

盘龙七化学成分研究 (II)

崔莹

西安文理学院, 陕西 西安 710065

摘要: 目的 研究盘龙七 *Bergenia scopulosa* 的化学成分。方法 采用多种色谱技术对其进行分离纯化, 根据理化性质和光谱数据鉴定化合物结构。结果 从盘龙七甲醇提取物中分离得到 16 个化合物, 分别鉴定为岩白菜素 (1)、(+)-儿茶素 (2)、熊果苷 (3)、6-*O*-没食子酰基熊果苷 (4)、(+)-儿茶素-7-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (5)、苯丙氨酸 (6)、琥珀酸 (7)、原儿茶酸 (8)、没食子酸 (9)、没食子酸甲酯 (10)、槲皮素 (11)、金丝桃苷 (12)、芦丁 (13)、阿福豆苷 (14)、大黄酚-8-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (15)、11-*O*-没食子酰基岩白菜素 (16)。结论 化合物 5~16 为首次从该植物中分离得到。

关键词: 盘龙七; 金丝桃苷; 阿福豆苷; 岩白菜素; 大黄酚-8-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2012)09-1704-04

Chemical constituents from rhizomes of *Bergenia scopulosa* (II)

CUI Ying

Xi'an University of Arts and Science, Xi'an 710065, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents from the rhizomes of *Bergenia scopulosa*. **Methods** The constituents were isolated and purified by column chromatography. Their structures were identified on the basis of physicochemical properties and spectral analyses. **Results** Sixteen compounds were isolated from methanol extracts in the rhizomes of *B. scopulosa* and their structures were identified as bergenin (1), (+)-catechin (2), arbutin (3), 6-*O*-galloylarbutin (4), (+)-catechin-7-*O*- β -D-glucopyranoside (5), phenylalanine (6), succinic acid (7), protocatechuic acid (8), gallic acid (9), methyl gallate (10), quercetin (11), hyperoside (12), rutin (13), afzelin (14), chrysophanol-8-*O*- β -D-glucopyranoside (15), and 11-*O*-galloylbergenin (16). **Conclusion** Compounds 5—16 are obtained from this plant for the first time.

Key words: rhizomes of *Bergenia scopulosa* T. P. Wang; hyperoside; afzelin; bergenin; chrysophanol-8-*O*- β -D-glucopyranoside

盘龙七, 又名石白菜、地白菜, 为虎耳草科岩白菜属植物秦岭岩白菜 *Bergenia scopulosa* T. P. Wang 的根茎, 多年生草本, 分布于陕西、四川及甘肃东南部, 为我国特有种。盘龙七是陕西民间常用药, 味涩、微苦, 性平; 补益脾胃、收涩固肠、利水活血, 主治急慢性肠胃炎、痢疾、浮肿、淋症、白带、崩漏、黄水疮、秃疮、疥癣^[1]。国内外学者对于岩白菜属植物化学成分及药理研究较多, 报道该属植物主要含有香豆素、多元酚、黄酮、蒽醌等成分, 但对盘龙七化学成分的研究报道并不深入。本实验对盘龙七化学成分进行了系统研究, 从中分离得到 16 个化合物, 分别鉴定为岩白菜素 (bergenin, 1)、(+)-儿茶素 [(+)-catechin, 2]、熊果苷 (arbutin, 3)、6-*O*-没食子酰基熊果苷 (6-*O*-

galloylarbutin, 4)、(+)-儿茶素-7-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 [(+)-catechin-7-*O*- β -D-glucopyranoside, 5]、苯丙氨酸 (phenylalanine, 6)、琥珀酸 (succinic acid, 7)、原儿茶酸 (protocatechuic acid, 8)、没食子酸 (gallic acid, 9)、没食子酸甲酯 (methyl gallate, 10)、槲皮素 (quercetin, 11)、金丝桃苷 (hyperoside, 12)、芦丁 (rutin, 13)、阿福豆苷 (afzelin, 14)、大黄酚-8-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷 (chrysophanol-8-*O*- β -D-glucopyranoside, 15)、11-*O*-没食子酰基岩白菜素 (11-*O*-galloylbergenin, 16)。其中, 化合物 5~16 为首次从该植物中分离得到。

1 仪器与材料

HF—5B 超声循环提取机 (北京弘祥隆生物技术开发有限公司); Bruker AV—400 和 Bruker DRX—

收稿日期: 2012-01-08

基金项目: 西安市科技计划项目 (CXY1134WL29)

