

光度取其平均值。相对细胞增殖抑制率(%) = (对照组 A₅₇₀ - 实验组 A₅₇₀) / 对照组 A₅₇₀ × 100%。

表1 化合物的相对细胞增殖抑制率(%)

Table 1 Anticancer activity *in vitro* of the novel compounds(%)

Compounds	PC-3	SKOV-3	HCT116	A431	K562
VIa	6.38	53.89	56.81	41.88	64.97
VIb	14.67	18.06	20.83	38.86	14.20
VIc	1.50	16.84	5.83	26.33	2.27
I	3.34	10.13	46.23	52.87	35.67
Doxorubicin	89.67	87.52	93.56	84.22	82.73

2 讨论

以2-氨基-5-硝基苯甲腈为起始原料,经过环合、氯化反应、氨基取代、硝基还原、N-乙酰化等5步反应合成了3个新型结构的喹啉类衍生物,经体外抗肿瘤活性实验,发现这3个化合物对PC-3和A431细胞均无体外抑制作用,化合物VIa对K562和HCT116细胞有一定的体外抑制作用,而化合物VIb和VIc对选用的肿瘤细胞均无明显的体外抑制作用,表明带有苯并噁唑环化合物VIa具有抗白血病和结肠癌活性。

参考文献:

- [1] Herbst RS. Review of epidermal growth factor receptor biology [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004, 59: 21-26.
- [2] Yosef Y, Joseph S. Epidermal growth factor induces rapid, reversible aggregation of the purified epidermal growth factor receptor [J]. *Biochemistry* 2004, 26(5): 1443-1451.
- [3] Barker AJ, Gibson KH, Grundy W, et al. Studies leading to the identification of ZD 1839 (Iressa): A orally active, selective epidermal growth factor receptor tyrosine kinase inhibitor targeted to the treatment of cancer [J]. *Bioorg Med Chem Lett* 2001, 11: 1911-1914.
- [4] Stefan T, Tanja W, Rolf K, et al. Substituted 2-arylbenzothiazoles as kinase inhibitors: Hit-to-lead optimization [J]. *Bioorg Med Chem* 2009, 17: 6728-6737.
- [5] Kwak EL, Sordella R, Bell DW, et al. Irreversible inhibitors of the EGF receptor may circumvent acquired resistance to gefitinib [J]. *Proc Natl Acad Sci USA* 2005, 102: 7665-7670.
- [6] Juozas D, Fabienne D, Bertrand JJC, et al. The combi-targeting concept: Synthesis of stable nitrosoureas designed to inhibit the epidermal growth factor receptor (EGFR) [J]. *J Med Chem*, 2006, 49: 3544-3552.
- [7] 陆涛, 焦宇, 陈亚东, 等. Raf 激酶抑制剂及其制备方法和用途 [P]. 200710022 0504. 2008-09-10.

收稿日期: 2012-07-05

小叶香茶菜中二萜类化学成分的研究

杨黎彬^{1,2}, 黄胜雄², 李丽梅², 赵勇², 普建新^{2*}

(1. 西安医学院药学院, 陕西 西安 710021; 2. 中科院昆明植物研究所, 云南 昆明 650001)

摘要: 目的 研究云南中甸产的小叶香茶菜地上部分的二萜化学成分。方法 采用硅胶色谱、半制备、制备 HPLC 分离纯化二萜化学成分, 运用¹H NMR、¹³C NMR、ESI-MS 等技术鉴定结构。结果 从云南中甸的小叶香茶菜地上部分共分离得到了 14 个二萜化合物, 分别鉴定为 hebeirubescensin L (I), adenolin E (II), trichokaurin (III), effusanin B (IV), rabdoternin C (V), baiyecrystal A (VI), rabdoternin A (VII), rabescensin C (VIII), sodoponin (IX), longikaurin E (X), rabdolateral (XI), isodonal (XII), trichorabdol A (XIII), trichorabdol H (XIV)。结论 化合物 VII、VIII、XI 和 XIV 为首次从小叶香茶菜中分离得到。

关键词: 小叶香茶菜; 化学成分; 二萜; 结构鉴定; 层析色谱

中图分类号: R914

文献标志码: A

文章编号: 1006-0103(2013)03-0234-04

Study of diterpenoids constituents from *Isodon parvifolius*

YANG Li-bin^{1,2}, HUANG Sheng-xiong², LI Li-mei², ZHAO Yong², PU Jian-xin^{2*}

(1. Xi'an Medical University, Xi'an, Shaanxi, 710021 P. R. China; 2. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan 650001 P. R. China)

