

黑沙蒿化学成分研究

郝俊生^{1,2}, 王青虎^{1*}, 巴森吉日嘎拉¹, 宫菊花¹, 包文强¹, 毕力格图¹ (1. 内蒙古民族大学蒙医药学院, 内蒙古 通辽 028000; 2. 内蒙古蒙医药工程技术研究院, 内蒙古 通辽 028000)

摘要:目的 研究黑沙蒿不同溶剂提取物的化学成分。方法 采用色谱法对黑沙蒿不同溶剂提取物进行分离, 经核磁共振数据分析确定化合物结构式。结果 从黑沙蒿不同提取物中分离得到 13 个化合物, 分别为 spathulenol (1)、乌苏醇 (2)、6,7,8-三甲氧基香豆素 (3)、对羟基苯乙酮 (4)、3-甲氧基-4-羟基苯乙酮 (5)、对羟基苯甲醛 (6)、3-甲氧基-4-羟基苯甲醛 (7)、3,4-二羟基苯甲醛 (8)、2-[hexadiin-(2.4)-yl]-phenol (9)、dehydrofalcariinol (10)、heptadeca-1,9(Z)-16-trien-4,6-diyn-3,8-diol (11)、二氢松柏醇 (12) 和松柏醇 (13)。结论 化合物 1~13 均为首次该植物中分离得到。

关键词:黑沙蒿; 化学成分; 分离; 鉴定; 乌苏醇; 松柏醇

doi:10.11669/cpj.2019.11.002 中图分类号:R284 文献标志码:A 文章编号:1001-2494(2019)11-0863-04

Chemical Constituents of *Artemisia ordosica*

HAO Jun-sheng^{1,2}, WANG Qing-hu^{1*}, BA-SHENG-JI-RI-GA-LA¹, GONG Ju-hua¹, BAO Wen-qiang¹, BILIGETU¹ (1. College of Traditional Mongolian Medicine, Inner Mongolia University for Nationalities, Tongliao 028000, China; 2. Inner Mongolia Medical Engineering Technology Research Institute, Tongliao 028000, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To study the chemical constituents of different solvent extracts from *Artemisia ordosica*. **METHODS** The chemical constituents of different solvent extracts from *A. ordosica* were isolated by chromatography. Their structures were identified by NMR data analysis. **RESULTS** Thirteen compounds, namely spathulenol (1), uvaol (2), 6,7,8-trimethoxycoumarin (3), 4-hydroxyacetophenone (4), 3-methoxy-4-hydroxyacetophenone (5), 4-hydroxybenzaldehyde (6), 4-hydroxy-5-methoxybenzaldehyde (7), 4,5-dihydroxybenzaldehyde (8), 2-[hexadiin-(2.4)-yl]-phenol (9), dehydrofalcariinol (10), heptadeca-1,9(Z)-16-trien-4,6-diyn-3,8-diol (11), dihydroconiferyl alcohol (12), and coniferyl alcohol (13) were obtained from the different solvent extracts from *A. ordosica*. **CONCLUSION** Compounds 1-13 are isolated from this plant for the first time.

KEY WORDS: *Artemisia ordosica*; chemical constituent; isolation; identification; uvaol; coniferyl alcohol

黑沙蒿蒙古名为哈拉-沙巴嘎, 为菊科蒿属植物黑沙蒿 (*Artemisia ordosica* Krasch.) 的干燥地上部分。在我国主要分布于内蒙古、河北 (北部) 及山西, 防风固沙性能良好。本品味苦, 性凉, 具有杀黏、清热、燥黄水、愈伤、生肌、合脉止血、消肿、软便之功效^[1]。目前, 采集于新疆的黑沙蒿中已报道^[2-6] 的化学成分主要有黄酮类、萜类、香豆素以及甾体类化合物, 然而植物中次级代谢产物往往生长的生态环境不同而不同。为了摸清内蒙古境内黑沙蒿的化学成分, 本实验采用各种色谱法对内蒙古通辽市科左后旗采集的黑沙蒿化学成分进行了研究。从黑沙蒿

