

毛梗豨莩草化学成分研究 II

朱伶俐¹, 徐丽¹, 吴华强¹, 周至明², 刘峰³, 曾令峰¹, 徐骏伟², 刘华^{1*}

(1. 江西中医药大学药学院, 南昌 330004; 2. 江西中医药大学中药资源与民族药中心, 南昌 330004;
3. 江西中医药大学附属医院, 南昌 330004; 4. 南昌大学化学学院, 南昌 330031)

[摘要] 目的: 本课题组前期对自建的江西 100 种中草药提取物组分库样品进行活性筛选时, 发现毛梗豨莩草 *Siegesbeckia glabrescens* 的二氯甲烷和乙酸乙酯萃取部位具有显著的抑制细胞程序性坏死的生理活性。为明确毛梗豨莩草的活性组分, 本课题组对毛梗豨莩草二氯甲烷和乙酸乙酯萃取部位进行系统化学成分分离, 以期寻找具有抑制细胞程序性坏死的化合物。方法: 采用正相硅胶柱色谱(二氯甲烷-甲醇 20:1~0:1), 反相 ODS 柱色谱(30%~100% 甲醇), LH-20 羟丙基葡聚糖凝胶柱色谱、重结晶等方法对毛梗豨莩草二氯甲烷和乙酸乙酯萃取部位进行分离和纯化, 根据理化性质及 ¹H-NMR, ¹³C-NMR 波谱数据进行化合物结构鉴定。结果: 从毛梗豨莩草中分离并纯化出 9 个化合物, 分别鉴定为 2-methoxy-4-(2-propen-1-yl) phenyl-6-acetate- β -D-glucopyranoside (1), 苄醇- β -D-吡喃葡萄糖苷 (2), 香豆素 (3), 棕榈酸 (4), 咖啡酸乙酯 (5), 反式对羟基肉桂酸 (6), β -谷甾醇 (7), β -胡萝卜苷 (8), 豆甾醇 (9)。结论: 化合物 1~6 为首次从该植物中分离得到。

[关键词] 毛梗豨莩草; 酚酸类; 化学成分; 二氯甲烷部位; 乙酸乙酯部位

[中图分类号] R284.1; R255 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2018)02-0057-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2018020057

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20171011.1454.070.html>

[网络出版时间] 2017-10-11 14:54

Chemical Components of *Siegesbeckia glabrescens*

ZHU Ling-li¹, XU Li¹, WU Hua-qiang¹, ZHOU Zhi-ming², LIU Feng³, ZENG Ling-feng¹,
XU Jun-wei², LIU Hua^{1*}

(1. School of Pharmacy, Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine (TCM), Nanchang 330004, China;
2. Chinese Medicine Resource and National Medicine Research Center, Jiangxi University of TCM,
Nanchang 330004, China; 3. The Affiliated Hospital of Jiangxi University of TCM, Nanchang 330004, China;
4. School of Chemistry, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

[Abstract] **Objective:** The research group found in the previous studies that the dichloromethane and ethyl acetate extracts of *Siegesbeckia glabrescens* had significant physiological activity to inhibit necroptosis when screening the self-built sample library of 100 kinds of traditional Chinese medicines in Jiangxi. In order to identify the active components and find the target compounds, the dichloromethane and ethyl acetate extracts of *S. glabrescens* were isolated and studied systemically in chemistry. **Method:** The compounds were isolated and purified by chromatography on silica gel (dichloromethane-methanol, 20:1-0:1), ODS (30%-100% methanol), Sephadex LH-20 column and recrystallization, and their structures were determined according to physicochemical properties and spectral analyses. **Result:** Nine compounds were isolated and identified as 2-methoxy-4-(2-propen-1-yl) phenyl-6-acetate- β -D-glucopyranoside (1), benzyl- β -D-glucopyranoside (2), coumarin (3), palmitic acid

[收稿日期] 20170604(006)

