

金荞麦块根化学成分的研究

张京¹, 况焱¹, 刘力¹, 杨胜祥^{1*}, 赵立春^{2*}

1. 浙江农林大学浙江省林业生物质化学利用重点实验室, 浙江 临安 311300

2. 广西中医药大学药学院, 广西 南宁 530011

摘要: 目的 研究金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* 块根中的化学成分。方法 采用色谱分离技术进行分离和纯化, 并根据谱学数据鉴定化合物的结构。结果 从金荞麦块根的甲醇提取物中分离得到 14 个化合物, 分别鉴定为木犀草素(1)、苜蓿素(2)、木犀草素 7,4'-二甲醚(3)、槲皮素(4)、芫花素(5)、金圣草黄素(6)、原儿茶酸(7)、原儿茶酸甲酯(8)、对羟基苯甲醛(9)、赤杨酮(10)、赤杨醇(11)、olean-12-ene-3 β ,7 β ,15 α ,28-tetraol(12)、juglanguen A(13)、21 β -dihydroxy-olean-12-ene(14)。结论 化合物 5 和 6 为首次从金荞麦中分离得到, 化合物 12~14 为首次从荞麦属植物中分离得到。

关键词: 金荞麦; 芫花素; 金圣草黄素; juglanguen A; 21 β -dihydroxy-olean-12-ene

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2016)05-0722-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.05.005

Chemical constituents from root tubers of *Fagopyrum dibotrys*

ZHANG Jing¹, KUANG Yi¹, LIU Li¹, YANG Sheng-xiang¹, ZHAO Li-chun²

1. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Chemical Utilization of Forestry Biomass, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, China

2. College of Pharmacy, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530011, China

Abstract: **Objective** To study the chemical constituents from the root tubers of *Fagopyrum dibotrys*. **Methods** The compounds were isolated and purified by means of chromatographic techniques and their structures were identified on the basis of spectral features. **Results** Fourteen known compounds were isolated from methanol extract in the dry roots of *F. dibotrys* and their structures were identified as luteolin (1), tricin (2), luteolin-7,4'-dimethyl ether (3), quercetin (4), genkwanin (5), chrysoeriol (6), protocathechuic acid (7), protocathechuic acid methyl ester (8), *p*-hydroxybenzaldehyde (9), glutinone (10), glutinol (11), olean-12-ene-3 β ,7 β ,15 α ,28-tetraol (12), juglanguen A (13), and 21 β -dihydroxy-olean-12-ene (14). **Conclusion** Compounds 5 and 6 are firstly obtained from *F. dibotrys*. Compounds 12—14 are isolated from the plants of *Fagopyrum* Mill. for the first time.

Key words: *Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara; genkwanin; chrysoeriol; juglanguen A; 21 β -dihydroxy-olean-12-ene

金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara 为蓼科荞麦属植物, 主要分布在中国中部、东部和西部, 主产于江苏、浙江等地, 具有清热解毒、清肺排痰、祛风化湿之功效, 主治肺脓疡、咽喉肿痛、风湿痛、菌痢等症^[1]。研究发现, 在金荞麦中, 主要含有黄酮类、萜类以及酚类等化学成分, 具有治疗糖尿病、抗肿瘤、抗氧化以及抗菌等多种药理作用^[2]。为了进一步探索金荞麦的有效成分, 本实验对金荞麦块根的化学成分进行了研究, 从其甲醇提取物中分离得到 14 个化合物, 分别鉴定为木犀草素(luteolin,

1)、苜蓿素(tricin, 2)、木犀草素 7,4'-二甲醚(luteolin-7,4'-dimethyl ether, 3)、槲皮素(quercetin, 4)、芫花素(genkwanin, 5)、金圣草黄素(chrysoeriol, 6)、原儿茶酸(protocatechuic acid, 7)、原儿茶酸甲酯(protocatechuic acid methyl ester, 8)、对羟基苯甲醛(*p*-hydroxybenzaldehyde, 9)、赤杨酮(glutinone, 10)、赤杨醇(glutanol, 11)、olean-12-ene-3 β ,7 β ,15 α ,28-tetraol(12)、juglanguen A(13)、21 β -dihydroxy-olean-12-ene(14)。其中, 化合物 5 和 6 为首次从金荞麦中分离得到, 化合物 12~14

