

剑叶金鸡菊化学成分及生物活性研究

邵东旭, 郑冬梅, 胡 锐, 陈 文, 陈多谋, 卓先勤

琼州学院理工学院, 海南 三亚 572022

摘要: 目的 首次对剑叶金鸡菊 *Coreopsis lanceolata* 全草的化学成分和抗菌活性进行研究。方法 采用各种柱色谱进行分离纯化, 通过波谱数据分析 (MS、NMR 等) 进行结构鉴定。对化合物 1~8 的抗菌活性进行了初步筛选。结果 从剑叶金鸡菊全草氯仿部位中共分离得到了 15 个化合物, 其中包含 8 个倍半萜类化合物, 分别鉴定为 1 β , 5 α -diangeloyloxy-eudesm-(15)-ene (1)、1 β , 6 α -dihydroxyeudesm-4(15)-ene (2)、10 α -hydroxyoplopan-4-one (3)、(7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 7-diol (4)、(7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 8-diol (5)、(7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 11-diol (6)、(7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 7 α -diol (7)、4(15)-eudesmene-1 β , 7 α -diol (8)、对羟基桂皮酸 (9)、3-甲氧基-4-羟基苯甲酸 (10)、对羟基苯甲酸甲酯 (11)、3, 4-二羟基苯甲醛 (12)、 β -谷甾醇 (13)、木栓酮 (14)、木栓醇 (15)。结论 所有化合物均为首次从该植物中分离得到, 化合物 3、4 对金黄色葡萄球菌有较强的抑制作用。

关键词: 剑叶金鸡菊; 倍半萜; 对羟基桂皮酸; 3, 4-二羟基苯甲醛; 木栓酮

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2013)12-1558-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.12.007

Chemical constituents from *Coreopsis lanceolata* and their bioactivities

SHAO Dong-xu, ZHENG Dong-mei, HU Rui, CHEN Wen, CHEN Duo-mou, ZHUO Xian-qin

College of Science and Engineering, Qiongzhou University, Sanya 572022, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents in the whole herb of *Coreopsis lanceolata* and to investigate the antibacterial activity. **Methods** The compounds in the whole herb of *C. lanceolata* were isolated and purified by column chromatography and identified based on spectral analyses (MS, NMR). The antibacterial activities of compounds 1—8 were screened. **Results** Fifteen compounds including eight sesquiterpenes were isolated from the chloroform fraction in the whole herb of *C. lanceolata* and were identified as 1 β , 5 α -diangeloyloxy-eudesm-(15)-ene (1), 1 β , 6 α -dihydroxyeudesm-4(15)-ene (2), 10 α -hydroxyoplopan-4-one (3), (7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 7-diol (4), (7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 8-diol (5), (7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 11-diol (6), (7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 7 α -diol (7), 4(15)-eudesmene-1 β , 7 α -diol (8), *p*-hydroxy cinamic acid (9), 3-methoxy-4-hydroxy-benzoic acid (10), methyl-*p*-hydroxybenzoate (11), 3, 4-dihydroxy-benzaldehyde (12), β -sitosterol (13), friedeline (14), and friedelinol (15). **Conclusion** Compounds 1—15 are obtained from the whole herb of *C. lanceolata* for the first time. The bioassays show that the compounds 3 and 4 have the stronger inhibition against *Staphylococcus aureus*.

Key words: *Coreopsis lanceolata* L.; sesquiterpenes; *p*-hydroxy cinamic acid; 3, 4-dihydroxy-benzaldehyde; friedeline

剑叶金鸡菊 *Coreopsis lanceolata* L. 为菊科金鸡菊属植物, 原产北美, 后经广泛栽种现逸为野生, 在我国长江下游和山东地区广泛分布^[1-5], 其全草可入药, 具有清热解毒和降压等功效^[6]。但其化学成分至今仍未见报道, 为充分利用开发这一植物资源, 本实验首次对剑叶金鸡菊的化学成分进行研究, 从其氯仿部位共分离得到了 15 个化合物, 其中包含 8 个倍半萜类化合物, 分别鉴定为 1 β , 5 α -diangeloyloxy-

eudesm-(15)-ene (1)、1 β , 6 α -dihydroxyeudesm-4(15)-ene (2)、10 α -hydroxyoplopan-4-one (3)、(7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 7-diol (4)、(7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 8-diol (5)、(7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 11-diol (6)、(7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 7 α -diol (7)、4(15)-eudesmene-1 β , 7 α -diol (8)、对羟基桂皮酸 (*p*-hydroxy cinamic acid, 9)、3-甲氧基-4-羟基苯甲酸 (3-methoxy-4-hydroxybenzoic acid, 10)、对羟基苯甲酸甲酯

