

红花酢浆草地上部分的化学成分研究

卫强, 李四聪, 陈敏, 唐浴荣, 胡水银, 祝明珠

(安徽新华学院药学院, 合肥 230088)

摘要: 为了解红花酢浆草(*Oxalis corymbosa* DC.)地上部分的化学成分, 从其 70%乙醇提取物中分离鉴定了 6 个化合物, 经理化性质和波谱数据分析, 分别鉴定为: 荜花素 (1)、corniculatin A (2)、槲皮素 (3)、咖啡酸 (4)、肉桂酸 (5)、木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖苷 (6)。所有化合物均为首次从红花酢浆草地上部分分离得到。

关键词: 红花酢浆草; 化学成分; 结构鉴定

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2016.05.015

Chemical Constituents of the Aerial Part of *Oxalis corymbosa* DC.

WEI Qiang, LI Si-cong, CHEN Min, TANG Yu-rong, HU Shui-yin, ZHU Ming-zhu

(Pharmacy School, Anhui Xinhua University, Hefei 230088, China)

Abstract: In order to understand the chemical constituents of *Oxalis corymbosa* DC., six compounds were isolated from 70% ethanol extract of the aerial part. On the basis of physicochemical and spectral data, they were identified as: genkwainin (1), corniculatin A (2), quercetin (3), caffeic acid (4), cinnamic acid (5), luteolin-7-O- β -D-glucopyranoside (6). All compounds were isolated from the aerial part for the first time.

Key words: *Oxalis corymbosa*; Chemical constituent; Structural identification

酢浆草科(Oxalidaceae)植物全世界有 7 属 1000 种, 分布于热带至温带, 主要产于南美热带。其中酢浆草属(*Oxalis* L.)约有 800 种, 主产南非和中、南美洲。中国有 8 种, 各省均产。红花酢浆草(*O. corymbosa* DC.)原产巴西和南非, 又名铜锤草, 大酸味草, 一粒雪等。红花酢浆草广泛应用于园林绿化, 如花坛、花境、地被植物、隙地丛植、盆栽等^[1], 具有植株低矮、花多叶繁、生长迅速等特点。红花酢浆草全草可入药, 有散瘀消肿、清热利湿、解毒之功效, 鄂西土家族常内服用于治疗跌打损伤, 月经不调, 咽喉肿痛, 水泻, 痢疾等症^[2]。现代研究表明, 红花酢浆草中含有草酸、酒石酸、苹果酸、柠檬酸、色素等成分^[3], 其中色素类成分对大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌均有抑制效果^[4]。另外, 酢浆草 80%乙醇提取物的水饱和溶液能够延

长艾氏腹水癌小鼠的寿命, 有显著的抗肿瘤活性^[5]。酢浆草叶子 80%甲醇提取物对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、志贺氏菌等细菌有明显的抑制作用^[6-8]。目前, 国内对酢浆草属植物苗药酢浆草(*O. corniculata*)和黄花酢浆草(*O. pes-caprac*)的化学成分已有研究报道^[9-10], 但对红花酢浆草中化学成分研究报道较少。本文报道从红花酢浆草地上部分 6 个化合物的分离与结构鉴定, 这些化合物均为首次从红花酢浆草地上部分分离得到。

1 材料和方法

1.1 试验材料

红花酢浆草地上部分于 2013 年 4 月采自安徽省合肥大蜀山地区, 经李启照副教授鉴定为红花酢

收稿日期: 2016-01-10

接受日期: 2016-01-31

基金项目: 国家大学生创新创业训练项目(201612216020)资助

This work was supported by the Undergraduate Innovation and Entrepreneurship Training Program (Grant No. 201612216020).

作者简介: 卫强(1977~), 男, 硕士, 副教授, 从事天然药物活性成分研究。E-mail: weiqiang509@sina.com

浆草(*Oxalis corymbosa* DC.)。

1.2 仪器和试剂

SGW X-4 型显微熔点仪, 温度计未校正(上海精密仪器有限公司); Bruker-DPX-400 型超导核磁共振仪(瑞士, TMS 内标); R-210 旋转蒸发仪(瑞士 BUCHI 公司); 循环水真空泵 SHB-III (北京联华高科仪器科技有限公司); HITACHI L-7100 制备型高效液相色谱仪(日立公司)。葡聚糖凝胶 LH-20 (GE Healthcare 公司), 柱色谱和薄层色谱用硅胶皆为青岛海洋化工厂产品; 所用试剂皆为分析纯。