Abstract: **OBJECTIVE** To study the chemical diterpenoids constituents of *Isodon parvifolius* (Batalin) H. Hara. **METHODS** Chemical constituents were isolated by solvent-extraction together with column chromatography and the structures were determined by spectroscopic analysis. **RESULTS** Fourteen diterpenoids were isolated from the air part of *Isodon parvifolius*, and their structures

作者简介: 杨黎彬, 博士, 副教授, 从事天然产物化学研究的工作。Email: yangoyang@sina.com

* 通信作者 (Correspondent author), Email: pujianxin@mail.kib.ac.cn

were identified as hebeirubescensin L(I) ,adenolin E(II) ,trichokaurin(III) ,effusanin B(IV) ,rabdotermin C(V) ,baiyecrystal A(VI) ,rabdotermin A(VII) ,rubescensin C(VIII) ,sodoponin(IX) ,longikaurin E(X) ,rabdolasonal(XI) ,sodonol(XII) ,trichorabdol A(XIII) and trichorabdol H(XIV) . **CONCLUSION** Compounds VII、VIII、XII、XV are obtained from *Isodon parvifolius* for the first time.

Key words: *Isodon parvifolius*; Chemical constituent; Diterpenoid

CLC number: R914

Document code: A

Article ID: 1006-0103(2013)03-0234-04

小叶香茶菜 *Isodon parvifolius* (Batalin) H. Hara 为小灌木,高 0.5~1 m,主要分布在四川西部及西藏地区,生于干旱灌丛中,海拔 1.65~2.8 km,民间主要外用作消炎药。曾研究过西藏产的小叶香茶菜的化学成分,发现其主要含 C-20 未氧化的对映贝壳杉烷二萜。从四川汶川产的该种植物中得到 7,20-环氧型的二萜,且发现部分化合物具有抗癌活性^[1-5]。李丽梅博士从产自四川茂县地区的该种植物叶子部分中除了分离得到了 7,20-环氧型的二萜外,还得到了 1 个重排的 15(8→11)-7,20-epoxy-ent-kaurane 型二萜,8 个对映-松香烷型二萜和 1 个对映-半日花烷型二萜^[6]。我们对产自云南香格里拉地区的小叶香茶菜茎叶部分进行了系统研究,共分离鉴定了 14 个对映-贝壳杉烷型二萜化合物。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

XRC-1 型显微熔点仪(四川大学科仪厂);Jasco DIP-370 型数字式旋光仪(日本分光公司);UV-2401A 型紫外光谱仪(日本岛津);Tenor27 型红外光谱仪、Brucker AM-400 和 DRX-500 型核磁共振仪(德国布鲁克光谱仪器公司);1100 型 HPLC 色谱仪(Zorbax SB-C₁₈ 色谱柱,250 mm×4.6 mm,250 mm×9.4 mm,二极管阵列检测器)(美国安捷伦);LC-8A 型制备 HPLC(日本岛津)。硅胶 80~100 m 和 200~300 m(青岛海洋化工厂);Sephadex LH-20(美国 GE 公司);显色剂为 10% H₂SO₄ 乙醇溶液;小叶香茶菜于 2006 年 8 月采自云南省香格里拉县地区,由中国科学院昆明植物研究所李锡文研究员鉴定为小叶香茶菜 *Isodon parvifolius* (Batalin) H. Hara 植物标本存放于昆明植物所。

1.2 提取、分离与结构鉴定

小叶香茶菜地上部分(干重 3 kg),粉碎后用 70% 丙酮水溶液在室温下浸提 3 次(10 L×3 d),提取液浓缩后,分散于 6 升水中,先用石油醚脱脂后,再用乙酸乙酯萃取 4 次,得到 80 g 乙酸乙酯部分。乙酸乙酯部分用 100 g 80~100 目硅胶拌样,500 g 200~300 目硅胶干法装柱,以不同比例的氯仿-丙酮(1:0~0:1)梯度洗脱,用 TLC 进行检测,合并相同馏分,得到 A~E 5 个部分。B 部分反复用正相

