献数据基本一致^[15], 鉴定化合物 **13** 为臭矢菜素 A。

4 讨论

本研究首次从滇杠柳中分离得到了蒽醌类成分大黄酚 (**9**) 和异黄酮类成分大豆异黄酮 (**6**)、芒柄花素 (**8**), 异黄酮类成分一般主要分布在豆科植物, 这在植物分类系统学以及生源合成方面有一定意义, 具体的生物学功能值得进一步深入研究。

致谢: 核磁共振氢谱、碳谱由中国科学院广州化学所测定, 质谱由中国科学院华南植物园公共实验室测定。

参考文献

- [1] 国家中医药管理局《中华本草》编辑委员会. 中华本草 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999.
- [2] 罗建蓉, 钱金楸. 杠柳属植物研究进展 [J]. 大理学院学报, 2006, 5(8): 54-58.
- [3] 邱明华, 王瑾, 杜江, 等. 抗肿瘤药物组合物, 其制备方法和其应用 [P]. 中国专利: CN1720921, 2006-01-18.
- [4] 甘秀海, 周欣, 赵超, 等. 黑骨藤化学成分的研究 [J]. 中草药, 2009, 40(5): 708-709.
- [5] 马养民, 史清华, 孔阳. 杠柳枝皮的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20(2): 280-282.
- [6] 尹婷, 刘桦, 王邠, 等. 红血藤的化学成分 [J]. 药学学报, 2008, 43(1): 67-70.
- [7] 胡英杰, 木全章. 滇杠柳的化学成分 [J]. 云南植物研究, 1989, 11(4): 465-470.
- [8] 何轶, 鲁静, 林瑞超. 板蓝根化学成分研究 [J]. 中草药, 2003, 34(9): 777-778.
- [9] 李铮, 石任兵, 刘斌. 参芍心方有效部位化学成分 [J]. 中成药, 2009, 31(3): 431-434.
- [10] 王春花, 王英, 王国才, 等. 牛大力的化学成分研究 [J]. 中草药, 2008, 39(7): 972-975.
- [11] 巩婷, 王东晓, 刘屏, 等. 白花油麻藤化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2010, 35(13): 1720-1722.
- [12] Lu Y H, Wang Z T, Xu L S, et al. Anthraquinones isolated from *Aster tataricus* L. f. [J]. *J Chin Pharm Sci*, 2003, 12(2): 112-113.
- [13] Itokawa H, Xu J P, Takeya K. Studies on chemical constituents of antitumor fraction from *Periploca sepium*. IV. Structures of new pregnane glycosides, periplocosides D, E, L, and M [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(6): 2084-2089.
- [14] 陈屏, 杨峻山. 蒲葵籽化学成分的研究 [J]. 中国药理学杂志, 2008, 43(21): 1670.
- [15] 张庆英, 赵玉英, 刘雪辉, 等. 生藤化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2000, 2(2): 101-103.