

$J = 6.5, 14.0 \text{ Hz}$, H-7a), $2.85 (1\text{H}, \text{dd}, J = 7.5, 14.0 \text{ Hz}, \text{H-7b})$, $2.59 (1\text{H}, \text{t}, J = 6.0 \text{ Hz})$, $3.69 (3\text{H}, \text{s}, 3\text{-OMe})$, $3.71 (3\text{H}, \text{s}, 3\text{'OMe})$; $^{13}\text{C-NMR}$ ($\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$, 125 MHz) δ : $131.9 (\text{C-1})$, $113.6 (\text{C-2})$, $149.0 (\text{C-3})$, $146.2 (\text{C-4})$, $115.6 (\text{C-5})$, $122.7 (\text{C-6})$, $35.6 (\text{C-7})$, $41.2 (\text{C-8})$, $65.0 (\text{C-9})$, $126.8 (\text{C-1'})$, $111.9 (\text{C-2'})$, $149.3 (\text{C-3'})$, $151.5 (\text{C-4'})$, $117.2 (\text{C-5'})$, $123.4 (\text{C-6'})$, $146.9 (\text{C-7'})$, $116.8 (\text{C-8'})$, $167.9 (\text{C-9'})$, $56.2 (3\text{'OMe})$, $56.1 (3\text{-OMe})$ 。以上数据与文献报道^[13]一致,故鉴定化合物 13 为 8,8'-bis-(dihydroconiferyl)-diferuloylate。

参考文献:

- [1] 毛水春, 顾谦群, 崔承彬, 等. 中药大血藤中酚类化学成分及其抗肿瘤活性 [J]. 中国药物化学杂志, 2004, 14 (6): 326-330.
- [2] Xiao H, Zhang T Y. Separation of salidroside from *Rhodiola crenulata* by high-speed counter-current chromatography [J]. *J Chromatography A*, 2002, 971: 237-241.
- [3] 张红生, 康利平, 邹 鹏, 等. 小果菝葜化学成分的研究 [J]. 中草药, 2009, 40 (1): 11-14.
- [4] 田 军, 孙汉董. 长管假茉莉的化学成分 [J]. 天然产物研究与开发, 1998, 11 (3): 1-5.
- [5] Munoz O, Piovano M. Tropane alkaloids from *Schizanthus litoralis* [J]. *Phytochemistry*, 1996, 43 (3): 709-713.
- [6] Marina D G, Maria F. Antialgal compounds from *Zantedeschia aethiopica* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 49 (5): 1299-1304.
- [7] Ho J C, Chen C M. Neolignans from the parasitic plants Part 1. *Aeginetia indica* [J]. *J Chin Chem Soc*, 2003, 50: 1271-1274.
- [8] Gao H M, Wang Z M. Triterpenoid saponins and phenylethanoid glycosides from stems of *Akebia trifoliata* var. *australis* [J]. *Phytochemistry*, 2006, 67: 2697-2705.
- [9] 尹 凯, 高慧媛, 吴立军. 皱皮木瓜的化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2006, 23 (12): 760-764.
- [10] Su D M, Wang Y H. Glucosides from the roots of *Capparis tenera* [J]. *Chem Biodivers*, 2007, 4: 2852-2862.
- [11] Motoyuki T, Yasuyuki O. A new antioxidative 1, 3-benzodioxole from *Melissa officinalis* [J]. *Planta Med*, 1998, 54: 555-558.
- [12] 吕 敏, 苏艳芳, 高 媛, 等. 苏木蓝和花木蓝的化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40 (3): 356-359.
- [13] Alexander B, Jurgens S, Andrea P. Benzopyranones and ferulic acid derivatives from *Antidesma membranaceum* [J]. *Phytochemistry*, 1997, 45 (8): 1385-1388.

