

人参挥发油化学成分及其主要活性成分聚乙炔醇类药理作用研究进展^Δ

赵岩*,王红,蔡恩博,郜玉钢,何忠梅,杨鹤,刘双利,张连学*(吉林农业大学中药材学院,长春 130118)

中图分类号 R282.71 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2017)13-1856-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2017.13.36

摘要 目的:为进一步研究及开发利用人参提供参考。方法:以“人参”“挥发油”“活性成分”“聚乙炔醇类”“药理作用”“*Panax ginseng*”“Volatile oils”等为关键词,组合查询1977年1月—2016年9月的PubMed、Elsevier、ScienceDirect、中国知网、万方、维普等数据库中的相关文献,对人参挥发油化学成分及其主要活性成分聚乙炔醇类药理作用进行综述。结果与结论:共检索到相关文献108篇,其中有效文献44篇。人参挥发油化学成分包括萜类、醇类、酮类、醛类、酚类、杂环类、脂肪酸及其酯类化合物、烷烃及其他化合物等,目前对醇类所含以人参炔醇、人参环氧炔醇为代表的聚乙炔醇类物质的药理作用研究较为深入,该类物质具有营养及保护神经细胞、抗肿瘤、预防心脑血管系统疾病、抗炎止痛等药理作用。萜类中的倍半萜类是人参挥发油化学成分的主要组成物质,但对其有效部位的研究较欠缺。建议在化学成分方面,应着重围绕人参挥发油中倍半萜类有效部位、聚乙炔醇类有效部位各单体结构确证、结构转化等方面展开研究;在药理作用方面,对聚乙炔醇类物质在神经系统保护、抗肿瘤、防治心脑血管系统疾病等的作用机制及构效关系展开研究;在开发利用方面,对人参挥发油的成药性、有效部位或有效成分制备工艺、稳定性、储存条件、安全性等展开研究。

关键词 人参;挥发油;活性成分;聚乙炔醇类;药理作用;研究进展

人参为五加科植物人参(*Panax ginseng* C.A.Mey.)的干燥根和根茎^[1],俗称人衔、鬼盖、地精、孩儿参等,是传统名贵中药材,药用价值和食用价值非常高,位列“东北三宝”(人参、貂皮、鹿茸)之首,2012年被列为新资源食品(现称新食品原料)。《神农本草经》记载,人参能“补五脏,安精神,定魂魄,止惊悸,除邪气,明目开心益智。久服轻身延年”。对人参化学成分的研究始于20世纪初,但直到20世纪60年代才逐步深入。到目前为止,已阐明的人参化学成分有皂苷、多糖、挥发油、聚炔醇、蛋白质、多肽、氨基酸、有机酸、维生素、微量元素等^[2],具有抗肿瘤、抗辐射、抗疲劳、抗衰老、提高组织抗缺氧能力、改善微循环、抑制血小板聚集等多种生物活性^[3]。目前,国内外学者对人参的研究多集中在关于人参皂苷类成分及糖类成分,而人参挥发油由于性质特殊,对其研究并不多。但随着人们对人参研究的逐渐深入,对于人参挥发油的研究也逐渐得到了更多学者的关注和重视。

笔者以“人参”“挥发油”“活性成分”“聚乙炔醇类”“药理作用”“*Panax ginseng*”“Volatile oils”等为关键词,组合查询1977年1月—2016年9月的PubMed、Elsevier、ScienceDirect、中国知网、万方、维普等数据库中的相关文献。结果,共检索到相关文献108篇,其中有效文献44篇。现对人参挥发油的化学成分及其主要活性成分聚乙炔醇类药理作用进行综述,为其进一步研究及开发利用提供参考。

1 人参挥发油化学成分的研究

早在1939年就有人参挥发油研究的相关报道,但近代研究是从1964年日本学者高桥三雄开始的。人参挥发油的化学成分主要包括萜类、醇类、酮类、醛类、酚类、杂环类、烷烃及其他化合物等。

1.1 萜类化合物

萜类化合物因分布广、骨架庞杂、生物活性多等特点,一直备受关注,是天然药物化学研究以及新药开发

[10] 胡敏,胡昌勤,刘文英. LC/MS 鉴定头孢菌素降解物结构[J]. 药物分析杂志, 2005, 25(3): 369-373.