收稿日期: 2013-04-24

基金项目: 海南省教育厅高等学校科研资助项目 (Hj2009-132)

作者简介: 邵东旭 (1972—), 男, 讲师, 硕士, 主要从事药物化学研究。E-mail: dxshao@yahoo.com.cn

(methyl-*p*-hydroxybenzoate, **11**)、3, 4-二羟基苯甲醛(3, 4-dihydroxy-benzaldehyde, **12**)、 β -谷甾醇(β -sitosterol, **13**)、木栓酮(friedeline, **14**)、木栓醇(friedelinol, **15**)。所有化合物均为首次从该植物中分离得到。对其中8个倍半萜类化合物进行生物活性筛选, 发现化合物**3**、**4**对金色葡萄球菌有较强的抑制作用。

1 仪器与材料

Bruker ARX 400 核磁共振仪(德国 Bruker 公司); ZABHS 双聚焦高分辨有机质谱仪; X—4 熔点测定仪(北京华诺信德科技有限公司)。ODS(100~200 目, 北京欧亚新技术公司), 硅胶(200~300 目)、GF254 薄层色谱板(青岛海洋化工厂), RP₁₈ WF254S 薄层色谱板(Merk 公司)。所有试剂均为分析纯(国药集团有限公司)。

剑叶金鸡菊于2010年7月采自山东威海, 由兰州大学张国良教授鉴定为剑叶金鸡菊 *Coreopsis lanceolata* L. 的全草, 标本(N20100915)存放在兰州大学化工学院。

2 提取与分离

剑叶金鸡菊全草4 kg, 粉碎, 以石油醚-乙醚-甲醇(1:1:1)室温浸泡3次, 每次7 d, 浓缩提取物得总浸膏(900 g), 将浸膏溶于热水中, 氯仿萃取得氯仿部位浸膏(130 g)。氯仿部位浸膏经硅胶柱色谱, 以正己烷-丙酮(10:1~1:1)梯度洗脱, TLC 检查后合并得4个组分Fr. 1~4。Fr. 1经硅胶柱色谱, 以正己烷-醋酸乙酯(50:1~2:1)反复洗脱, 再经 ODS 反相柱色谱, 甲醇-水(1:1~4:1)反复纯化得化合物**1**(26 mg)、**2**(321 mg)、**3**(74 mg)、**4**(61 mg), 其中用正己烷-丙酮(10:1)洗脱时, 析出大量结晶, 反复重结晶得到化合物**13**(800 mg); Fr. 2经硅胶柱色谱, 以正己烷-醋酸乙酯(8:1~1:1)梯度洗脱, 再用正己烷-丙酮(10:1~5:1)洗脱, 然后过 ODS 反相柱色谱, 甲醇-水(2:1~5:1)纯化得化合物**5**(84 mg)、**6**(70 mg); Fr. 3部分经硅胶柱色谱, 以氯仿-丙酮(100:1~10:1)反复柱色谱, 并以正己烷-丙酮(3:1~1:1)洗脱, 再经 ODS 反相柱色谱, 甲醇-水(3:1~8:1)纯化得化合物**7**(34 mg)、**8**(70 mg)、**9**(23 mg)、**10**(76 mg)。Fr. 4经硅胶柱色谱, 以氯仿-丙酮(8:1~2:1)洗脱, 得化合物**11**(23 mg)、**12**(65 mg)、**14**(510 mg)、**15**(210 mg)。