刘寄奴的化学成分研究

温 晶, 史海明, 咎 珂, 刘艳芳, 周雨虹, 陈玉平, 屠鹏飞

(北京大学药学院 天然药物及仿生药物国家重点实验室, 北京 100191)

摘 要:目的 研究刘寄奴 *Artemisia anomala* 全草的化学成分。方法 应用硅胶、Sephadex L H-20 以及半制备液相进行分离和纯化, 应用波谱技术确定化合物结构。结果 分得 17 个已知化合物, 经鉴定为正三十二烷酸 (1)、西米杜醇 (2)、 α -香树脂醇 (3)、 α -波留醇 (4)、 β -谷留醇 (5)、4-甲氧基水杨酸 (6)、间羟基苯甲酸 (7)、邻羟基肉桂醛 (8)、肉桂酸 (9)、异阿魏酸 (10)、7-甲氧基香豆素 (11)、3-吡啶甲酸 (12)、二氢菜豆酸-4'- O - β -D-吡喃葡萄糖苷 (13)、citroside A (14)、(6S, 9R)-长寿花糖苷 (15)、胡萝卜苷 (16)、蔗糖 (17)。结论 化合物 13 和 14 为首次从菊科植物中分离得到; 化合物 1、3、4、6~10、12、16 为首次从该植物中得到。

关键词:刘寄奴; 菊科; 蒿属; 二氢菜豆酸-4'- O - β -D-吡喃葡萄糖苷

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2010)06-0870-04

刘寄奴为菊科植物奇蒿 *Artemisia anomala* S. Moore 的干燥地上部分, 收载于《中国药典》2005 年版一部附录中, 别名白花尾、炭包包、干粒米、九牛草 (湖南)、苦连婆 (福建)、六月雪 (安徽、江西、湖南)、野马兰头 (浙江)、六月霜 (浙江、江西) 等。《中国植物志》记载奇蒿为菊科蒿属 (*Artemisia* L.) 植物^[1], 我国有 1 种、1 变种。该中药具有敛疮消肿、破瘀通经等功效^[2]。有关刘寄奴的化学成分研究较少, 文

献报道中分离得到的主要类型包括倍半萜内酯类、黄酮类和香豆素类成分^[3~7]。鉴于其较高的药用价值、独特的临床效果及广泛的应用前景, 本实验对奇蒿全草的化学成分进行了较为系统的研究, 本实验从该植物中分离鉴定了 17 个化合物, 其中有 2 个化合物为首次从菊科中分离得到, 11 个化合物为首次从该植物中得到。

1 仪器与材料

收稿日期: 2009-12-28

作者简介: 温 晶, 男, 北京大学药学院 2005 级博士研究生, 现工作单位为国家发改委药品价格评审中心。

Tel: (010) 82801404 E-mail: wenjing0129@163.com

*通讯作者: 屠鹏飞 Tel: (010) 82802750 E-mail: pengfeitu@bjmu.edu.cn

X4型显微熔点测定仪;AVATER-360型红外光谱仪;Jeol JNM-A300型核磁共振仪;QSTAR型ESI质谱仪;Waters 600半制备型高效液相色谱仪。色谱用硅胶均为青岛海洋化工厂产品;Sephadex LH-20(Pharmacia公司);高效薄层板(Merck公司)。提取、分离用溶剂均为分析纯;HPLC用试剂均为色谱纯。

刘寄奴药材于2007年3月采购于浙江中医药大学饮片厂,原植物经北京大学药学院天然药物学系屠鹏飞教授鉴定为菊科蒿属植物奇蒿 *Artemisia anomala* S. Moore 的干燥地上部分。标本(No. 20070315)保存于北京大学中医药现代研究中心标本库。

2 提取和分离

刘寄奴药材 15 kg,粉碎后用 95%乙醇 90 L 加热提取 1.5 h,共提取 3 次,滤过,合并 3 次滤液,减压回收溶剂,得浸膏 250 g。将浸膏悬浮于水中,分别用石油醚、醋酸乙酯和正丁醇萃取。回收溶剂得石油醚萃取物 38 g、醋酸乙酯萃取物 110 g、正丁醇萃取物 40 g。醋酸乙酯萃取部分经硅胶(100~200目)柱色谱粗分,氯仿-甲醇(100:0→1:1)梯度洗脱得到 6 个部分,第 2 部分经反复硅胶柱色谱及 Sephadex LH-20 纯化得到化合物 3、4、5 和 11;第 6 部分经过 Sephadex LH-20 纯化及重结晶得到化合物 10 和 12。正丁醇萃取部分经硅胶(100~200目)柱色谱粗分,氯仿-甲醇(100:1→1:1)梯度洗脱得到 3 个部分,第 1 部分经反复硅胶柱色谱及 Sephadex LH-20 纯化得到化合物 13 和 17;第 2 部分经 Sephadex LH-20 纯化及半制备高效液相分离纯化得到化合物 14、15 和 16。

