

锡叶藤的化学成分研究

周兴栋, 程 淼, 余绍福, 邹惠亮, 刘百联, 张 英, 周光雄*

暨南大学药学院 中药及天然药物研究所, 广东 广州 510632

摘要: 目的 研究锡叶藤 *Tetracera asiatica* 地上部分的化学成分。方法 采用正、反相硅胶柱色谱, 凝胶 Sephadex LH-20 色谱以及 HPLC 等多种技术进行分离纯化, 并通过理化性质及波谱数据鉴定化合物结构。结果 从锡叶藤地上部分 95%乙醇提取物中分离得到 12 个化合物, 分别鉴定为鼠李柠檬素 (1)、异鼠李素 (2)、柚皮素 (3)、鼠李素 (4)、山柰酚 (5)、(+)-紫杉叶素 (6)、槲皮素 (7)、银槲苷 (8)、槲皮素-3-O- α -L-鼠李糖苷 (9)、(-)-表儿茶素-3-(3-O-甲基)-没食子酸酯 (10)、表儿茶素-3-O-没食子酸酯 (11)、(-)-表儿茶素 (12)。结论 化合物 1~12 均为首次从该植物中分离得到。

关键词: 锡叶藤; 鼠李柠檬素; 异鼠李素; 柚皮素; (+)-紫杉叶素; 表儿茶素-3-O-没食子酸酯

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)02-0185-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.02.006

Chemical constituents from *Tetracera asiatica*

ZHOU Xing-dong, CHENG Miao, YU Shao-fu, ZOU Hui-liang, LIU Bai-lian, ZHANG Ying, ZHOU Guang-xiong
Institute of Traditional Chinese Medicine and Natural Products, College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 510632, China

Abstract: **Objective** To study the chemical constituents in the aerial parts of *Tetracera asiatica*. **Methods** Silica gel, ODS, Sephadex LH-20 gel column chromatographies, and HPLC were used to isolate and purify the compounds. And the structures of the obtained compounds were identified by their physical properties and spectroscopic data. **Results** Twelve compounds were separated and purified from the alcoholic extract of *T. asiatica*. They were identified to be rhamnocitrin (1), isorhamnetin (2), naringenin (3), rhamnetin (4), kaempferol (5), taxifolin (6), quercetin (7), tiliroside (8), quercetin-3-O- α -L-rhamnopyranoside (9), (-)-epicatechin 3-(3-O-methyl) gallate (10), epicatechin-3-O-gallate (11), and (-)-epicatechin (12). **Conclusion** Compounds 1—12 are obtained from this plant for the first time.

Key words: *Tetracera asiatica* (Lour.) Hoogland; rhamnocitrin; isorhamnetin; naringenin; taxifolin; epicatechin-3-O-gallate

锡叶藤 *Tetracera asiatica* (Lour.) Hoogland 为五桠果科 (Dilleniaceae) 锡叶藤属 *Tetracera* Linn. 植物, 属常绿木质藤本, 在我国主要分布于广东、广西、海南、云南等热带及亚热带地区。其主要以根、叶为药用部位^[1]。锡叶藤有收敛止泻、固精、消肿止痛等功能, 用于腹泻、便血、痢疾、肝脾肿大、子宫脱垂、白带、遗精、风湿性关节炎^[2]。锡叶藤的乙醇提取物经活性筛选, 有较强抗心血管疾病和抗病毒活性^[3]。目前有关锡叶藤的化学成分研究及报道甚少, 仅见纳智等^[3]从锡叶藤的地上部分分离得到良姜素及其衍生物、汉黄芩素及其苷、桦木酸等 11 个化合物。为了深入探索锡叶藤化学成分, 本

课题组对其 95%乙醇提取物进行了分离纯化, 得到了 12 个化合物, 分别鉴定为鼠李柠檬素 (rhamnocitrin, 1)、异鼠李素 (isorhamnetin, 2)、柚皮素 (naringenin, 3)、鼠李素 (rhamnetin, 4)、山柰酚 (kaempferol, 5)、(+)-紫杉叶素 (taxifolin, 6)、槲皮素 (quercetin, 7)、银槲苷 (tiliroside, 8)、槲皮素-3-O- α -L-鼠李糖苷 (quercetin-3-O- α -L-rhamnopyranoside, 9)、(-)-表儿茶素-3-(3-O-甲基)-没食子酸酯 [(-)-epicatechin 3-(3-O-methyl) gallate, 10]、表儿茶素-3-O-没食子酸酯 (epicatechin-3-O-gallate, 11)、(-)-表儿茶素 [(-)-epicatechin, 12]。化合物 1~12 均为首次从该植物中分离得到。