[基金项目] 江西省普通本科高校中青年教师发展计划访问学者专项(2013); 江西省卫生计生委科技计划项目(20165538); 江西省教育厅科技项目(GJJ160823)

[第一作者] 朱伶俐, 在读硕士, 从事天然药物分离与活性物质的筛选研究, Tel:18720913474, E-mail: jzll99@126.com

[通信作者] *刘华, 博士, 教授, 从事天然产物的药效物质基础及活性研究, Tel:0791-87118911, E-mail: winner616@163.com

(4), ethyl caffeate (5), *trans-p*-hydroxycinnamic acid (6), β -sitosterol (7), β -daucosterol (8) and stigmasterol (9). **Conclusion:** Compounds 1-6 were isolated from this plant for the first time.

[**Key words**] *Siegesbeckia glabrescens*; phenolic acids; chemical compounds; dichloromethane extract; ethylacetate extract

程序性细胞坏死主要由肿瘤坏死因子受体 (TNFR) 家族以及 Toll 样受体 (TLR) 家族启动, 并通过和受体蛋白互作的两个蛋白激酶 RIP1 (receptor interacting protein kinase 1) 和 RIP3 (receptor interacting protein kinase 3) 传递死亡信号, 募集并磷酸化 MLKL (mixed lineage kinase domain-like protein)^[1], 执行细胞死亡, 细胞发生坏死。理论上, 可以从不同阶段干扰坏死通路, 例如受体, RIP1, RIP3, MLKL, 坏死复合体的组装等环节。Nec-1 (抑制 RIP1)^[2-3], NSA (直接抑制 MLKL) 等都可以干扰坏死, 但都不利于临床。本课题组前期自建了江西 100 种中草药提取物组分库, 并对样品进行活性筛选时发现, 毛梗豨莩草的 95% 醇提物浸膏乙酸乙酯、二氯甲烷萃取部位具有抑制细胞程序性坏死 (necroptosis) 的生理活性。因此从毛梗豨莩草活性部位筛选出具有抑制细胞程序性坏死的小分子化合物是本课题组的研究重点。

中药豨莩草为菊科豨莩属 1 年生草本植物豨

莩、腺梗豨莩或毛梗豨莩的干燥地上部分^[4]。目前对豨莩草化学成分研究主要为黄酮、二萜、倍半萜等化合物^[5-7]。现代药理学研究表明, 豨莩草在抗风湿、抗肿瘤、心血管保护等方面具有良好的效用, 活性成分集中于其二萜类、倍半萜类、黄酮类等^[8-14]。基于豨莩草广泛的药理学研究与本课题组的前期中药材萃取部位活性筛选结果, 为明确毛梗豨莩草的活性成分, 本课题组对毛梗豨莩草二氯甲烷、乙酸乙酯萃取部位进行化学成分分离, 以期寻找具有抑制细胞程序性坏死的化合物。除课题组此前已报道的 9 个黄酮类化合物外^[5], 本次报道从毛梗豨莩二氯甲烷和乙酸乙酯部位分离得到的 9 个化合物, 分别鉴定为 2-methoxy-4-(2-propen-1-yl) phenyl- β -D-glucopyranoside (1), 苜蓿醇- β -D-吡喃葡萄糖苷 (2), 香豆素 (3), 棕榈酸 (4), 咖啡酸乙酯 (5), 反式对羟基肉桂酸 (6), β -谷甾醇 (7), β -胡萝卜苷 (8), 豆甾醇 (9), 结构式见图 1。其中化合物 1~6 为首次从该植物中分离得到, 化合物 1 与 4 为首次从菊科植物中分离得到。