95%乙醇提取后的药渣继续用 50%乙醇于 60

加热提取,共提取 3 次,每次 1.5 h,滤过,合并 3 次滤液,减压回收溶液,得浸膏 500 g。将浸膏悬浮于水中,分别用石油醚、醋酸乙酯和正丁醇萃取。回收溶剂得石油醚萃取物 160 g、醋酸乙酯萃取物 100 g、正丁醇萃取物 165 g。醋酸乙酯萃取部分经硅胶(100~200目)柱色谱粗分,氯仿-甲醇(100:0→1:1)梯度洗脱得到 3 个部分,第 1 部分经反复硅胶柱色谱及 Sephadex LH-20 纯化得到化合物 1、2 和 8;第 2 部分经 Sephadex LH-20 纯化及重结晶得到化合物 6 和 9;第 3 部分经反复 Sephadex LH-20 纯化得到化合物 7。

3 结构鉴定

化合物 1:白色粉末。易溶于氯仿,硫酸-香草醛

反应显红色,mp 81~83。EIMS m/z :480[M]⁺,分子式为 C₃₂H₆₄O₂。¹H-NMR(CDCl₃, 500 MHz)δ:2.34(2H, t, J = 7.5 Hz, -CH₂COOH), 1.64(2H, m, -CH₂CH₂COOH), 1.25(56H, m, CH₂), 0.88(3H, t, J = 7.5 Hz, -CH₃)。EIMS 图谱中有典型脂肪酸裂解碎片峰:325, 269, 241, 185, 129[(CH₂)₆COOH]⁺, 73[(CH₂)₂COOH]⁺, 60(羧酸的麦氏重排), 57[C₄H₉]⁺。综合以上化学及光谱特征^[8],推断该化合物为正三十二烷酸(lacceroic acid)。

化合物 2:白色颗粒状结晶,mp 200~202。EIMS m/z :426[M]⁺, 274(100), 259, 245, 205, 134, 109, 95, 81, 69, 55。¹H-NMR(500 MHz, CDCl₃)δ:0.78~1.15(24H, 8×CH₃), 3.35(1H, m, H-3), 5.55(1H, m, H-6)。以上数据与文献报道^[3]西米杜鹃醇数据一致,故该化合物的结构鉴定为西米杜鹃醇(simiarenol)。

化合物 3:白色片状晶体,mp 185~186。EIMS m/z :426[M]⁺, 411, 247, 218(100), 分子式 C₃₀H₅₀O。¹H-NMR及¹³C-NMR数据与文献报道^[9]α-香树脂醇数据一致,故该化合物的结构鉴定为α-香树脂醇(α-amyrin)。

化合物 3:白色片状晶体,mp 153~156。EIMS m/z :412[M]⁺, 397, 369, 271, 255, 213, 69, 分子式 C₂₉H₄₈O。¹H-NMR(CDCl₃, 500 MHz)δ:5.15(1H, m, H-7), 5.06(1H, dd, J = 16.0, 8.5 Hz, H-23), 5.05(1H, dd, J = 16.0, 8.5 Hz, H-22), 3.59(1H, m, H-3α), 1.02(3H, d, J = 7.0 Hz, H-21), 0.86(3H, d, J = 7.0 Hz, H-29), 0.79~0.80(6H, m, H-26, 27), 0.81(3H, s, H-19), 0.55(3H, s, H-18)。¹³C-NMR(CDCl₃, 125 MHz)δ:139.5(C-8), 138.1(C-22), 129.4(C-23), 117.4(C-7), 71.1(C-3), 56.1(C-17), 55.3(C-14), 51.2(C-24), 49.5(C-9), 43.4(C-13), 40.9(C-20), 40.1(C-5), 39.5(C-12), 38.0(C-2), 37.0(C-1), 34.2(C-10), 31.8(C-25), 31.5(C-4), 29.6(C-6), 28.5(C-16), 25.4(C-28), 23.0(C-15), 21.6(C-11), 21.6(C-21), 21.1(C-26), 18.9(C-27), 13.2(C-19), 12.1(C-29), 11.9(C-18)。以上数据与文献报道^[10]α-波留醇数据一致,故化合物 4 结构鉴定为α-波留醇(α-spinasterol)。

化合物 5:无色针晶(氯仿),mp 139~141, Liebermann-Burchard 反应阳性,10%硫酸-乙醇溶液显色为紫红色。TLC 行为与β-谷甾醇对照品一致,混合熔点不下降。故鉴定为β-谷甾醇(β-sitosterol)。