[11] 王玲,王英武,陈刚,等. 用电喷雾四极杆飞行时间质谱研

Δ 基金项目:国家公益性行业科研专项项目(No.201303111);吉林省科技发展计划项目(No.20140204013YY, 20150307012YY)

* 教授,硕士生导师,博士。研究方向:天然药物化学成分与生物活性。E-mail: zhyjlu79@163.com

通信作者:教授,博士。研究方向:药用植物栽培与加工。E-mail: zlx863@163.com

究头孢类药物的质谱裂解规律[J]. 吉林大学学报(理学版), 2003, 41(1): 117-119.

[12] 陈兆坤,胡昌勤. 头孢菌素类抗生素的降解机制[J]. 国外医药抗生素分册, 2004, 25(6): 249-252, 265.

[13] 黄丽丽,朱健萍,朱斌. 近红外光谱法快速分析盐酸头孢他美酯片的含量和水分[J]. 中国药师, 2016, 19(8): 1590-1592.

(收稿日期:2016-08-17 修回日期:2017-03-10)

(编辑:刘明伟)

的重要化合物来源^[4]。在自然界中,倍半萜类化合物较多,无论是从数目上看,还是从结构骨架类型上看,都是萜类化合物中最多的一支。人参挥发油中的萜类化合物主要有 α -愈创木烯、 β -广藜香烯、 α -金合欢烯、 β -金合欢烯、 β -古芸烯、 β -榄香烯、 γ -榄香烯、艾里莫酚烯、反式-丁香烯、 α -葑烯、 β -葑烯、 β -没药烯、姜烯、 α -人参烯、 β -人参烯、 α -新丁香三环烯、 β -新丁香三环烯、 α -芹子烯、 β -芹子烯、 γ -芹子烯、芹子二烯、丁香烯、丁香烯醇、角鲨烯、人参萜醇、人参新萜醇、双环吉马烯、 α -檀香烯、柏木烯、 α -石竹烯、 β -石竹烯、 γ -石竹烯、(+)-白菖油萜、(+)-香橙烯等^[5-7]。以上大部分为倍半萜类化合物。

1.2 脂肪酸及其酯类化合物

人参中脂肪酸成分以不饱和脂肪酸为主,主要包括油酸、亚油酸、亚麻油酸、硬脂酸等,其中亚油酸含量最高(62%~65%),硬脂酸含量最低(不足1%)^[8]。人参挥发油中的脂肪酸类化合物主要有辛酸乙酯、肉豆蔻酸甲酯、硬脂酸-2-羟基-1-甲基丙基酯、2,5-十八碳二炔酸甲酯、12,15-十八烷酸甲酯、十五酸甲酯、十六酸甲酯、11,14-十八烷酸甲酯、棕榈酸、亚油酸甲酯、10-十八烯酸甲酯、11,14-十四烷二烯甲酯、4,7-十八碳二炔酸甲酯、2-羟基-1-羟甲基-十六酸乙酯、硬脂酸-2-羟基-1-甲基丙基酯、9,12-十八碳二烯酸丁酯、十六烷酸-1-(1-甲基乙基)-1,2-乙二醇酯、(Z,Z)-2-羟基-1-(羟甲基)-9,12-十八碳二烯酸乙酯、10,12-二十八碳二炔酸、棕榈酸甲酯、乙酸-13-十四碳烯-1-酯、1,2-苯二羧酸二异辛酯、十七烷醇、1,2-苯二羧酸二异辛酯、乙酸-13-十四碳烯-1-酯、十七烷酸、山萘酸、二十三烷酸、二十四烷酸、异油酸、5-十八烯酸、15-二十四碳烯酸、1-二十烯酸、10,13-十八碳二烯酸、8,11-二十碳二烯酸、3-辛基-环氧乙烷基辛酸等^[6-7,9]。

1.3 醇类化合物

人参挥发油中的醇类化合物主要有叔十六硫醇、菜油甾醇、豆甾-7-烯-3-醇、2,6,10,10-四甲基-三环[7.2.0.0(2,6)]十一碳-5-醇、人参新萜醇、豆甾醇、 γ -谷甾醇、人参炔醇、人参环氧炔醇、人参炔二醇、人参炔三醇^[10-11]。其中人参炔醇、人参环氧炔醇、人参炔二醇、人参炔三醇是人参脂溶性成分中重要的化合物。