收稿日期: 2015-10-31

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(LQ15C020001); 浙江省重点科技创新团队项目(2013TD17); 浙江农林大学人才启动项目(2014FR066)

*通信作者 杨胜祥 Tel: (0571)63732775 E-mail: shengxiangyang2000@163.com

赵立春 Tel: (0771)2335098 E-mail: hyzlc@126.com

为首次从荞麦属植物中分离得到。

1 仪器与材料

XRC-1 型显微熔点仪 (四川大学科仪厂); Bruker DRX-500 型核磁共振仪 (Bruker 公司); VG AUTO spec-3000 质谱仪 (VG 仪器公司)。柱色谱用硅胶 (100~200、200~300 目) 和薄层色谱用硅胶 GF₂₅₄ 均由青岛海洋化工厂生产。反相用材料 RP₁₈ 为 Merck 公司产品。Sephadex LH-20 由 Fluka 公司生产。其余试剂均为分析纯。

本实验所用的金荞麦块根采自浙江临安天目山自然保护区, 由浙江农林大学桂仁意副教授鉴定为金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara。植物标本保存于浙江农林大学天然产物研究室。

2 提取与分离

干燥的金荞麦块茎 (5 kg), 粉碎, 用甲醇室温浸提, 合并提取液, 减压浓缩得到甲醇总浸膏。将甲醇提取物分散在蒸馏水中悬浮, 分别用石油醚、醋酸乙酯和正丁醇等不同极性的溶剂进行萃取, 浓缩后分别得到石油醚浸膏 (50 g)、醋酸乙酯浸膏 (48 g) 和正丁醇浸膏 (72 g)。醋酸乙酯提取物用粗硅胶 (100~200 目) 拌样后, 经过硅胶 (200~300 目) 柱色谱, 氯仿-甲醇梯度洗脱 (100:0→0:100), TLC 检测合并为 7 个组分 Fr. 1~7。Fr. 3 进行硅胶柱色谱分离, 用氯仿-丙酮梯度洗脱, 得到化合物 **9** (9.0 mg)、**10** (7.8 mg) 和 **11** (11.0 mg)。Fr. 4 进行硅胶柱色谱分离, 用氯仿-甲醇梯度洗脱, 再用制备薄层色谱分离得到化合物 **12** (9.2 mg)、**13** (12.1 mg) 和 **14** (8.9 mg)。Fr. 5 进行 RP₁₈ 分离, 用甲醇-水梯度洗脱, 再用 Sephadex LH-20 (氯仿-丙酮 1:1) 分离得到化合物 **2** (9.3 mg)、**3** (10.7 mg)、**7** (10.9 mg) 和 **8** (13.1 mg)。Fr. 5 进行 RP₁₈ 分离, 用甲醇-水梯度洗脱, 再用 Sephadex LH-20 (MeOH) 和制备薄层色谱分离得到化合物 **1** (11.1 mg)、**4** (10.7 mg)、**5** (16.0 mg) 和 **6** (9.1 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 淡黄色粉末。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 7.42 (2H, m, H-2', 6'), 6.89 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5'), 6.64 (1H, s, H-3), 6.45 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.19 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 181.8 (C-3), 164.2 (C-2), 163.9 (C-7), 161.5 (C-9), 157.3 (C-5), 149.8 (C-4'), 145.8 (C-3'), 121.4 (C-6'), 119.0 (C-1'), 115.9 (C-5'), 113.4 (C-2'), 103.7 (C-10), 102.8 (C-3), 98.9 (C-6),

