

西洋参茎叶皂苷水解产物中稀有抗肿瘤成分的化学研究

马晓宁¹, 柴瑞华¹, 赵余庆^{2*}

(1. 辽宁中医药大学, 沈阳 110032; 2. 沈阳药科大学, 沈阳 110016)

摘要:目的 研究西洋参 *Panax quinquefolium* 茎叶皂苷酸水解产物的化学成分。方法 利用硅胶柱色谱等各种色谱技术对西洋参茎叶皂苷酸水解产物进行分离纯化, 根据化合物的理化性质和光谱数据进行结构鉴定。结果 从西洋参茎叶皂苷酸水解产物中分离得到8个化合物, 分别鉴定为20(S)-人参二醇[20(S)-panaxadiol, I], 20(S)-原人参二醇[20(S)-protopanaxadiol, II], 20(R)-原人参二醇[20(R)-protopanaxadiol, III], 20(S)-人参三醇[20(S)-panaxatriol, IV], 24(R)-拟人参皂苷元[24(R)-ocotillol, V], 20(R)-原人参三醇[20(R)-protopanaxatriol, VI], 20(R)-达玛烷-3 β , 12 β , 20, 25-四醇[20(R)-dammarane-3 β , 12 β , 20, 25-tetrol, VII], 20(R)-达玛烷-3 β , 6 α , 12 β , 20, 25-五醇[20(R)-dammarane-3 β , 6 α , 12 β , 20, 25-pentol, VIII]。结论 化合物I~VIII为首次从西洋参茎叶皂苷酸水解产物中分得的人参皂苷元衍生物。其中IV、VII、VIII为从西洋参根、茎、叶、果、花蕾中首次发现。化合物VII为本课题组从人参皂苷中首次发现和报道的具有显著抗肿瘤活性的原人参二醇型皂苷元衍生物。

关键词: 西洋参茎叶; 水解产物; 抗癌活性

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2008)09-1291-04

Rare constituents with anti-cancer activity from hydrolytic products in saponins
of *Panax quinquefolium* stems and leaves

MA Xiao-ning¹, CHAI Rui-hua¹, ZHAO Yu-qing²

(1. Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang 110032, China;

2. Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China)

Abstract: **Objective** To study the chemical constituents of the acid hydrolytic products from the stems and leaves of *Panax quinquefolium*. **Methods** The stems and leaves of *P. quinquefolium* were hydrolyzed with acid; Isolation and purification were carried out by various chromatographic techniques, such as silica gel and so on. Compounds were identified and elucidated by spectral and chemical methods. **Results** Eight compounds were obtained from the acid hydrolytic products in the stems and leaves of *P. quinquefolium* and identified as 20 (S)-panaxadiol (I), 20 (S)-protopanaxadiol (II), 20 (R)-protopanaxadiol (III), 20 (S)-panaxatriol (IV), 24 (R)-ocotillol (V), 20 (R)-protopanaxatriol (VI), 20 (R)-dammarane-3 β , 12 β , 20, 25-tetrol (VII), and 20 (R)-dammarane-3 β , 6 α , 12 β , 20, 25-pentol (VIII). **Conclusion** Compounds I—VIII are the derivatives of the aglycones of ginsenosides, isolated from the acid hydrolytic products from the stems and leaves of *P. quinquefolium* for the first time. Among these compounds, IV, VII, and VIII are discovered from the roots, stems, leaves, fruits, and buds of *P. quinquefolium* for the first time. Compound VII is discovered and reported that it is the derivative of the aglycone of protopanaxadiol ginsenoside, with the conspicuous anticancer activity from the fruits of *P. ginseng* for the first time.