硅胶柱层析,RP-18、Sephadex LH-20 以及制备和半制备 HPLC 分离,得到化合物 I(5 mg)、III(15 mg)、IV(17 mg)、V(7 mg)、VI(5 mg)、VII(15 mg)、X(7 mg)、XI(11 mg)、XII(10 mg)。C 部分反复用正相硅胶柱、RP-18、Sephadex LH-20、制备和半制备 HPLC 分离,得到化合物 II(14 mg)、VIII(10 mg)、IX(7 mg)、XIII(6 mg)、XIV(14 mg)。

1.2.1 化合物 I 结构鉴定 白色粉末,¹H NMR (C₅D₅N, 400 MHz): δ 5.91(1H, brs, H-17a), 5.71(1H, brs, H-20), 5.27(1H, brs, H-17b), 5.19~5.25(1H, m, H-11), 4.16(1H, dd, J=10.5, 6.1 Hz, H-6), 4.13(1H, q, J=7.8 Hz, H-1'a), 4.01~4.07(1H, m, H-1), 3.57(1H, q, J=7.8 Hz, H-1'b), 3.12(1H, dd, J=9.5, 4.0 Hz, H-13), 2.90(1H, d, J=12.1, H-14α), 2.79~2.86(1H, m, H-12β), 2.56(1H, dd, J=12.1, 4.0 Hz, H-14α), 2.00(1H, d, J=9.4 Hz, H-9), 1.80~1.91(2H, m, H₂-2), 1.61(1H, 重叠, H-12α), 1.55(1H, d, J=6.1 Hz, H-5)。¹³C NMR (C₅D₅N, 100 MHz): δ 31.8(t, C-1), 15.5(t, C-2), 41.5(t, C-3), 33.5(s, C-4), 53.7(d, C-5), 75.2(d, C-6), 96.2(s, C-7), 53.2(s, C-8), 47.8(d, C-9), 35.3(s, C-10), 18.9(t, C-11), 32.1(t, C-12), 43.6(d, C-13), 76.9(d, C-14), 73.3(d, C-15), 157.7(s, C-16), 111.5(t, C-17), 33.1(q, C-18), 22.7(q, C-19), 66.8(t, C-20)。碳谱数据与文献的基本一致^[7],故确定该化合物为 Hebeirubescensin L。

1.2.2 化合物 II 结构鉴定 白色粉末,¹³C NMR (C₅D₅N, 100 MHz): δ 224.9(s, C-15), 170.1(s, OAc), 95.6(s, C-7), 76.2(d, C-1), 74.3(d, C-6), 68.9(t, C-17), 64.7(t, C-20), 62.8(d, C-11), 62.7(d, C-5), 61.2(s, C-8), 58.8(d, C-9), 58.7(d, C-16), 58.7(q, OMe), 40.5(s, C-10), 38.6(t, C-3), 34.0(s, C-4), 32.6(q, C-18), 32.2(t, C-12), 30.0(d, C-13), 29.8(t, C-14), 24.4(t, C-2), 21.9(q, C-19), 21.7(q, OAc)。碳谱数据与文献的基本一致^[8],故确定化合物为 Adenolin E。

1.2.3 化合物 III 结构鉴定 ¹³C NMR (C₅D₅N, 100 MHz): δ 65.5(t, C-1), 27.5(t, C-2), 34.5(t, C-

3) 33.9(s, C-4) 50.7(d, C-5) 75.6(d, C-6), 95.9(s, C-7) 51.2(s, C-8) 39.0(d, C-9), 41.0(s, C-10) 15.5(t, C-11) 27.6(t, C-12), 37.1(d, C-13) 32.0(d, C-14) 75.3(d, C-15), 160.0(s, C-16) 108.5(t, C-17) 33.1(q, C-18) 23.7(q, C-19) 66.5(t, C-20)。碳谱数据与文献的基本一致^[9] 故确定化合物为 Trichokaurin。