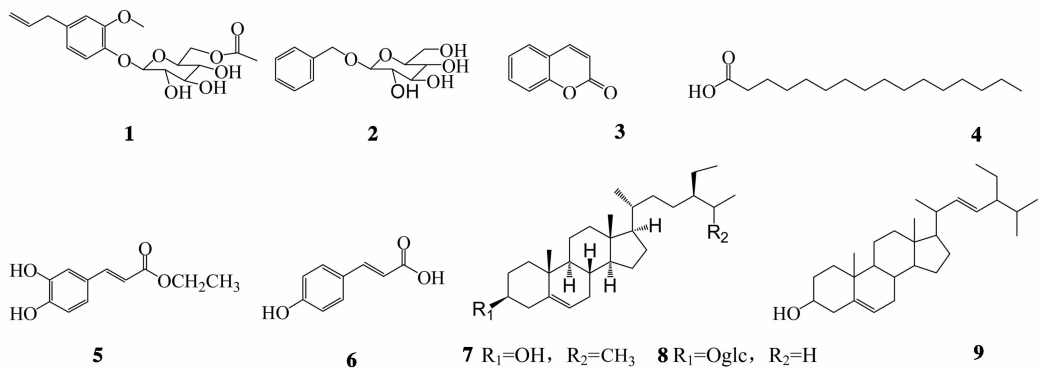


图 1 化合物 1~9 结构

Fig.1 Structure of compound 1-9

1 材料

2695 Alliance Separations Module 型高效液相色谱仪和 1525 型制备高效液相色谱仪 [Lichrospher C₁₈ 制备液相色谱柱 (30 mm × 250 mm, 10 μm)] (美国 Waters 公司), Inova-600 型超导核磁共振波谱仪 (美国 Varian 公司), WFH-203 (ZF-1) 型三用紫外分析仪 (上海精科实业有限公司), AE100 型电子分析

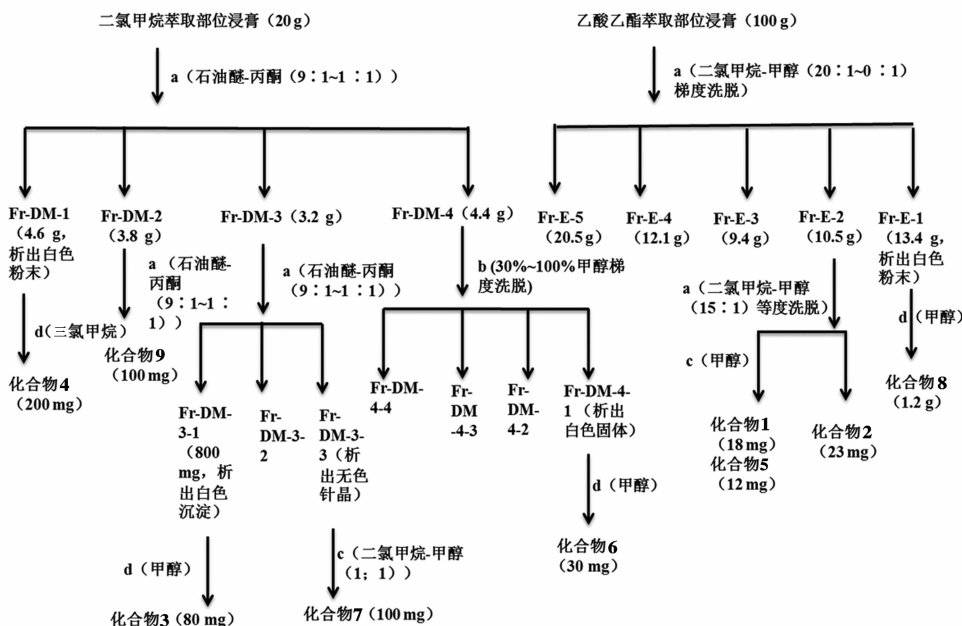
天平 (瑞士梅特勒-托利多公司)。LH-20 羟丙基葡聚糖凝胶 (Sephadex LH-20, 瑞典 GE Healthcar 公司), 柱色谱及薄层色谱用硅胶 (200 目, 青岛海洋化工厂产品), ODS 柱色谱填料 (50 μm, 日本 YMC 公司), 提取分离用试剂均为分析纯, 制备 HPLC 用甲醇为色谱纯 (西陇化工股份有限公司), 水为三蒸水。

