

茜草地上部分木脂素类成分研究

张茂婷¹, 杨柳³, 胡江苗³, 张虹^{1,2}, 施香琴¹, 刘守金^{1,2*}

1. 安徽中医药大学药学院, 安徽 合肥 230012

2. 安徽道地药材品质提升协同创新中心, 安徽 合肥 230012

3. 中国科学院昆明植物研究所, 植物化学与西部植物资源持续利用国家重点实验室, 云南 昆明 650201

摘要: 目的 对茜草 *Rubia cordifolia* 地上部分化学成分进行研究。方法 利用硅胶、Sephadex LH-20、MCI 等多种色谱材料进行分离纯化, 根据波谱数据和理化性质鉴定化合物的结构。结果 共分离得到 11 个木脂素类成分, 分别鉴定为(-)-表丁香脂素(1)、开环异落叶松脂素(2)、(-)-3,4-二香草基四氢呋喃(3)、lignans (+)-demethoxypinoresinol(4)、(+)-丁香脂素(5)、异落叶松脂素(6)、橄榄树脂素(7)、(7S,8R)-二氢脱氢双松柏醇(8)、4,5'-二甲基落叶松脂醇(9)、(+)-7R,8S-5-methoxydihydrodehydroconiferyl alcohol(10)、5,5'-二甲氧基-7-氧代落叶松脂醇(11)。结论 以上化合物均为首次从该植物中分离得到。

关键词: 茜草; 木脂素; (-)-表丁香脂素; 开环异落叶松脂素; 橄榄树脂素; (7S,8R)-二氢脱氢双松柏醇

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2017)23-4856-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.23.006

Study on lignan constituents from aerial part of *Rubia cordifolia*

ZHANG Mao-ting¹, YANG Liu³, HU Jiang-miao³, ZHANG Hong^{1,2}, SHI Xiang-qin¹, LIU Shou-jin^{1,2}

1. College of Pharmacy, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei 230012, China

2. Synergetic Innovation Center of Anhui Authentic Chinese Medicine Quality Improvement, Hefei 230012, China

3. State key Laboratory of Plant Chemistry and Sustainable Utilization of Plant Resources in West China, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China

Abstract: Objective To investigate the chemical constituents of the aerial part of *Rubia cordifolia*. **Methods** All compounds were isolated and purified by silica gel, Sephadex LH-20, and MCI column chromatography. Their structures were determined by physicochemical properties and spectral data. **Results** Eleven compounds were isolated and identified as: (-)-episyningaresinol (1), (-)-secoisolariciresinol (2), (-)-3,4-divanillyl tetrahydrofuran (3), lignans (+)-demethoxypinoresinol (4), (+)-syningaresinol (5), (+)-isolariciresinol (6), burselignan (7), (7S,8R)-dihydrodehydroconiferyl alcohol (8), 4,5'-dimethoxy-lariciresinol (9), (+)-7R,8S-5-methoxydihydrodehydroconiferyl alcohol (10), and 5,5'-dimethoxy-7-oxolariciresinol (11). **Conclusion** All compounds are isolated from this plant for the first time.

Key words: *Rubia cordifolia* L.; lignans; (-)-episyningaresinol; (-)-secoisolariciresinol; burselignan; (7S,8R)-dihydrodehydroconiferyl alcohol

茜草 *Rubia cordifolia* L. 为茜草科茜草属草本植物, 产于我国华北、东北、西北和四川(北部)及西藏(昌都地区)等地^[1]。药用主要为茜草根, 具有凉血止血、化瘀通经功效, 用于治疗吐血、瘀阻经闭、关节痹痛等。关于茜草的化学成分研究主要在根部, 而对其地上部分的研究目前只有刘谦光等^[2]和陈战国等^[3]关于微量元素和氨基酸的报道。

由于近年来茜草地上部分的药用价值逐渐被发现, 为给茜草地上部分临床药用研究提供资料, 本实验对茜草地上部分的化学成分进行了初步研究, 从其 75%乙醇提取物的醋酸乙酯萃取部位中首次分离得到了 11 个木脂素类成分, 分别鉴定为 (-)-表丁香脂素 [(-)-episyningaresinol, 1]、开环异落叶松脂素 [(-)-secoisolariciresinol, 2]、(-)-3,4-二香草基四氢