1.2.4 化合物IV结构鉴定 无色针状晶体, ¹³CNMR(CDCl₃, 100 MHz): δ209.4(s, C-15), 169.9(s, OAc) 152.5(s, C-16) 117.5(t, C-17), 94.6(s, C-7) 75.9(d, C-1) 74.4(d, C-6), 63.4(t, C-20) 60.3(d, C-9) 59.4(s, C-8), 51.0(d, C-5) 39.8(s, C-10) 38.3(t, C-3), 34.5(d, C-13) 33.5(s, C-4) 32.6(q, C-18), 29.5(t, C-12) 25.3(t, C-14) 25.0(t, C-2), 21.9(q, C-19) 21.5(q, OAc) 18.1(t, C-11)。碳谱数据与文献的基本一致^[10] 故确定该化合物为 Effusanin B。

1.2.5 化合物V结构鉴定 ¹³CNMR(C₅D₅N, 100 MHz): δ32.0(t, C-1) 15.0(t, C-2) 41.6(t, C-3) 33.9(s, C-4) 54.7(d, C-5) 74.6(d, C-6), 98.0(s, C-7) 52.2(s, C-8) 46.9(d, C-9), 36.0(s, C-10) 18.5(t, C-11) 31.6(t, C-12), 45.5(d, C-13) 75.6(d, C-14) 73.3(d, C-15), 158.8(s, C-16) 111.2(t, C-17) 33.1(q, C-18) 22.7(q, C-19) 66.5(t, C-20)。碳谱数据与文献的基本一致^[11] 故确定该化合物为 Rabdotermin C。

1.2.6 化合物VI结构鉴定 mp217.5~220 °C, [α]_D²⁵ -116.1°(c 0.98, C₅H₅N), UV (MeOH) nm (log ε): 235.5(3.58)。IR(KBr): 3350 2930 1710, 1630 1430 1360 1050 cm⁻¹。¹HNMR(400 MHz, CDCl₃): δ6.02和5.50(2×1H, brs, H₂-17) 5.80(1H, brd, J=11.3 Hz, OH-6β) 4.84(1H, m, H-11β) 4.71(1H, dd, J=11.4, 4.8 Hz, H-1β) 4.48(1H, d, J=10.9 Hz, H-19a) 4.43(1H, d, J=9.4 Hz, H-20a) 4.10(2H, 重叠, H-19b和20b) 3.96(1H, brt, J=11.3 Hz, H-6α) 3.04(1H, m, H-13α) 2.78(1H, d, J=12.3 Hz, H-14α) 2.35(1H, dd, J=15.9, 9.1 Hz, H-12α) 2.14 2.05, 1.88(2×3H, s, 3×OAc) 2.10(1H, m, H-14α), 1.67(1H, m, H-12α) 1.62(1H, d, J=3.6 Hz, H-9β) 1.51(1H, d, J=11.3 Hz, H-5β) 1.25(3H, s, Me-18)。以上数据与文献的基本一致^[12] 故确定化合物为 Baiyecrystal A。

1.2.7 化合物VII结构鉴定 ¹³CNMR(C₅D₅N, 100

MHz): δ32.0(t, C-1) 17.0(t, C-2) 40.6(t, C-3) 34.3(s, C-4) 58.7(d, C-5) 73.6(d, C-6), 100.2(s, C-7) 54.2(s, C-8) 51.3(d, C-9), 37.8(s, C-10) 61.5(t, C-11) 44.6(t, C-12), 47.5(d, C-13) 73.6(d, C-14) 76.3(d, C-15), 160.1(s, C-16) 110.2(t, C-17) 33.1(q, C-18) 22.8(q, C-19) 66.9(t, C-20)。碳谱数据与文献基本一致^[13] 故确定化合物为 Rabdotermin A。

1.2.8 化合物VIII结构鉴定 ¹³CNMR(C₅D₅N, 100 MHz): δ31.0(t, C-1) 19.0(t, C-2) 41.6(t, C-3) 34.3(s, C-4) 54.7(d, C-5) 71.6(d, C-6), 107.8(s, C-7) 53.2(s, C-8) 42.9(d, C-9) 44.8(s, C-10) 19.5(t, C-11) 29.6(t, C-12) 45.5(d, C-13) 74.6(d, C-14) 72.3(d, C-15) 159.1(s, C-16) 110.2(t, C-17) 31.1(q, C-18) 21.1(q, C-19) 175.5(s, C-20)。碳谱数据与文献的基本一致^[14] 故确定化合物为 Rabescensin C。