药材于 2015 年 5 月 14 日购于江西樟树,由江西中医药大学赖学文教授鉴定为菊科植物毛梗豨莩 *Siegesbeckia glabrescens* 的地上部分,凭证标本保存于江西中医药大学标本室,编号为 ZY-20150525。

2 提取分离

取干燥的毛梗豨莩草 25 kg,粉碎后用 95% 乙醇回流提取 4 次,每次 3 h。合并提取液,减压回收

溶剂得总浸膏 1.2 kg。加蒸馏水混悬,依次用石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇萃取得 5 个萃取部位。本课题组前期研究表明毛梗豨莩草的二氯甲烷、乙酸乙酯萃取部位具有抑制程序性细胞坏死的生理活性。运用各类色谱分离方法对乙酸乙酯与二氯甲烷部位浸膏进行分离纯化,得到 9 个化合物,具体分离过程见图 2。



a. 硅胶柱色谱法; b. 开放型 ODS 色谱法; c. 凝胶色谱法; d. 重结晶法
图 2 化合物分离纯化流程

Fig. 2 Separation and purification process of compound

3 结构鉴定

化合物 1 白色胶状化合物(甲醇)。HR-ESI-MS m/z 391.141 9 $[M + Na]^+$, 化学式 $C_{18}H_{24}O_8$ 。 ^1H-NMR (CD_3OD , 600 MHz) δ : 6.86 (1H, d, $J = 1.8$ Hz, H-2), 7.03 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 7.00 (1H, dd, $J = 1.8, 8.4$ Hz, H-6), 3.33 (2H, d, $J = 7.2$ Hz, H-7), 5.95 (1H, dd t, $J = 10.0, 7.2$ Hz, H-8), 5.08 (1H, dd, $J = 1.8, 16.8$ Hz, H-9a), 5.05 (1H, dd, $J = 1.8, 10.0$ Hz, H-9b), 4.84 (1H, d, $J = 7.2$ Hz, H-1'), 3.46 ~ 3.51 (2H, m, H-2'), 3.46 ~ 3.51 (2H, m, H-3'), 3.39 (1H, m, H-4'), 3.60 (1H, m, H-5'), 4.39 (1H, dd, $J = 2.4, 12.0$ Hz, H-6a), 4.26 (1H, dd, $J = 6.6, 12.0$ Hz, H-6b), 3.86 (3H, s, OCH_3), 2.04 (3H, s, $2''-CH_3$)。 $^{13}C-NMR$ (CD_3OD , 150 MHz) δ : 136.7 (C-1), 114.2 (C-2), 151.0 (C-3), 146.1 (C-4), 121.9 (C-5), 118.5 (C-6), 40.8 (C-7), 139.0 (C-8), 115.9 (C-9), 103.0 (C-1'), 74.9 (C-2'), 75.4 (C-3'), 71.6 (C-4'), 77.7 (C-5'), 64.7 (C-6'), 172.7

(C-1''), 20.7 (C-2''), 56.6 (OCH_3)。以上数据与文献[15]报道基本一致,故鉴定该化合物为 2-methoxy-4-(2-propen-1-yl) phenyl-6-acetate- β -D-glucopyranoside。