1.4 酮类、醛类化合物

人参挥发油中酮类和醛类化合物主要有豆甾-3,5-二烯-7-酮、豆甾-4-烯-3-酮、5-乙氧基二氢-2(3H)-呋喃酮、十七烷酮-2、十七烷酮、2-(5-氧己基)环戊酮、2-甲基-2-(3-甲基-2-氧代丁基)-1-环己酮、(+)-八氢-4,8,8,9-四甲基-1,4,4-甲萘-7(1H)-酮、反-5-十二烯醛、顺式-十二碳-5-烯醛、辛醛、顺式-十二碳-5-烯醛、顺-9-十六碳醛等^[6-7]。

1.5 酚类、杂环类化合物

人参挥发油中酚类和杂环类化合物主要有2-甲基-4-乙氧基苯酚、维生素E、2,2'-亚甲基双[6-(1,1-二甲

基乙基)-4-甲基苯酚]、7,11-二甲基-3-亚甲基-1,6,10-十二碳三烯、2,3-二氢苯并呋喃、异香橙烯等^[6-7,12]。

1.6 烷烃及其他化合物

人参挥发油中烷烃及其他化合物主要有2-甲基十四烷、三十六烷、二十八烷、二十一烷、十五烷、1-(1,5-二甲基己基)-4-甲基苯、2-(环己基亚甲基)胍-1-硫代甲酰胺、二乙基硫醚、十四烷基环氧乙烷、1(22),7(16)-二环氧-三环[20.8.0.0(7,16)]三十烷、4,6,6-三甲基-2-(3-甲基-1,3-丁二烯基)-3-氧杂三环[5.1.0.0(2,4)]辛烷等^[6-7]。

此外,研究表明,人参茎叶及花的挥发油在化学组成及各成分的含量方面与根挥发油相比有很大差异,气味也不相同,故人参茎叶及花挥发油不能代替人参根的挥发油使用^[5]。鉴于人参茎叶,特别是花挥发油含量较高,应考虑对其药理活性进行深入研究,以实现对其的开发利用。

2 人参挥发油主要活性成分聚乙炔醇类药理作用

大量实验研究表明,人参挥发油具有抗炎、镇咳、抗疲劳、降血脂、解酒防醉、兴奋中枢神经和抑制肿瘤等多种药理作用^[13-20]。人参挥发油的抗癌机制可能与其抑制癌细胞的能量代谢、糖代谢及核酸代谢从而抑制癌细胞生长相关。天然药物化学及药理学研究表明,人参挥发油中的倍半萜是活性成分^[18-19]。由于人参挥发油化学成分复杂、种类繁多,且普遍含量微小、分离困难,故人参挥发油中倍半萜单体药理活性的文献报道较少。而聚乙炔醇类化合物作为人参根的醚溶主要成分,得到药学工作者较为广泛的研究。下文对人参中的聚乙炔醇类成分中的2种化合物——人参炔醇和人参环氧炔醇的药理活性进行详细阐述。

2.1 营养及保护神经细胞作用

人参挥发油中的人参炔醇和人参环氧炔醇对神经细胞具有营养和保护作用。有研究报道,人参炔醇对大鼠海马神经细胞的缺氧、缺糖、缺血和过氧化氢所致损伤具有保护作用^[21-22],但对谷氨酸所致损伤无保护作用;其保护作用机制可能与提高神经细胞内环磷酸腺苷(cAMP)含量^[21]、活化cAMP及胞内磷脂酰肌醇激酶途径^[23]、增加细胞内超氧化物歧化酶的活性^[24]、调节低氧诱导因子1的表达^[22]以及降低细胞的凋亡率有关^[25]。人参炔醇还可促进大鼠嗜铬细胞瘤PC12细胞突触生长,并具有时间和剂量依赖性^[26]。人参环氧炔醇对神经元退行性疾病如阿尔茨海默病的神经细胞损伤有保护作用^[27],其作用机制可能与其促进神经生长因子的分泌表达、增强细胞骨架的重要组成部分——肌动蛋白的合成^[27-28]有关。因此,人参炔醇和人参环氧炔醇可作为早期治疗阿尔茨海默病的候选药物。人参炔醇和人参环氧炔醇可通过抑制钙内流和自由基的产生而对抗细胞凋亡,从而缓解淀粉样蛋白25-35片段诱导的早期神经元变性^[29];还可通过调节凋亡相关基因,对硝普钠诱导的神经元皮