不同溶剂提取物中共分离得到 21 个化合物, 其中 8 个化合物已报道^[2-6]。本实验将报道该植物中首次分离得到的 13 个化合物。

1 实验材料

Bruker AVAIVCE III - 500 型核磁共振波谱仪 (布鲁克公司); 氘代试剂为 (Cambridge Isotope Laboratories 公司); HH - S26S 型水浴锅 (金坛市大地自动化仪器厂); RE52 - 2 型旋转蒸发器 (上海泸西分析仪器厂); 薄层色谱和柱色谱硅胶 (青岛海洋化工厂); 柱色谱试剂均为分析纯, 其中石油醚为沸程

基金项目:蒙医药标准化国家合作科技创新项目子课题资助 (MDKBZH2018017); 国家级重点实验室平台能力建设项目资助 (NMKJZX1702); 内蒙古民族大学研究生创新项目资助 (NMDSS1836); 内蒙古自治区人民政府蒙医药标准化项目资助 (MB017)

作者简介:郝俊生, 男, 硕士 研究方向: 蒙药有效物质基础及药理研究 * **通讯作者:**王青虎, 男, 教授, 博士生导师 研究方向: 蒙药有效物质基础及药理研究 Tel:15894890037 E-mail:wqh693@163.com

(60~90℃)。黑沙蒿于2017年7月采于内蒙古通辽市科左后旗,由布和巴特尔教授(内蒙古民族大学蒙医药学院蒙药生药学教研室主任)鉴定为菊科蒿属植物黑沙蒿(*Artemisia ordosica* Krasch.)的干燥地上部分。黑沙蒿标本(No. 20170710)保存于内蒙古民族大学蒙医药教学和科研大楼313室。

2 提取与分离

黑沙蒿2.0 kg,先用石油醚回流提取2次,每次4 h,合并提取液减压回收,得石油醚提取物152.0 g。药渣再用乙酸乙酯回流提取2次,每次4 h,合并提取液减压回收,得乙酸乙酯提取物94.0 g。称取石油醚提取物60.0 g,按常规方法上硅胶色谱柱,用石油醚-乙酸乙酯梯度洗脱,经TLC检查合并为3个流分(Fr. 1~Fr. 3)。取Fr. 1(312 mg),加石油醚溶解,滤过,滤液为供试液。以环己烷-乙酸乙酯(15:1)为展开剂,展开分离得到化合物1(18 mg),2(25 mg)和3(10 mg)。取Fr. 2(240 mg),加乙醚适量溶解,上硅胶色谱柱,以环己烷-乙酸乙酯梯度洗脱,分离得到化合物4(9 mg),5(12 mg)和6(15 mg)。取Fr. 3(310 mg),按Fr. 2操作项下进行分离得到化合物7(17 mg),8(14 mg)和9(29 mg)。称取乙酸乙酯提取物50.0 g,按常规方法上硅胶色谱柱,用石油醚-丙酮梯度洗脱,经TLC检查合并为4个流分(Fr. 1~Fr. 4)。取流分Fr. 2(402 mg),加氯仿适量溶解,滤过,为供试液。以环己烷-丙酮(5:1)为展开剂,展开分离得到化合物10(33 mg)和11(14 mg)。取Fr. 3(300 mg),加氯仿适量溶解,上硅胶色谱柱,以环己烷-丙酮梯度洗脱,分离得到化合物12(11 mg)和13(19 mg)。

3 结构鉴定

化合物1:淡黄油状液体,易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。¹H-NMR(500 MHz, CDCl₃) δ: 0.49(1H, dd, *J* = 11.0, 9.5 Hz, H-1), 0.74(1H, m, H-2), 2.01(1H, m, H-3a), 0.98(1H, m, H-3b), 2.45(1H, dd, *J* = 13.0, 6.0 Hz, H-4a), 2.07(1H, brd, *J* = 13.0 Hz, H-4b), 2.22(1H, m, H-6), 1.93(1H, m, H-7a), 1.62(1H, m, H-7b), 1.80(1H, m, H-8a), 1.57(1H, dd, *J* = 12.5, 6.0 Hz, H-8b), 1.32(1H, m, H-10), 1.06(3H, s, H-12), 1.08(3H, s, H-13), 4.70(2H, brd, *J* = 13.0 Hz, H-14), 1.31(3H, s, H-15)。¹³C-NMR(125 MHz, CDCl₃) δ: 29.9(C-1), 27.5(C-2), 24.8(C-3), 38.9(C-4), 153.6(C-5), 53.4(C-