Key words: the stems and leaves of *Panax quinquefolium* L.; hydrolytic products; anticancer activity

西洋参 *Panax quinquefolium* L. 是五加科人参属植物, 为我国传统的名贵药材之一。西洋参茎叶、果等属于其地上部位, 现代研究证明, 西洋参地上部位含有以人参皂苷为主的多种活性成分^[1,2]。人参皂

苷有广泛的生理活性, 其抗肿瘤构效关系的研究表明, 人参皂苷元的活性强于人参皂苷^[3]。例如, 人参二醇对绿猴肾癌具有较强的杀伤作用, 高质量浓度时人参二醇对肿瘤的抑制率为55.0%^[4]; 原人参二

收稿日期: 2007-12-28

基金项目: 辽宁省天然药物现代分离与工业化制备工程技术研究中心(2006-19-10)

* 通讯作者 赵余庆 Tel: (024)23986522 E-mail: zyq4885@126.com

醇对乳腺癌、肺癌、前列腺癌和胰腺癌具有较强的抑制肿瘤细胞生长的作用^[5]。因此,通过酸、碱、酶等水解方法从人参属植物中得到稀有抗肿瘤人参皂苷的研究已见大量报道^[6]。姜彬慧等^[7~12]利用酶及微生物转化法对三七叶、人参果总皂苷等进行转化产物和工艺的研究,获得了稀有抗肿瘤成分人参皂苷C-K。马双刚等^[13]对西洋参茎叶总皂苷进行了碱降解成分的研究,得到了一系列S构型的水解产物。本课题组首次报道^[5]了从人参果中分得的20(R)-达玛烷-3 β ,12 β ,20,25-四醇[20(R)-25-OH-PPD]具有较强的抗癌活性(比人参皂苷Rg₃抑瘤活性高5~15倍)。因此,从西洋参茎叶皂苷的酸水解产物中寻找和发现活性更强或含量更高的抗癌成分将具有重要意义。

本实验采用硅胶柱色谱、制备薄层色谱等分离方法,从西洋参茎叶皂苷酸水解产物中分得8个化合物,通过理化性质及光谱数据确定其结构:20(S)-人参二醇[20(S)-panaxadiol, I]、20(S)-原人参二醇[20(S)-protopanaxadiol, II]、20(R)-原人参二醇[20(R)-protopanaxadiol, III]、20(S)-人参三醇[20(S)-panaxatriol, IV]、24(R)-拟人参皂苷元[24(R)-ocotillol, V]、20(R)-原人参三醇[20(R)-protopanaxatriol, VI]、20(R)-达玛烷-3 β ,12 β ,20,25-四醇[20(R)-dammarane-3 β ,12 β ,20,25-tetrol, VII]、20(R)-达玛烷-3 β ,6 α ,12 β ,20,25-五醇[20(R)-dammarane-3 β ,6 α ,12 β ,20,25-pentol, VIII]。其中化合物I~VII为首次从西洋参茎叶酸水解产物中分得的人参皂苷元衍生物;化合物IV、VII、VIII为从西洋参根、茎、叶、果、花蕾中首次发现;化合物VI为本课题组从人参果皂苷中首次发现和报道的具有显著抗肿瘤活性的原人参二醇型皂苷元衍生物^[5]。

1 仪器和材料

Yanaco MP-S3 显微熔点测定仪(温度计未校正,日本岛津公司),核磁共振波谱仪(Bruker-ARX-300, TMS 作内标),三用紫外灯 UV-8(无锡科达仪器厂),硅胶 G(200~300 目)(青岛海洋化工厂),硅胶 H(中国医药上海化学试剂公司),所用液体试剂均为分析纯,市售。核磁共振谱由沈阳药科大学测试中心代测,西洋参茎叶药材购于辽宁省抚顺鑫泰人参保健品有限公司,经辽宁中医药大学翟延君教授鉴定。

2 提取和分离

西洋参茎叶 8 kg, 30% 乙醇提取, 滤过, 所得滤液通过 D₁₀₁ 大孔吸附树脂柱, 依次用水和 70% 乙醇

洗脱, 收集 70% 乙醇溶液, 回收乙醇, 经进一步脱色、脱胶除杂后, 即得到西洋参茎叶总皂苷。

取西洋参茎叶总皂苷 20 g, 按照常规酸水解法^[14]水解, 醋酸乙酯萃取, 浓缩醋酸乙酯, 得样品 10 g。样品-硅胶(1:30)进行硅胶(200~300 目)柱色谱, 用石油醚-丙酮(5:1~1:1)进行梯度洗脱, 每流份 100 mL, 共收集 230 个流份, 经 TLC 检查合并成 29 个组分。组分 6、15、23、27~29 经丙酮反复重结晶分别得到化合物 I、V、VI、VII; 组分 13 通过重结晶得到化合物 II, 母液再次重结晶得到化合物 IV, 二次母液经制备薄层色谱得化合物 III; 组分 18 进行硅胶柱色谱, 石油醚-丙酮(4:1)洗脱, 共收集 75 个流份, 流份 64-73 经丙酮重结晶后得化合物 VI。