93.8 (C-8)。以上数据和文献报道一致^[3], 故鉴定化合物 **1** 为木犀草素。

化合物 **2**: 淡黄色粉末。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.96 (1H, s, 5-OH), 10.78 (1H, s, 7-OH), 9.30 (1H, s, 4'-OH), 7.34 (2H, s, H-2', H-6'), 6.99 (1H, s, H-3), 6.57 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.21 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6), 3.89 (6H, s, 3', 5'-OCH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 181.7 (C-4), 164.3 (C-4'), 164.0 (C-2), 163.9 (C-7), 161.4 (C-5), 157.2 (C-9), 148.0 (C-3', 5'), 120.2 (C-1'), 104.4 (C-2', 6'), 103.9 (C-10), 103.4 (C-3), 98.9 (C-6), 95.2 (C-8), 56.6 (3', 5'-OCH₃)。以上数据和文献报道一致^[4], 故鉴定化合物 **2** 为苜蓿素。

化合物 **3**: 淡黄色粉末。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 7.60 (1H, dd, J = 8.0, 2.0 Hz, H-6'), 7.52 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2'), 6.81 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5'), 6.60 (1H, s, H-3), 6.46 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.24 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6), 3.84 (3H, s, 4-OCH₃), 3.80 (3H, s, 7-OCH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 161.0 (C-2), 110.9 (C-3), 174.2 (C-4), 160.6 (C-5), 97.4 (C-6), 164.9 (C-7), 91.6 (C-8), 155.8 (C-9), 105.1 (C-10), 134.1 (C-1'), 115.0 (C-2'), 149.1 (C-3'), 152.5 (C-4'), 123.5 (C-5'), 133.0 (C-6'), 67.5 (4'-OCH₃), 54.9 (7-OCH₃)。以上数据和文献报道一致^[5], 故鉴定化合物 **3** 为木犀草素 7,4'-二甲醚。

化合物 **4**: 黄色粉末。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.49 (1H, s, 5-OH), 10.75 (1H, s, 8-OH), 9.58 (1H, s, 3-OH), 9.36 (1H, s, 4'-OH), 9.30 (1H, s, 3'-OH), 7.68 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2'), 7.53 (1H, dd, J = 8.0, 2.0 Hz, H-6'), 6.88 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5'), 6.40 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.19 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 176.0 (C-4), 164.2 (C-7), 160.8 (C-9), 156.1 (C-5), 147.1 (C-4'), 146.7 (C-2), 145.3 (C-3'), 135.7 (C-3), 129.2 (C-1'), 119.9 (C-6'), 115.6 (C-5'), 115.2 (C-2'), 103.0 (C-10), 98.1 (C-6), 93.4 (C-8)。以上数据和文献报道一致^[6-7], 故鉴定化合物 **4** 为槲皮素。

化合物 **5**: 黄色粉末。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.97 (1H, s, 5-OH), 10.36 (1H, s, 4'-OH), 7.96 (2H, d, J = 7.0 Hz, H-2', 6'), 6.95 (2H, d, J = 7.0 Hz, H-3', 5'), 6.85 (1H, s, H-3), 6.78 (1H, d, J = 2.5 Hz, H-8), 6.38 (1H, d, J = 2.5 Hz, H-6), 3.86 (3H, s, 7-OCH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ :

181.9 (C-4), 165.2 (C-7), 164.1 (C-2), 161.3 (C-9), 161.2 (C-4'), 157.3 (C-5), 128.6 (C-2', 6'), 121.0 (C-1'), 115.9 (C-3', 5'), 104.1 (C-10), 103.1 (C-3), 97.8 (C-6), 92.6 (C-8), 55.9 (7-OCH₃)。以上数据和文献报道一致^[8], 故鉴定化合物 **5** 为芫花素。

化合物 **6**: 黄色粉末。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 12.9 (1H, s, 5-OH), 10.96 (1H, s, 7-OH), 9.98 (1H, s, 4'-OH), 7.57 (2H, d, J = 8.0 Hz, H-5', 6'), 6.96 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-2'), 6.93 (1H, s, H-3), 6.52 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 6.18 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-6), 3.88 (3H, s, 3'-OCH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 181.9 (C-4), 164.1 (C-7), 163.7 (C-2), 161.5 (C-9), 157.4 (C-5), 150.7 (C-3'), 148.0 (C-4'), 121.5 (C-6'), 120.2 (C-1'), 115.8 (C-5'), 110.2 (C-2'), 103.7 (C-3), 103.3 (C-10), 98.9 (C-6), 94.0 (C-8), 55.8 (3'-OCH₃)。以上数据和文献报道一致^[9], 故鉴定化合物 **6** 为金圣草黄素。

