

虎舌红中黄酮类化学成分研究

刘经亮¹, 凌育赵^{2*}, 王如意¹, 刘纲勇¹

1. 广东食品药品职业学院, 广东 广州 510520

2. 仲恺农业工程学院 化学化工学院, 广东 广州 510225

摘要: 目的 对虎舌红 *Ardisia mamillata* 全草的黄酮类化学成分进行分离与鉴定。方法 采用硅胶柱色谱、聚酰胺柱色谱进行分离纯化, 通过波谱分析鉴定其结构。结果 从虎舌红全草乙醇提取液的醋酸乙酯部分分离得到 10 个黄酮类化合物, 分别鉴定为 3',4',5,7-四甲氧基黄酮 (1)、3',4',5',5,7-五甲氧基黄酮 (2)、槲皮素 (3)、槲皮苷 (4)、山柰酚-3-O-β-D-葡萄糖苷 (5)、槲皮素-3-O-β-D-半乳糖苷 (6)、三叶豆苷 (7)、柚皮素-7-O-葡萄糖苷 (8)、山柰酚 (9)、4'-甲氧基山柰酚-7-O-β-芸香糖苷 (10)。结论 化合物 1~10 为首次从该植物中分离得到, 其中化合物 6 和 10 为首次从该属植物中分离得到。

关键词: 虎舌红; 黄酮类化合物; 3',4',5,7-四甲氧基黄酮; 槲皮素-3-O-β-D-半乳糖苷; 三叶豆苷; 4'-甲氧基山柰酚-7-O-β-芸香糖苷

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2015)06-0808-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.06.005

Studies on flavonoids of *Ardisia mamillata*

LIU Jing-liang¹, LING Yu-zhao², WANG Ru-yi¹, LIU Gang-yong¹

1. Guangdong Food and Drug Vocational College, Guangzhou 510520, China

2. Department of Chemistry and Chemical Engineering, Zhongkai University of Agriculture and Technology, Guangzhou 510225, China

Abstract: Objective To study the flavonoids of *Ardisia mamillata*. **Methods** The constituents were isolated by column chromatography and their structures were elucidated through spectroscopic analysis. **Results** Ten compounds were isolated from the ethanol extract of *A. mamillata* and these compounds were elucidated as: 3',4',5,7-tetrahydroxyflavone (1), 3',4',5',5,7-pentamethoxyflavone (2), quercetine (3), quercitroside (4), kaempferol-3-O-glucoside (5), quercetine-3-O-β-D-galactopyranoside (6), trifolin (7), naringenin-7-O-glucoside (8), kaempferol (9), and 4'-methoxy-kaempferol-7-O-β-rutinoside (10). **Conclusion** All the compounds are obtained from this plant for the first time. Compounds 6 and 10 are isolated from the plants of *Ardisia* Swartz for the first time.

Key words: *Ardisia mamillata* Hance; flavonoids; 3',4',5,7-tetrahydroxyflavone; quercetine-3-O-β-D-galactopyranoside; trifolin; 4'-methoxy-kaempferol-7-O-β-rutinoside

虎舌红 *Ardisia mamillata* Hance, 又名红毛毡、宝鼎红、天仙红衣、毛凉伞、金丝红珠等, 为紫金牛科 (Myrsinaceae) 紫金牛属 *Ardisia* Swartz 植物。其原产我国, 分布于福建、广西、广东、云南、四川、贵州、江西等地^[1]。《云南中草药选》中记载虎舌红全草可入药, 有清热利湿、活血止血、去腐生肌等功效, 对跌打损伤、风湿骨痛、肺癆咳嗽、痞积肝炎

均有疗效^[2]。目前, 对于虎舌红活性成分的研究, 主要集中于虎舌红挥发油成分、生物碱及多糖类成分的研究^[3-5], 而对其黄酮类成分的研究, 目前尚未有相关的报道。本课题组在前期研究的基础上, 从虎舌红全草的乙醇提取物中分离得到 10 个黄酮类化合物, 分别鉴定为 3',4',5,7-四甲氧基黄酮 (3',4',5,7-tetrahydroxyflavone, 1)、3',4',5',5,7-五甲氧基黄酮

收稿日期: 2014-10-09

基金项目: 广东中医药局基金资助项目 (20111279)