3 结构鉴定

化合物 I: 无色针晶(丙酮), Liebermann-Barchard 反应呈阳性, Molish 反应呈阴性。¹³C-NMR 数据与 20(S)-人参二醇的文献^[15]碳谱数据比较, 二者基本一致。与已知对照品共薄层, 二者 R_f 值一致。故确定化合物 I 为 20(S)-人参二醇。

化合物 II 和 III: 均为无色针晶(丙酮), Liebermann-Barchard 反应均呈阳性, Molish 反应均呈阴性。化合物 II 和 III 的¹³C-NMR 数据分别与文献^[14]报道的 20(S)-原人参二醇和 20(R)-原人参二醇碳谱数据对照, 均基本一致。分别与其已知对照品共薄层, R_f 值也一致。故确定化合物 II 为 20(S)-原人参二醇, 化合物 III 为 20(R)-原人参二醇, 二者为一对同分异构体。

化合物 IV: 白色针晶(丙酮), Liebermann-Barchard 反应呈阳性, Molish 反应呈阴性。¹³C-NMR(300 MHz, C₆D₆N) 给出 30 个碳信号, 无烯碳信号; δ 78.5, 67.8, 70.3 分别为 C-3、C-6 和 C-12 的连氧碳信号, 提示母核为人参三醇型皂苷元; δ 77.0(C-20), 73.1(C-25) 为六元含氧环的特征连氧碳信号; 由 δ 19.7(C-21), 35.9(C-22), 16.5(C-23), 36.6(C-24), 可进一步确定为六元含氧环。 δ 55.0(C-17), 19.7(C-21), 35.9(C-22) 提示 C-20 的构型为 S 型。与文献^[16]报道的 20(S) 人参三醇的碳谱数据对照, 二者基本一致。与已知的对照品共薄层, 二者 R_f 值一致。故确定化合物 IV 为 20(S)-人参三醇。

化合物 V: 无色针晶(丙酮), Liebermann-Barchard 反应呈阳性。Molish 反应呈阴性。¹³C-NMR 数据与文献^[17]报道的拟人参皂苷的碳谱数据对照, 除 C-6 没有引起苷化位移外, 其他数据基本一致。与已知对照品 24(R)-拟人参皂苷元共薄

层,二者Rf值一致。故确定化合物V为24(R)-拟人参皂苷元。

化合物VI:无色针晶(丙酮),Liebermann-Barchard反应呈阳性,Molish反应呈阴性。 ^{13}C -NMR数据与文献^[18]报道的20(R)-原人参三醇的碳谱数据比较,二者基本一致,与已知的对照品共薄层,二者Rf值一致。故鉴定化合物VI为20(R)-原人参三醇。

化合物VII:无色方晶(丙酮),Liebermann-Barchard反应呈阳性,Molish反应呈阴性,提示为三萜皂苷元化合物。 ^{13}C -NMR(75 MHz, MeOD)给出30个碳信号,无不饱和碳信号,通过与20(R)-原人参三醇的 ^{13}C -NMR数据比较,可确定 δ 79.5, 71.9和74.7分别为C-3、C-12和C-20的3个连氧碳信号,再由 δ 57.3(C-5)和18.9(C-6)以及其他非连氧碳信号,推测此化合物为原人参二醇型皂苷元。由 δ 19.4(C-23), 45.4(C-24), 29.4(C-26)和29.1(C-27),可确定 δ 71.5归属于C-25连氧碳信号;根据 δ 51.3(C-17), 22.4(C-21)和44.0(C-22),说明C-20为R构型。进一步与文献^[19]报道的20(R)-达玛烷-3 β , 12 β , 20, 25-四醇的碳谱数据比较,二者基本一致。与已知的标准品共薄层,二者Rf值一致。故鉴定化合物VII为20(R)-达玛烷-3 β , 12 β , 20, 25-四醇。

