

# 石榴抗肿瘤有效成分的研究进展

谢莉<sup>1</sup>, 田莉<sup>1,2\*</sup>

(1. 新疆医科大学 中医学院, 乌鲁木齐 830011;  
2. 新疆名医名方与特色方剂学重点实验室, 乌鲁木齐 830011)

**[摘要]** 石榴为药食同源的药材,具有抗肿瘤、抗炎、抗氧化、降血糖、降血压及预防心脑血管疾病等多种药理和生理作用。因此,近年来对石榴的研究与探索越来越受到世界各国相关领域的重视。在我国石榴栽培历史悠久,资源丰富,但目前国内学者对石榴的研究大多都集中在石榴多酚类或黄酮类的提取工艺报道、化学成分分离和体外药理作用等方面,对石榴中单体化合物抗肿瘤的研究方面报道较少。石榴中存在多种药效活性成分,包括鞣花酸、安石榴苷、没食子酸、石榴皮鞣素、石榴酸等。本文对其抗肿瘤作用药效成分单体化合物的研究进展进行了综述,以期石榴抗肿瘤作用的后续研究提供参考。

**[关键词]** 石榴; 抗肿瘤; 有效成分

**[中图分类号]** R285.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2016)02-0211-05

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2016020211

## Research Progress on Anti-tumor Effect of Pomegranate Effect Components

XIE Li<sup>1\*</sup>, TIAN Li<sup>1,2</sup>

(1. College of Traditional Chinese Medicine, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China;  
2. Xinjiang famous doctor square with the Characteristics of Traditional Chinese  
Medicine recipe key laboratory, Urumqi 830011, China)

**[Abstract]** Pomegranate is the homology of medicine and food medicine, has the anti-tumor, anti-inflammatory, anti-oxidation, fall blood sugar, blood pressure and prevent disease of heart head blood-vessel and so on the many kinds of pharmacological and physiological function. Therefore, in recent years, more and more research and exploration on pomegranate have drawn the attention of the related areas around the world. Pomegranate cultivation in our country has a long history and rich in resources, but at present domestic scholars of pomegranate research mostly focus on the extraction process of polyphenols and flavonoids reported separation, chemical composition and pharmacological action *in vitro*, etc., the pomegranate monomer compounds in anti-tumor research reported less. There are many effective active ingredient in pomegranate, including Ellagic acid, pomegranate glycosides, gallic acid, pomegranate acid, etc. In this paper, the research progress on the antitumor efficacy composition monomer compounds were reviewed, in order to provide reference for pomegranate antitumor effect of follow-up studies.

**[Key words]** pomegranate; anti-tumor; effect components

石榴(*Punica granatum*)为石榴科石榴属落叶灌木或小乔木,别名安石榴,是一种药食同源的植物资源,在我国已有 2000 多年的栽培历史,现栽植面积

居世界第一,2005 年产量已达 38 万吨<sup>[1]</sup>。石榴原产于以伊朗和阿富汗为中心的伊朗至印度北部间的广大区域,大约在公元前 2 世纪传入我国,现中国大

**[收稿日期]** 20141202(016)

**[基金项目]** 国家自然科学基金项目(81260668);新疆医科大学“天山英才工程”项目(Y0382002)

**[第一作者]** 谢莉,硕士,Tel:18599092928,E-mail:191939017@qq.com

**[通讯作者]** \* 田莉,博士,教授,硕士生导师,从事中药民族药新制剂研究与开发,Tel:13201333388,E-mail:tianli109@126.com

部地区均有栽培。其中,陕西临潼、山东枣庄、安徽怀远、四川会理、云南蒙自和新疆喀什是我国最有影响的六大产区。石榴中含多种活性成分,可谓全身是宝,石榴的汁、果皮、花、叶、籽、根皆可入药,具有抗氧化、清除自由基、预防心脑血管疾病、调节血脂、抗病毒、抗癌及改善妇女更年期综合征等多种生理和药理活性<sup>[2]</sup>。近年来,有关石榴活性成分及其药理作用的研究越来越受到各国相关研究人员的关注。但石榴的相关研究报道大多集中在石榴汁、石榴籽等加工工艺的研究;石榴提取物抑菌、抗炎等生理和药理作用;石榴皮中多酚类物质的提取研究,对于石榴中单一化学成分抗肿瘤作用的报道较少<sup>[3-5]</sup>。本文主要综述了石榴中单一化合物抗肿瘤作用有效成分的研究进展。