6), 26.7(C-7), 41.8(C-8), 81.0(C-9), 54.4(C-10), 20.3(C-11), 16.4(C-12), 28.7(C-13), 106.7(C-14), 26.1(C-15)。以上数据与文献[7]报告的spathulenol一致。

化合物2:白色粉末(氯仿), mp 230~232℃, 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。¹H-NMR(500 MHz, CDCl₃) δ: 1.04~1.01(2H, m, H-1), 1.60~1.65(2H, m, H-2), 3.25(1H, dd, *J* = 11.0, 5.0 Hz, H-3), 0.74(1H, dd, *J* = 12.0, 7.0 Hz, H-5), 1.43~1.40(1H, m, H-6a), 1.56~1.55(1H, m, H-6b), 0.87~0.91(2H, m, H-7), 1.54~1.53(1H, m, H-9), 1.91~1.94(2H, m, H-11), 5.15(1H, t, *J* = 3.5 Hz, H-12), 1.01~1.04(2H, m, H-15), 1.38~1.34(1H, m, H-16a), 1.57~1.55(1H, m, H-16b), 1.39~1.38(1H, m, H-18), 0.96~0.94(1H, m, H-19), 0.92~0.90(1H, m, H-20), 1.52~1.50(1H, m, H-21a), 1.27~1.25(1H, m, H-21b), 1.25~1.22(2H, m, H-22), 1.02(3H, s, H-23), 0.81(3H, s, H-24), 0.97(3H, s, H-25), 1.01(3H, s, H-26), 1.12(3H, s, H-27), 3.55(1H, d, *J* = 11.0 Hz, H-28a), 3.21(1H, d, *J* = 11.0 Hz, H-28b), 0.82(3H, s, H-29), 0.95(3H, s, H-30)。¹³C-NMR(125 MHz, CDCl₃) δ: 38.8(C-1), 27.3(C-2), 79.0(C-3), 38.8(C-4), 55.2(C-5), 18.3(C-6), 32.8(C-7), 40.0(C-8), 47.7(C-9), 36.9(C-10), 23.4(C-11), 125.1(C-12), 138.7(C-13), 42.0(C-14), 26.0(C-15), 35.2(C-16), 38.0(C-17), 54.0(C-18), 39.3(C-19), 39.4(C-20), 30.6(C-21), 23.2(C-22), 28.1(C-23), 15.6(C-24), 15.7(C-25), 16.8(C-26), 23.2(C-27), 70.0(C-28), 17.4(C-29), 21.3(C-30)。以上数据与文献[8]报告的乌苏醇一致。

化合物3:白色粉末(氯仿), mp 151~153℃, 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。¹H-NMR(500 MHz, CDCl₃) δ: 6.06(1H, d, *J* = 9.0 Hz, H-3), 7.52(1H, d, *J* = 9.0 Hz, H-4), 7.30(1H, s, H-5), 3.88(3H, s, 6-OCH₃), 3.86(3H, s, 8-OCH₃), 3.82(3H, s, 7-OCH₃)。¹³C-NMR(125 MHz, CDCl₃) δ: 165.4(C-2), 115.5(C-3), 140.3(C-4), 114.9(C-5), 145.0(C-6), 125.1(C-7), 133.5(C-8), 134.4(C-9), 120.7(C-10), 56.4(6-OCH₃), 56.1(8-OCH₃), 55.8(7-OCH₃)。以上数据与文献[8]报告的6,7,8-三甲氧基香豆素一致。

化合物4:白色固体(氯仿), mp 108~111℃, 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。¹H-NMR

(500 MHz, CDCl_3) δ : 7.93 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2, 6), 6.91 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3, 5), 2.58 (3H, s, $-\text{CH}_3$)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 130.4 (C-1), 131.0 (C-2), 115.3 (C-3), 160.1 (C-4), 115.3 (C-5), 131.0 (C-6), 197.9 (C=O), 26.3 ($-\text{CH}_3$)。以上数据与文献[9]报告的对羟基苯乙酮一致。