作者简介: 崔莹 (1982—), 女, 陕西西安人, 硕士研究生, 主要从事植物资源化学的教学与研究工作。

Tel: 18991843669 Fax: (029)88243976 E-mail: cuiyingchem@gmail.com

500 核磁共振光谱仪 (瑞士 Bruker 公司); API QSTAR Pulsar I 质谱仪 (美国 PE Biosystems 公司); XT—4 显微熔点测定仪 (北京泰克仪器有限公司); D-101 大孔吸附树脂 (天津海光化工有限公司); Sephadex LH-20 葡聚糖凝胶 (瑞典 Amersham Biosciences 公司); 薄层色谱硅胶和柱色谱硅胶 (青岛海洋化工有限公司); 所有试剂均为分析纯。

药材于 2008 年 9 月采于陕西省周至县, 经西北农林科技大学生命科学院刘保才博士鉴定为虎耳草科岩白菜属植物秦岭岩白菜 *Bergenia scopulosa* T. P. Wang 的根茎。

2 提取与分离

将盘龙七 2.0 kg 粉碎后, 甲醇超声提取 2 次 (超声条件为频率 20 kHz, 超声 3 s/次, 工作间程 1 s, 全程 30 min, 温度 50 °C, 料液比 1:10), 提取液减压浓缩得浸膏 260 g。加适量去离子水使成混悬液, 依次用石油醚、醋酸乙酯各萃取 6 次, 余下的水溶液过 D-101 大孔树脂分离, 分别用水和 20%、50%、95%乙醇洗脱。20%乙醇洗脱部分浓缩过程中有大量结晶析出, 经重结晶处理得化合物 **1** (200 mg)。

50%乙醇洗脱部分 (62.3 g) 硅胶拌样后, 以氯仿-甲醇梯度洗脱, 反复硅胶柱色谱, 得化合物 **3** (45 mg)、**4** (11 mg)、**6** (17 mg)、**13** (28 mg); 经重结晶处理得化合物 **8** (20 mg); Sephadex LH-20 纯化得化合物 **5** (13 mg)、**11** (14 mg)、**12** (13 mg)、**14** (8 mg)、**15** (10 mg)、**16** (10 mg)。95%乙醇洗脱部分 (21.5 g) 经硅胶柱色谱分离, 以氯仿-甲醇梯度洗脱, 再经硅胶反复柱色谱分离, 重结晶处理得化合物 **7** (11 mg)、**9** (35 mg), Sephadex LH-20 纯化得化合物 **2** (56 mg)、**10** (8 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 无色颗粒状结晶 (甲醇), mp 143~145 °C, ESI-MS m/z : 351 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 9.72 (1H, s, 8-OH), 8.36 (1H, s, 10-OH), 7.04 (1H, s, H-7), 4.98 (1H, d, J = 10.4 Hz, H-10b), 4.05 (1H, m, H-4a), 3.81 (3H, s, -OCH₃), 3.71 (1H, m, H-4), 3.65 (1H, t, J = 7.6 Hz, H-2), 3.49 (2H, m, H-11), 3.23 (1H, m, H-3); ^{13}C -NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 82.3 (C-2), 71.0 (C-3), 74.5 (C-4), 80.5 (C-4a), 164.0 (C-6), 117.8 (C-6a), 110.2 (C-7), 151.5 (C-8), 141.6 (C-9), 148.3 (C-10), 117.2 (C-10a), 72.9 (C-10b), 61.7 (C-11), 60.4 (-OCH₃)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[2], 故鉴定化合物 **1** 为岩白菜素。

化合物 **2**: 白色粉末, FeCl₃ 反应呈阳性, ESI-MS m/z : 291 $[M+H]^+$ 。 1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.81 (1H, d, J = 2.2 Hz, H-2'), 6.72 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5'), 6.68 (1H, dd, J = 2.2, 8.8 Hz, H-6'), 5.92 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-8), 5.73 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-6), 4.49 (1H, d, J = 7.3 Hz, H-2), 3.87 (1H, m, H-3), 2.76 (1H, dd, J = 5.2, 16.0 Hz, H-4 α), 2.42 (1H, dd, J = 8.1, 16.0 Hz, H-4 β); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 81.5 (C-2), 67.0 (C-3), 28.1 (C-4), 155.9 (C-5), 94.5 (C-6), 156.7 (C-7), 95.3 (C-8), 156.2 (C-9), 99.7 (C-10), 131.3 (C-1'), 115.0 (C-2'), 145.2 (C-3'), 145.2 (C-4'), 118.1 (C-5'), 114.9 (C-6')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[3], 故鉴定化合物 **2** 为 (+)-儿茶素。