石榴为药食同源的药材,其对肿瘤的抑制作用近年来引起诸多关注,并对石榴全果各部位中生理活性成分进行了许多研究。研究结果显示:目前已经鉴定出石榴中所含的生理活性成分共有 122 种,包括木犀黄素、安石榴苷、鞣花酸及衍生物、没食子鞣质、儿茶素、花青素、花色苷等黄酮类化学成分、有机酸类、脂肪酸和甘油三酯类、甾醇和萜类成分及生物碱类成分等多种化学成分<sup>[6]</sup>。

## 1 多酚类的抗肿瘤作用

石榴多酚是一类具有多个酚羟基的化合物总称,具有抗菌、抗氧化、抗衰老、防癌、抗癌、预防心脑血管疾病、降血压、血脂等多种生理和药理活性<sup>[7]</sup>。韩玲玲等以“泰山红”石榴为试材,利用高效液相色谱仪(HPLC)测定成熟期石榴果实的果皮、果汁和籽粒中多酚类物质的组分及含量。结果在石榴汁中检测到鞣花酸、没食子酸、儿茶素、对羟基苯甲酸、咖啡酸、花色苷、绿原酸和栲精等 12 种酚类物质。在石榴皮和石榴籽中检测到儿茶素、香草醛、阿魏酸、苯甲酸、根皮苷、槲皮素、肉桂酸、根皮素等 13 种酚类成分<sup>[8]</sup>。近年来对石榴抗肿瘤药理作用有大量的研究报道。

**1.1 没食子酸** 没食子酸(GA)又名五倍子酸,是单宁酸的水解产物之一,化学名为 3,4,5-三羟基苯甲酸。它具有抗炎、抗突变、抗氧化等生物活性<sup>[9]</sup>,在石榴汁、石榴皮、石榴籽都检测到 GA 的存在。没食子酸抑制肿瘤形成的机制主要是其可抑制鸟苷酸脱羧酶(ODC)的促癌作用。Marco Vinicio Ramirez-Mares 等学者在利用人肝癌细胞 HepG2 抑制 ODC 实验中,证明了没食子酸对 ODC 具有一定的抑制的作用<sup>[10]</sup>。