化合物 6: 无色针晶, mp 155 ~ 157 °。ESI-MS m/z : 168 $[M]^+$, 分子式 $C_8H_8O_4$ 。 1H -NMR 及 ^{13}C -NMR 数据与文献报道^[11]的 4-甲氧基水杨酸数据一致, 故该化合物的结构鉴定为 4-甲氧基水杨酸 (4-methoxysalicylic acid)。

化合物 7: 无色针晶, mp 201 ~ 203 °。ESI-MS m/z : 138 $[M]^+$, 分子式为 $C_7H_6O_3$ 。 1H -NMR (CD_3OD , 500 MHz) δ : 7.79 (1H, dd, $J = 1.5$, 7.5 Hz, H-4), 7.38 (1H, dt, $J = 1.5$, 7.0 Hz, H-6), 6.84 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-2), 6.81 (1H, m, H-5)。 ^{13}C -NMR (CD_3OD , 125 MHz) δ : 173.6 (-COOH), 163.2 (C-3), 136.5 (C-6), 131.5 (C-5), 120.0 (C-2), 118.1 (C-4), 114.0 (C-1)。该化合物的 NMR 数据与文献报道^[12]的间羟基苯甲酸数据基本一致, 故鉴定为间羟基苯甲酸 (*m*-hydroxybenzoic acid)。

化合物 8: 无色针晶, mp 131 ~ 132 °。 1H -NMR ($CDCl_3$, 500 MHz) δ : 9.61 (1H, s, H-1), 7.81 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-3), 6.84 (1H, d, $J = 16.5$ Hz, H-2), 7.23 (3H, m, H-4', 5', 6'), 6.75 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3')。 ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 125 MHz) δ : 193.0 (C-1), 153.6 (C-2'), 147.10 (C-3), 132.9 (C-4), 130.7 (C-6'), 126.4 (C-2), 116.0 (C-1'), 115.8 (C-3'), 114.7 (C-5')。该化合物的 NMR 数据与文献报道^[13]的邻羟基肉桂醛数据基本一致, 故鉴定为邻羟基肉桂醛 (2'-hydroxycinnamaldehyde)。

化合物 9: 白色针晶 (丙酮), mp 217 ~ 219 °。ESI-MS m/z : 148 $[M]^+$ (100), 131, 120, 103, 91, 77, 分子式 $C_9H_8O_2$ 。 1H -NMR ($CDCl_3$, 500 MHz) δ : 7.80 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7), 6.46 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8), 7.40 ~ 7.43 (3H, m, H-2, 4, 6), 7.55 ~ 7.56 (2H, m, H-3, 5)。以上数据与文献报道^[14]的肉桂酸数据一致, 故鉴定为肉桂酸 (cinnamic acid)。

化合物 10: 无色针晶 (水饱和 n -BuOH), mp 213 ~ 215 °。ESI-MS m/z : 194.3 $[M]^+$ (100), 179.2 $[M - CH_3]^+$ (48), 分子式为 $C_{10}H_{10}O_4$ 。 1H -NMR ($DMSO-d_6$, 300 MHz) δ : 6.23 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-2), 6.95 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-6'), 6.93 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 7.06 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-2'), 7.43 (1H, d, $J = 15.9$ Hz, H-3), 3.79 (3H, s, -OCH₃)。 ^{13}C -NMR ($DMSO-d_6$, 75 MHz) δ : 167.8 (C-1), 149.9 (C-4), 146.7 (C-3), 144.2 (C-3), 127.1 (C-1), 121.0 (C-2), 116.2 (C-6'), 114.1 (C-5'), 112.0 (C-2), 56.3 (-OCH₃)。以上数据与文献报道^[15]的异阿魏酸数据一致, 故鉴定为异阿魏酸