1.3 提取分离

红花酢浆草干燥地上部分 5.2 kg, 粉碎过 60 目筛, 以 6 倍量的 70%乙醇室温浸渍 3 次, 每次 5 d,

减压浓缩至无醇味, 得浸膏 220 g。将浸膏悬浮于 5 L 水中, 分别以石油醚(60℃~90℃)、二氯甲烷、醋酸乙酯和正丁醇萃取 3 次, 减压浓缩后分别得石油醚萃取物 31 g, 二氯甲烷萃取物 50 g, 醋酸乙酯 58 g 和正丁醇萃取物 82 g。石油醚萃取物进行硅胶柱分离(石油醚-醋酸乙酯 50:1~1:50 梯度洗脱), 得到化合物 1 (16 mg)。醋酸乙酯萃取物经硅胶柱色谱(二氯甲烷-甲醇梯度洗脱)得组分 B1~B4, B1 经硅胶柱分离(二氯甲烷-甲醇 20:1→10:1)及重结晶得到化合物 2 (18 mg); B3 经凝胶柱 Sephadex LH-20 (二氯甲烷-甲醇 1:1 洗脱)分离得到化合物 3 (30 mg); B4 经凝胶柱 Sephadex LH-20(甲醇洗脱)分离得到化合物 4 (20 mg)。正丁醇萃取物经硅胶柱 Sephadex LH-20 (二氯甲烷-甲醇洗脱 50:0~1:1), 得到化合物 5 (22 mg)和 6 (25 mg)。