作者简介: 刘经亮 (1965—), 男, 主管中药师, 硕士, 主要从事中药化学成分提取、分析和应用研究。

Tel: (020)28854990 E-mail: liujl@gdyzy.edu.cn

*通信作者 凌育赵, 高级实验师, 硕士。Tel: (020)89003160 E-mail: lyz19991967@163.com

(3',4',5',5,7-pentamethoxyflavone, 2)、槲皮素(quercetine, 3)、槲皮苷(quercitroside, 4)、山柰酚-3-O- β -D-葡萄糖苷(kaempferol-3-O- β -D-glucoside, 5)、槲皮素-3-O- β -D-半乳糖苷(quercetine-3-O- β -D-galactopyranoside, 6)、三叶豆苷(trifolin, 7)、柚皮素-7-O-葡萄糖苷(naringenin-7-O-glucoside, 8)、山柰酚(kaempferol, 9)、4'-甲氧基山柰酚-7-O- β -芸香糖苷(4'-methoxy-kaempferol-7-O- β -rutinoside, 10)。所有化合物均为首次从该植物中分离得到, 其中化合物6和10为首次从该属植物中分离得到。

1 仪器与材料

X-4 数字显微熔点测定仪(北京泰克仪器有限公司); Bruker DRX-500 型核磁共振仪(德国 Bruker 公司); Thermo LCQ FLEET 型电喷雾质谱仪(ESI-MS, 美国 Thermo 公司); 薄层色谱硅胶 GF₂₅₄、柱色谱硅胶(200~300 目, 青岛海洋化工厂)、聚酰胺(80~100 目, 上海化学试剂公司); 凝胶 Sephadex LH-20 (Pharmacia 公司); ODS 反相填料(日本 YMC 公司); 其余试剂均为分析纯。

植物样品采自广东省封开市黑石顶森林保护区, 经仲恺农业工程学院植物研究室杨妙贤副教授鉴定为紫金牛科紫金牛属植物虎舌红 *Ardisia mamillata* Hance。

2 提取与分离

虎舌红全草粉碎后用 70%乙醇回流提取 3 次, 每次 12 h, 合并提取液, 减压蒸馏, 静置过夜, 滤液分别用石油醚和醋酸乙酯萃取并浓缩, 得石油醚部分 25 g、醋酸乙酯部分 114 g。醋酸乙酯部分用氯仿-丙酮(4:1)梯度洗脱, TLC 检测合并相同的组分, 得到 12 个洗脱组分 F1~F12。

F1 经硅胶柱色谱, 石油醚-丙酮(4:1)洗脱, 甲醇重结晶得化合物 1(9 mg)和 2(17 mg); F2 和 F3 均有沉淀出现, 分别用甲醇过滤洗涤, 合并滤液与洗涤液, 浓缩后经凝胶柱色谱, 甲醇洗脱, 得化合物 3(5 mg)和 4(7 mg)。F4 经聚酰胺柱色谱, 50%甲醇洗脱, 得化合物 5(10 mg); F5 和 F6 分别用甲醇结晶纯化后, 经 Sephadex LH-20 凝胶柱色谱, 氯仿-甲醇(1:1)洗脱, 所得流分再经硅胶柱色谱, 石油醚-丙酮(4:1)洗脱, 得化合物 6(7 mg)和 7(16 mg); F7 经聚酰胺柱色谱, 80%乙醇洗脱, 再经 TLC 检测合并得到 3 个流分 F7-1~F7-3, 其中 F7-2 经硅胶柱色谱, 氯仿-甲醇(5:1)洗脱

得化合物 8(7 mg)。F8 经凝胶柱色谱, 氯仿-甲醇(1:1)洗脱, 再经硅胶柱色谱, 石油醚-丙酮(4:1)洗脱, 得化合物 9(5 mg); F9 经聚酰胺(80~100 目)柱色谱, 50%甲醇洗脱, 所得流分有沉淀析出, 用甲醇反复重结晶得化合物 10(14 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1: 白色针晶(甲醇), mp 195.5~196.5 °C, HCl-Mg 反应阳性, 三氯化铁-铁氰化钾反应阳性。ESI-MS m/z 343 $[M+H]^+$, 365 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.76 (1H, s, H-3), 6.51 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-6), 6.88 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-8), 7.43 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-2'), 7.09 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-5'), 7.56 (1H, dd, J = 2.1, 8.4 Hz, H-6'), 3.94 (3H, s, 5-OCH₃), 3.90 (3H, s, 7-OCH₃), 3.95 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.94 (3H, s, 4'-OCH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 160.8 (C-2), 107.8 (d-3), 177.4 (C-4), 160.4 (C-5), 96.3 (C-6), 163.2 (C-7), 93.2 (C-8), 159.4 (C-9), 109.6 (C-10), 123.9 (C-1'), 108.5 (C-2'), 149.1 (C-3'), 151.7 (C-4'), 111.0 (C-5'), 119.5 (C-6'), 56.0 (5-OCH₃), 55.7 (7-OCH₃), 56.0 (3'-OCH₃), 56.4 (4'-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[6], 故鉴定化合物 1 为 3',4',5,7-四甲氧基黄酮。