质凋亡发挥保护作用^[30]。

2.2 抗肿瘤作用

人参环氧炔醇和人参炔醇均具有抑制肿瘤细胞增殖、促进肿瘤细胞凋亡的作用。人参环氧炔醇能诱导癌细胞的凋亡,并优先诱导转化细胞的凋亡,而对非转化细胞的影响很小;其机制与升高细胞内Ca²⁺水平、活化c-Jun氨基末端激酶和p38丝裂原活化蛋白激酶、提高烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸氧化酶依赖的活性氧水平相关^[31]。还有文献报道,人参环氧炔醇能抑制肝癌细胞HepG2的增殖,引起其类似于过成熟形式的肝细胞的形态和超微结构的变化;还能显著地降低甲胎蛋白的分泌、 γ -谷氨酰转氨酶的活性,提高白蛋白的分泌、碱性磷酸酶的活性^[32]。人参炔醇对多种肿瘤细胞均有明显的增殖抑制作用^[33]。有文献报道,人参炔醇具有细胞毒活性,能抑制潜伏的淋巴白血病细胞L1210的DNA、RNA和蛋白质的合成作用^[34];人参炔醇的细胞毒活性大小与其结构中C-9和C-10化学结构组成有关,可以通过调控细胞周期来抑制细胞增殖^[35];其抑制人类恶性肿瘤细胞增殖的分子机制是提高细胞周期蛋白依赖性激酶抑制因子P27kip1、P21waf1和降低细胞分裂周期蛋白2蛋白表达水平,使细胞生长停滞在G₁期^[34,36];人参炔醇处理的人早幼粒白血病细胞HL-60恶性程度显著降低,并向单核/巨噬细胞方向分化,其诱导分化作用与细胞内蛋白激酶C、cAMP信号通路的活化有关^[37]。

2.3 预防心脑血管系统疾病作用

血管平滑肌细胞增殖是血管重塑性疾病(如高血压、动脉粥样硬化和血管再狭窄等)的共同细胞病理学基础。人参炔醇能显著地抑制血小板衍生因子BB诱导的大鼠主动脉平滑肌细胞增殖^[38]。人参炔醇还是胆固醇酰基转移酶(ACAT)抑制剂,可抑制体内小肠、肝及动脉的ACAT,进而降低血浆总胆固醇及低密度脂蛋白胆固醇水平,阻止胆固醇酯化,减少胆固醇在动脉壁的沉积,从而预防动脉粥样硬化产生^[39]。12/15-脂氧合酶(12/15-LOX)可通过多种机制促进冠状动脉粥样硬化性心脏病的发生和发展,人参炔醇对12-LOX和15-LOX均有抑制作用^[40]。人参炔醇能延长小鼠的凝血时间^[41];还能抑制由胶原、二磷酸腺苷、凝血酶等引起的兔血小板聚集、血小板中三磷酸腺苷的释放和血栓烷的形成,能完全抑制由胶原引起的血小板聚集反应^[39]。人参炔醇还能抑制由血管紧张素II引起的大鼠主动脉血管收缩反应,发挥降压的作用^[42]。

2.4 抗炎、止痛作用

人参炔醇具有抗炎作用^[20]。相关研究表明,人参炔醇的抗炎作用与其通过非竞争性抑制胞浆中15-羟基前列腺素脱氢酶有关,而对来源于外源性花生四烯酸的前列腺素E₂、前列腺素F_{2a}和前列腺素D₂的合成无活性作用^[43]。人参炔醇还具有较强的止痛作用,能显著降低乙酸致扭体模型小鼠的扭体反应次数,提高热板法和温热

致痛法实验中的温热痛阈^[44]。

3 结语

人参挥发油具有较为广泛的生物活性,目前对其所含以人参炔醇、人参环氧炔醇为代表的聚乙炔醇类物质的药理活性研究较为深入。虽然萜类中的倍半萜类是人参挥发油化学成分的主要组成物质,但对其有效部位的研究较欠缺。建议在化学成分方面,应着重围绕人参挥发油中倍半萜类有效部位、聚乙炔醇类有效部位的各单体结构确证、结构转化等展开研究;在药理作用方面,对聚乙炔醇类物质在神经系统保护、抗肿瘤、防治心脑血管系统疾病等的作用机制及构效关系展开研究;在开发利用方面,对人参挥发油的成药性、有效部位或有效成分制备工艺、稳定性、储存条件、安全性等展开研究。