3 结构鉴定

化合物**1**: 无色油状物。¹H-NMR (500 MHz,

CDCl₃) δ : 4.68 (1H, brs, H-15), 4.78 (1H, brs, H-15), 3.82 (1H, dd, J = 5.0, 10.5 Hz, H-1), 2.63 (1H, ddd, J = 5.5, 6.0, 12.0 Hz, H-3 α), 2.08 (1H, dddd, J = 2.0, 5.0, 13.5 Hz, H-3 β), 1.76 (1H, m, H-2 α), 1.64 (1H, m, H-9 α), 1.56 (1H, m, H-7), 1.54 (1H, m, H-2 β), 1.51 (1H, m, H-6 α), 1.49 (1H, m, H-6 β), 1.47 (1H, m, H-11), 1.44 (1H, m, H-8), 1.19 (1H, m, H-9 β), 0.85 (3H, d, J = 3.5 Hz, H-13), 0.82 (3H, d, J = 3.5 Hz, H-12), 0.69 (3H, s, H-14); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 149.6 (C-4), 107.6 (C-15), 72.1 (C-1), 75.2 (C-5), 41.2 (C-10), 37.3 (C-11), 33.3 (C-6), 31.8 (C-7), 29.6 (C-2), 28.9 (C-3), 28.8 (C-9), 22.7 (C-8), 19.0 (C-13), 18.7 (C-12), 11.7 (C-14)。以上数据与文献报道一致^[7], 故鉴定化合物**1**为 1 β , 5 α -diangeloyloxyeudesm-(15)-ene。

化合物**2**: 无色油状物。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 5.02 (1H, brs, H-15), 4.75 (1H, brs, H-15), 3.72 (1H, t, J = 9.5 Hz, H-6 β), 3.42 (1H, dd, J = 4.0, 6.5 Hz, H-1 α), 2.33 (1H, ddd, J = 2.0, 5.0, 13.0 Hz, H-3 α), 2.24 (1H, sept, J = 2.0, 6.5 Hz, H-11), 2.07 (1H, ddd, J = 5.0, 13.0, 13.0 Hz, H-3 β), 1.91 (1H, s, H-8), 1.85 (1H, ddd, J = 2.0, 4.0, 12.0 Hz, H-2 α), 1.75 (1H, brd, J = 9.5 Hz, H-5 α), 1.53 (1H, m, H-2 β), 1.53 (1H, m, H-8), 1.43 (1H, brs, 1-OH), 1.27 (1H, m, H-7 α), 1.19 (1H, m, H-9 α), 1.17 (1H, m, H-9 β), 0.95 (3H, d, J = 6.5 Hz, H-13), 0.87 (3H, d, J = 6.5 Hz, H-12), 0.71 (3H, s, H-14); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 147.4 (C-4), 108.1 (C-15), 79.2 (C-1), 67.8 (C-6), 56.4 (C-5), 49.9 (C-7), 42.2 (C-10), 36.9 (C-9), 35.9 (C-3), 32.2 (C-2), 26.3 (C-11), 21.8 (C-13), 18.9 (C-8), 16.8 (C-12), 12.0 (C-14)。以上数据与文献报道一致^[8], 故鉴定化合物**2**为 1 β , 6 α -dihydroxyeudesm-4(15)-ene。

化合物**3**: 无色油状物, EI-MS m/z : 238。¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃) δ : 2.65 (1H, m, H-3), 2.19 (3H, s, H-15), 1.20 (3H, s, H-13), 0.89 (3H, d, J = 6.5 Hz, H-11), 0.69 (3H, d, J = 6.5 Hz, H-12); ¹³C-NMR (125 MHz, CDCl₃) δ : 210.5 (C-14), 72.0 (C-8), 56.0 (C-3), 54.7 (C-9), 48.4 (C-5), 45.7 (C-4), 41.1 (C-7), 28.5 (C-10), 27.6 (C-1), 24.3 (C-2), 22.0 (C-6), 20.9 (C-11), 19.3 (C-13), 19.3 (C-15), 14.6 (C-12)。以上数据与文献报道一致^[9], 故鉴定化合物**3**为 10 α -hydroxyoplopan-4-one。