收稿日期: 2017-05-21

作者简介: 张茂婷, 硕士研究生。E-mail: 1142003815@qq.com

*通信作者 刘守金 E-mail: shjinliu@sina.com

呋喃 [(-)-3,4-divanillyl tetrahydrofuran, **3**]、lignans (+)-demethoxypinoresinol (**4**)、(+)-丁香脂素 [(+)-syringaresinol, **5**]、异落叶松脂素 [(+)-isolariciresinol, **6**]、橄榄树脂素 (burselignan, **7**)、(7*S*,8*R*)-二氢脱氢双松柏醇 [(7*S*,8*R*)-dihydrodehydroconiferyl alcohol, **8**]、4,5'-二甲基落叶松脂醇 (4,5'-dimethoxy-lariciresinol, **9**)、(+)-7*R*,8*S*-5-methoxydihydrodehydroconiferylalcohol (**10**)、5,5'-二甲氧基-7-氧代落叶松脂醇 (5,5'-dimethoxy-7-oxolariciresinol, **11**)。所有化合物均为首次从该植物中分离得到。

1 仪器与材料

AutoSpec Premier P776 三扇型双聚焦磁质谱仪 (Waters 公司); ZF-20C 暗箱式自动紫外分析仪 (上海宝山顾村电光仪器厂); Agilent 1100 高效液相色谱仪 (Agilent 公司); DRX-500 MHz 超导核磁共振仪 (Bruker 公司); Avance III 600 MHz 型核磁共振仪 (Bruker 公司); Sephadex LH-20 凝胶 (Pharmacia 公司); 柱色谱硅胶 (100~200、200~300 目); 硅胶 GF₂₅₄ 及薄层色谱硅胶 G (青岛美高化工厂); 其余试剂均为色谱纯和分析纯。

植物样品于 2015 年 10 月采自安徽省亳州市, 由安徽中医药大学药学院刘守金教授鉴定为茜草属植物茜草 *Rubia cordifolia* L. 的地上部分。

2 提取与分离

取干燥茜草地上部分 8.6 kg, 粉碎, 以 10 倍量的 75%乙醇回流提取 3 次, 每次 1.5 h, 合并提取液并减压浓缩得浸膏 (乙醇回收)。总浸膏加适量的水充分混悬, 依次用石油醚、醋酸乙酯萃取, 减压浓缩萃取液得醋酸乙酯部位浸膏约 205 g。醋酸乙酯萃取部位用混合溶剂 (甲醇-氯仿) 溶解后吸附于 2 倍硅胶, 挥干后经常压硅胶柱色谱, 用石油醚-醋酸乙酯系统 (100:0→0:100) 进行梯度洗脱, 收集各流分并经 TLC 检识合并共得 9 个组分 Fr. 1~9。Fr. 6 先经反相硅胶柱色谱, 以石油醚-丙酮 (25:1→1:1) 系统梯度洗脱, 共得 2 个组分 Fr. 6.1~6.2, 再将 Fr. 6.1 用 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱, 甲醇-水 (9:1) 及半制备 HPLC 分离纯化得化合物 **1** (4 mg)。Fr. 8 上 MCI 柱, 经甲醇-水 (1:9→1:0) 梯度洗脱得 5 个部分 (Fr. 8.1~8.5)。其中 Fr. 8.1 经反相硅胶柱色谱和半制备 HPLC 分离纯化得化合物 **4** (19 mg)、**7** (13 mg)。Fr. 8.2 经硅胶柱色谱、Sephadex LH-20 凝胶柱色谱, 甲醇-水 (9:1) 及半