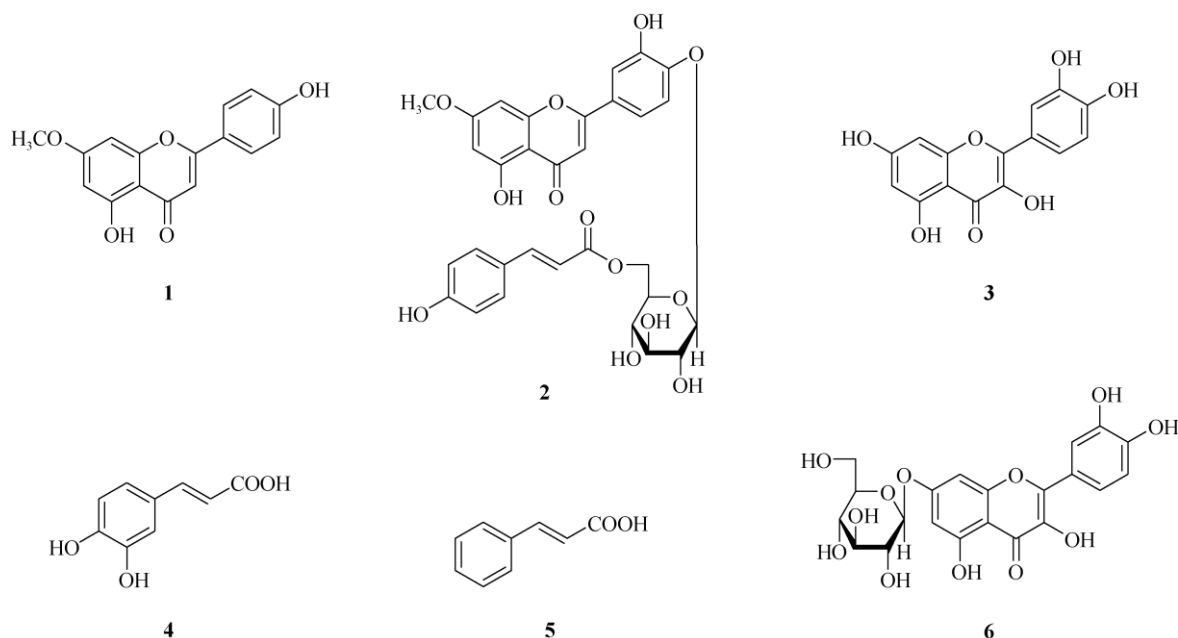


图1 红花酢浆草地上部分化合物 1~6 的结构

Fig. 1 Structures of compounds 1-6 from the aerial part of *Oxalis corymbosa*

1.4 结构鉴定

化合物 1 淡黄色针晶(甲醇), mp 265℃~266℃。ESI-MS m/z : 285 $[M+H]^+$; 283 $[M-H]^-$ 。 1H NMR (300 MHz, DMSO- d_6): δ 12.8 (1H, s, 5-OH), 10.6 (1H, brs, 4'-OH), 8.00 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-2', 6'), 7.05 (2H, d, $J = 8.6$ Hz, H-3', 5'), 6.68 (1H, s, H-3), 6.82 (1H, $J = 2.5$ Hz, H-8), 6.30 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-6), 3.87 (3H, s, -OCH₃)。 ^{13}C NMR (125 MHz, DMSO- d_6): δ 164.3 (C-2), 103.5 (C-3), 182.0 (C-4),

157.1 (C-5), 98.5 (C-6), 165.2 (C-7), 94.0 (C-8), 159.5 (C-9), 104.2 (C-10), 121.2 (C-1'), 128.2 (C-2', 6'), 116.5 (C-3', 5'), 161.3 (C-4'), 55.8 (OCH₃)。以上数据与文献[11]报道的芫花素(Genkwainin)一致。

化合物 2 黄色粉末(甲醇), mp 331℃~332℃, Molish 反应阴性。ESI-MS m/z : 595 $[M-H]^-$; 1H NMR (400 MHz, C₅D₅N): δ 6.92 (H-3), 12.81 (5-OH), 6.25 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 6.55 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-8), 7.80 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2'), 7.96 (1H,

d, $J = 8.2$ Hz, H-5'), 7.50 (1H, dd, $J = 2.2, 8.6$ Hz, H-6'), 5.21 (1H, d, $J = 8.2$ Hz, H-1''), 3.52 (1H, m, H-2''), 3.59 (1H, m, H-3''), 3.20 (1H, m, H-4''), 4.00 (1H, m, H-5''), 4.93 (1H, dd, $J = 5.3$ Hz, H-6''), 6.38 (1H, d, $J = 15.2$ Hz, H-2'''), 7.62 (1H, d, $J = 15.2$ Hz, H-3'''), 7.48 (1H, dd, $J = 2.4, 8.4$ Hz, H-5''', H-9'''), 7.28 (1H, dd, $J = 2.4, 8.4$ Hz, H-6''', H-8'''); ^{13}C NMR (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$): δ 158.0 (C-2), 106.2 (C-3), 178.2 (C-4), 157.1 (C-5), 99.5 (C-6), 164.2 (C-7), 94.3 (C-8), 161.2 (C-9), 104.2 (C-10), 126.0 (C-1'), 124.0 (C-2'), 148.3 (C-3'), 149.2 (C-4'), 119.1 (C-5'), 129.2 (C-6'), 99.9 (C-1''), 75.2 (C-2''), 71.6 (C-3''), 72.0 (C-4''), 77.5 (C-5''), 68.4 (C-6''), 169.3 (C-1'''), 117.7 (C-2'''), 145.0 (C-3'''), 125.2 (C-4'''), 132.1 (C-5''', C-9'''), 115.2 (C-6''', C-8'''), 161.3 (C-7'''). 以上数据与文献[12]报道的 Corniculatin A 一致。

化合物 3 黄色粉末(氯仿-甲醇), mp 308°C ~ 310°C。ESI-MS m/z : 303 $[\text{M} + \text{H}]^+$; 301 $[\text{M} - \text{H}]^-$ 。 ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 12.46 (1H, s, 5-OH), 10.75 (1H, s, 7-OH), 9.55 (1H, s, 3'-OH), 9.31 (1H, s, 3-OH), 9.26 (1H, s, 4'-OH), 7.66 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2'), 7.52 (1H, dd, $J = 2.0, 8.5$ Hz, H-6'), 6.88 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 6.39 (1H, brs, H-8), 6.17 (1H, brs, H-6); ^{13}C NMR (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 146.9 (C-2), 136.0 (C-3), 175.8 (C-4), 159.0 (C-5), 98.2 (C-6), 164.0 (C-7), 93.5 (C-8), 156.2 (C-9), 103.0 (C-10), 122.2 (C-1'), 115.5 (C-2'), 145.1 (C-3'), 147.2 (C-4'), 115.1 (C-5'), 110.5 (C-6')。以上数据与文献[13-14]报道的槲皮素(Quercetin)一致。