化合物**4**: 无色油状物, EI-MS m/z : 236。¹H-

NMR (500 MHz, CDCl_3) δ : 4.95 (1H, s, H-15a), 4.81 (1H, s, H-15b), 3.58 (1H, dd, $J = 5.0, 11.5$ Hz, H-1), 3.23 (1H, brd, $J = 9.5$ Hz, H-7), 2.32 (1H, m, H-6), 2.30 (1H, m, H-3 β), 2.11 (1H, m, H-3 α), 1.83 (1H, m, H-8 β), 1.78 (1H, m, H-2 α), 1.75 (1H, m, H-5), 1.74 (1H, m, H-9 β), 1.71 (1H, m, H-11), 1.48 (1H, m, H-2 β), 1.40 (1H, m, H-9 α), 1.36 (1H, m, H-8 α), 0.99 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-12), 0.91 (3H, d, $J = 6.5$ Hz, H-13), 0.67 (3H, s, H-14); ^{13}C -NMR (125 MHz, CDCl_3) δ : 147.9 (C-4), 106.6 (C-15), 81.7 (C-7), 80.0 (C-1), 55.4 (C-5), 48.5 (C-10), 38.4 (C-6), 36.3 (C-9), 33.9 (C-3), 30.9 (C-2), 30.4 (C-11), 25.1 (C-8), 19.5 (C-13), 13.7 (C-12), 11.3 (C-14)。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 4 为 (7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 7-diol。

化合物 5: 无色油状物, EI-MS m/z : 238。 ^1H -NMR (500 MHz, CDCl_3) δ : 4.88 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-15a), 4.74 (1H, d, $J = 1.5$ Hz, H-15b), 3.92 (1H, dd, $J = 4.5, 11.0$ Hz, H-1), 3.52 (1H, dd, $J = 5.0, 11.0$ Hz, H-7), 0.92 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, H-12), 0.84 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, H-13), 0.83 (3H, s, H-14); ^{13}C -NMR (125 MHz, CDCl_3) δ : 145.4 (C-4), 114.4 (C-15), 80.0 (C-1), 69.9 (C-8), 56.4 (C-5), 44.0 (C-10), 39.4 (C-6), 34.9 (C-9), 29.7 (C-3), 29.2 (C-2), 26.0 (C-11), 24.1 (C-7), 22.0 (C-14), 21.6 (C-12), 14.7 (C-13)。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 5 为 (7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 8-diol。

化合物 6: 无色油状物, EI-MS m/z : 239。 ^1H -NMR (500 MHz, CDCl_3) δ : 4.86 (1H, s, H-14a), 4.60 (1H, s, H-4b), 3.53 (1H, dd, $J = 4.0, 11.0$ Hz, H-1), 1.26 (6H, s, H-12, 13), 0.65 (3H, s, H-15); ^{13}C -NMR (125 MHz, CDCl_3) δ : 145.9 (C-4), 106.6 (C-14), 79.3 (C-1), 71.6 (C-7), 57.8 (C-5), 49.6 (C-7), 47.5 (C-10), 37.3 (C-9), 34.6 (C-2), 32.5 (C-6), 31.8 (C-3), 30.6 (C-8), 30.1 (C-12), 29.9 (C-13), 11.9 (C-15)。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 6 为 (7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 11-diol。

化合物 7: 无色油状物, EI-MS m/z : 238。 ^1H -NMR (500 MHz, CDCl_3) δ : 4.78 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-14a), 4.43 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-14b), 3.54 (1H, dd, $J = 4.0, 10.5$ Hz, H-1), 3.30 (1H, dd, $J = 2.0, 8.5$ Hz, H-7), 2.23 (1H, m, H-6), 2.19 (1H, m, H-3a), 1.95 (1H, m, H-3b), 1.93 (1H, m, H-5), 1.76 (1H, m, H-9a), 1.65 (1H, m, H-2a), 1.57 (1H, m, H-11), 1.45 (1H, m, H-9b), 1.26 (1H, m, H-2b), 0.93 (3H, d, $J = 7.0$ Hz,

H-12), 0.86 (3H, d, $J = 7.0$ Hz, H-13), 0.59 (3H, s, H-15); ^{13}C -NMR (125 MHz, CDCl_3) δ : 145.3 (C-4), 105.1 (C-14), 78.1 (C-1), 75.4 (C-7), 51.3 (C-5), 47.4 (C-10), 37.6 (C-6), 36.3 (C-2), 33.6 (C-3), 32.5 (C-11), 30.8 (C-9), 19.3 (C-12), 18.7 (C-8), 18.3 (C-13), 10.9 (C-15)。以上数据与文献报道一致^[12], 故鉴定化合物 7 为 (7*R**)-opposit-4(15)-ene-1 β , 7 α -diol。