1.2.9 化合物IX结构鉴定 ¹HNMR(400 MHz, C₅D₅N): δ8.18(1H, d, J=5.0 Hz, OH-6β) 7.91(1H, brs, OH-7β) 6.94(1H, d, J=2.0 Hz, OH-15β) 5.99(1H, t, J=9.0 Hz, H-11α) 5.51(1H, d, J=4.0 Hz, OH-1α) 5.42(1H, s, H-17a) 5.20(2H, m, H-17b和H-15α) 4.70(1H, ABd, J=10.0 Hz, H-20a) 4.37(1H, ABdd, J=10.0, 2.0 Hz, H-20b) 4.21(1H, t, J=5.0 Hz, H-6α) 4.18(1H, H-1β) 3.33(1H, H-12α) 3.08(1H, dd, J=9.0, 2.0 Hz, H-9β) 2.68(1H, dd, J=9.0, 5.0 Hz, H-13α) 2.18(1H, dd, J=12.0, 5.0 Hz, H-14β) 1.98(3H, s, OAc) 1.14和1.10(2×3H, s, 2×Me)。氢谱数据与文献的基本一致^[14] 故确定化合物为 Sodopinin。

1.2.10 化合物X结构鉴定 ¹³CNMR(CDCl₃, 100 MHz): δ208.4(s, C-15) 169.7(s, OAc) 151.7(s, C-16) 118.3(t, C-17) 95.0(s, C-7) 74.6(d, C-6) 69.0(t, C-20) 68.1(d, C-11) 58.6(d, C-9) 58.4(s, C-8) 53.6(d, C-5) 41.4(t, C-3) 37.9(t, C-12) 37.0(s, C-10) 34.2(d, C-13) 33.7(s, C-4) 33.6(q, C-18) 31.3(t, C-1) 26.3(t, C-14) 22.7(q, C-19) 21.8(q, OAc) 18.4(t, C-2)。碳谱数据与文献的基本一致^[15] 故确定化合物为 Longikaurin E。

1.2.11 化合物XI结构鉴定 ¹³CNMR(C₅D₅N, 100 MHz): δ75.5(d, C-1) 24.0(t, C-2) 40.6(t, C-3) 34.3(s, C-4) 61.7(d, C-5) 205.6(d, C-6) 174.8(s, C-7) 52.2(s, C-8) 41.9(d, C-9) 43.8(s, C-10) 65.5(t, C-11) 44.4(t,

C-12) 35.5(d,C-13) 30.1(d,C-14) 83.3(d,C-15) 157.9(s,C-16) 110.2(t,C-17) 33.5(q,C-18) 24.7(q,C-19) 66.5(t,C-20)。碳谱数据与文献的基本一致^[16],故确定该化合物为 Rabdolasiolal。

1.2.12 化合物 XII 结构鉴定 ¹³CNMR(100 MHz, C₅D₅N): 875.9(d,C-1) 24.0(t,C-2) 40.6(t,C-3) 34.3(s,C-4) 61.0(d,C-5) 204.6(d,C-6) 107.8(s,C-7) 58.2(s,C-8) 46.9(d,C-9) 44.8(s,C-10) 65.1(d,C-11) 41.6(t,C-12) 34.5(d,C-13) 29.6(d,C-14) 200.3(d,C-15) 150.5(s,C-16) 119.2(t,C-17) 33.1(q,C-18) 24.4(q,C-19) 67.0(t,C-20)。碳谱数据与文献的基本一致^[16],故确定化合物为 Isodonolal。

1.2.13 化合物 XIII 结构鉴定 ¹³CNMR(100 MHz, C₅D₅N): 831.6(t,C-1) 18.6(t,C-2) 40.6(t,C-3) 34.3(s,C-4) 56.9(d,C-5) 205.6(d,C-6) 171.3(s,C-7) 60.7(s,C-8) 47.9(d,C-9) 42.1(s,C-10) 65.1(d,C-11) 42.6(t,C-12) 35.5(d,C-13) 28.6(d,C-14) 201.3(d,C-15) 150.5(s,C-16) 117.2(t,C-17) 32.1(q,C-18) 26.4(q,C-19) 70.9(t,C-20)。碳谱数据与文献的基本一致^[17],故确定化合物为 Trichorabdal A。