化合物 4 淡黄色粉末(甲醇), mp 191°C ~ 192°C。ESI-MS m/z : 179 $[\text{M} - \text{H}]^-$ 。 ^1H NMR (500 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 12.08 (1H, brs, -COOH), 9.47 (1H, brs, 4-OH), 9.01 (1H, brs, 3-OH), 6.26 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-8), 6.97 (1H, s, H-2), 6.86 (1H, dd, $J = 8.0, 2.0$ Hz, H-6), 6.71 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5), 7.40 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-7); ^{13}C NMR (125 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 126.8 (C-1), 115.0 (C-2), 146.7 (C-3), 148.3 (C-4), 116.7 (C-5), 121.4 (C-6), 145.7 (C-7), 114.9 (C-8), 170.8 (C-9)。波谱数据和文献[15]报道的咖啡酸(Caffeic acid)一致。

化合物 5 白色粉末(丙酮), mp 132°C ~ 133°C。 ^1H NMR (300 MHz, CD_3OD): δ 7.60 (2H, m, H-2, 6), 7.33 (2H, m, H-3, 5), 7.55 (1H, d, $J = 17.0$ Hz,

H-7), 6.47 (1H, d, $J = 17.0$ Hz, H-8); ^{13}C NMR (125 MHz, CD_3OD): δ 168.7 (CO), 134.6 (C-1), 127.2 (C-2, 6), 144.0 (C-7), 128.0 (C-3, 5), 130.5 (C-4), 118.0 (C-8)。波谱数据与文献[16]报道的肉桂酸(Cinnamic acid)一致。

化合物 6 黄色粉末(甲醇), mp 257°C ~ 259°C。盐酸-镁粉和 Molish 反应均为阳性。ESIMS m/z : 449 $[\text{M} + \text{H}]^+$; 471 $[\text{M} + \text{Na}]^+$; 447 $[\text{M} - \text{H}]^-$ 。 ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 12.99 (1H, s, 5-OH), 6.77 (1H, s, H-3), 6.44 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.75 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 6.92 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5'), 7.45 (1H, dd, $J = 8.5, 2.0$ Hz, H-2', 6'), 5.08 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1''); ^{13}C NMR (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 165.5 (C-2), 102.8 (C-3), 182.0 (C-4), 161.0 (C-5), 99.5 (C-6), 162.7 (C-7), 94.8 (C-8), 157.0 (C-9), 105.2 (C-10), 121.5 (C-1'), 113.8 (C-2'), 146.1 (C-3'), 149.9 (C-4'), 115.8 (C-5'), 118.7 (C-6'), 99.8 (C-1''), 73.1 (C-2''), 77.0 (C-3''), 69.6 (C-4''), 76.2 (C-5''), 60.5 (C-6'')。波谱数据与文献[17]报道的木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖苷(Luteolin-7-O- β -D-glucopyranoside)一致。

2 结果和讨论

从红花酢浆草地上部分获得了 6 种化合物, 分别为荜花素 (1)、Corniculatin A (2)、槲皮素 (3)、咖啡酸 (4)、肉桂酸 (5)、木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖苷 (6), 化合物 1、2、3 和 6 为黄酮类, 4 和 5 为有机酸类。这些化合物均为首次从红花酢浆草中分离得到。据报道荜花素具有镇咳祛痰、杀虫^[18]、抗氧化^[19]等作用; 槲皮素具有抗氧化、清除自由基、抗癌作用^[20-23]和雌激素样作用^[24]; 咖啡酸具有保肝^[25]、降血糖^[26]、保护脑部神经^[27]等作用; 肉桂酸具有抗胃癌^[28]、抑菌^[29]作用; 木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖苷具有保护缺血心肌细胞作用^[30-31]。

参考文献

- [1] LI Z Y, HE Y Z, QIU X J. Research progress of *Oxalis* biological activity [J]. *J Anhui Agri Sci*, 2014, 42(23): 7750-7751, 7962. doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2014.23.019.
- 李中尧, 何英姿, 邱雪景. 酢浆草生物活性的研究进展 [J]. *安徽农业科学*, 2014, 42(23): 7750-7751, 7962. doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2014.23.019.