制备 HPLC 分离纯化得化合物 **2** (18 mg)、**8** (25 mg)、**9** (10 mg)。Fr. 8.3 经硅胶柱色谱、半制备 HPLC 及重结晶得化合物 **3** (2 mg)、**5** (30 mg)、**6** (207 mg)。Fr. 8.4 经 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱, 甲醇-水 (9:1) 等度洗脱后再经反相硅胶柱色谱, 甲醇-水 (30:100→100:0) 梯度洗脱, 分离得化合物 **10** (9 mg)、**11** (21 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色晶体 (氯仿), ESI-MS m/z : 419 $[M+H]^+$, 分子式 $C_{22}H_{26}O_8$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 6.61 (2H, s, H-2', 6'), 6.59 (2H, s, H-2'', 6''), 4.86 (1H, d, $J = 5.3$ Hz, H-2), 4.42 (1H, d, $J = 7.1$ Hz, H-6), 4.14 (1H, d, $J = 9.5$ Hz, H-8a), 3.91 (12H, s, 3', 3'', 5', 5''-OCH₃), 3.86 (2H, m, H-4b, 8b), 3.34 (2H, m, H-3, 4a), 2.91 (1H, m, H-7); ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ : 147.3 (C-3', 5'), 147.2 (C-3'', 5''), 134.5 (C-4'), 133.8 (C-4''), 133.2 (C-1'), 129.6 (C-1''), 102.9 (C-2', 6'), 104.1 (C-2'', 6''), 88.1 (C-6), 82.4 (C-2), 71.2 (C-8), 69.9 (C-4), 56.5 (3', 3'', 5', 5''-OCH₃), 54.8 (C-7), 50.3 (C-3)。以上波谱数据与相关文献报道基本一致^[4], 故鉴定化合物 **1** 为 (-)-表丁香脂素。

化合物 **2**: 无色粉末 (甲醇), mp 103~104 °C, ESI-MS m/z : 385 $[M+Na]^+$, 分子式 $C_{20}H_{26}O_6$ 。 1H -NMR (500 MHz, CD_3OD) δ : 6.65 (2H, d, $J = 7.9$ Hz, H-5, 5'), 6.58 (2H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2, 2'), 6.53 (1H, dd, $J = 1.9, 8.1$ Hz, H-6, 6'), 3.72 (6H, s, 3, 3'-OCH₃), 3.58 (4H, m, H-9, 9'), 2.54 (4H, m, H-7, 7'), 1.89 (2H, m, H-8, 8'); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD) δ : 148.8 (C-3, 3'), 145.4 (C-4, 4'), 133.9 (C-1, 1'), 122.7 (C-6, 6'), 115.8 (C-5, 5'), 113.3 (C-2, 2'), 62.1 (C-9, 9'), 36.0 (C-7, 7'), 56.1 (3, 3'-OCH₃)。以上理化性质和波谱数据与文献报道基本一致^[5], 故鉴定化合物 **2** 为开环异落叶松脂素。

化合物 **3**: 无色晶体 (氯仿), ESI-MS m/z : 367 $[M+Na]^+$, 分子式 $C_{20}H_{24}O_5$ 。 1H -NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ : 6.80 (2H, d, $J = 7.8$ Hz, H-5, 5'), 6.59 (2H, d, $J = 7.8$ Hz, H-6, 6'), 6.50 (2H, s, H-2, 2'), 5.48 (2H, brs, 4, 4'-OH), 3.91 (2H, dd, $J = 7.0, 8.6$ Hz, H-9' β , 9 β), 3.83 (6H, s, 3, 3'-OCH₃), 3.53 (2H, dd, $J = 5.4, 8.4$ Hz, H-9' α , 9 α), 2.58 (2H, dd, $J = 6.6, 13.8$ Hz, H-7' β , 7 β), 2.52 (2H, dd, $J = 7.8, 13.8$ Hz, H-7' β , 7 β); ^{13}C -NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ : 146.4 (C-3, 3'), 143.8 (C-4, 4'), 132.3 (C-1, 1'), 121.3 (C-6, 6'), 114.1 (C-5,

5'), 111.1 (C-2, 2'), 73.2 (C-9, 9'), 55.7 (3, 3'-OCH₃), 46.8 (C-8, 8'), 39.2 (C-7, 7')。以上理化性质和波谱数据与文献报道基本一致^[6], 故鉴定化合物 **3** 为 (-)-3,4-二香草基四氢呋喃。