(isoferulic acid)。

化合物 11: 白色针晶 (丙酮), 紫外灯 365 nm 下显紫色荧光, mp 117 ~ 118 °。ESI-MS m/z : 176 $[M]^+$, 148, 133 (100), 105, 77, 分子式 $C_{10}H_8O_3$ 。 1H -NMR ($CDCl_3$, 500 MHz) δ : 7.60 (1H, d, $J = 9.5$ Hz, H-4), 7.33 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5), 6.80 (1H, dd, $J = 2.5$, 8.5 Hz, H-6), 6.74 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J = 9.5$ Hz, H-3), 3.83 (3H, s, -OCH₃)。 ^{13}C -NMR ($CDCl_3$, 125 MHz) δ : 162.7 (C-7), 161.1 (C-2), 155.7 (C-9), 143.4 (C-4), 128.7 (C-5), 112.9 (C-6), 112.8 (C-10), 112.4 (C-3), 100.7 (C-8), 56.3 (-OCH₃)。以上数据与文献报道^[16]7-甲氧基香豆素数据一致, 故鉴定为 7-甲氧基香豆素 (7-methoxycoumarin)。

化合物 12: 暗黄色方晶。ESI-MS m/z : 162 $[M + H]^+$, 184 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_9H_7NO_2$ 。 1H -NMR ($DMSO-d_6$, 500 MHz) δ : 11.90, 11.78 (2H, brs, NH, COOH), 8.01 (1H, m, H-4), 7.99 (1H, d, $J = 3.0$ Hz, H-2), 7.46 (1H, m, H-7), 7.15 (2H, m, H-5, 6); ^{13}C -NMR ($DMSO-d_6$, 125 MHz) δ : 165.3 (-COOH), 135.9 (C-8), 131.7 (C-2), 125.4 (C-9), 121.6 (C-5), 120.4 (C-6), 120.0 (C-4), 111.6 (C-7), 106.8 (C-3)。以上数据与文献报道^[17]的 3-吲哚甲酸数据一致, 故该化合物的结构鉴定为 3-吲哚甲酸 (indolyl-3-carboxylic acid)。

化合物 13: 白色无定形粉末, 硫酸-乙醇溶液显色成灰色。ESI-MS m/z : 467 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{21}H_{32}O_{10}$ 。 1H -NMR (CD_3OD , 300 MHz) 和 ^{13}C -NMR (CD_3OD , 75 MHz) 数据见表 1。以上数据与文献报道^[18]的二氢菜豆酸-4'-O- β -D-吡喃葡萄糖苷数据一致, 故鉴定为二氢菜豆酸-4'-O- β -D-吡喃葡萄糖苷 (dihydrophaseic acid 4'-O- β -D-glucopyranoside)。

化合物 14: 白色无定形粉末, 硫酸-乙醇溶液显色成灰色。ESI-MS m/z : 409 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{19}H_{30}O_8$ 。 1H -NMR (CD_3OD , 300 MHz) 和 ^{13}C -NMR (CD_3OD , 75 MHz) 数据见表 1。以上数据与文献报道^[19]的 citroside A 数据一致, 故鉴定为 citroside A。

化合物 15: 白色无定形粉末, 硫酸-乙醇溶液显色成灰色。ESI-MS m/z : 409 $[M + Na]^+$, 分子式为 $C_{19}H_{30}O_8$ 。 1H -NMR (CD_3OD , 500 MHz) 和 ^{13}C -NMR (CD_3OD , 125 MHz) 数据见表 1。以上数据与文献报道^[20]的 (6S, 9R)-长寿花糖苷数据一致, 故鉴定为 (6S, 9R)-长寿花糖苷 [(6S, 9R)-roseoside]。

表1 化合物13~15的¹H NMR及¹³C NMR数据
Table 1 ¹H NMR and ¹³C NMR Data of compounds 13 - 15