收稿日期: 2014-10-20

基金项目: 科技部课题“重大新药创制”科技重大专项公共资源平台课题“面向新药发现的数字化中药化学成分库”(2011ZX09307-002-01)

作者简介: 周兴栋 (1988—), 男, 硕士研究生, 研究方向为中药及天然药物活性成分的研究。Tel: 15602336695 E-mail: zxd887301@163.com

*通信作者 周光雄, 男, 教授, 博士研究生导师。Tel: (020)85221469 E-mail: guangxzh@sina.com

1 仪器与材料

EYELA (N-1000) 旋转蒸发仪; Bruker Avance III 300 MHz 核磁共振仪; Finnigan LCQ Advantage MAX 质谱仪; Agilent 1200 型液相分析色谱仪; Agilent 1200 型液相半制备色谱仪; Welch Material XB-C₁₈ 分析色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); Welch Material XB-C₁₈ 半制备色谱柱 (250 mm×10 mm, 5 μm); 凝胶 Sephadex LH-20 (Pharmacia 公司); 薄层色谱硅胶预涂板 (HSAF 254, 200 mm×200 mm, 烟台市化学工业研究所产品); ODS (50 μm, YMC, 日本东京 Merck 公司); 柱色谱硅胶 (青岛海洋化工厂分厂); 溶剂均为分析纯或色谱纯。

锡叶藤 (地上部分) 于 2013 年 6 月采自广东省从化流溪河区域, 经暨南大学药学院生药学教研室周光雄教授鉴定为五桠果科锡叶藤属锡叶藤 *Tetracera asiatica* (Lour.) Hoogland, 标本 (2013XYT004) 保存于暨南大学药学院生药学教研室中药标本室。

2 提取与分离

将干燥的锡叶藤 5.5 kg 粉碎, 用 95%乙醇加热回流提取 3 次。提取液减压浓缩后得到的浸膏加水混悬, 分别用石油醚、醋酸乙酯、正丁醇萃取, 得到石油醚萃取物 110 g, 醋酸乙酯萃取物 460 g, 正丁醇萃取液旋蒸至近干, 加 95%乙醇保存。

取醋酸乙酯层 430 g 进行硅胶柱色谱, 经氯仿-甲醇 (100:0→0:100) 梯度洗脱, 得到 20 个组分 (组分 A~T)。组分 E (3 g) 进行硅胶柱色谱, 石油醚-醋酸乙酯 (40:1→1:1) 梯度洗脱, 再经多次凝胶 Sephadex LH-20 柱色谱, 得到化合物 **1** (15 mg)、**2** (8 mg)。组分 G (9 g) 与组分 E 分离方法相同, 得到化合物 **3** (36 mg) 和 **4** (11 mg)。组分 K (10 g) 进行硅胶柱色谱, 氯仿-丙酮 (40:1→1:1) 梯度洗脱, 再经多次凝胶 Sephadex LH-20 柱色谱, 得到化合物 **6** (13 mg)。组分 M (29 g) 进行硅胶柱色谱, 氯仿-甲醇 (80:1→1:1) 梯度洗脱, 再经多次凝胶 Sephadex LH-20 柱色谱, 得到化合物 **7** (108 mg)、**10** (1 g) 以及馏份 M7-3-1 和 M8-1-1。M7-3-1 经 HPLC (60%甲醇-水) 制备得到化合物 **8** (52 mg), M8-1-1 经 HPLC (48%甲醇-水) 制备得到化合物 **9** (227 mg)。组分 N (7 g) 进行硅胶柱色谱, 氯仿-甲醇 (40:1→1:1) 梯度洗脱, 再经多次凝胶 Sephadex LH-20 柱色谱, 得到化合物 **5** (5 mg)、**11** (220 mg) 和 **12** (23 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 黄色针晶。ESI-MS m/z : 301 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.48 (1H, s, 5-OH), 10.17 (1H, s, 4'-OH), 9.56 (1H, s, 3-OH), 8.08 (2H, d, J = 8.7 Hz, H-2', 6'), 6.93 (2H, d, J = 8.7 Hz, H-3', 5'), 6.72 (1H, s, H-8), 6.33 (1H, d, J = 1.3 Hz, H-6), 3.85 (3H, s, 7-OCH₃); ¹³C-NMR (75 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 176.1 (C-4), 164.9 (C-7), 160.4 (C-9), 159.4 (C-5), 156.1 (C-4'), 147.2 (C-2), 136.1 (C-3), 129.7 (C-2', 6'), 121.6 (C-1'), 115.5 (C-3', 5'), 104.1 (C-10), 97.5 (C-6), 92.0 (C-8), 56.1 (7-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[4], 故鉴定化合物 **1** 为鼠李柠檬素。