化合物 **3**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 295 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.89 (2H, d, J = 8.8 Hz, H-2, 6), 6.69 (2H, d, J = 8.9 Hz, H-3, 5), 4.69 (1H, d, J = 7.6 Hz, Glc-H-1); ^{13}C -NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 150.2 (C-1), 117.8 (C-2, 6), 115.5 (C-3, 5), 152.3 (C-4), 101.6 (Glc-C-1), 73.4 (Glc-C-2), 76.9 (Glc-C-3), 69.8 (Glc-C-4), 76.6 (Glc-C-5), 60.8 (Glc-C-6)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[4], 故鉴定化合物 **3** 为熊果苷。

化合物 **4**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 447 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.00 (2H, s, H-2'', 6''), 6.85 (2H, d, J = 9.0 Hz, H-2, 6), 6.62 (2H, d, J = 9.0 Hz, H-3, 5), 4.67 (1H, d, J = 7.0 Hz, Glc-H-1); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 150.7 (C-1), 116.0 (C-2, 6), 118.1 (C-3, 5), 152.7 (C-4), 102.1 (Glc-C-1), 74.0 (Glc-C-2), 76.8 (Glc-C-3), 70.3 (Glc-C-4), 73.9 (Glc-C-5), 64.0 (Glc-C-6), 166.2 (C=O), 120.1 (C-1''), 109.1 (C-2'', 6''), 145.9 (C-3'', 5''), 138.9 (C-4'')。以上波谱数据与文献报道基本一致^[5], 故鉴定化合物 **4** 为 6-*O*-没食子酰基熊果苷。

化合物 **5**: 淡红色粉末, ESI-MS m/z : 475 $[M+Na]^+$ 。 1H -NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 6.81 (1H, d, J = 1.8 Hz, H-2'), 6.72 (1H, d, J = 8.1 Hz, H-5'), 6.68 (1H, dd, J = 1.8, 8.0 Hz, H-6'), 6.24 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-8), 6.03 (1H, d, J = 1.9 Hz, H-6), 4.80 (1H, d, J = 7.6 Hz, Glc-H-1), 4.60 (1H, d, J = 7.2 Hz, H-2), 3.99 (1H, m, H-3), 2.96 (1H, dd, J = 5.6, 16.2 Hz, H-4 α), 2.52 (1H, dd, J = 8.1, 16.2 Hz, H-4 β); ^{13}C -NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 82.5 (C-2), 68.3 (C-3), 28.3 (C-4), 157.3 (C-5), 97.6 (C-6), 157.6 (C-7), 96.8 (C-8), 157.9

(C-9), 103.2 (C-10), 131.9 (C-1'), 115.3 (C-2'), 145.9 (C-3'), 145.9 (C-4'), 116.0 (C-5'), 120.0 (C-6'), 102.1 (Glc-C-1), 74.6 (Glc-C-2), 77.9 (Glc-C-3), 71.2 (Glc-C-4), 77.8 (Glc-C-5), 62.5 (Glc-C-6)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[6], 故鉴定化合物 **5** 为 (+)-儿茶素-7-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷。

化合物 **6**: 白色粉末, 茚三酮反应呈阳性, 提示可能为氨基酸类化合物。ESI-MS m/z : 166 $[M+H]^+$ 。与苯丙氨酸对照品共薄层, 3 种展开系统下 R_f 值一致, 且混合后熔点不下降, 故鉴定化合物 **6** 为苯丙氨酸。

化合物 **7**: 无色针晶 (甲醇), mp 184~185 °C, 溴甲酚蓝显色有黄色斑点。ESI-MS m/z : 117 $[M-H]^-$ 。¹H-NMR (400 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.20 (2H, brs, -COOH), 2.55 (4H, s, H-2, 3); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO- d_6) δ : 176.0 (-COOH), 30.1 (C-2, 3)。鉴定化合物 **7** 为琥珀酸。

化合物 **8**: 无色针晶 (甲醇), mp 197~198 °C, FeCl₃ 反应阳性, ESI-MS m/z : 153 $[M-H]^-$ 。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 7.43 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2), 7.40 (1H, dd, J = 2.0, 8.1 Hz, H-6), 6.76 (1H, d, J = 8.1 Hz, H-5); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 122.8 (C-1), 117.2 (C-2), 145.9 (C-3), 151.2 (C-4), 116.2 (C-5), 123.5 (C-6), 169.6 (-COOH)。鉴定化合物 **8** 为原儿茶酸。

化合物 **9**: 无色针状结晶 (甲醇), mp 240~242 °C, FeCl₃ 反应阳性, ESI-MS m/z : 169 $[M-H]^-$ 。¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD) δ : 7.05 (2H, s, H-2, 6); ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD) δ : 121.8 (C-1), 109.6 (C-2, 6), 146.2 (C-3, 5), 138.9 (C-4), 169.5 (-COOH)。以上波谱数据与文献报道一致^[3], 故鉴定化合物 **9** 为没食子酸。