化合物 **4**: 非晶形粉末(氯仿)。ESI-MS m/z : 329 [M+H]⁺, 分子式 C₁₉H₂₀O₅。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 7.19 (2H, d, J = 8.5 Hz, H-2', 6'), 6.94 (1H, d, J = 1.7 Hz, H-2''), 6.80 (1H, dd, J = 1.6, 8.2 Hz, H-6''), 6.76 (2H, d, J = 8.7 Hz, H-3', 5'), 3.81 (2H, m, H-8), 4.21 (2H, m, H-4), 3.84 (3H, s, -OCH₃), 3.12 (2H, m, H-1, 5); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 55.4 (C-1), 55.2 (C-5), 87.5 (C-2), 87.4 (C-6), 72.6 (C-4), 72.5 (C-8), 133.0 (C-1'), 133.8 (C-1''), 128.7 (C-2', 6'), 116.2 (C-3'), 116.5 (C-5'), 147.3 (C-3''), 149.1 (C-4''), 110.9 (C-2'', 5''), 158.2 (C-4'), 120.1 (C-6''), 56.4 (3''-OCH₃)。以上理化性质和波谱数据与文献报道基本一致^[7], 故鉴定化合物 **4** 为 lignans (+)-demethoxypinoresinol。

化合物 **5**: 白色晶体(甲醇), mp 180.5~183.6 °C, ESI-MS m/z : 419 [M+H]⁺, 分子式 C₂₂H₂₆O₈。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 6.58 (4H, s, H-2', 2'', 6', 6''), 4.73 (2H, d, J = 4.2 Hz, H-2, 6), 4.28 (2H, dd, J = 6.9, 9.1 Hz, H-4, 8), 3.91 (12H, s, 3', 3'', 5', 5''-OCH₃), 3.09 (2H, dd, J = 4.6, 6.4 Hz, H-4, 8); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 147.2 (C-3', 3'', 5', 5''), 134.3 (C-4', 4''), 132.1 (C-1', 1''), 102.7 (C-2', 2'', 6', 6''), 86.1 (C-2, 6), 71.8 (C-4, 8), 56.4 (3', 3'', 5', 5''-OCH₃), 54.4 (C-3, 7)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[8], 故鉴定化合物 **5** 为 (+)-丁香脂素。

化合物 **6**: 无色粉末(甲醇), ESI-MS m/z : 361 [M+H]⁺, 分子式 C₂₀H₂₄O₆。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 6.73 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5'), 6.67 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-2'), 6.65 (1H, s, H-2), 6.60 (1H, dd, J = 1.9, 8.1 Hz, H-6'), 6.15 (1H, s, H-5), 3.77 (3H, s, -OCH₃), 3.69 (3H, s, -OCH₃), 3.38 (1H, m, H-9b'), 2.77 (2H, d, J = 7.6 Hz, H-7), 1.95 (1H, m, H-8), 1.75 (1H, m, H-7'); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 128.9 (C-1), 138.6 (C-1'), 113.7 (C-2), 112.3 (C-2'), 149.0 (C-3), 147.2 (C-3'), 145.9 (C-4), 145.3 (C-4'), 117.3 (C-5), 116.0 (C-5'), 134.1 (C-6), 123.2 (C-6'), 33.6 (C-7), 48.0 (C-7'), 39.9 (C-8), 48.0 (C-8'), 62.1 (C-9'), 66.0 (C-9), 56.4 (-OCH₃), 56.3 (-OCH₃)。以上理化性质和波谱数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合

物 **6** 为异落叶松脂素。

化合物 **7**: 黄色粉末(甲醇), ESI-MS m/z : 361 [M+H]⁺, 分子式 C₂₀H₂₄O₆。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 6.69 (1H, s, H-2'), 6.67 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-2), 6.64 (1H, d, J = 8.1 Hz, H-5), 6.44 (1H, dd, J = 1.9, 8.2 Hz, H-6), 6.34 (1H, s, H-5'), 4.19 (1H, d, J = 3.5 Hz, H-7), 3.82 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.74 (3H, s, 3-OCH₃), 3.52 (1H, m, H-9'), 3.38 (1H, m, H-9), 2.93 (1H, dd, J = 4.7, 17.0 Hz, H-7), 2.64 (1H, dd, J = 9.6, 16.8 Hz, H-7'), 2.04 (2H, brs, H-8, 8'); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 128.4 (C-1'), 135.9 (C-1), 115.2 (C-2), 112.3 (C-2'), 148.2 (C-3), 147.8 (C-3'), 145.8 (C-4), 145.5 (C-4'), 115.4 (C-5), 117.1 (C-5'), 133.0 (C-6'), 124.0 (C-6), 46.6 (C-7), 44.7 (C-8), 35.5 (C-8'), 33.1 (C-7'), 65.6 (C-9'), 63.4 (C-9), 56.3 (-OCH₃), 56.3 (-OCH₃)。以上理化性质和波谱数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **7** 为橄榄树脂素。