化合物 **7**: 白色粉末。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 7.36 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-3), 7.29 (1H, dd, J = 8.0, 2.0 Hz, H-7), 6.79 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-6); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 167.6 (C-1), 150.2 (C-5), 145.1 (C-4), 122.0 (C-2), 121.9 (C-7), 116.8 (C-3), 115.2 (C-6)。以上数据和文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 **7** 为原儿茶酸。

化合物 **8**: 无色粉末。¹H-NMR (500 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 7.37 (1H, d, J = 2.0 Hz, H-3), 7.31 (1H, dd, J = 8.0, 2.0 Hz, H-7), 6.80 (1H, d, J = 8.0 Hz, H-5), 3.76 (3H, s, -OCH₃); ¹³C-NMR (125 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 166.2 (C-1), 150.5 (C-5), 145.2 (C-4), 121.9 (C-7), 120.7 (C-2), 116.4 (C-3), 115.4 (C-6), 51.6 (-OCH₃)。以上数据和文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **8** 为原儿茶酸甲酯。

化合物 **9**: 淡黄色粉末。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 9.80 (1H, s, H-1), 7.76 (2H, d, J = 8.0 Hz, H-3, 7), 6.95 (2H, d, J = 8.0 Hz, H-4, 6); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 191.8 (C-1), 164.0 (C-5), 132.9 (C-2), 129.0 (C-3, 7), 116.6 (C-4, 6)。以上数据和文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 **9** 为对羟基苯甲醛。

化合物 **10**: 白色针状晶体(丙酮)。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 5.69 (1H, m, H-6), 1.24 (3H, s, H-24), 1.23 (3H, s, H-23), 1.17 (3H, s, H-28), 1.10 (3H, s, H-26), 1.03 (3H, s, H-27), 0.99 (3H, s, H-30), 0.96 (3H, s, H-29), 0.82 (3H, s, H-25); ¹³C-NMR (125

MHz, CDCl₃) δ : 215.6 (C-3), 142.6 (C-5), 121.5 (C-6), 50.8 (C-10), 50.3 (C-4), 47.3 (C-8), 43.2 (C-18), 39.6 (C-13), 39.1 (C-22), 38.2 (C-2), 38.0 (C-14), 36.1 (C-16), 35.3 (C-9), 35.1 (C-19), 34.3 (C-11), 34.8 (C-29), 33.2 (C-21), 32.5 (C-30), 32.1 (C-15, 28), 30.5 (C-12), 30.2 (C-17), 28.8 (C-24), 28.5 (C-20), 24.5 (C-23), 23.8 (C-7), 21.8 (C-1), 19.5 (C-26), 18.5 (C-27), 15.8 (C-25)。以上数据和文献报道一致^[13], 故鉴定化合物 **10** 为赤杨酮。

化合物 **11**: 白色针状晶体(丙酮)。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 5.62 (1H, d, J = 6.0 Hz, H-6), 3.46 (1H, t, J = 3.0 Hz, H-3), 1.16 (3H, s, H-24), 1.14 (3H, s, H-28), 1.09 (3H, s, H-23), 1.04 (3H, s, H-29), 1.00 (3H, s, H-26), 0.99 (3H, s, H-27), 0.95 (3H, s, H-30), 0.85 (3H, s, H-25); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 141.7 (C-5), 122.2 (C-6), 76.4 (C-3), 49.8 (C-10), 47.5 (C-18), 43.1 (C-8), 40.9 (C-14), 39.4 (C-4), 39.0 (C-22), 37.9 (C-13), 36.1 (C-16), 35.2 (C-19), 34.9 (C-9), 34.7 (C-11), 34.6 (C-29), 33.2 (C-21), 32.5 (C-28), 32.2 (C-15), 32.1 (C-30), 30.4 (C-12), 30.2 (C-17), 29.0 (C-23), 28.3 (C-20), 27.9 (C-7), 25.6 (C-24), 23.7 (C-1), 19.7 (C-27), 18.5 (C-26), 18.3 (C-2), 16.3 (C-25)。以上数据和文献报道一致^[14], 故鉴定化合物 **11** 为赤杨醇。