碳位	13 ^a		14 ^a		15 ^b	
	δ _H	δ _C	δ _H	δ _C	δ _H	δ _C
1		49.9		37.0		42.4
2	2.15 (m)	42.8	1.90 (dq); 1.31 (m)	49.9	2.09; 2.45 (d, 17.0)	50.7
3	4.24 (m)	74.0	4.30 (m)	63.8		201.3
4	1.78 (m); 1.95 (m)	42.8	2.46 (dq); 1.35 (m)	48.0	5.81 (s)	127.2
5		87.6		78.7		167.3
6		83.2		119.0		80.0
7	6.38 (d, 15.9)	132.7		200.7	5.80 (d, 17.0)	135.3
8	7.85 (d, 15.9)	132.5	5.88 (s)	101.4	5.63 (dd, 17.0; 5.0)	131.5
9		146.3		200.7	4.36 (m)	77.3
10	2.01 (s)	20.9	2.19 (s)	26.6	1.23 (d, 6.0)	21.2
11	3.74 (m); 3.80 (m)	77.2	1.13 (s)	30.1	0.97 (s)	24.7
12	0.92 (s)	16.4	1.37 (s)	26.7	0.97 (s)	23.4
13	1.15 (s)	19.7	1.46 (s)	32.5	1.86 (s)	19.6
14	5.79 (s)	123.7				
15		169.9				
1'	4.35 (d, 7.5)	103.1	4.51 (d, 7.5)	98.6	4.28 (d, 8.0)	102.7
2'	3.14 (dd, 9.0; 7.8)	75.1	3.10~3.37 (m)	75.3	3.10~3.80 (m)	75.2
3'	3.20 (m)	78.0	3.10~3.37 (m)	78.6	3.10~3.80 (m)	78.1
4'	3.20 (m)	71.6	3.10~3.37 (m)	71.7	3.10~3.80 (m)	71.6
5'	3.20 (m)	78.1	3.10~3.37 (m)	77.8	3.10~3.80 (m)	78.0
6'	3.86 (d, 11.7)	62.8	3.80 (dd, 2.4; 11.4)	62.8	3.10~3.80 (m)	62.8
			3.60 (dd, 5.4; 11.7)			

a: CD₃OD, 300 MHzb: CD₃OD, 500 MHz

化合物16和17:分别与对照品共薄层, TLC结果完全一致,且混合熔点不下降,因此确定其结构分别为胡萝卜苷(daucosterol)和蔗糖(sucrose)。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 第76卷. 北京: 科学出版社, 1991.
- [2] 南京中医药大学. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2006.
- [3] 肖永庆, 屠呦呦. 蒿属中药南刘寄奴脂溶性成分的分离鉴定 [J]. 药学学报, 1984, 19(12): 909-913.
- [4] 肖永庆, 屠呦呦. 中药南刘寄奴化学成分研究 [J]. 植物学报, 1986, 28(3): 307-310.
- [5] 林秀云, 张树德. 奇蒿内酯晶体结构及绝对构型的测定 [J]. 化学学报, 1985, 43: 724-727.
- [6] Jakupovic J, Chen Z L, Bohlmann F. A dimeric guaianolide and phenylalanine derivatives from *Artemisia anomala* [J]. *Phytochemistry*, 1987, 26(10): 2777-2779.
- [7] 田富饶, 张琳, 田景奎, 等. 南刘寄奴的化学成分研究 [J]. 中国药物化学杂志, 2008, 18(5): 362-365.
- [8] 黄欣碧, 龙盛京. 水黄皮化学成分的研究 [J]. 中草药, 2006, 37(10): 1467-1469.
- [9] 钟海军, 罗士德, 王惠英, 等. 万丈深的化学成分 [J]. 云南植物研究, 1999, 21(4): 531-534.
- [10] 段洁, 李巍, 旭佳, 等. 九子参的化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(4): 528-530.
- [11] 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, 25(2): 101-103.
- [12] 牛雪梅, 翥胜红, 纳智, 等. 疏花毛萼香茶菜的化学成分研究 [J]. 中草药, 2003, 34(4): 300-303.
- [13] Byoung M K, Young K C, Seung H L, et al. 2⁴hydroxycinnamaldehyde from stem bark of *Cinnamomum cassia* [J]. *Planta Med*, 1996, 62(2): 183-184.
- [14] 柳建军, 刘锡葵. 黄连木食用部位化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(2): 186-189.
- [15] 张庆文, 叶文才, 赵守训, 等. 小升麻的化学成分研究 [J]. 中草药, 2000, 31(4): 252-253.
- [16] 宋卫霞, 吉腾飞, 司伊康, 等. 新疆一枝蒿化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(21): 1790-1792.
- [17] 冯妍, 李晓明, 王斌贵. 红树林植物海欖雌化学成分研究 [J]. 中草药, 2007, 38(9): 1301-1303.
- [18] Yves C, Gilles C, Joseph V, et al. Nortriterpenoid and sesquiterpenoid glucosides from *Juniperus phoenicea* and *Galega officinalis* [J]. *Phytochemistry*, 1999, 50(7): 1219-1223.
- [19] 薛培凤, 路新华, 王邠, 等. 多裂委陵菜中的四甲基环己烯型单萜苷 [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(13): 983-986.
- [20] 林连波, 符小文, 艾朝晖, 等. 海南山苦茶叶的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(6): 477-479.