化合物 2 淡黄色粉末(甲醇)。ESI-MS m/z 293 $[M + Na]^+$, 化学式为 $C_{13}H_{18}O_6$ 。 ^1H-NMR (CD_3OD , 600 MHz) δ : 7.29 ~ 7.43 (5H, m, H-2, 3, 4, 5, 6), 4.68 (1H, d, $J = 12.0$ Hz, H-7b), 4.95 (1H, d, $J = 12.0$ Hz, H-7a), 4.37 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-1'), 3.91 (1H, dd, $J = 2.0, 11.5$ Hz, H-6'a), 3.71 (1H, dd, $J = 5.5, 11.5$ Hz, H-6'b), 3.26 ~ 3.36 (4H, m, H-2' ~ 5')。 $^{13}C-NMR$ (CD_3OD , 150 MHz) δ : 138.9 (C-1), 129.5 (C-2, 6), 129.4 (C-3, 5), 128.8 (C-4), 66.4 (C-a), 103.2 (C-1'), 74.7 (C-2'), 77.9 (C-3'), 71.6 (C-4'), 78.0 (C-5'), 62.9 (C-6')。以上数据与文献[16]报道基本一致,故鉴定为 苜蓿醇- β -D-吡喃葡萄糖苷。

化合物 3 无色针晶(甲醇),紫外下显天蓝色荧光。ESI-MS m/z 147 $[M + H]^+$, 化学式为

$C_9H_6O_2$ 。 ^1H-NMR (DMSO- d_6 , 600 MHz) δ : 6.49 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-3), 8.06 (1H, d, $J = 9.6$ Hz, H-4), 7.72 (1H, dd, $J = 1.8, 7.8$ Hz, H-5), 7.35 (1H, td, $J = 1.8, 7.8$ Hz, H-6), 7.61 (1H, dd, $J = 1.8, 7.8$ Hz, H-7), 7.38 (1H, dd, $J = 1.8, 7.8$ Hz, H-8)。 $^{13}C-NMR$ (DMSO- d_6 , 150 MHz) δ : 160.7 (C-2), 116.7 (C-3), 143.4 (C-4), 127.8 (C-5), 124.4 (C-6), 131.8 (C-7), 116.9 (C-8), 118.8 (C-9), 154.0 (C-10)。以上数据与文献[17]报道基本一致,故鉴定该化合物为香豆素。

化合物4 白色粉末(三氯甲烷)。ESI-MS m/z 255 [M - H]⁻, 化学式为 $C_{16}H_{32}O_2$ 。 ^1H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) δ : 2.27 (2H, m, H-2), 1.56 (2H, m, H-3), 1.18 (24H, m, H-4 ~ 15), 0.81 (3H, m, H-16)。 $^{13}C-NMR$ ($CDCl_3$, 150 MHz) δ : 180.5 (C=O) 34.1 (C-1), 24.7 (C-2), 29.1 ~ 29.7 (C-3-12), 31.9 (C-13), 22.7 (C-14), 14.1 (C-15)。以上数据与文献[18]报道基本一致,故鉴定为棕榈酸。

化合物5 无色针晶(甲醇),三氯化铁反应呈阳性。ESI-MS m/z 207 [M - H]⁻, 化学式为 $C_{11}H_{12}O_4$ 。 ^1H-NMR (CD_3OD , 600 MHz) δ : 6.76 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 7.04 (1H, $J = 8.4$ Hz, H-5), 7.01 (1H, dd, $J = 8.4, 2.0$ Hz, H-6), 7.48 (1H, d, $J = 15.6$ Hz, H-7), 6.26 (1H, d, $J = 15.6$ Hz, H-8), 1.24 (3H, t, $J = 7.2$ Hz, CH_3), 4.16 (2H, q, $J = 7.2$ Hz, CH_2O)。 $^{13}C-NMR$ (CD_3OD , 150 MHz) δ : 121.8 (C-1), 114.5 (C-2), 145.5 (C-3), 148.8 (C-4), 116.2 (C-5), 125.9 (C-6) 146.0 (C-7), 115.2 (C-8), 167.0 (C-9), 14.8 (CH_3), 60.1 (CH_2O)。以上数据与文献[19]报道基本一致,故鉴定该化合物为咖啡酸乙酯。