化合物 **12**: 白色粉末。¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) δ : 5.38 (1H, brs, H-12), 4.22 (1H, dd, J = 12.0, 5.0 Hz, H-15), 3.90 (1H, dd, J = 11.5, 5.0 Hz, H-7), 3.47 (1H, d, J = 11.0 Hz, H-28 α), 3.20 (1H, dd, J = 11.5, 5.0 Hz, H-3), 3.18 (1H, d, J = 11.0 Hz, H-28 β), 1.23 (3H, s, H-27), 1.04 (6H, s, H-23, 26), 0.99 (3H, s, H-25), 0.93 (3H, s, H-29), 0.91 (3H, s, H-30), 0.84 (3H, s, H-24); ¹³C-NMR (125 MHz, CD₃OD) δ : 146.0 (C-13), 125.7 (C-12), 79.5 (C-3), 73.1 (C-7), 70.1 (C-28), 67.1 (C-15), 53.7 (C-5), 49.9 (C-14), 49.3 (C-9), 47.6 (C-8), 47.3 (C-19), 45.1 (C-18), 39.9 (C-1), 39.6 (C-4), 38.7 (C-17), 38.2 (C-10), 35.2 (C-21), 33.8 (C-29), 32.0 (C-16), 31.9 (C-20, 22), 28.8 (C-23), 28.6 (C-6), 28.0 (C-2), 24.8 (C-11), 23.9 (C-30), 20.2 (C-27), 16.5 (C-24), 16.1 (C-25), 10.8 (C-26)。以上数据和文献报道一致^[15], 故鉴定化合物 **12** 为 olean-12-ene-3 β ,7 β ,15 α ,28-tetraol。

化合物 **13**: 无色针状晶体(甲醇)。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 5.58 (1H, d, J = 6.0 Hz, H-12), 5.71

(1H, d, $J = 6.0$ Hz, H-11), 4.16 (1H, t, $J = 3.0$ Hz, H-1), 3.80 (1H, dd, $J = 12.0, 5.0$ Hz, H-3), 1.23 (3H, s, H-25), 1.15 (3H, s, H-26), 1.08 (3H, s, H-23), 1.03 (3H, s, H-27), 0.91 (3H, s, H-29), 0.89 (3H, s, H-28), 0.88 (3H, s, H-30), 0.83 (3H, s, H-24); ^{13}C -NMR (125 MHz, CDCl_3) δ : 150.4 (C-9), 149.1 (C-13), 119.9 (C-12), 117.1 (C-11), 73.1 (C-3), 72.9 (C-1), 46.8 (C-19), 45.7 (C-18), 45.0 (C-10), 44.4 (C-5), 42.6 (C-8), 40.7 (C-14), 39.0 (C-4), 37.0 (C-22), 34.6 (C-21), 33.2 (C-30), 32.5 (C-7), 32.2 (C-17), 31.8 (C-2), 31.2 (C-20), 28.8 (C-23), 28.3 (C-28), 27.0 (C-16), 25.8 (C-25), 25.7 (C-15), 23.8 (C-29), 21.0 (C-26), 20.4 (C-27), 17.5 (C-6), 15.6 (C-24)。以上数据和文献报道一致^[16], 故鉴定化合物 **13** 为 juglengenin A。