化合物 2: 白色针晶(甲醇), mp 199~200 °C, HCl-Mg 反应阳性, 三氯化铁-铁氰化钾反应阳性。ESI-MS m/z : 372 $[M+H]^+$, 357 $[M-CH_3]^+$ 。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.75 (1H, s, H-8), 6.55 (1H, s, H-3), 7.45 (1H, dd, J = 2.1, 8.7 Hz, H-6'), 7.24 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-2'), 6.92 (1H, d, J = 8.7 Hz, H-5'), 3.97 (3H, s, 5-OCH₃), 3.95 (3H, s, 7-OCH₃), 3.92 (3H, s, 3'-OCH₃), 3.91 (3H, s, 4'-OCH₃), 3.88 (3H, s, 5'-OCH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 160.4 (C-2), 108.8 (C-3), 177.5 (C-4), 160.4 (C-5), 96.4 (C-6), 164.7 (C-7), 93.2 (C-8), 159.4 (C-9), 109.6 (C-10), 123.9 (C-1'), 108.5 (C-2'), 149.1 (C-3'), 151.7 (C-4'), 111.0 (C-5'), 119.5 (C-6'), 56.3 (5'-OCH₃), 61.1 (4'-OCH₃), 56.3 (3'-OCH₃), 55.7 (7-OCH₃), 56.4 (5-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 2 为 5,7,3',4',5'-五甲氧基黄酮。

化合物 3: 黄色针晶(甲醇), mp 310~312 °C, HCl-Mg 反应阳性, 三氯化铁-铁氰化钾反应阳性。ESI-MS m/z : 302 $[M]^+$, 301 $[M-H]^-$ 。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.39 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.17 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6), 7.53 (1H, dd, J = 8.4,

2.0 Hz, H-6'), 7.66 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 6.88 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 12.48 (1H, s, 5-OH), 10.76 (1H, s, 7-OH), 9.57 (1H, s, 3-OH), 9.36 (1H, s, 3'-OH), 12.47 (1H, s, 4'-OH); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 175.8 (C-4), 163.9 (C-7), 160.7 (C-9), 156.1 (C-5), 147.7 (C-4'), 146.8 (C-2), 145.0 (C-3'), 135.7 (C-3), 121.9 (C-1'), 120.0 (C-6'), 115.6 (C-5'), 115.0 (C-2'), 103.0 (C-10), 98.2 (C-6), 93.3 (C-8)。以上数据与文献报道一致^[8], 故鉴定化合物 **3** 为槲皮素。

化合物 **4**: 黄色簇状晶体 (甲醇), mp 183~185 °C, HCl-Mg 反应阳性, Molish 反应阳性。ESI-MS m/z : 479 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 501 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 303 $[\text{M} + \text{H} - 176]^+$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.48 (1H, s, 5-OH), 10.89 (1H, s, 7-OH), 6.14 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6), 6.30 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-8), 9.73 (1H, s, 4'-OH), 9.36 (1H, s, 3'-OH), 6.89 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 7.27 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-2'), 7.29 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6'), 5.33 (1H, brs, H-1''), 3.30~4.00 (5H, m, H-2''~6''), 0.94 (3H, d, $J = 6.1$ Hz, 6''-CH₃); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 158.4 (C-2), 136.4 (C-3), 179.6 (C-4), 163.0 (C-5), 99.8 (C-6), 165.7 (C-7), 94.7 (C-8), 159.2 (C-9), 105.8 (C-10), 122.8 (C-1'), 116.3 (C-2'), 146.3 (C-3'), 149.6 (C-4'), 116.9 (C-5'), 122.9 (C-6'), 103.4 (C-1''), 72.1 (C-2''), 72.91 (C-3''), 73.27 (C-4''), 71.8 (C-5''), 17.5 (6''-CH₃)。以上数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **4** 为槲皮苷。