参考文献

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S]. 2015年版.北京:中国医药科技出版社,2015:7-8.
- [2] 匡海学.中药化学[M].北京:中国中医药出版社,2011:252.
- [3] 王筠默.人参药理研究的进展[J].人参研究,2001,13(3):2-7.
- [4] 许有瑞,张可锋,钟明利,等.狗肝菜化学成分与药理作用的研究进展[J].中国药房,2015,26(34):4862-4865.
- [5] 陈英杰,黄帧,李念平,等.人参挥发油的研究[J].中国中药杂志,1982,7(4):29-31.
- [6] 佟鹤芳,薛健,童燕玲. GC-MS法测定人参和西洋参挥发性成分[J].中医药学报,2013,41(1):49-54.
- [7] 赵花,魏建华,徐涛,等.人参挥发油成分的GC-MS分析[J].人参研究,2014,26(3):45-48.
- [8] 王明蛟,高航,刚婉娇,等.人参非皂苷类成分分析方法研究进展[J].吉林中医药,2014,34(7):752-755.
- [9] 杨艳辉,杨兴斌,王燕,等.人参脂肪酸和挥发油成分的GC-MS分析[J].陕西师范大学学报(自然科学版),2007,35(1):77-81.
- [10] 丁增伟.人参根中挥发油含量变化规律的研究[D].长春:吉林农业大学,2008.
- [11] 王恩鹏.人参花挥发油的质谱研究[D].长春:长春中医药大学,2010.
- [12] 魏建华,徐涛,曹立军,等.超临界CO₂萃取人参脂溶性成分的GC-MS分析[J].人参研究,2012,24(4):19-22.
- [13] 赵岩.一种人参脂溶性部位及其抗疲劳用途:中国,201410221432.5[P]. 2014-08-13.
- [14] 赵岩.一种人参脂溶性部位及其降血脂用途:中国,201410220007.4[P]. 2014-08-13.
- [15] 赵岩.一种人参脂溶性部位及其解酒防醉用途:中国,201410219969.8[P]. 2014-08-20.
- [16] 孙允秀,姜文普,刘永新,等.鲜参、红参、天然活性参及其加工副产品中的挥发油化学成分分析[J].吉林大学自然科学学报,1993,31(2):86-88.
- [17] 王满霞,李凤文,李晓光,等.人参挥发油对体外培养SGC-823胃癌细胞化学成分的影响[J].中国中药杂志,