- [2] ZHANG M, WANG J L. Research progress of *Oxalis* [J]. Heilongjiang Agri Sci, 2012(8): 150–155.
张萌, 王俊丽. 酢浆草研究进展 [J]. 黑龙江农业科学, 2012(8): 150–155.
- [3] YANG H Y, ZHAO G L, WANG J X. Study on the chemical constituents of *Oxalis corymbosa* DC. [J]. NW Pharm J, 2006, 21(4): 156–158. doi: 10.3969/j.issn.1004-2407.2006.04.007.
杨红原, 赵桂兰, 王军宪. 红花酢浆草化学成分的研究 [J]. 西北药学杂志, 2006, 21(4): 156–158. doi: 10.3969/j.issn.1004-2407.2006.04.007.
- [4] GUO J Y, YANG X L, HUANG L. The stability and antibacterial activity of the pigment from the petals of *Oxalis crassipes* [J]. Food Sci Technol, 2011, 36(10): 223–227, 231.
郭金耀, 杨晓玲, 黄玲. 红花酢浆草花色素的稳定性及抑菌性研究 [J]. 食品科技, 2011, 36(10): 223–227, 231.
- [5] KATHIRIYA A, DAS K, KUMAR E P, et al. Evaluation of antitumor and antioxidant activity of *Oxalis corniculata* Linn. against *Ehrlich ascites* carcinoma on mice [J]. Iranian J Cancer Prev, 2010, 3(4): 157–165.
- [6] MUKHERJEE S, KOLEY H, BARMAN S, et al. *Oxalis corniculata* (Oxalidaceae) leaf extract exerts *in vitro* antimicrobial and *in vivo* anticolonizing activities against *Shigella dysenteriae* 1 (NT4907) and *Shigella flexneri* 2a (2457T) in induced diarrhea in suckling mice [J]. J Med Food, 2013, 16(9): 801–809. doi: 10.1089/jmf.2012.2710.
- [7] RAHMAN M S, KHAN M H, JAMAL H. Anti-bacterial evaluation and minimum inhibitory concentration analysis of *Oxalis corniculata* and *Ocimum santum* against bacterial pathogens [J]. Biotechnology, 2010, 9(4): 533–536. doi: 10.3923/biotech.2010.533.536.
- [8] RAGHAVENDRA M P, SATISH S, RAVEESHA K A. Phytochemical analysis and antibacterial activity of *Oxalis corniculata*: A known medicinal plant [J]. myScience, 2006, 1(1): 72–78.
- [9] WU G B, CHEN H, YAO Z Y. Chemical constituents of Miao Nationality's *Oxalis corniculata* L. [J]. J Med Pharm Chin Minor, 2014, 20(1): 25–26.
吴高兵, 陈华, 姚志云. 苗药酢浆草的化学成分研究 [J]. 中国民族医药杂志, 2014, 20(1): 25–26.
- [10] LI S H. Chemical constituents of whole plant of *Oxalis pes-caprae* L. [J]. Chin Pharmacol J, 2013, 48(21): 1820–1822.
李胜华. 黄花酢浆草的化学成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2013, 48(21): 1820–1822.
- [11] WANG C F, LI R R, HUANG L L, et al. Studies on chemical constituents of *Daphne genkwa* [J]. J Chin Med Mat, 2009, 32(4): 508–511.
王彩芳, 李婉婉, 黄兰岚, 等. 芫花化学成分研究 [J]. 中药材, 2009, 32(4): 508–511.
- [12] IBRAHIM M, HUSSAIN I, IMRAN M, et al. Corniculatin A, a new flavonoidal glucoside from *Oxalis corniculata* [J]. Rev Bras Farmacogn/Braz J Pharmacogn, 2013, 23(4): 630–634. doi: 10.1590/S0102-695X2013005000059.
- [13] YAN M M, XIAO S J, DING L S, et al. Chemical constituents from *Hypericum pseudohenryi* [J]. Chin Trad Herb Drug, 2014, 45(3): 314–317. doi: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.03.003.
颜滕滕, 肖世基, 丁立生, 等. 北栽秧花化学成分研究 [J]. 中草药, 2014, 45(3): 314–317. doi: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.03.003.
- [14] CHEN Q L, WANG L, FENG F. Chemical constituents from the aerial part of *Echinacea purpurea* [J]. J Chin Med Mat, 2013, 36(5): 739–743.
陈秋玲, 王磊, 冯锋. 紫锥菊地上部分化学成分研究 [J]. 中药材, 2013, 36(5): 739–743.
- [15] LI G Z, LI X J, CAO L, et al. Chemical constituents from seeds of *Ferula sinkiangensis* [J]. Chin Trad Herb Drug, 2015, 46(12): 1730–1736. doi: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.12.004.
李广志, 李晓瑾, 曹丽, 等. 新疆阿魏种子化学成分的研究 [J]. 中草药, 2015, 46(12): 1730–1736. doi: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.12.004.
- [16] FENG M L, WANG S F, ZHANG X X. Chemical constituents in fruits of *Lycium barbarum* [J]. Chin Trad Herb Drug, 2013, 44(3): 265–268. doi: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.03.005.
冯美玲, 王书芳, 张兴贤. 枸杞子的化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(3): 265–268. doi: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.03.005.
- [17] YANG A M, LU R H, SHI Y P. Study on flavonoids from *Lagotis ramalana* Batalin [J]. Chin Pharmacol J, 2007, 42(19): 1459–1461. doi: 10.3321/j.issn:1001-2494.2007.19.006.
杨爱梅, 鲁润华, 师彦平. 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): 1459–1461. doi: 10.3321/j.issn:1001-2494.2007.19.006.
- [18] XU M L, LIU C H, LÜ W S, et al. Determination of genkwanin in rat plasma by using LC-MS/MS and pharmacokinetic study of genkwanin [J]. Trad Chin Drug Res Clin Pharmacol, 2014, 25(1): 51–54.
徐美丽, 刘昌辉, 吕渭升, 等. LC-MS/MS法测定大鼠血浆中芫花素的浓度及药物动力学研究 [J]. 中药新药与临床药理, 2014, 25(1): 51–54.
- [19] LI R, HOU Y J, ZHOU Q, et al. Total synthesis of genkwanin [J]. J Nat Sci Heilongjiang Univ, 2010, 27(4): 504–511. doi: 10.3969/j.issn.1001-7011.2010.04.020.
历荣, 侯艳君, 周强, 等. 芫花素的全合成 [J]. 黑龙江大学学报: 自然科学版, 2010, 27(4): 504–511. doi: 10.3969/j.issn.1001-7011.