化合物 **5**: 黄色晶体 (甲醇), mp 175~177 °C, HCl-Mg 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性, 三氯化铁-铁氰化钾反应阳性。ESI-MS m/z : 432 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.20 (1H, d, $J = 2.8$ Hz, H-6), 6.45 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-8), 8.06 (2H, d, $J = 12.0$ Hz, H-2', 6'), 6.89 (2H, d, $J = 12.0$ Hz, H-3', 5'), 5.26 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1''), 3.19~3.74 (6H, m, Glc-H); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 156.5 (C-2), 133.2 (C-3), 177.4 (C-4), 161.3 (C-5), 99.0 (C-6), 165.0 (C-7), 93.8 (C-8), 156.2 (C-9), 103.8 (C-10), 120.9 (C-1'), 133.2 (C-2'), 115.2 (C-3'), 160.1 (C-4'), 115.2 (C-5'), 133.2 (C-6'), 101.0 (C-1''), 77.6 (C-2''), 76.5 (C-3''), 69.9 (C-4''), 74.3 (C-5''), 60.9 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **5** 为山柰酚-3-*O*- β -D-葡萄糖苷。

化合物 **6**: 淡黄色晶体 (丙酮), mp 188~190 °C, HCl-Mg 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性。

ESI-MS m/z : 487.1 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 951.2 $[2\text{M} + \text{Na}]^+$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.67 (1H, dd, $J = 2.4, 8.4$ Hz, H-6'), 7.53 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2'), 6.81 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.41 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-8), 6.21 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-6); 5.38 (1H, d, $J = 5.2$ Hz, H-1''); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 177.5 (C-4), 164.1 (C-7), 161.2 (C-5), 159.9 (C-4'), 156.3 (C-9), 156.3 (C-2), 133.2 (C-3), 130.8 (C-2', 6'), 120.8 (C-1'), 115.0 (C-3', 5'), 104.1 (C-10), 101.1 (C-1''), 98.6 (C-6), 93.5 (C-8), 77.3 (C-5''), 76.4 (C-3''), 74.1 (C-2''), 69.9 (C-4''), 60.8 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **6** 为槲皮素-3-*O*- β -D-半乳糖苷。

化合物 **7**: 黄色针状晶体 (丙酮), mp 221~123 °C, HCl-Mg 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性。ESI-MS m/z : 447 $[\text{M} - \text{H}]^-$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.60 (1H, s, 5-OH), 10.81 (1H, s, 7-OH), 10.11 (1H, s, 4'-OH), 6.21 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-6), 6.42 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-8), 8.06 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-2', 6'), 6.85 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-3', 5'), 5.40 (1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-1''); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 177.5 (C-4), 164.1 (C-7), 161.2 (C-5), 159.9 (C-4'), 156.3 (C-9), 156.3 (C-2), 133.2 (C-3), 130.8 (C-2', 6'), 120.8 (C-1'), 115.0 (C-3', 5'), 104.1 (C-10), 101.1 (C-1''), 98.6 (C-6), 93.5 (C-8), 77.3 (C-5''), 76.4 (C-3''), 74.1 (C-2''), 69.9 (C-4''), 60.8 (C-6'')。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **7** 为三叶豆苷。

化合物 **8**: 淡黄色晶体 (甲醇), mp 208~210 °C, HCl-Mg 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性。ESI-MS m/z : 449 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 471 $[\text{M} - \text{H}]^-$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.07 (1H, s, 5-OH), 5.49, 5.47 (1H, s, H-2), 6.15 (1H, s, H-8), 6.12 (1H, s, H-6), 2.878 (1H, s, H-3), 6.90, 6.88 (2H, d, $J = 7.1$ Hz, H-3', 5'), 7.38, 7.39 (2H, d, $J = 7.1$ Hz, H-2', 6'), 2.88 (1H, s, H-3), 9.55 (1H, s, 4'-OH), 10.53 (1H, s, 7-OH), 12.72 (1H, s, 5-OH), 3.21~3.86 (6H, m, Glc-H); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 197.3 (C-4), 166.0 (C-7), 164.1 (C-5), 163.4 (C-9), 103.8 (C-10), 96.9 (C-6), 79.4 (C-2), 42.9 (C-3), 129.9 (C-1'), 115.5 (C-2', 6'), 128.5 (C-3'), 130.1 (C-5'), 158.1 (C-4'), 100.2 (C-1''), 73.7 (C-2''), 76.9 (C-3''), 70.3 (C-4''), 77.2 (C-5''), 61.7 (C-6'')。以上数据与文献报道一