化合物VIII:白色粉末(丙酮),Liebermann-Barchard反应呈阳性,Molish反应呈阴性,提示为三萜皂苷元化合物。 ^{13}C -NMR(75 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$)给出30个碳信号,无不饱和碳信号,通过与20(R)-原人参三醇的 ^{13}C -NMR数据比较,可确定 δ 78.4, 69.8和73.4分别为C-3、C-12和C-20的3个连氧碳信号,再由 δ 61.8(C-5)和67.8(C-6)以及其他非连氧碳信号,推测此化合物为原人参三醇型皂苷元。由 δ 18.7(C-23), 45.6(C-24), 29.9(C-26)和30.2(C-27),可确定另一连氧碳信号 δ 70.9归属于C-25;根据 δ 50.8(C-17), 22.8(C-21)和44.1(C-22),说明C-20为R构型。进一步与文献^[20]报道的20(R)-达玛烷3 β , 6 α , 12 β , 20, 25-五醇的碳谱数据比较,二者基本一致。与已知的标准品共薄层,二者Rf值一致。故鉴定化合物VIII为20(R)-达玛烷-3 β , 6 α , 12 β , 20, 25-五醇。

4 讨论

人参稀有抗肿瘤皂苷的制备方法有酸水解、碱水解、Smith降解、加热水解以及酶水解的方法^[6]。对于西洋参茎叶皂苷的水解前人用过碱水解法,碱降解后所得苷元20位S构型不改变^[13]。本研究首次

采用酸水解法对西洋参茎叶总皂苷进行水解,得到一系列水解产物,其中化合物20(R)-达玛烷-3 β , 6 α , 12 β , 20, 25-五醇为笔者首次从人参茎叶中分得的微量新天然产物^[20];20(R)-达玛烷-3 β , 12 β , 20, 25-四醇为本课题组从人参果皂苷中首次发现并报道^[5]的具有显著抗肿瘤活性的原人参二醇型皂苷元衍生物,在4种细胞系(乳腺癌、肺癌、前列腺癌和胰腺癌)中,25-OH-PPD显示出较强的抑制活性(IC_{50} 值在10~60 $\mu\text{mol/L}$),对肿瘤的生长抑制活性比Rg₃高5~15倍。

天然产物活性成分中的苷类活性常与糖基的类型和数量相关,糖基的改变可引起活性的变化。国内外学者对单体人参皂苷与抗肿瘤活性的构效关系研究表明,低糖链的皂苷及苷元具有较强的抗肿瘤作用,其规律如下:原人参二醇型>原人参三醇型;苷元>单糖苷>二糖苷>三糖苷>四糖苷;20(R)-人参皂苷>20(S)-人参皂苷。因此,利用合适的转化条件或水解工艺将含量较高的多糖皂苷转化为活性更强的次级皂苷或苷元,可为全面认识和合理利用人参和西洋参地上资源提供可行的方法,且具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 王嘉亿,赵余庆,杨松松.近十年来西洋参地上部分研究进展[J].沈阳医药,1992,7(3):18-20.
- [2] 井 玥,赵余庆.西洋参果化学成分的研究[J].中国现代中药,2007,9(6):7-9.
- [3] 裴德强,靳 玲,陈英杰.人参的化学成分及药理活性的研究进展与展望[J].沈阳药科大学学报,1999,16(2):151-155.
- [4] 张春红,张连学,李向高,等.人参二醇脂肪酸酯抗肿瘤活性的初步研究[J].中药材,2006,29(11):1200-1203.
- [5] Wang W, Zhao Y Q, Elizabeth R R, et al. In vitro anti-cancer activity and structure-activity relationships of natural products isolated from fruits of *Panax ginseng* [J]. *Cancer Chemother Pharmacol*, 2007, 59(5): 589-601.
- [6] 史公良,童然翔,赵余庆.人参稀有抗肿瘤皂苷制备方法的研究[J].中国现代中药,2006,8(6):31-34.
- [7] 姜彬慧,韩 颖,赵余庆,等.酶转化三七叶总皂苷制备人参皂苷C-K的工艺优化[J].中草药,2004,35(9):986-988.
- [8] 韩 颖,赵余庆,姜彬慧,等.抗肿瘤成分C-K微生物转化高效菌株的筛选[J].中药研究与信息,2005,7(2):17-19.
- [9] 姜彬慧,赵余庆,韩 凌,等.三七叶皂苷酶水解产物的提取分离及结构鉴定[J].中国天然药物,2004,2(4):201-204.
- [10] 姜彬慧,赵余庆,韩 颖,等. β -葡萄糖苷酶对三七皂苷-Fe的转化研究[J].中国药学,2006,15(1):6-9.
- [11] 崔 宇,姜彬慧,韩 颖,等.微生物对人参果总皂苷中人参皂苷化合物K的转化作用[J].中草药,2007,38(2):189-193.
- [12] 姜彬慧,王承志,韩 颖,等.三七叶中微量活性皂苷的分离与鉴定[J].中药材,2004,27(7):489-491.
- [13] 马双刚,姜永涛,宋少江,等.西洋参茎叶总皂苷碱降解成