化合物 **14**: 无色粉末。 ^1H -NMR (500 MHz, CDCl_3) δ : 5.20 (1H, t, $J = 4.0$ Hz, H-12), 3.54 (1H, dd, $J = 12.0, 5.0$ Hz, H-21), 3.42 (1H, t, $J = 3.0$ Hz, H-3), 1.12 (3H, s, H-27), 0.96 (6H, s, H-23, 29), 0.94 (6H, s, H-25, 26), 0.86 (6H, s, H-28, 30), 0.85 (3H, s, H-24); ^{13}C -NMR (125 MHz, CDCl_3) δ : 143.8 (C-13), 122.6 (C-12), 76.2 (C-3), 74.0 (C-21), 50.1 (C-22), 47.4 (C-5), 46.7 (C-19), 45.4 (C-23), 41.8 (C-14), 37.4 (C-4), 37.0 (C-8), 36.4 (C-20), 34.9 (C-18), 33.0 (C-10), 32.5 (C-1, 7, 16), 29.0 (C-30), 28.4 (C-29), 28.3 (C-24), 26.1 (C-2, 15, 28), 25.3 (C-17), 23.4 (C-11), 22.4 (C-25), 18.3 (C-6), 16.9 (C-26), 15.3 (C-27)。以上数据和文献报道一致^[17], 故鉴定化合物 **14** 为 $3\alpha, 21\beta$ -dihydroxy-olean-12-ene。

参考文献

- [1] 邵 萌, 杨跃辉, 高慧媛, 等. 金荞麦的化学成分研究 [J]. 沈阳药科大学学报, 2005, 22(2): 100-102.
- [2] 李 蕾, 孙美利, 张舒媛, 等. 近十年金荞麦化学成分及药理活性研究进展 [J]. 中医药导报, 2015, 21(4): 46-48.
- [3] 曾军英, 李胜华, 伍贤进. 野百合黄酮类化学成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2014, 49(14): 1190-1193.
- [4] 李胜华, 伍贤进, 余朝文. 阔叶箬竹叶的化学成分研究 [J]. 中药材, 2014, 37(4): 604-607.
- [5] 吴和珍, 周洁云, 潘宏林. 金荞麦化学成分的研究 [J]. 中国医院药学杂志, 2008, 28(21): 1829-1831.
- [6] Yun X J, Shu H M, Chen G Y, *et al.* Chemical constituents from barks of *Lannea coromandelica* [J]. *Chin Herb Med*, 2014, 6(1): 65-69.
- [7] 蓝鸣生, 罗 超, 谭昌恒, 等. 壮药山风的化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(9): 1708-1711.
- [8] 杨懋勋, 梁耀光, 陈河如, 等. 野生白木香叶化学成分研究 [J]. 中草药, 2014, 45(14): 1989-1992.
- [9] Park Y, Moo B H, Yang H J, *et al.* Spectral assignments and reference data complete assignments of NMR data of 13 hydroxymethoxyflavones [J]. *Magn Reson Chem*, 2007, 45(12): 1072-1075.
- [10] 马微微, 刘 旻, 孟思彤, 等. 紫椴花的化学成分研究 [J]. 中草药, 45(17): 2453-2456.
- [11] 安 琪, 杨春娟, 宋 洋, 等. 无梗五加果化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2008, 5(20): 765-769.
- [12] 胡长玲, 郑承剑, 程瑞斌, 等. 苦荞麦根的化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(5): 866-868.
- [13] 褚纯隽, 李显伦, 夏 龙, 等. 乌饭树叶的抗补体活性成分研究 [J]. 中草药, 2014, 45(4): 458-465.
- [14] Wang Z Z, Li J, Tang X L, *et al.* Triterpenes and steroids from semi-mangrove plant *Hibiscus tiliaceus* [J]. *Chin J Nat Med*, 2011, 9(3): 190-192.
- [15] Lakhal H, Kabouche A, Alabdul M A, *et al.* Triterpenoids from *Salvia argentea* var. *aurasiaca* (Pomel) Batt. & Trab. and their chemotaxonomic significance [J]. *Phytochemistry*, 2014, 102(1): 145-151.
- [16] Zhang Y W, Lin H, Bao Y L, *et al.* A new triterpenoid and other constituents from the stem bark of *Juglans mandshurica* [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2012, 44(1): 136-140.
- [17] David C C, Gonzalo J M R, Roberto C R, *et al.* 21β -Hydroxy-oleanane-type triterpenes from *Hippocratea excels* [J]. *Phytochemistry*, 2008, 69(4): 1057-1064.