化合物 **8**: 黄色油状物(甲醇), ESI-MS m/z : 361 [M+H]⁺, 分子式 C₂₀H₂₄O₆。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 6.94 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-2), 6.81 (1H, dd, J = 1.8, 8.2 Hz, H-6), 6.75 (1H, d, J = 8.2 Hz, H-5), 6.71 (2H, brs, H-2', 6'), 5.47 (1H, d, J = 6.4 Hz, H-7), 3.83 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.79 (3H, s, 3-OCH₃), 3.56 (2H, t, J = 6.5 Hz, H-9'), 3.46 (1H, dd, J = 6.3, 12.5 Hz, H-8), 2.61 (2H, t, J = 7.5 Hz, H-7'), 1.80 (2H, m, H-8'); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 149.1 (C-3), 147.5 (C-4), 147.5 (C-4'), 145.2 (C-3'), 136.9 (C-1'), 134.8 (C-1), 129.9 (C-5'), 119.7 (C-6), 117.9 (C-5), 116.1 (C-6'), 114.0 (C-2'), 110.5 (C-2), 89.0 (C-7), 65.0 (C-9), 62.3 (C-9'), 56.7 (3'-OCH₃), 56.3 (3-OCH₃), 55.4 (C-8), 35.8 (C-8'), 32.9 (C-7')。以上理化性质和波谱数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定化合物 **8** 为 (7*S*, 8*R*)-二氢脱氢双松柏醇。

化合物 **9**: 无色不定形粉末(甲醇), ESI-MS m/z : 413 [M+Na]⁺, 分子式 C₂₁H₂₆O₇。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 6.79 (1H, d, J = 1.8 Hz, H-6), 6.70 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-3), 6.64 (1H, m, H-2), 6.61 (2H, s, H-2', 6'), 4.76 (1H, d, J = 6.7 Hz, H-7'), 3.99 (1H, m, H-9), 3.72 (2H, t, J = 6.3 Hz, H-9'a), 3.82 (6H, s, 3', 5'-OCH₃), 3.81 (3H, s, 4-OCH₃), 2.91 (1H, dd, J = 4.9, 13.5 Hz, H-7a), 2.48 (1H, q, J = 2.2, 13.5 Hz, H-7b), 2.70 (1H, m, H-8), 2.36 (1H, m, H-8'); ¹³C-

NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 149.0 (C-5), 149.2 (C-3', 5'), 145.8 (C-4), 135.1 (C-4'), 133.9 (C-1'), 133.5 (C-1), 122.1 (C-2), 116.2 (C-3), 113.3 (C-6), 104.2 (C-2', 6'), 84.2 (C-7'), 73.6 (C-9), 60.5 (C-9'a), 56.2 (3', 5'-OCH₃), 56.1 (C-4), 54.1 (C-8'), 43.8 (C-8), 33.6 (C-7a, 7b)。以上理化性质和波谱数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物 9 为 4,5'-二甲基落叶松脂醇。

化合物 10: 黄色油状物 (甲醇), ESI-MS m/z : 413 [M+Na]⁺, 分子式 C₂₁H₂₆O₇。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 6.72 (2H, d, J = 2.8 Hz, H-2, 6), 6.67 (2H, s, H-2', 6'), 5.49 (1H, d, J = 6.3 Hz, H-7), 3.85 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.83 (1H, m, H-9a), 3.80 (6H, s, 3, 5-OCH₃), 3.76 (1H, dd, J = 7.3, 11.1 Hz, H-9b), 3.56 (2H, t, J = 6.6 Hz, H-9'), 3.47 (1H, m, H-8), 2.62 (2H, t, J = 7.6 Hz, H-7'), 1.87 (2H, m, H-8'); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 149.3 (C-3, 5), 147.5 (C-3'), 145.2 (C-4'), 137.0 (C-4), 134.0 (C-1, 1'), 129.8 (C-5'), 117.9 (C-6'), 114.1 (C-2'), 104.1 (C-2, 6), 89.1 (C-7), 65.0 (C-9), 62.2 (C-9'), 56.8 (3, 5-OCH₃), 56.7 (3'-OCH₃), 55.8 (C-8), 35.8 (C-8'), 32.9 (C-7')。以上理化性质和波谱数据与文献报道基本一致^[12], 故鉴定化合物 10 为 (+)-7R,8S-5-methoxydihydrodehydroconiferyl alcohol。