化合物 8: 无色油状物, EI-MS m/z : 238。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 4.76 (1H, s, H-15 β), 4.48 (1H, s, H-15 α), 3.52 (1H, dd, $J = 4.3, 11.6$ Hz, H-1), 2.31 (1H, m, H-3 α), 2.18 (1H, m, H-5), 2.18 (1H, m, H-3 β), 1.55 (2H, m, H-8), 0.96 (6H, d, $J = 6.6$ Hz, H-12, 13), 0.66 (3H, s, H-14); ^{13}C -NMR (100 MHz, CDCl_3) δ : 149.1 (C-4), 106.8 (C-15), 79.2 (C-1), 73.6 (C-7), 41.9 (C-5), 40.2 (C-10), 39.2 (C-11), 34.5 (C-3), 32.2 (C-9), 31.9 (C-6), 31.6 (C-2), 29.2 (C-8), 17.0 (C-12), 17.0 (C-13), 9.3 (C-14)。以上数据与文献报道一致^[13-14], 故鉴定化合物 8 为 4 (15)-eudesmene-1 β , 7 α -diol。

化合物 9: 无色晶体 (丙酮), mp 213~216 $^{\circ}\text{C}$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 7.62 (1H, d, $J = 15.8$ Hz, H- α), 7.55 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2, 6), 6.90 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3, 5), 6.34 (1H, d, $J = 15.8$ Hz, H- β); ^{13}C -NMR (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 167.6 (C-1'), 115.0 (C- β), 130.9 (C- α), 126.3 (C-1), 144.9 (C-2), 115.8 (C-3, 5), 159.8 (C-4)。以上数据与文献报道一致^[10], 故鉴定化合物 9 为对羟基桂皮酸。

化合物 10: 无色针晶 (甲醇), mp 210~212 $^{\circ}\text{C}$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 11.84 (1H, s, -COOH), 7.58 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6), 7.55 (1H, s, H-2), 6.90 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-3), 3.90 (3H, s, 3-OCH₃); ^{13}C -NMR (100 MHz, CDCl_3) δ : 167.4 (-COOH), 148.30 (C-3), 152.0 (C-4), 127.9 (C-1), 124.8 (C-2), 115.5 (C-5), 113.4 (C-6), 56.3 (-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 10 为 3-甲氧基-4-羟基苯甲酸。

化合物 11: 无色针状晶体 (甲醇), mp 120~122 $^{\circ}\text{C}$ 。 ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ : 7.95 (2H, dd, $J = 8.0, 3.2$ Hz, H-2, 6), 6.87 (1H, dd, $J = 8.0, 3.2$ Hz, H-3, 5), 3.88 (3H, s, -OCH₃); ^{13}C -NMR (100 MHz, CDCl_3) δ : 167.2 (-COOCH₃), 160.0 (C-4), 131.9 (C-2, 6), 127.9 (C-3, 5), 122.5 (C-1), 51.9 (-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 11 为对羟基

苯甲酸甲酯。

化合物 **12**: 白色针状结晶 (甲醇), mp 152~154 °C。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 10.0 (1H, s, -CHO), 8.21 (1H, d, J = 6.9 Hz, H-5), 7.54 (1H, s, H-2), 7.26 (1H, d, J = 8.5 Hz, H-6), 2.86 (1H, s, -OH), 2.05 (3H, s, 3-OCH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 206.1 (-CHO), 206.1 (C-3), 185.3 (C-4), 124.5 (C-1), 123.0 (C-2), 122.2 (C-5), 112.9 (C-6), 29.8 (-OCH₃)。以上数据与文献报道一致^[11], 故鉴定化合物 **12** 为 3, 4-二羟基苯甲醛。

化合物 **13**: 无色针状晶体 (丙酮), 与 β -谷甾醇对照品共薄层, 其显色行为及 R_f 值均一致, 混合熔点不下降, 故鉴定化合物 **13** 为 β -谷甾醇。