- 2010.04.020.
- [20] ZHAI G Y, YAN Z T, QU W T, et al. Natural health foods: Quercetin [J]. *Food Res Dev*, 2015, 36(7): 118–122. doi: 10.3969/j.issn.1005-6521.2015.07.032.
- 翟广玉, 颜子童, 渠文涛, 等. 槲皮素——有益于健康的天然化合物 [J]. *食品研究与开发*, 2015, 36(7): 118–122. doi: 10.3969/j.issn.1005-6521.2015.07.032.
- [21] TAO X W, MAO Q F. Effect of quercetin on apoptosis in glioblastoma cell line T98G and the expression of HSP27 protein [J]. *Zhejiang J Integr Trad Chin West Med*, 2015, 25(5): 436–438,442. doi: 10.3969/j.issn.1005-4561.2015.05.008.
- 陶晓薇, 毛其芬. 槲皮素对人胶质母细胞瘤 T98G 凋亡及 HSP27 蛋白表达的干预作用 [J]. *浙江中西医结合杂志*, 2015, 25(5): 436–438,442. doi: 10.3969/j.issn.1005-4561.2015.05.008.
- [22] ZHAO X, ZHANG J. Mechanisms for quercetin in prevention of lung cancer cell growth and metastasis [J]. *J CS Univ (Med Sci)*, 2015, 40(6): 592–597.
- 赵欣, 张健. 槲皮素抑制肺癌肿瘤细胞的生长和转移的机制 [J]. *中南大学学报: 医学版*, 2015, 40(6): 592–597.
- [23] SUN Y, GU J. Study on effect of naringenin in inhibiting migration and invasion of breast cancer cells and its molecular mechanism [J]. *China J Chin Mat Med*, 2015, 40(6): 1144–1150. doi: 10.4268/cjcmm.20150630.
- 孙怡, 顾君. 槲皮素抑制乳腺癌细胞迁移侵袭及分子机制研究 [J]. *中国中药杂志*, 2015, 40(6): 1144–1150. doi: 10.4268/cjcmm.20150630.
- [24] LI W, NIU J Z, WANG J F, et al. Research on phytoestrogenic effects and its receptor mechanism of quercetin [J]. *Chin Hosp Pharm J*, 2015, 35(2): 91–95. doi: 10.13286/j.cnki.chinhosp-pharmacy.2015.02.01.
- 李炜, 牛建昭, 王继峰, 等. 槲皮素的植物雌激素作用及其受体机制研究 [J]. *中国医院药学杂志*, 2015, 35(2): 91–95. doi: 10.13286/j.cnki.chinhosp-pharmacy.2015.02.01.
- [25] HU X Y, WANG H, PAN Y Q, et al. Effects of caffeic acid on liver damage induced by chronic aluminum overload in rats [J]. *Sichuan J Zool*, 2015, 34(2): 251–255.
- 胡馨月, 王红, 潘永全, 等. 咖啡酸对慢性铝负荷大鼠肝损伤的保护作用 [J]. *四川动物*, 2015, 34(2): 251–255.
- [26] ZHENG Z X, SONG R X, TENG J Y, et al. Effects of caffeic acid on carbohydrate and lipid metabolism of normal mice [J]. *Chin J Clin Rehabil*, 2005, 23(9): 121–123. doi: 10.3321/j.issn:1673-8225.2005.23.065.
- 郑子新, 宋瑞霞, 滕俊英, 等. 咖啡酸对正常小鼠糖脂代谢的影响 [J]. *中国临床康复*, 2005, 23(9): 121–123. doi: 10.3321/j.issn:1673-8225.2005.23.065.
- [27] HUANG Y, YANG J Q, XIE L Y. Protective effect of caffeic acid on damage induced by aluminum-overload in primary cultured rat hippocampal neuron [J]. *Chin Pharmacol Bull*, 2009, 25(12): 1605–1609. doi: 10.3321/j.issn:1001-1978.2009.12.017.
- 黄砚, 杨俊卿, 谢灵瑶. 咖啡酸对大鼠海马神经元铝盐损伤的保护作用 [J]. *中国药理学通报*, 2009, 25(12): 1605–1609. doi: 10.3321/j.issn:1001-1978.2009.12.017.
- [28] LU J, WANG H, LU F A. Effects of cinnamic acid on differentiation of MGC-803 cells [J]. *Chin Pharmacol Bull*, 2007, 23(2): 237–240. doi: 10.3321/j.issn:1001-1978.2007.02.025.
- 卢娟, 汪晖, 卢方安. 肉桂酸对胃腺癌细胞诱导分化的实验研究 [J]. *中国药理学通报*, 2007, 23(2): 237–240. doi: 10.3321/j.issn:1001-1978.2007.02.025.
- [29] ZHANG C L, SONG K K, CHEN X R, et al. The antibacterial and antifungal activity studies of cinnamic acid and its derivants [J]. *J Xiamen Univ (Nat Sci)*, 2006, 45(Suppl): 16–18,72. doi: 10.3321/j.issn:0438-0479.2006.z1.004.
- 张春乐, 宋康康, 陈祥仁, 等. 肉桂酸及其衍生物的抑菌活性研究 [J]. *厦门大学学报: 自然科学版*, 2006, 45(Suppl): 16–18,72. doi: 10.3321/j.issn:0438-0479.2006.z1.004.
- [30] MOU Y L, HU Z L, ZHOU L, et al. Protective effects of luteolin-7-O- β -D-glucopyranoside on neonatal rat cardiomyocytes injury induced by H₂O₂ [J]. *J Shandong Univ TCM*, 2009, 33(1): 63–65.
- 牟艳玲, 胡志力, 周玲, 等. 木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖苷对 H₂O₂ 诱导乳鼠心肌细胞损伤的保护作用 [J]. *山东中医药大学学报*, 2009, 33(1): 63–65.
- [31] ZHOU L, XIE Y Y, LI J, et al. Protective effects of luteolin-7-O- β -D-glucopyranoside on hypoxic-ischemic injury of myocardial cells in neonatal rats [J]. *Trad Chin Drug Res Clin Pharmacol*, 2008, 19(4): 259–261.
- 周玲, 解砚英, 李杰, 等. 木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖苷对缺血缺氧培养乳鼠心肌细胞的保护作用 [J]. *中药新药与临床药理*, 2008, 19(4): 259–261.