- 分[J]. 药学报, 2005, 40(10): 924-930.
- [14] 陈业高, 吕瑜平, 桂世红, 等. 三七叶忒制备原人参二醇及其差向异构体[J]. 精细化工, 2003, 20(7): 425-426.
- [15] 杨延武, 何炳林. 二维核磁共振波谱归属人参二醇的NMR谱线[J]. 波谱学杂志, 1994, 11(4): 427-429.
- [16] 马成俊. 半合成稀有人参皂苷及抗肿瘤构效关系的研究[D]. 优秀博士论文, 2005.
- [17] 王金辉, 李 锐. 拟人参皂苷F₁₁在大鼠体内的药物代谢研究[J]. 药学报, 2001, 36(6): 427-431.
- [18] 于 明, 赵余庆. 人参中一对构型异构体的分离与鉴定[J]. 中草药, 2002, 33(5): 404-405.
- [19] Wei J X, Chang L Y, Wang J F, et al. Zwei neue Dammaran-Sapogenine aus den Blättern von *Panax notoginseng* [J]. *Plant Med*, 1982, 45: 167-171.
- [20] 赵余庆, 袁昌鲁, 傅玉琴, 等. 人参茎叶中微量三萜化合物的化学研究[J]. 药学报, 1990, 25(4): 297-301.

湖北贝母茎叶中的生物碱类成分研究

张 鹏, 皮慧芳, 张久亮, 阮汉利, 张勇慧, 吴继洲*

(华中科技大学同济医学院药学院, 湖北 武汉 430030)

摘 要:目的 对湖北贝母 *Fritillaria hupehensis* 茎叶中生物碱类化学成分进行了研究。方法 采用硅胶柱色谱分离化学成分, IR、MS、¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 以及对照品对照等方法进行结构鉴定。结果 从湖北贝母茎叶中分离并鉴定了 8 个生物碱类化学成分, 分别是浙贝乙素(peiminine, I)、湖贝甲素(hupehenine, II)、湖贝新(hupehenisine, III)、湖贝啉(hupehenidine, IV)、鄂贝新(ebeiensine, V)、浙贝甲素(peimine, VI)、湖贝苷(huhehemonoside, VII)和湖贝甲素苷(hupeheninoside, VIII)。结论 化合物 I~VIII 均为首次从湖北贝母茎叶部位分离得到。