化合物 5: 白色固体(氯仿), mp 113 ~ 116 $^\circ\text{C}$, 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 7.59 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 6.98 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5), 7.62 (1H, d, $J = 8.0$, 2.0 Hz, H-6), 3.90 (3H, s, $-\text{OCH}_3$), 2.51 (3H, s, $-\text{CH}_3$)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 129.9 (C-1), 111.1 (C-2), 147.0 (C-3), 146.8 (C-4), 114.4 (C-5), 126.9 (C-6), 190.3 (C=O), 56.8 ($-\text{OCH}_3$), 26.3 ($-\text{CH}_3$)。以上数据与文献[9]报告的 3-甲氧基-4-羟基苯乙酮一致。

化合物 6: 白色蜡状固体(氯仿), 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 7.82 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-2, 6), 7.02 (2H, d, $J = 8.5$ Hz, H-3, 5), 9.85 (1H, s, $-\text{CHO}$)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 139.3 (C-1), 132.5 (C-2), 116.0 (C-3), 162.0 (C-4), 116.0 (C-5), 132.5 (C-6), 191.3 ($-\text{CHO}$)。以上数据与文献[10]报告的对羟基苯甲醛一致。

化合物 7: 白色蜡状固体(氯仿), 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 7.43 (1H, brs, H-2), 7.05 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5), 7.45 (1H, brd, $J = 8.5$ Hz, H-6), 9.83 (1H, s, $-\text{CHO}$), 3.99 (3H, s, $-\text{OCH}_3$)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 129.9 (C-1), 108.8 (C-2), 151.7 (C-3), 147.2 (C-4), 114.4 (C-5), 127.6 (C-6), 191.0 (C=O), 56.1 ($-\text{OCH}_3$)。以上数据与文献[11]报告的 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛一致。

化合物 8: 白色蜡状固体(氯仿), 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 7.44 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 6.96 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5), 7.46 (1H, brd, $J = 8.0$, 2.0 Hz, H-6), 9.85 (1H, s, $-\text{CHO}$)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 129.8 (C-1), 108.9 (C-2), 146.8 (C-3), 146.2 (C-4), 114.3 (C-5), 127.7 (C-6), 191.0 (C=O)。以上数据与文献[11]报告的 3,4-二羟基苯甲醛一致。

化合物 9: 白色蜡状固体(氯仿), 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz,

CDCl_3) δ : 7.33 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-3), 6.92 (1H, t, $J = 1.5$, 7.5 Hz, H-4), 7.14 (1H, t, $J = 7.5$ Hz, H-5), 6.76 (1H, d, $J = 7.5$ Hz, H-6), 3.64 (2H, s, H-7), 1.92 (3H, s, H-12)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 153.2 (C-1), 122.1 (C-2), 129.6 (C-3), 121.4 (C-4), 128.3 (C-5), 115.5 (C-6), 20.4 (C-7), 74.5 (C-8), 67.9 (C-9), 64.2 (C-10), 72.9 (C-11), 4.25 (C-12)。以上数据与文献[12]报告的 2-[hexadiin-(2.4)-yl]-phenol 一致。

化合物 10: 白色蜡状固体(氯仿), 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 5.47 (1H, brd, $J = 12.0$ Hz, H-1a), 5.24 (1H, brd, $J = 10.0$ Hz, H-1b), 5.93 (1H, m, H-2), 4.92 (1H, m, H-3), 3.02 (2H, d, $J = 7.0$ Hz, H-8), 5.38 (1H, m, H-9), 5.52 (1H, m, H-10), 2.02 (2H, t, $J = 7.0$ Hz, H-11), 1.30 ~ 1.38 (6H, m, H-12, 13, 14), 2.05 (2H, t, $J = 7.0$ Hz, H-15), 5.80 (1H, m, H-16), 5.00 (1H, dd, $J = 17.0$, 1.5 Hz, H-17a), 4.93 (1H, d, $J = 17.0$ Hz, H-17b)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 117.1 (C-1), 136.1 (C-2), 63.6 (C-3), 74.2 (C-4), 71.3 (C-5), 64.1 (C-6), 80.3 (C-7), 17.5 (C-8), 122.0 (C-9), 133.0 (C-10), 27.1 (C-11), 29.1 (C-12), 28.8 (C-13), 28.7 (C-14), 33.7 (C-15), 139.1 (C-16), 114.3 (C-17)。以上数据与文献[13]报告的 dehydrofalcariol 一致。