化合物 **2**: 黄色粉末。ESI-MS m/z : 317 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.47 (1H, s, 5-OH), 7.75 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-2'), 7.67 (1H, dd, J = 8.5, 1.9 Hz, H-6'), 6.94 (1H, d, J = 8.5 Hz, H-5'), 6.48 (1H, d, J = 1.6 Hz, H-8), 6.19 (1H, d, J = 1.4 Hz, H-6), 3.84 (3H, s, 3'-OCH₃); ¹³C-NMR (75 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 175.9 (C-4), 164.0 (C-7), 160.7 (C-5), 156.2 (C-9), 148.8 (C-3'), 147.4 (C-4'), 146.7 (C-2), 135.9 (C-3), 122.0 (C-1'), 121.8 (C-6'), 115.6 (C-5'), 111.6 (C-2'), 103.1 (C-10), 98.3 (C-6), 93.7 (C-8), 55.8 (3'-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[5], 故鉴定化合物 **2** 为异鼠李素。

化合物 **3**: 白色粉末。ESI-MS m/z : 271 $[M-H]^-$ 。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.16 (1H, s, 5-OH), 10.79 (1H, s, 7-OH), 9.60 (1H, s, 4'-OH), 7.31 (2H, d, J = 8.6 Hz, H-2', 6'), 6.79 (2H, dd, J = 6.5, 4.7 Hz, H-3', 5'), 5.89 (2H, s, H-6, 8), 5.42 (1H, dd, J = 12.8, 2.8 Hz, H-2), 3.25 (1H, dd, J = 17.1, 12.8 Hz, H-3a), 2.67 (1H, dd, J = 17.1, 3.0 Hz, H-3b); ¹³C-NMR (75 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 196.4 (C-4), 166.7 (C-7), 163.6 (C-5), 163.0 (C-9), 157.8 (C-4'), 128.9 (C-1'), 128.4 (C-2', 6'), 115.2 (C-3', 5'), 101.8 (C-10), 95.9 (C-6), 95.0 (C-8), 78.5 (C-2), 42.0 (C-3)。以上数据与文献报道一致^[6], 故鉴定化合物 **3** 为柚皮素。

化合物 **4**: 黄色针晶。ESI-MS m/z : 317 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (300 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.49 (1H, s, 5-OH), 7.73 (1H, d, J = 2.2 Hz, H-2'), 7.57 (1H, dd, J = 8.5, 2.2 Hz, H-6'), 6.89 (1H, d, J = 8.5 Hz, H-5'), 6.70 (1H, d, J = 2.2 Hz, H-8), 6.35 (1H, d, J = 2.2 Hz, H-6), 3.86 (3H, s, 7-OCH₃); ¹³C-NMR (75 MHz,

DMSO- d_6) δ : 176.0 (C-4), 164.9 (C-7), 160.4 (C-5), 156.1 (C-9), 147.9 (C-4'), 147.3 (C-2), 145.1 (C-3'), 136.0 (C-3), 121.9 (C-1'), 120.0 (C-6'), 115.6 (C-2'), 115.3 (C-5'), 104.0 (C-10), 97.5 (C-6), 91.9 (C-8), 56.0 (7-OCH₃)。以上数据与相关文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 **4** 为鼠李素。