化合物 **10**: 浅黄色粉末, ESI-MS m/z : 183 $[M-H]^-$ 。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 7.05 (2H, s, H-2, 6), 3.86 (3H, s, -COOCH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 122.1 (C-1), 109.6 (C-2, 6), 146.7 (C-3, 5), 139.9 (C-4), 168.4 (-COOCH₃), 52.5 (-COOCH₃)。以上波谱数据与文献报道一致^[3], 故鉴定化合物 **10** 为没食子酸甲酯。

化合物 **11**: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 325 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.50 (1H, s, 5-OH), 7.67 (1H, d, J = 2.2 Hz, H-2'), 7.53 (1H, dd, J = 2.2, 8.2 Hz, H-6'), 6.86 (1H, d, J = 8.2 Hz, H-5'),

6.40 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.19 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6)。以上波谱数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 **11** 为槲皮素。

化合物 **12**: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 465 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.60 (1H, s, 5-OH), 7.66 (1H, dd, J = 2.1, 8.4 Hz, H-6'), 7.54 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-2'), 6.80 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-5'), 6.41 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.20 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6), 5.36 (1H, d, J = 7.6 Hz, Gal-H-1), 4.36 (1H, brs, Rha-H-1), 0.98 (3H, d, J = 6.0 Hz, Rha-H-6); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 156.2 (C-2), 133.6 (C-3), 177.5 (C-4), 161.3 (C-5), 98.8 (C-6), 164.4 (C-7), 93.5 (C-8), 156.3 (C-9), 103.9 (C-10), 121.5 (C-1'), 115.3 (C-2'), 144.8 (C-3'), 148.6 (C-4'), 116.3 (C-5'), 121.4 (C-6'), 101.8 (Gal-C-1), 71.1 (Gal-C-2), 73.5 (Gal-C-3), 67.9 (Gal-C-4), 75.7 (Gal-C-5), 60.2 (Gal-C-6)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[8], 故鉴定化合物 **12** 为槲皮素-3-*O*- β -D-吡喃半乳糖苷, 即金丝桃苷。

化合物 **13**: 黄色粉末, 盐酸-镁粉反应呈阳性, Molish 反应呈阳性, ESI-MS m/z : 633 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.56 (1H, brs, 5-OH), 7.58 (1H, dd, J = 2.1, 8.4 Hz, H-6'), 7.53 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-2'), 6.82 (1H, d, J = 8.4 Hz, H-5'), 6.38 (1H, d, J = 2.2 Hz, H-8), 6.20 (1H, d, J = 2.2 Hz, H-6), 5.35 (1H, d, J = 7.8 Hz, Glc-H-1), 4.36 (1H, brs, Rha-H-1), 0.98 (3H, d, J = 6.0 Hz, Rha-H-6); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 156.5 (C-2), 133.4 (C-3), 177.4 (C-4), 161.3 (C-5), 98.7 (C-6), 163.9 (C-7), 93.6 (C-8), 156.5 (C-9), 104.1 (C-10), 121.8 (C-1'), 115.2 (C-2'), 144.8 (C-3'), 148.5 (C-4'), 115.9 (C-5'), 121.2 (C-6'), 101.3 (Glc-C-1), 73.9 (Glc-C-2), 76.5 (Glc-C-3), 70.3 (Glc-C-4), 75.9 (Glc-C-5), 67.4 (Glc-C-6), 100.5 (Rha-C-1), 70.4 (Rha-C-2), 70.6 (Rha-C-3), 71.7 (Rha-C-4), 68.4 (Rha-C-5), 17.8 (Rha-C-6)。以上波谱数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物 **13** 为芦丁。

化合物 **14**: 黄色粉末, ESI-MS m/z : 455 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.60 (1H, s, 5-OH), 7.76 (2H, d, J = 8.7 Hz, H-2', 6'), 6.90 (2H, d, J = 8.7 Hz, H-3', 5'), 6.39 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-8), 6.20 (1H, d, J = 2.1 Hz, H-6), 5.35 (1H, d, J = 1.6 Hz, Rha-H-1), 0.82 (3H, d, J = 6.0 Hz, Rha-H-6);