化合物 **14**: 白色粉末 (丙酮), 与木栓酮对照品共薄层, 其显色行为及 R_f 值均相同, 混合熔点不下降, 故确定化合物 **14** 为木栓酮。

化合物 **15**: 白色粉末 (丙酮), 与木栓醇对照品共薄层, 其显色行为及 R_f 值均相同, 混合熔点不下降, 故确定化合物 **15** 为木栓醇。

4 生物活性筛选

采用杯碟法^[15], 测试了分离得到的倍半萜类化合物 **1~8** 对枯草芽孢杆菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌作用。采用内径 6 mm, 外径 7 mm 的牛津杯, 选用处于对数生长期的实验菌种, 细胞密度为 $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^8$ /mL, 待测样品用二甲基亚砜 (DMSO) 溶解, 终浓度为 100 μ g/mL。选用氯霉素为阳性对照, DMSO (4%) 为空白对照。抑菌圈直径的判断: <10 mm, 以 “—” 表示; 10~12 mm, 以 “+” 表示; 13~15 mm, 以 “++” 表示; 16~20 mm, 以 “+++” 表示。结果见表 1。通过测定各供试菌

抑菌圈的半径, 发现化合物 **3**、**4** 对金黄色葡萄球菌有抑制作用。

参考文献

- [1] 潘英, 李 宁, 倪 慧, 等. 金鸡菊属植物化学成分和药理活性研究进展 [J]. 现代药物与临床, 2012, 27(5): 512-518.
- [2] 王连东, 李东军. 山东两种外来入侵种—刺果藤和剑叶金鸡菊 [J]. 山东林业科技, 2007(4): 39-40.
- [3] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物科属检索表 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [4] 李扬汉. 中国杂草志 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [5] 谢宗强, 陈志刚, 樊大勇. 生物入侵的危害与防治对策 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(10): 1795-1798.
- [6] 朱 筠, 陈飞彪, 夏剑辉. 金鸡菊总黄酮的提取及含量测定 [J]. 食品科学, 2005(9): 314-316.
- [7] Liao J C, Zhu Q X, Yang X P, *et al.* Sesquiterpenes from *Ligularia hodgsonii* [J]. *J Chem Soc*, 2002, 49: 129-132.
- [8] Taichi O, Keiji I, Sachiyo N, *et al.* Studies on the sesquiterpenes from *Ambrosia elatior* Linn. [J]. *Chem Pharm Bull*, 1987, 35: 2272-2279.
- [9] Lee K H, Choi S U, Lee K R. Sesquiterpenes from *Syneilesis palmata* and their cytotoxicity against human cancer cell lines *in vitro* [J]. *Arch Pharm Res*, 2005, 28: 280-284.
- [10] Iijima T, Yaoito Y, Kikuchi M. Five new sesquiterpenoids and a new diterpenoid from *Erigeron annuus* (L.) PERS, *Erigeron philadelphicus* L. and *Erigeron sumatrensis* RETZ [J]. *Chem Pharm Bull*, 2003, 51: 545-549.
- [11] 于德全, 杨峻山. 分析化学手册: 第七分册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [12] Hideji I, Hajime M, Susumu M. Isolation of oppositane and cyclooudesmane-type sesquiterpenoids from *Torilis japonica* D C. [J]. *Chem Soc Japan*, 1983(8): 1253-1256.
- [13] Niwa M, Iguchi M, Yamamura S. Biomimetic reactions of epoxygermacrene-D [J]. *Tetrahedron Lett*, 1978(42): 4043-4046.
- [14] Fleischer TC, Waigh RD, Waterman PG, *et al.* Pogostol o-methyl ether and artabotrol: Two novel sesquiterpenes from the stem bark of *Artabotrys stenopetalus* [J]. *J Nat Prod*, 1997, 60: 1054-1056.
- [15] 周德庆. 微生物学实验手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986.

表 1 化合物 **1~8** 的抗菌作用

Table 1 Antibacterial activity of compounds **1—8**

化合物	枯草芽孢杆菌	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌
1	—	—	—
2	—	—	—
3	—	—	++
4	—	—	++
5	—	—	—
6	—	—	—
7	—	—	—
8	—	—	—
氯霉素	+++	+++	+++
DMSO (4%)	—	—	—