关键词:湖北贝母; 茎叶; 生物碱

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2008)09-1294-03

湖北贝母 *Fritillaria hupehensis* Hsiao et K. C. Hsia 为百合科贝母属植物, 俗称“板贝”或“窑贝”, 民间习作川贝药用。药用其鳞茎, 味微苦, 性凉, 入肺、心经, 用于治疗热痰咳嗽、痰核瘰癧、痈肿疮毒, 为《中国药典》2005 年版收载品种^[1]。现代科学研究证明湖北贝母中含有大量的生物碱类化合物^[2~7], 具有显著的镇咳、祛痰和平喘等多种药理活性^[8,9]。目前, 关于湖北贝母的研究主要集中于其鳞茎的研究, 而对其地上部分的研究则相对较少。为了寻找新的活性成分, 扩大药用部位, 笔者首次对湖北贝母茎叶部分进行了系统的化学成分研究。本实验对湖北贝母茎叶的化学成分进行了提取、分离和鉴定, 从其生物碱部位中分离得到了 8 种成分, 经光谱分析及与对照品 TLC 对照比较, 鉴定为浙贝乙素(peiminine, I)、湖贝甲素(hupehenine, II)、湖贝新(hupehenisine, III)、湖贝啉(hupehenidine, IV)、鄂贝新(ebeiensine, V)、浙贝甲素(peimine, VI)、湖贝苷(huhehemonoside, VII)和湖贝甲素苷(hupeheninoside, VIII)。

1 仪器与材料

X-4 型显微熔点测定仪(北京泰克仪器厂);

IR-460 型红外光谱仪(日本岛津); GE-Omega 600 核磁共振光谱仪; JMS-DX-300 质谱仪(JEOL)。薄层色谱硅胶(青岛海洋化工厂)和柱色谱硅胶(200~300 目, 青岛海洋化工厂), 所用试剂均为分析纯。

实验用湖北贝母茎叶为百合科植物湖北贝母 *Fritillaria hupehensis* Hsiao et K. C. Hsia 的干燥茎叶, 采自湖北省恩施自治州湖北贝母 GAP 药材基地, 由华中科技大学同济药学院吴继洲教授鉴定, 植物标本保存于华中科技大学同济药学院天然药物化学教研室。

2 提取和分离

湖北贝母茎叶 3.16 kg, 剪成粗段, 95% 乙醇回流提取 3 次, 提取液减压浓缩得总浸膏 224.3 g。浸膏用 2% 盐酸溶液研溶, 滤过。滤液用氨水调 pH>10, CHCl₃ 萃取多次, 回收 CHCl₃ 萃取液得生物碱总膏 8.8 g。氯仿提取物经反复硅胶柱色谱, 以石油醚-醋酸乙酯-二乙胺系统梯度洗脱, 分离得到化合物 I~VIII。

3 结构鉴定

化合物 I: 白色针晶, mp 213~214 °C, 碘化铋钾显色反应呈阳性。IR $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$ (cm⁻¹): 3 450, 1 050

收稿日期: 2008-03-18

作者简介: 张 鹏 (1979-), 男, 重庆人, 博士, 主要从事天然生物活性成分的研究。Tel: (027) 83691536 E-mail: zpeng023@gmail.com

* 通讯作者 吴继洲 Tel: (027) 83692739 E-mail: ywzjz@mails.tjmu.edu.cn

西洋参茎叶皂苷水解产物中稀有抗肿瘤成分的化学研究

作者: [马晓宁](#), [柴瑞华](#), [赵余庆](#), [MA Xiao-ning](#), [CHAI Rui-hua](#), [ZHAO Yu-qing](#)
作者单位: [马晓宁, 柴瑞华, MA Xiao-ning, CHAI Rui-hua \(辽宁中医药大学, 沈阳, 110032\)](#), [赵余庆, ZHAO Yu-qing \(沈阳药科大学, 沈阳, 110016\)](#)
刊名: [中草药](#) **ISTIC** **PKU**
英文刊名: [CHINESE TRADITIONAL AND HERBAL DRUGS](#)
年, 卷(期): 2008, 39 (9)
被引用次数: 1次

参考文献(20条)