化合物6 白色粉末(甲醇),三氯化铁反应呈阳性。ESI-MS m/z 163 [M - H]⁻, 化学式为 $C_9H_8O_3$ 。 ^1H-NMR (DMSO- d_6 , 600 MHz) δ : 7.52 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-2, 6), 6.80 (2H, $J = 8.4$ Hz, H-3, 5), 7.51 (1H, d, $J = 16.2$ Hz, H-7), 6.30 (1H, d, $J = 16.2$ Hz, H-8)。 $^{13}C-NMR$ (DMSO- d_6 , 150 MHz) δ : 125.7 (C-1), 116.2 (C-3, 5), 130.6 (C-2, 6), 160.1 (C-4), 144.6 (C-7), 115.8 (C-8), 168.4 (C-9)。以上数据与文献[20]报道基本一致,故鉴定该化合物为反式对羟基肉桂酸。

化合物7 无色针状结晶(三氯甲烷),易溶于三氯甲烷及丙酮, mp 138 ~ 141℃。Liebermann-Burchard 反应呈阳性,10% 硫酸-乙醇显紫红色斑点。与 β -谷甾醇对照品对照3个不同体系展开 Rf

值均相等,与对照品混合后 Rf 不变,熔点不下降,故鉴定为 β -谷甾醇。

化合物8 白色粉末(甲醇), mp 289℃, Liebermann-Burchard 反应呈阳性, Molish 反应呈阳性,10% 硫酸-乙醇溶液显紫红色斑点。ESI-MS m/z 577 [M + H]⁺, 化学式为 $C_{35}H_{60}O_6$ 。 $^{13}C-NMR$ (CD_3OD , 150 MHz) δ : 37.6 (C-1), 30.5 (C-2), 77.1 (C-3), 40.8 (C-4), 141.3 (C-5), 122.7 (C-6), 32.8 (C-7), 30.4 (C-8), 51.3 (C-9), 37.1 (C-10), 19.8 (C-11), 39.8 (C-12), 43.2 (C-13), 57.8 (C-14), 21.9 (C-15), 28.9 (C-16), 57.1 (C-17), 12.3 (C-18), 19.4 (C-19), 34.8 (C-20), 19.0 (C-21), 32.9 (C-22), 25.1 (C-23), 46.4 (C-24), 29.1 (C-25), 19.3 (C-26), 19.8 (C-27), 20.2 (C-28), 12.3 (C-29), 98.8 (C-1'), 72.8 (C-2'), 78.9 (C-3'), 72.2 (C-4'), 77.5 (C-5'), 62.7 (C-6')。以上数据与文献[21]报道基本一致,故鉴定化合物为 β -胡萝卜素。并且与 β -胡萝卜素对照品对照3个不同体系展开 Rf 值均相等,与对照品混合后 Rf 不变,熔点不下降。

化合物9 无色针晶(三氯甲烷), mp 168 ~ 168℃。ESI-MS m/z 413 [M + H]⁺, 化学式为 $C_{29}H_{48}O$ 。 ^1H-NMR ($CDCl_3$, 600 MHz) δ : 5.37 (1H, d, $J = 4.8$ Hz, H-6), 5.16 (1H, dd, $J = 15.2, 8.7$ Hz, H-22), 5.03 (1H, dd, $J = 15.2, 8.7$ Hz, H-23), 3.53 (1H, m, H-3), 1.03 (3H, t, $J = 8.0$ Hz, H-29), 0.95 (3H, d, $J = 6.0$ Hz, H-21), 0.86 (3H, d, $J = 6.6$ Hz, H-26), 0.82 (3H, d, $J = 7.2$ Hz, H-27), 0.71 (3H, s, H-19), 0.69 (3H, s, H-18)。 $^{13}C-NMR$ ($CDCl_3$, 150 MHz) δ : 31.9 (C-1), 31.9 (C-2), 71.8 (C-3), 39.7 (C-4), 140.8 (C-5), 121.7 (C-6), 31.6 (C-7), 31.5 (C-8), 50.1 (C-9), 37.3 (C-10), 21.1 (C-11), 40.5 (C-12), 42.3 (C-13), 56.0 (C-14), 24.3 (C-15), 28.9 (C-16), 56.9 (C-17), 12.3 (C-18), 19.4 (C-19), 40.5 (C-20), 21.2 (C-21), 138.3 (C-22), 129.3 (C-23), 51.2 (C-24), 31.9 (C-25), 19.0 (C-26), 21.1 (C-27), 25.4 (C-28), 12.1 (C-29)。以上数据与文献[22]报道基本一致,故鉴定为豆甾醇。