- 1992, 17(2): 110-112.
- [18] 王本祥. 人参的研究[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1985: 259-259.
- [19] 瓦格纳, 沃尔夫. 生物活性天然产物[M]. 中国科学院上海药物研究所, 译. 北京: 科学出版社, 1981: 697.
- [20] Teng CM, Kuo SC, Ko FN, *et al.* Antiplatelet actions of panaxynol and ginsenosides isolated from ginseng[J]. *Biochim Biophys Acta*, 1989, 990(3): 315-320.
- [21] 王泽剑, 陆阳, 陈红专. 人参炔醇对大鼠脑片不同类型损伤的影响[J]. 上海第二医科大学学报, 2003, 23(6): 485-488.
- [22] Yang ZH, Sun K, Yan ZH, *et al.* Panaxynol protects cortical neurons from ischemia-like injury by up-regulation of HIF-1 α expression and inhibition of apoptotic cascade [J]. *Chem Biol Interact*, 2010, 183(1): 165-171.
- [23] 段贤春, 夏伦祝, 汪永忠, 等. 人参炔醇对氧糖剥夺神经细胞损伤的保护作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(16): 180-183.
- [24] 王泽剑, 陈红专, 薛庆生, 等. 人参炔醇对大鼠原代培养的神经细胞过氧化氢损伤的影响[J]. 中草药, 2005, 36(1): 72-75.
- [25] 王泽剑, 聂宝明, 殷明, 等. 人参炔醇对氧应激诱导大鼠海马神经细胞凋亡的影响[J]. 中国药理学杂志, 2007, 42(13): 987-990.
- [26] Wang ZJ, Nie BM, Chen HZ, *et al.* Panaxynol induces neurite outgrowth in PC12D cells via cAMP- and MAP kinase-dependent mechanisms[J]. *Chem Biol Interact*, 2006, 159(1): 58-64.
- [27] He J, Ding WL, Li F, *et al.* Panaxydol treatment enhances the biological properties of Schwann cells in vitro[J]. *Chem Biol Interact*, 2009, 177(1): 34-39.
- [28] Zhu H, Wang WJ, Ding WL, *et al.* Effect of panaxydol on hypoxia-induced cell death and expression and secretion of neurotrophic factors (NTFs) in hypoxic primary cultured Schwann cells[J]. *Chem Biol Interact*, 2008, 174(1): 44-50.
- [29] Nie BM, Jiang XY, Cai JX, *et al.* Panaxydol and panaxynol protect cultured cortical neurons against A β ₂₅₋₃₅-induced toxicity[J]. *Neuropharmacology*, 2008, 54(5): 845-853.
- [30] Nie BM, Yang LM, Fu SL, *et al.* Protective effect of panaxydol and panaxynol on sodium nitroprusside-induced apoptosis in cortical neurons[J]. *Chem Biol Interact*, 2006, 160(3): 225-231.
- [31] Kim JY, Yu SJ, Oh HJ, *et al.* Panaxydol induces apoptosis through an increased intracellular calcium level, activation of JNK and p38 MAPK and NADPH oxidase-dependent generation of reactive oxygen species[J]. *Apoptosis*, 2011, 16(4): 347-358.
- [32] Guo L, Song L, Wang Z, *et al.* Panaxydol inhibits the proliferation and induces the differentiation of human hepatocarcinoma cell line HepG2[J]. *Chem Biol Interact*, 2009, 181(1): 138-143.
- [33] Fujioka T, Furumi K, Fujii H, *et al.* Antiproliferative constituents from umbelliferae plants. V. A new furanocoumarin and faltarindiol furanocoumarin ethers from the root of *Angelica japonica*[J]. *Chem Pharm Bull*, 1999, 47(1): 96-100.
- [34] Moon J, Yu SJ, Kim HS, *et al.* Induction of G₁ cell cycle arrest and p27kip1 increase by panaxydol isolated from *Panax ginseng*[J]. *Biochem Pharmacol*, 2000, 59(9): 1109-1116.
- [35] 鲁歧, 富力, 李向高. 人参中微量成分的研究进展[J]. 人参研究, 1994, 7(2): 7-10.
- [36] Cho HK, Yu SJ, Roh JY, *et al.* Molecular mechanism of the antiproliferative effect of ginseng panaxynol on a human malignant melanoma cell line SK-v1EL-1[J]. *J Ginseng Res*, 1999, 23(3): 190-197.
- [37] 王泽剑, 吴英理, 林琦, 等. 人参炔醇对 HL-60 细胞体外诱导分化作用的研究[J]. 中草药, 2003, 34(8): 736-738.
- [38] Jiang LP, Lu Y, Nie BM, *et al.* Antiproliferative effect of panaxynol on RASMCs via inhibition of ERK1/2 and CREB[J]. *Chem Biol Interact*, 2008, 171(3): 348-354.
- [39] Kwon BW, Ro SH, Kim MK, *et al.* Polyacetylene analogs, isolated from hairy roots of *Panax ginseng*, inhibit Acyl-CoA: cholesterol acyltransferase[J]. *Planta Med*, 1997, 63(6): 552-553.
- [40] Alanko J, Kurahashi Y, Yoshimoto T, *et al.* Panaxynol, a polyacetylene compound isolated from oriental medicines, inhibits mammalian lipoxygenases[J]. *Biochem Pharmacol*, 1994, 48(10): 1979-1981.
- [41] Park HJ, Rhee MH, Park KM, *et al.* Effect of non-saponin fraction from *Panax ginseng* on cGMP and thromboxane A₂ in human platelet aggregation[J]. *J Ethnopharmacol*, 1995, 49(3): 157-162.
- [42] Takai S, Jin D, Kirimura K, *et al.* Effects of a lipoxygenase inhibitor, panaxynol, on vascular contraction induced by angiotensin II [J]. *Jpn J Pharmacol*, 1999, 80(1): 89-92.
- [43] Fujimoto Y, Sakuma S, Komatsu S, *et al.* Inhibition of 15-hydroxyprostaglandin dehydrogenase activity in rabbit gastric antral mucosa by panaxynol isolated from oriental medicines[J]. *J Pharm Pharmacol*, 1998, 50(9): 1075-1078.
- [44] Tanaka S. The analgesic effect of Panaxynol[J]. *Phytochem*, 1977, 27(3): 486-489.

(收稿日期: 2016-08-06 修回日期: 2016-10-28)

(编辑: 余庆华)