^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 156.7 (C-2), 134.2 (C-3), 177.7 (C-4), 161.3 (C-5), 98.8 (C-6), 164.4 (C-7), 93.7 (C-8), 156.9 (C-9), 104.1 (C-10), 120.5 (C-1'), 130.7 (C-2', 6'), 115.4 (C-3', 5'), 160.0 (C-4'), 101.6 (Rha-C-1), 70.3 (Rha-C-2), 70.7 (Rha-C-3), 71.1 (Rha-C-4), 70.1 (Rha-C-5), 17.5 (Rha-C-6)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[9], 故鉴定化合物 **14** 为山柰酚-3-*O*- α -L-吡喃鼠李糖苷, 即阿福豆苷。

化合物 **15**: 橙黄色粉末, ESI-MS m/z : 416 $[\text{M}]^+$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 12.80 (1H, s, 1-OH), 7.84 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-5), 7.71 (1H, m, H-6), 7.53 (1H, d, $J = 7.6$ Hz, H-7), 7.48 (1H, brs, H-4), 7.19 (1H, brs, H-2), 5.20 (1H, d, $J = 7.6$ Hz, Glc-H-1), 2.43 (3H, s, 3-CH₃); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 161.8 (C-1), 123.9 (C-2), 147.6 (C-3), 120.1 (C-4), 132.0 (C-4a), 119.6 (C-5), 135.9 (C-6), 122.4 (C-7), 158.2 (C-8), 116.0 (C-8a), 187.5 (C-9), 114.5 (C-9a), 182.2 (C-10), 133.8 (C-10a), 21.3 (3-CH₃), 100.3 (Glc-C-1), 72.6 (Glc-C-2), 74.2 (Glc-C-3), 69.8 (Glc-C-4), 75.9 (Glc-C-5), 60.9 (Glc-C-6)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[10], 故鉴定化合物 **15** 为大黄酚-8-*O*- β -D-吡喃葡萄糖苷。

化合物 **16**: 白色粉末, ESI-MS m/z : 481 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 ^1H -NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.02 (2H, s, H-2', 6'), 6.97 (1H, s, H-7), 5.03 (1H, d, $J = 10.4$ Hz, H-10b), 4.47 (2H, m, H-11), 4.03 (1H, m, H-4a), 3.84 (1H, m, H-2), 3.76 (3H, s, -OCH₃), 3.73 (1H, m, H-4), 3.38 (1H, m, H-3); ^{13}C -NMR (125 MHz, DMSO- d_6) δ : 80.9 (C-2), 70.4 (C-3), 73.7 (C-4), 80.0 (C-4a), 163.7 (C-6), 118.1 (C-6a), 109.9 (C-7), 151.2 (C-8), 141.1 (C-9), 148.1 (C-10), 116.7 (C-10a), 72.6 (C-10b), 62.9 (C-11), 119.5 (C-1'), 109.1 (C-2', 6'), 145.8 (C-3', 5'),

139.1 (C-4'), 166.2 (C-7'), 60.1 (-OCH₃)。以上波谱数据与文献报道基本一致^[11], 故鉴定化合物 **16** 为 11-*O*-没食子酰岩白菜素。

参考文献

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海市科学技术出版社, 1986.
- [2] Wang D, Zhu H T, Zhang Y J, *et al.* A carbon-carbon-coupled dimeric bergenin derivative biotransformed by *Pleurotus ostreatus* [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2005, 15(18): 4073-4075.
- [3] 谭菁菁, 赵庆春, 杨琳, 等. 白芍化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(8): 1245-1248.
- [4] 肖瑛, 李建北, 丁怡. 毛大丁草化学成分的研究 [J]. 中草药, 2003, 34 (2): 109-111.
- [5] Chen X M, Takashi Y, Tsutomu H, *et al.* Galloylarbutin and other polyphenols from *Bergenia purpurascens* [J]. *Phytochemistry*, 1987, 26(2): 515-517.
- [6] Lai Y F, Joseph J K. Polyphenolic glycosides from *Douglas fir* inner bark [J]. *Phytochemistry*, 1989, 28(4): 1237-1240.
- [7] 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.
- [8] 周先礼, 秦长红, 梅莹, 等. 髯花杜鹃叶的化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(2): 206-208.
- [9] Mourad K. Acylated and non-acylated kaempferol monoglycosides from *Platanus acerifolia* buds [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(7): 2295-2297.
- [10] Kim D H, Park E K, Bae E A, *et al.* Metabolism of rhaponticin and chrysophanol 8-*O*- β -D-glucopyranoside from the rhizome of *Rheum undulatum* by human intestinal bacteria and their anti-allergic actions [J]. *Biol Pharm Bull*, 2000, 23(7): 830-833.
- [11] Takashi Y, Kaoru S, Yukiko T, *et al.* Bergenin derivatives from *Mallotus japonicus* [J]. *Phytochemistry*, 1982, 21 (5): 1180-1182.