化合物 11: 白色蜡状固体(氯仿), 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3) δ : 5.50 (1H, brd, $J = 17.0$ Hz, H-1a), 5.28 (1H, brd, $J = 10.0$ Hz, H-1b), 5.96 (1H, m, H-2), 4.97 (1H, m, H-3), 5.22 (1H, brd, $J = 7.5$ Hz, H-8), 5.55 (1H, brd, $J = 7.5$ Hz, H-9), 5.62 (1H, m, H-10), 2.13 (2H, brt, $J = 7.0$ Hz, H-11), 1.35 ~ 1.42 (6H, m, H-12, 13, 14), 2.06 (2H, t, $J = 7.0$ Hz, H-15), 5.82 (1H, m, H-16), 5.00 (1H, dd, $J = 17.0$, 1.5 Hz, H-17a), 4.96 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-17b)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CDCl_3) δ : 117.4 (C-1), 135.8 (C-2), 63.5 (C-3), 78.2 (C-4), 70.2 (C-5), 68.8 (C-6), 79.8 (C-7), 58.6 (C-8), 127.8 (C-9), 134.5 (C-10), 27.6 (C-11), 29.1 (C-12), 28.7 (C-13), 28.6 (C-14), 33.7 (C-15), 139.0 (C-16), 114.4 (C-17)。以上数据与文献[14]报告的 heptadeca-1,9(Z)-16-trien-4,6-diyn-3,8-diol 一致。

化合物 12: 白色固体(氯仿), mp 63 ~ 65 $^\circ\text{C}$, 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。 $^1\text{H-NMR}$ (500

MHz, CDCl₃) δ : 6.72 (1H, brs, H-2), 6.85 (1H, d, J = 7.5 Hz, H-5), 6.70 (1H, brd, J = 7.5 Hz, H-6), 2.67 (2H, t, J = 7.5 Hz, H-7), 1.90 (2H, m, H-8), 3.70 (2H, t, J = 6.5 Hz, H-9), 3.90 (3H, s, OCH₃)。¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 133.7 (C-1), 110.9 (C-2), 146.4 (C-3), 143.7 (C-4), 114.2 (C-5), 120.9 (C-6), 31.8 (C-7), 34.5 (C-8), 62.3 (C-9), 55.9 (OCH₃)。以上数据与文献[15]报告的二氢松柏醇一致。

化合物 13: 白色固体(氯仿), mp 74 ~ 75 °C, 易溶于石油醚、氯仿等亲脂性有机溶剂。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 6.95 (1H, brs, H-2), 6.88 (1H, d, J = 7.5 Hz, H-5), 6.91 (1H, brd, J = 7.5 Hz, H-6), 6.55 (1H, d, J = 16.0 Hz, H-7), 6.25 (1H, d, J = 16.0 Hz, H-8), 4.43 (2H, d, J = 11.0 Hz, H-9), 3.93 (3H, s, OCH₃)。¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 129.2 (C-1), 108.3 (C-2), 146.6 (C-3), 145.6 (C-4), 114.4 (C-5), 120.3 (C-6), 131.4 (C-7), 126.2 (C-8), 63.9 (C-9), 55.9 (OCH₃)。以上数据与文献[16]报告的松柏醇一致。

4 讨论

本实验对内蒙古境内黑沙蒿的化学成分进行了系统的化学成分研究, 从其中分离得到 21 个化合物, 其中 13 个为该植物中首次分离得到。13 个化合物中 2 个为萜类, 3 个为苯丙素类, 3 个为炔烃类和 5 个芳香类化合物。现代药理研究表明, 萜类化合物具有多种生物活性, 如: 降血脂、抗炎、抗过敏和抗溃疡作用^[17]; 苯丙素类化合物^[18]具有抗氧化、抗炎、抗菌、抗过敏、解热、抑制血小板凝聚等; 炔烃类化合物为二炔螺缩酮烯醚, 其结构特点是侧链含有烯键或炔键活性基团, 该类化合物可用于治疗白血病、抗肿瘤、抑制超氧化物等功效^[19]。这些化合物可能是黑沙蒿的主要活性成分。

REFERENCES

[1] ZHAO Y. The excellent characteristics and utilization of *Artemisia ordosica* [J]. *Forest China* (中国林业), 2011, 17(17):45-46.
 [2] ZHAO D B, YANG Y X, ZHANG W, et al. Studies on flavonoids from herb of *Artemisia ordosica* [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2005, 30(18):1430-1432.
 [3] ZHANG W, ZHAO D B, LI M J, et al. Studies on flavonoids from herb of *Artemisia ordosica* (II) [J]. *China J Chin Mater*