4 讨论

本文对毛梗豨莩的二氯甲烷与乙酸乙酯萃取部位进行分离纯化,得到的9个化合物,其中化合物1~6是首次从该植物中分离得到,化合物1与4为首次从菊科植物中分离得到。化合物1的药理学效用还有待研究。化合物4常作为诱导剂,作用于细胞凋亡与损伤等^[23-25]。化合物2在菊科植物中分

布较少,药理学研究亦较少,具有较低的抗肿瘤效用^[26]。化合物5的现代药理学研究表明,具抗氧化的效用^[27],抗炎与抗氧化的效用集中于其酸^[28-29]。其余化合物在菊科植物中分布较为普遍。现代药理学研究表明,豨莶草在抗风湿、抗肿瘤、心血管保护等方面具有良好的效用,且其活性成分集中于黄酮类、二萜类、倍半萜类等。该9种化合物的药理学研究还有待探索,以期拓宽豨莶草的活性成分,找到抑制细胞程序性坏死的活性小分子化合物。

[参考文献]

[1] 吴晨露, 谢南南, 周仲奥, 等. 程序性细胞坏死的分子机制及其在炎症中的作用[J]. 中国细胞生物学学报, 2016, 38(1):7-16.

[2] Takahashi N, Duprez L, Grootjans S, et al. Necrostatin-1 analogues: critical issues on the specificity, activity and in vivo use in experimental disease models [J]. Cell Death Dis, 2012, 3(11):e437.

[3] Linkermann A, Bräsen J H, De Zen F, et al. Dichotomy between RIP1-and RIP3-mediated necroptosis in tumor necrosis factor- α -induced shock [J]. Mol Med, 2012, 18(1):577-586.

[4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 368.

[5] 曾令峰, 徐骏伟, 徐丽, 等. 毛梗豨莶草黄酮类化学成分分离鉴定[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(14): 65-68.

[6] WANG J, DUAN H, WANG Y, et al. ent-Strobane and ent-pimarane diterpenoids from *Siegesbeckia pubescens* [J]. J Nat Prod, 2016, 80(1): 19-29.

[7] WU Q, LI H, Lee S Y, et al. New cytotoxic sesquiterpenoids from *Siegesbeckia glabrescens* [J]. Molecules, 2015, 20(2): 2850-2856.

[8] LU Y, QIAN R, XIAO J, et al. Kirenol, a compound from *Herba Siegesbeckiae*, induces apoptosis in human chronic myeloid leukemia K562 cells [J]. Die Pharmazie, 2014, 69(2):148-153.

[9] CHANG C C, Hsu H F, HUANG K H, et al. Anti-proliferative effects of *Siegesbeckia orientalis* ethanol extract on human endometrial RL-95 cancer cells [J]. Molecules, 2014, 19(12):19980-19994.

[10] WU Q, LI H, Lee S Y, et al. New cytotoxic sesquiterpenoids from *Siegesbeckia glabrescens* [J]. Molecules, 2015, 20(2):2850-2856.

[11] Lee H J, QIAN W, HUA L, et al. A sesquiterpene lactone from *Siegesbeckia glabrescens* suppresses Hedgehog/Gli-mediated transcription in pancreatic cancer cells [J]. Oncol Lett, 2016, 12(4):2912-2917.