1. 王嘉亿;赵余庆;杨松松 [近十年来西洋参地上部分研究进展](#) 1992 (03)
2. 井玥;赵余庆 [西洋参果化学成分的研究](#)[期刊论文]-[中国现代中药](#) 2007 (06)
3. 窦德强;靳玲;陈英杰 [人参的化学成分及药理活性的研究进展与展望](#)[期刊论文]-[沈阳药科大学学报](#) 1999 (02)
4. 张春红;张连学;李向高 [人参二醇脂肪酸酯抗肿瘤活性的初步研究](#)[期刊论文]-[中药材](#) 2006 (11)
5. Wang W;Zhao Y Q;Elizabeth R R [In vitro anticancer activity and structure-activity relationships of natural products isolated from fruits of Panax ginseng](#)[外文期刊] 2007 (05)
6. 史公良;童然殉;赵余庆 [人参稀有抗肿瘤皂苷制备方法的研究](#)[期刊论文]-[中国现代中药](#) 2006 (06)
7. 姜彬慧;韩颖;赵余庆 [酶转化三七叶总皂苷制备人参皂苷C-K的工艺优化](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2004 (09)
8. 韩颖;赵余庆;姜彬慧 [抗肿瘤成分C-K微生物转化高效菌株的筛选](#)[期刊论文]-[中药研究与信息](#) 2005 (02)
9. 姜彬慧;赵余庆;韩凌 [三七叶皂苷水解产物的提取分离及结构鉴定](#)[期刊论文]-[中国天然药物](#) 2004 (04)
10. 姜彬慧;赵余庆;韩颖 [β-葡聚糖苷酶对三七皂苷-Fe的转化研究](#)[期刊论文]-[中国药学\(英文版\)](#) 2006 (01)
11. 崔宇;姜彬慧;韩颖 [微生物对人参果总皂苷中人参皂苷化合物K的转化作用](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2007 (02)
12. 姜彬慧;王承志;韩颖 [三七叶中微量活性皂苷的分离与鉴定](#)[期刊论文]-[中药材](#) 2004 (07)
13. 马双刚;姜永涛;宋少江 [西洋参茎叶总皂苷碱降解成分](#)[期刊论文]-[药学报](#) 2005 (10)
14. 陈业高;吕瑜平;桂世红 [三七叶试剂制备原人参二醇及其差向异构体](#)[期刊论文]-[精细化工](#) 2003 (07)
15. 杨延武;何炳林 [二维核磁共振波谱归属人参二醇的NMR谱线](#)[期刊论文]-[波谱学杂志](#) 1994 (04)
16. 马成俊 [半合成稀有人参皂苷及抗肿瘤构效关系的研揪](#)[学位论文] 2005
17. 王金辉;李铄 [拟人参皂苷F11在大鼠体内的药物代谢研究](#)[期刊论文]-[药学报](#) 2001 (06)
18. 于明;赵余庆 [人参果中-对构型异构体的分离与鉴定](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2002 (05)
19. Wei J X;Chang L Y;Wang J F [Zwei neue Dammaran-Sapogenine aus den Bl \(a\)ttern von Panax notoginseng](#)[外文期刊] 1982
20. 赵余庆;袁昌鲁;傅玉琴 [人参茎叶中微量三萜化合物的化学研究](#) 1990 (04)

本文读者也读过(5条)

1. [马晓宁](#), [李巍](#), [赵余庆](#) [西洋参花蕾总皂苷水解产物中稀有抗肿瘤成分的化学研究](#)[会议论文]-2009
2. [陈业高](#), [吕瑜平](#), [桂世鸿](#), [文净](#), [刘国祥](#) [三七叶试剂制备原人参二醇及其差向异构体](#)[期刊论文]-[精细化工](#) 2003, 20 (7)
3. [宋彬彬](#) [西洋参茎叶皂苷组合催化氢化及其产物的研究](#)[学位论文]2007
4. [胡晗绯](#), [韩凌](#), [赵余庆](#), [Hu Hanfei](#), [Han Ling](#), [Zhao Yuqing](#) [三七茎叶皂苷水解产物中稀有抗肿瘤成分的化学研究](#)[期刊论文]-[中国现代中药](#)2008, 10 (4)
5. [姜志宏](#), [汤明辉](#), [赵中振](#), [山崎优子](#), [田中隆](#), [河野功](#) [三七人参花中新皂苷成分的化学研究及其酸水解产物的LC-MS-MS鉴定](#)[期刊论文]-[有机化学](#)2004, 24 (z1)

引证文献(1条)

1. 曹家庆, 符鹏, 赵余庆 三七茎叶皂苷酸水解产物中一个新化合物的分离和鉴定[期刊论文]-中草药 2013(2)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zcy200809004.aspx