Med (中国中药杂志), 2006, 31(23):1959-1961.
 [4] ZHONG Y, FENG X S, LIU Y R. Chemical constituents from *Artemisia ordosica* Kraschen and their bioactivities [J]. *Chem Bioeng* (化学与生物工程), 2016, 33(3):36-38.
 [5] ZHAO D B, JIANG Y F, XI C J, et al. Isolation and identification of capillararin from *Artemisia ordosica* Kraschen [J]. *Chin J Struct Chem* (结构化学), 2005, 24(6):637-639.
 [6] YAN S F, LIANG B, LI J B, et al. Study on microelements and chemical constituents of *Artemisia ordosica* Kraschen and its essential oil [J]. *Chin J Anal Lab* (分析实验室), 1994, 13(3):82-85.
 [7] CHEN G, XU S X, SHA Y. Studies on the constituents of *Diospyros kaki* leaves (I) [J]. *Chin J Med Chem* (中国药物化学杂志), 2000, 10(4):298-299.
 [8] KOFINAS C, CHINOUI I, LOUKIS A, et al. Cytotoxic coumarins from the aerial parts of *Tordylium apulum* and their effects on a non-small-cell bronchial carcinoma line [J]. *Planta Med*, 1998, 64(2):174-177.
 [9] WANG Q H, WU R J, QI G Q, et al. Study on chemical constituents of *Artemisa sacrorum* Ledeb [J]. *Chin Pharm J* (中国药理学杂志), 2015, 50(16):1380-1383.
 [10] WANG Y W, LI Z F, ZHEN M Z, et al. Chemical constituents of *Gastrodia elata* [J]. *Chin Tradit Herb Drug* (中草药), 2013, 44(21):2794-2796.
 [11] DUAN X H, LI Z L, YANG D S, et al. Study on the chemical constituents of *Gastrodia elata* [J]. *J Chin Med Mat* (中药材), 2013, 36(10):1608-1600.
 [12] BOHLMANN E, ZDERO C. Polyacetylenic compounds 197. On two new phenylpolyynes from *Anthemis fuscata* [J]. *Brot Chem Berich*, 1971, 104(8):1375-1378.
 [13] SEGER C, GODEJOHANN M, SPRAUL M, et al. Reaction product analysis by high-performance liquid chromatography-solid-phase extraction-nuclear magnetic resonance application to the absolute configuration determination of naturally occurring polyene alcohols [J]. *J Chromatogr A*, 2006, 1136(1):82-88.
 [14] WANG Y, OYOTA M, KRAUSE F, et al. Polyacetylenes from *Artemisia borealis* and the biological activities [J]. *Phytochemistry*, 1990, 129(10):3101-3105.
 [15] SONG K, ZHENG X K, ZHANG J K, et al. Chemical constituents of *Erigeron annuus* (L.) Pers. [J]. *Chin Pharm J* (中国药理学杂志), 2016, 51(17):1462-1466.
 [16] WANG H B, YAO H, GU W F, et al. Study on chemical constituents from the leaves of *Pleioblastus amarus* [J]. *Chin Tradit Herb Drug* (中草药), 2004, 35(7):739-740.
 [17] REKKA E, CHRYSSELIS M, SISKOU I, et al. Synthesis of new azulene derivatives and study of their effect on lipid peroxidation and lipoxygenase activity [J]. *Chem Pharm Bull*, 2003, 34(1):904-907.
 [18] YANAGISAWA T, KOSAKAI K, TOMIYAMA T, et al. Studies on anti-ulcer agents synthesis and antiulcer activities of 6-isopropylazulen-1-sodium sulfonate derivatives [J]. *Cheminform*, 1990, 38(12):3355-3358.
 [19] NAKAMURA Y, OHTO Y, MURAKAMI A, et al. Isolation and identification of acetylenic spiroketal enol ethers from *Artemisia lactiflora* as inhibitors of superoxide generation induced by a tumor promoter in differentiated HL-60 cells [J]. *J Agric Food Chem*, 1998, 46(12):5031-5036.

(收稿日期:2018-10-20)