化合物 **5**: 黄色粉末。ESI-MS m/z : 287 [M+H]⁺。¹H-NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.49 (1H, s, 5-OH), 10.85 (1H, s, 3-OH), 10.15 (1H, s, 7-OH), 9.43 (1H, s, 4'-OH), 8.04 (2H, d, J = 8.8 Hz, H-2', 6'), 6.92 (2H, d, J = 8.8 Hz, H-3', 5'), 6.44 (1H, s, H-6), 6.19 (1H, s, H-8); ¹³C-NMR (75 MHz, DMSO- d_6) δ : 176.0 (C-4), 164.0 (C-7), 160.7 (C-5), 159.2 (C-9), 156.2 (C-4'), 146.8 (C-2), 135.7 (C-3), 129.6 (C-2', 6'), 121.7 (C-1'), 115.5 (C-3', 5'), 103.1 (C-10), 98.3 (C-6), 93.5 (C-8)。以上数据与文献报道一致^[8], 故鉴定化合物 **5** 为山柰酚。

化合物 **6**: 白色粉末。ESI-MS m/z : 303 [M-H]⁻。¹H-NMR (300 MHz, CD₃OD) δ : 6.96 (1H, d, J = 1.6 Hz, H-2'), 6.87~6.77 (2H, m, H-6', 5'), 5.92 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-6), 5.88 (1H, d, J = 1.7 Hz, H-8), 4.91 (1H, d, J = 11.5 Hz, H-2), 4.51 (1H, dd, J = 11.4, 2.9 Hz, H-3); ¹³C-NMR (75 MHz, CD₃OD) δ : 198.6 (C-4), 168.9 (C-7), 165.5 (C-5), 164.7 (C-9), 147.3 (C-4'), 146.5 (C-3'), 130.0 (C-1'), 121.0 (C-6'), 116.2 (C-2'), 116.0 (C-5'), 102.0 (C-10), 97.4 (C-6), 96.4 (C-8), 85.3 (C-2), 73.8 (C-3)。以上数据与相关文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **6** 为 (+)-紫杉叶素。

化合物 **7**: 黄色粉末。ESI-MS m/z : 301 [M-H]⁻。¹H-NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.50 (1H, s, 5-OH), 7.68 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-2'), 7.54 (1H, dd, J = 8.5, 2.0 Hz, H-6'), 6.88 (1H, d, J = 8.5 Hz, H-5'), 6.41 (1H, d, J = 1.7 Hz, H-8), 6.19 (1H, d, J = 1.7 Hz, H-6); ¹³C-NMR (75 MHz, DMSO- d_6) δ : 175.9 (C-4), 163.9 (C-7), 160.8 (C-9), 156.2 (C-5), 147.7 (C-4'), 146.8 (C-2), 145.1 (C-3'), 135.8 (C-3), 122.0 (C-1'), 120.0 (C-6'), 115.7 (C-5'), 115.1 (C-2'), 103.1 (C-10), 98.2 (C-6), 93.4 (C-8)。以上数据与相关文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **7** 为槲皮素。

化合物 **8**: 黄色粉末。ESI-MS m/z : 617 [M+Na]⁺。¹H-NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.58 (1H, s, 5-OH), 7.99 (2H, d, J = 8.8 Hz, H-2', 6'), 7.38 (2H, d, J = 8.5 Hz, H-2''', 6'''), 7.35 (1H, d, J = 15.9 Hz,

H-7'''), 6.86 (2H, d, J = 8.8 Hz, H-3', 5'), 6.79 (2H, d, J = 8.5 Hz, H-3''', 5'''), 6.38 (1H, d, J = 1.7 Hz, H-8), 6.15 (1H, s, H-6), 6.12 (1H, d, J = 15.9 Hz, H-8'''), 5.48 (1H, s, H-1''), 5.46 (1H, d, J = 8.0 Hz, 2''-OH), 5.25 (2H, s, 3'', 4''-OH), 4.28 (1H, d, J = 10.4 Hz, H-6''a), 4.03 (1H, dd, J = 11.9, 6.3 Hz, H-6''b), 3.29~3.13 (4H, m, H-2'' ~ 5''); ¹³C-NMR (75 MHz, DMSO- d_6) δ : 177.4 (C-4), 166.2 (C-9'''), 164.5 (C-7), 161.2 (C-9), 160.1 (C-4'), 159.9 (C-4'''), 156.4 (C-2, 5), 144.7 (C-7'''), 133.1 (C-3), 130.9 (C-3', 5'), 130.2 (C-3''', 5'''), 124.9 (C-1'''), 120.8 (C-1'), 115.8 (C-2'', 6'''), 115.1 (C-2', 6'), 113.7 (C-8'''), 103.8 (C-10), 101.0 (C-1''), 98.9 (C-8), 93.8 (C-6), 76.2 (C-3''), 74.3 (C-2''), 74.2 (C-5''), 70.0 (C-4''), 63.0 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **8** 为银锻苷。