化合物 11: 黄色油状物 (甲醇), ESI-MS m/z : 457 [M+Na]⁺, 分子式 C₂₂H₂₆O₉。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 7.38 (2H, s, H-2', 6'), 6.72 (2H, s, H-2, 6), 4.63 (1H, d, J = 8.2 Hz, H-7'), 4.23 (2H, m, H-9ax, 8), 4.17 (1H, t, J = 8.4 Hz, H-9eq), 3.90 (6H, s, 3, 5-OCH₃), 3.86 (6H, s, 3', 5'-OCH₃), 3.67 (2H, m, H-9'a, 9'b), 2.64 (1H, m, H-8'); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 200.3 (C-7), 149.3 (C-3, 5), 149.2 (C-3', 5'), 143.6 (C-4), 136.2 (C-4'), 132.9 (C-1'), 128.1 (C-1), 107.7 (C-2, 6), 105.1 (C-2', 6'), 85.4 (C-7'), 71.6 (C-9), 61.4 (C-9'), 56.9 (3, 5-OCH₃), 56.7 (3', 5'-OCH₃), 55.2 (C-8'), 50.0 (C-8)。以上理化性质和波

谱数据与文献报道基本一致^[13], 故鉴定化合物 11 为 5,5'-二甲氧基-7-氧代落叶松脂醇。

参考文献

- [1] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物 (第 10 卷). [M]. 青岛: 青岛出版社, 2004.
- [2] 刘谦光, 陈战国, 高永吉, 等. 茜草地上部分微量元素的研究 [J]. 中国中药杂志, 1990, 15(10): 39-40.
- [3] 陈战国, 刘谦光, 耿 征, 等. 茜草籽实中氨基酸的提取分离及测定研究 [J]. 陕西师大学报: 自然科学版, 1996, 24(4): 117-119.
- [4] 闫利华, 徐丽珍, 林 佳, 等. 裂叶铁线莲木脂素成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(15): 1839-1843.
- [5] 曾孝杰, 王国才, 吴 霞, 等. 山沉香化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(13): 1721-1725.
- [6] 闫兆威, 刘金平, 卢 丹, 等. 刺五加果肉化学成分的研究 (II) [J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(3): 338-341.
- [7] Mohamed K M. Chemical constituents of *Gladiolus segetum* Ker-Gawl [J]. *Bull Pharm Sci Ass Univ*, 2005, 28(1): 72-73.
- [8] Xing F C, Lee I S, Dat N T, *et al.* Inhibitory lignans against NFAT transcription factor from *acanthopanax koreanum* [J]. *Arch Pharm Res*, 2004, 27(7): 738-741.
- [9] Jutiviboonsuk A, Zhang H, Tan G T, *et al.* Bioactive constituents from roots of *Bursera tonkinensis* [J]. *Phytochemistry*, 2005, 66(23): 2745-2751.
- [10] 王 威, 刘小红, 高 华, 等. 东北铁线莲地上部位化学成分研究 [J]. 中草药, 2014, 45(17): 2440-2446.
- [11] Li J L, Li N, Lee H S, *et al.* Inhibition effect of neo-lignans from *Eleutherococcus senticosus* (Rupt. & Maxim.) Maxim on diacylglycerol acyltransferase (DGAT) [J]. *Phytochem Lett*, 2016, 15: 147-151.
- [12] Chin Y W, Chai H B, Keller W J, *et al.* Lignans and other constituents of the fruits of *Euterpe oleracea* (Acai) with antioxidant and cytoprotective activities [J]. *J Agric Food Chem*, 2008, 56(17): 7759-7764.
- [13] 于丽红, 赵 伟, 黄肖霄, 等. 毛樱桃叶化学成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2015, 32(4): 259-260.