[12] LU Y, XIAO J, WU Z W, et al. Kirenol exerts a potent anti-arthritis effect in collagen-induced arthritis by modifying the T cells balance [J]. Phytomedicine, 2012, 19(10):882-889.

[13] WANG R, LIU Y Q, HA W, et al. *In vitro* anti-inflammatory effects of diterpenoids and sesquiterpenoids from traditional Chinese medicine *Siegesbeckia pubescens* [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2014, 24(16): 3944-3947.

[14] 娄月芬, 李盈, 胡滨. 豨莶草总黄酮对大鼠脑缺血损伤的保护作用及其作用机制研究[J]. 药学实践杂志, 2013, 31(1):42-44.

[15] ZENG Q, CHANG R, QIN J, et al. New glycosides from *Dracocephalum tanguticum* Maxim [J]. Arch Pharm Res, 2011, 34: 2015-2020.

[16] Kim K H, Lee K H, Choi S U, et al. Terpene and phenolic constituents of *Lactuca indica* L [J]. Arch Pharm Res, 2008, 31: 983-988.

[17] Thurdpong S, Uraivan S, Yordhathai T, et al. Chemical constituents from the stems of *Alyxia schlechteri* [J]. Phytochem Lett, 2015, 11: 80-84.

[18] 陈艳, 黄滔, 苑春茂, 等. 小花清风藤化学成分的研究[J]. 中草药, 2015, 46(21):3146-3150.

[19] WANG P, XU J, WANG Q, et al. Phenylpropanoids and diphenylethene compounds from roots and rhizomes of *Smilax scobinicaulis* [J]. 中国中药杂志, 2013, 38: 1531-1535.

[20] Ahn B T, Oh K J, Ro J S, et al. Phenolic compounds from leaves of *Spiraea salicifolia* [J]. Korean Pharmacognosy, 1996, 27(3): 178-183.

[21] Yoo S W, Kim J S, KANG S S, et al. Constituents of the fruits and leaves of *Euodia daniellii* [J]. Arch Pharm Res, 2002, 25: 824-830.

[22] 李兴博, 齐耀东, 刘海涛, 等. 新疆藁本化学成分的研究 [J]. 中国中药杂志, 2013, 38(10): 1543-1547.

[23] 高彩霞, 邵琳琳, 冯文焕, 等. 姜黄素对棕榈酸诱导 HepG2 细胞炎症及纤维化通路的影响 [J]. 江苏医药, 2016, 42(7):752-754.

[24] 王进举, 张春燕, 肖斌, 等. GRP78 在肝癌细胞抵抗棕榈酸诱导凋亡中的作用 [J]. 中国老年学杂志, 2016, 36(9):2056-2059.

[25] 费雯婕, 张琳, 段力园, 等. 氧化苦参碱改善棕榈酸诱导的 HepG2 细胞脂质沉积及氧化应激的研究 [J]. 重庆医科大学学报, 2016(11):1125-1130.

[26] Kong C S, Youngran U, Jungim L, et al. Constituents isolated from *Glehnia littoralis* suppress proliferations of human cancer cells and MMP expression in HT1080 cells [J]. Food Chem, 2010, 120(2):385-394.

[27] 欧阳发, 吉腾飞, 苏亚伦, 等. 黑果枸杞果实化学成分研究 [J]. 中药材, 2012, 35(10):1599-1601.

[28] Prasad N R, Jeyanthimala K, Ramachandran S. Caffeic acid modulates ultraviolet radiation-B induced oxidative damage in human blood lymphocytes. [J]. J Photochem Photobiol B, 2009, 95(3):196-203.

[29] Bakir S, Özbay M, Gün R, et al. The protective role of caffeic acid phenethyl ester against streptomycin ototoxicity [J]. American J Otolaryngo, 2013, 34(1):16-21.

[责任编辑 顾雪竹]