化合物 **9**: 黄色粉末。ESI-MS m/z : 447 [M-H]⁻。¹H-NMR (300 MHz, CD₃OD) δ : 7.33 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2'), 7.30 (1H, dd, J = 8.3, 2.0 Hz, H-6'), 6.91 (1H, d, J = 8.3 Hz, H-5'), 6.35 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-8), 6.18 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-6), 5.35 (1H, d, J = 1.5 Hz, H-1''), 0.95 (3H, d, J = 5.9 Hz, H-6''); ¹³C-NMR (75 MHz, CD₃OD) δ : 179.7 (C-4), 165.9 (C-7), 163.3 (C-9), 159.4 (C-5), 158.6 (C-2), 149.9 (C-4'), 146.5 (C-3'), 136.3 (C-3), 123.1 (C-1'), 123.0 (C-6'), 117.1 (C-5'), 116.5 (C-2'), 106.0 (C-10), 103.6 (C-1''), 99.9 (C-6), 94.8 (C-8), 73.4 (C-4''), 72.2 (C-3''), 72.1 (C-2''), 72.0 (C-5''), 17.8 (C-6'')。以上数据与相关文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **9** 为槲皮素-3-O- α -L-鼠李糖苷。

化合物 **10**: 棕黄色粉末。ESI-MS m/z : 479 [M+Na]⁺。¹H-NMR (300 MHz, CD₃OD) δ : 7.09 (1H, d, J = 1.7 Hz, H-6''), 7.02 (1H, d, J = 1.7 Hz, H-2''), 6.98 (1H, d, J = 1.6 Hz, H-2'), 6.81 (1H, dd, J = 8.2, 1.6 Hz, H-6'), 6.72 (1H, d, J = 8.2 Hz, H-5'), 5.98 (2H, d, J = 8.6 Hz, H-6, 8), 5.51 (1H, s, H-3), 5.05 (1H, s, H-2), 3.02 (1H, dd, J = 17.3, 4.3 Hz, H-4a), 2.89 (1H, dd, J = 17.5, 1.8 Hz, H-4b); ¹³C-NMR (75 MHz, CD₃OD) δ : 167.7 (C-7''), 157.9 (C-5, 7), 157.3 (C-9), 149.1 (C-3''), 146.0 (C-3', 4', 5'), 140.6 (C-4''), 131.6 (C-1'), 121.5 (C-1''), 119.3 (C-6'), 116.1 (C-5'), 115.1 (C-2'), 111.9 (C-6''), 106.2 (C-2''), 99.4 (C-10), 96.6 (C-6), 95.9 (C-8), 78.5 (C-2), 70.5 (C-3), 56.6 (3''-OCH₃), 26.7 (C-4)。以上数据与文献报道一致^[13],

故鉴定化合物 **10** 为 (-)-表儿茶素-3-(3-*O*-甲基)-没食子酸酯。

化合物 **11**: 白色絮状固体。ESI-MS m/z : 907 $[2M+Na]^+$ 。 1H -NMR (300 MHz, CD_3OD) δ : 7.02 (2H, s, H-2'', 7''), 6.99 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2'), 6.83 (1H, dd, $J = 8.2, 1.8$ Hz, H-6'), 6.76 (1H, d, $J = 8.2$ Hz, H-5'), 6.07 (2H, s, H-6, 8), 5.54 (1H, s, H-3), 4.99 (1H, s, H-2), 3.04 (1H, dd, $J = 17.6, 4.0$ Hz, H-4a), 2.91 (1H, d, $J = 16.7$ Hz, H-4b); ^{13}C -NMR (75 MHz, CD_3OD) δ : 167.6 (C-7''), 157.5 (C-7), 157.4 (C-5), 157.1 (C-9), 146.1 (C-3'', 5''), 145.6 (C-3', 4'), 139.7 (C-4''), 131.3 (C-1'), 121.3 (C-1''), 119.5 (C-6'), 116.1 (C-4'), 115.0 (C-2'), 110.2 (C-2'', 6''), 99.5 (C-10), 96.6 (C-8), 96.0 (C-6), 78.4 (C-2), 70.0 (C-3), 26.7 (C-4)。以上数据与文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **11** 为表儿茶素-3-*O*-没食子酸酯。