1.2.14 化合物 XIV 结构鉴定 ¹³CNMR(25 MHz, C₅D₅N): 879.7(d,C-1) 23.8(t,C-2) 32.6(t,C-3) 40.3(s,C-4) 61.9(d,C-5) 204.6(d,C-6) 170.3(s,C-7) 59.2(s,C-8) 47.9(d,C-9) 44.9(s,C-10) 63.7(d,C-11) 42.2(t,C-12) 34.5(d,C-13) 30.6(t,C-14) 201.3(d,C-15) 149.5(s,C-16) 118.2(t,C-17) 33.1(q,C-18) 24.4(q,C-19) 68.2(t,C-20)。碳谱数据与文献的基本一致^[17],故确定化合物为 Trichorabdal H。

2 讨论

文中以产自川藏地区的小叶香茶菜为实验材料,进行了乙酸乙酯部位的化学成分分离、鉴定,分离得到了 14 个单体化合物,其中 4 个化合物为首次从该植物中分离得到,为该药用植物的开发利

用提供了化学物质基础。

参考文献:

- [1] Li YZ, Chen YZ. Diterpenoids from *Rabdosia parvifolia* [J]. *Phytochemistry*, 1992, 31: 221-222.
- [2] Guo YW, Cheng PY. Diterpenoid constituents of *Isodon parvifolia*: Structure elucidation of the new diterpenoid, parvifolin [J]. *Chin Chem Lett*, 1992, 3: 633-634.
- [3] Guo YW, Cheng PY, Xu MJ, et al. The structure of parvifoliside [J]. *Acta Bot Sin*, 1991, 33: 722-726.
- [4] Guo YW, Cheng PY, Xu GY. The structure of parvifoliside from *Isodon parvifolia* leaves [J]. *Chin Chem Lett*, 1991, 2: 377-380.
- [5] Li YZ, Chen YZ. Diterpenoids from *Rabdosia parvifolia* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29: 3033-3034.
- [6] Li LM, Li GY, Huang SX, et al. 7,20-Epoxy-ent-kauranoids from *Isodon parvifolius* [J]. *J Nat Prod*, 2006, 69: 645-649.
- [7] Huang SX, Zhou Y, Pu JX, et al. Cytotoxic ent-kauranoid derivatives from *Isodon rubescens* [J]. *Tetrahedron*, 2006, 62: 4941-4947.
- [8] Zhang RP, Zhang HJ, Lin ZW, et al. Diterpenoids from *Isodon adenoloma* [J]. *Phytochemistry*, 1992, 31: 4237-4240.
- [9] Fujita E, Fujita T, Shibuya M. Terpenoids - XI: The structure and absolute configuration of trichokaurin and its chemical conversion into (-)-kaurene and diterpene alkaloids [J]. *Tetrahedron*, 1969, 25: 2517-2530.
- [10] Fujita T, Takeda Y, Shingu T, et al. Structures of effusanins, antibacterial diterpenoids from *Rabdosia effuse* [J]. *Chem Lett*, 1980, 9: 1635-1638.
- [11] Yoshio T, Ko-ichi T, Fujita T, et al. Yoshinori M. Rabdotermins D-G, ent-7 β ,20-epoxykaurenes from *Rabdosia ternifolia* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 35: 1513-1516.
- [12] Chen SN, Chen S, Lin YZ, et al. Four new diterpenoids from *Isodon leucophylla* [J]. *Chin Chem Lett*, 1998, 11: 1021-1024.
- [13] Sun HD, Chao JH, Lin ZW, et al. The structure of *Rubescensin C*: A new minor diterpenoid isolated from *Rabdosia rubescens* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1982, 30: 341-347.
- [14] Hao H, Zhang HJ, Sun HD, et al. Diterpenoids from *Rabdosia setschwanensis* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29: 2591-2595.
- [15] Sun HD, Lin ZW, Minami Y, et al. On the constituents of *Rabdosia ternifolia* (D. Don) Hara: The structure of a new diterpenoid, Isodononic acid [J]. *Yakugaku Zasshi*, 1982, 102: 887-890.
- [16] Takeda Y, Fujita T, Sun HD, et al. Revision of structures of *Isodonolal*, *rabdolasiolal* and related diterpenoids [J]. *Chem Pharm Bull*, 1990, 38: 1877-1888.
- [17] Osawa K, Yasuda H, Maruyama T, et al. Antibacterial trichorabdal diterpenoids from *Rabdosia trichocarpa* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 36: 1287-1291.

收稿日期: 2012-08-21