致^[13], 故鉴定化合物 **8** 为柚皮素-7-O-葡萄糖苷。

化合物 **9**: 黄色粉末 (丙酮), mp 276~278 °C, HCl-Mg 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性。ESI-MS m/z : 285 $[M-H]^-$, 571 $[2M-H]^-$ 。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.48 (1H, s, 5-OH), 10.12 (1H, s, 7-OH), 9.48 (1H, s, 3-OH), 8.04 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-2, 6'), 6.92 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-3', 5'), 6.43 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-8), 6.18 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-6); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 175.8 (C-4), 163.9 (C-7), 160.7 (C-9), 159.1 (C-4'), 156.1 (C-5), 146.7 (C-2), 135.6 (C-3), 129.4 (C-2', 6'), 121.6 (C-1'), 115.4 (C-3', 5'), 103.0 (C-10), 98.2 (C-6), 93.4 (C-8)。以上数据与文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **9** 为山柰酚。

化合物 **10**: 黄色针状晶体 (甲醇), HCl-Mg 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性。ESI-MS m/z : 595 $[M+H]^+$, 617 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 8.05 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-2', 6'), 6.94 (2H, d, $J = 9.0$ Hz, H-3', 5'), 6.44 (1H, s, H-8), 5.11 (1H, d, $J = 7.1$ Hz, Glc-H-1), 4.54 (1H, s, Rha-H-1), 1.07 (3H, d, $J = 6.6$ Hz, Rha-H-6), 3.86 (3H, m, -OCH₃), 3.29~3.66 (10H, m, Glc-H-2''~6'', Rha-H-2''~6''); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 162.9 (C-2), 161.1 (C-3), 181.9 (C-4), 156.9 (C-5), 99.6 (C-6), 163.9 (C-7), 94.7 (C-8), 161.1 (C-9), 105.4 (C-10), 122.6 (C-1'), 128.4 (C-2'), 114.6 (C-3'), 162.4 (C-4'), 114.6 (C-5'), 128.4 (C-6'), 100.5 (Glc-C-1), 73.0 (Glc-C-2), 76.2 (Glc-C-3), 69.5 (Glc-C-4), 75.6 (Glc-C-5), 66.0 (Glc-C-6), 99.6 (Rha-C-1), 70.3 (Rha-C-2), 70.7 (Rha-C-3), 72.0 (Rha-C-4), 72.0 (Rha-C-5), 17.7 (Rha-C-6)。以上数据与文献报道一

致^[13], 故鉴定化合物 **10** 为 4'-甲氧基山柰素-7-O- β -芸香糖苷。

参考文献

- [1] 赵亚, 刘合刚. 紫金牛属植物研究近况 [J]. 中草药, 1999, 30(3): 228-231.
- [2] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [3] 凌育赵, 曾满枝, 严志云. 超临界萃取气-质联用分析虎舌红挥发油化学成分 [J]. 精细化工, 2005, 22(10): 766-769.
- [4] 凌育赵, 曾满枝. 虎舌红生物碱类成分的提取分离与结构鉴定 [J]. 精细化工, 2007, 24(7): 667-670.
- [5] 凌育赵, 曾满枝. 虎舌红多糖的分离纯化与性质研究 [J]. 分析试验室, 2007, 26(4): 93-96.
- [6] Li W K, Lin X, Xiao P G, et al. 2D NMR study on prenyl-substituted flavonoids [J]. *Chin J Magn Reson*, 1997, 14(5): 367-372.
- [7] Chen C C, Chen Y P, Hsu H Y, et al. New flavones from *Bauhinia championii* Benth. [J]. *Chem Pharm Bull*, 1984, 32(1): 166-169.
- [8] Yuan J Q, Yang J S H, Miu J H, et al. Studies on flavonoids of *Eupatorium odoratum* L. [J]. *J Chin Med Mater*, 2007, 30(6): 657-660.
- [9] 于德泉, 杨峻山. 分析化学手册 (第七分册, 核磁共振波谱分析) [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [10] 杨爱梅, 鲁润华, 师彦平, 等. 藏药圆穗兔耳草中的黄酮类化合物 [J]. 中国药学杂志, 2007, 42(19): 1459-1561.
- [11] 刘有强, 孔令义. 闹羊花中黄酮类成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(2): 199-201.
- [12] 李宁, 李锐, 杨世林, 等. 过山厥总黄酮的化学成分研究 [J]. 沈阳药科大学学报, 2004, 21(2): 105-108.
- [13] 中国科学院上海药物研究所植物化学研究室. 黄酮类化合物鉴定手册 [M]. 北京: 科学出版社, 1981.