化合物 **12**: 浅棕色粉末。ESI-MS m/z : 289 $[M-H]^-$ 。 1H -NMR (300 MHz, CD_3OD) δ : 6.98 (1H, d, $J = 1.3$ Hz, H-2'), 6.80 (1H, dd, $J = 8.3, 1.5$ Hz, H-6'), 6.76 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5'), 5.95 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-8), 5.92 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 4.81 (1H, s, H-2), 4.17 (1H, m, H-3), 2.87 (1H, dd, $J = 16.8, 4.5$ Hz, H-4), 2.73 (1H, dd, $J = 16.8, 2.7$ Hz, H-4); ^{13}C -NMR (75 MHz, CD_3OD) δ : 158.1 (C-5), 157.8 (C-7), 157.5 (C-9), 146.0 (C-3'), 145.9 (C-4'), 132.4 (C-1'), 119.5 (C-6'), 116.0 (C-2'), 115.4 (C-5'), 100.2 (C-10), 96.5 (C-6), 96.0 (C-8), 80.0 (C-2), 67.6 (C-3), 29.4 (C-4)。以上数据与文献报道一致^[15], 故鉴定化合物 **12** 为 (-)-表儿茶素。

参考文献

[1] 王玉生, 蔡岳文. 南方药用植物 [M]. 广州: 南方日报出版社, 2011.

- [2] 江苏省植物研究所等. 新华本草纲要 (第2册) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1991.
- [3] 纳智, 李朝明, 郑惠兰, 等. 锡叶藤的化学成分 [J]. 云南植物研究, 2001, 23(1): 400-402.
- [4] 赵迎春, 于鹏, 赵云丽, 等. 通经草的化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(7): 1043-1045.
- [5] Yang X W, Teng J. Chemical constituents of the unripe fruits of *Evodia rutaecarpa* [J]. *J Chin Pharm Sci*, 2007, 16(1): 20-23.
- [6] 陈胡兰, 董小萍, 张梅, 等. 紫花地丁化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(6): 874-877.
- [7] Chen Y P, Liu L, Zhou Y H, et al. Chemical constituents from *Sappan Lignum* [J]. *J Chin Pharm Sci*, 2008, 17(1): 82-86.
- [8] 周媛媛, 刘兆熙, 孟颖, 等. 青龙衣有效部位化学成分研究 [J]. 中草药, 2014, 45(16): 2303-2306.
- [9] 吴兆圆, 李蓉涛. 碎米花杜鹃根的化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2011, 23(2): 253-257.
- [10] 刘晓秋, 陈发奎, 吴立军, 等. 拳参的化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2004, 24(3): 187-189.
- [11] Lalita W, Thitima P, Masataka M, et al. Cytotoxic C-benzylated chalcone and other constituents of *Ellipeiopsis cherrevensis* [J]. *Arch Pharm Res*, 2006, 6(29): 497-502.
- [12] 赵一懿, 陈有根, 郭洪祝, 等. 注射用银杏叶提取物中黄酮苷类化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(15): 2027-2034.
- [13] Takashi I, Yoshihiro M, Yasunao H, et al. Synthesis of (-)-epicatechin 3-(3-*O*-methylgallate) and (+)-catechin 3-(3-*O*-methylgallate), and their anti-inflammatory activity [J]. *Chem Biodiver*, 2009, 6(4): 520-526.
- [14] 高亮亮, 许旭东, 南海江, 等. 唐古特大黄化学成分研究 [J]. 中草药, 2011, 42(3): 443-446.
- [15] 胡江苗, 陈纪军, 赵友兴, 等. 山竺果壳的化学成分 [J]. 云南植物研究, 2006, 28(3): 319-322.