没食子酸抗肿瘤作用主要机制为①对细胞毒性作用:Ycshioka K 等<sup>[11]</sup>将人胃癌细胞(KATO III)和结肠腺癌细胞(COLO 205)暴露于 GA 中。结果发现细胞的生长抑制和凋亡,GA 可能促进细胞 DNA 发生有控裂解,产生多个寡核苷酸片段促使细胞凋亡,且呈浓度和时间依赖性。近年来,我国许多学者也对没食子酸抑制肿瘤的作用做了深入探索。钟振国等<sup>[12]</sup>研究发现 GA 对人肝癌细胞株 Bele-7404,人胃癌细胞株 SGC-7901,小鼠肝癌细胞株-H22 和小鼠肉瘤细胞株-S1804 种细胞株具有直接杀伤作用。②抑制肿瘤血管形成:新生血管的形成在肿瘤的生长和转移中至关重要。早在 1971 年 Folkman<sup>[13]</sup>就证实,如果血管没有新生,实体瘤生长直径达到 2~3 mm 就会因缺血而发生萎缩、坏死。Liu Z J 等<sup>[14]</sup>学者取癌症患者癌组织进行纤维蛋白凝块血管测定,发现 GA 有一定的抗血管生成能力(0.1%),能够抑制血管的生成和生长。③诱导肿瘤细胞凋亡:据研究报道称,没食子酸与 4 种人肺肿瘤细胞:小细胞肺癌 SBC-3,鳞状细胞癌 EBC-1,腺癌 A549 和耐顺铂亚克隆小细胞癌 SBC-3/CDDP 细胞接触 30 min 后,能触发细胞凋亡,有半胱天冬酶(Caspase)活化和氧化过程;且 GA 诱导细胞的敏感性不随顺铂耐药性而改变。发现 GA 对 SBC-3/CDDP 的 IC<sub>50</sub> 几乎与 SBC-3 一致,由此可推出 GA 可能被用于肺癌的治疗,尤其是在对抗肿瘤药物耐药的肺癌方面<sup>[15]</sup>。Marco Vinicio Ramirez-Mares 等学者在抗凋亡实验中发现没食子酸能够抑制瘤细胞 Topo-2 的生成从而抑制肿瘤细胞的生长,说明 GA 起到了促进肿瘤细胞凋亡的作用<sup>[16]</sup>。表明没食子酸对 ODC 活性有很强抑制作用,可能是由于 GA 阻断了 ODC 的转化,最终抑制其生长,使肿瘤细胞积累在 G<sub>1</sub> 期并出现分化。④抗氧化、抗自由基作用:氧化和自由基损伤能引起细胞 DNA 损伤进而导致细胞恶变。N. M. Gandhi 等将鼠肝微粒体和质粒 pBR322 DNA 暴露在不同剂量下的  $\gamma$  射线,观察在有没食子酸条件下 DNA 的损伤情况。结果发现,直接暴露在  $\gamma$  射线下不做特殊处理的鼠肝微粒体产生了过量的脂质过氧化物,当有没食子酸的存在时,脂质过氧化物的产生受到了限制。在体内实验中,将鼠直接暴露在  $\gamma$  射线,各个组织均发生不同程度的过氧化物产生增多,并发现外周血粒细胞 DNA 受到破坏的现象。而在有 GA 的保护时,过氧化物反应和 DNA 的损伤被抑制并对细胞膜有一定的保护作用。因此,体内和体外实验中均证明 GA 具有保护 DNA 和细

胞膜的化学特性作用。这就说明 GA 抑制了过氧化物反应和 DNA 的损伤并对细胞膜有一定的保护作用<sup>[17]</sup>。

**1.2 安石榴苷** 安石榴苷 (Punicalagin) 是已知分子量最大的多酚类物质。Aqil F 等<sup>[18]</sup> 从废弃的石榴皮中提取纯化的鞣花单宁,经 HPLC 及质谱分析表明,安石榴苷占 80% ~ 85%,鞣花酸占 1.3%<sup>[19]</sup>。苯并芘[又称苯并( $\alpha$ )芘, BaP]是一种常见的高活性间接致癌物,能与 DNA 形成共价键结合,造成 DNA 损伤,如果 DNA 不能修复或修而不复,细胞就可能发生癌变。安石榴苷能抑制 DNA 与苯并芘的合成,并能抑制 DNA 的氧化,在体内外对肺癌、乳腺癌和宫颈癌都有很强的抗增殖能力<sup>[20]</sup>。常红升等<sup>[21]</sup> 研究证实安石榴苷不能被人体直接吸收,其抗癌作用主要取决于它的水解产物鞣花酸。此外,哺乳动物的雷帕霉素靶蛋白激酶(mTOR)在调节细胞生长和细胞周期的过程中起着重要的作用,它是细胞增殖的关键调节器和许多催化剂及上游、下游 mTOR 的感受器。它能抑制 mTOR 信号通路的激活,被用于抑制各种类型癌症上。探索研究中发现,安石榴苷等物一些天然植物化学物能够直接或间接地抑制 mTOR 途径。

**1.3 鞣花酸** 鞣花酸是一种天然多酚组分,广泛存在于石榴、草莓等植物中。它以游离的形式存在,但更多的是以二聚体鞣花丹宁(ellagitannin)的形式存在。在石榴科植物中(包括石榴叶的提取物及石榴汁),鞣花酸含量尤为丰富。众所周知,石榴皮具有抗肿瘤、抗病毒、抗菌和抗氧化等作用,而其提取物中的鞣花酸具有很强的抗肿瘤活性<sup>[18]</sup>。石榴皮中的多酚类物质,石榴皮亭 B,2,3-(S)-六羟基联苯二甲酰基-D-葡萄糖、逆没食子鞣质及其水解产物鞣花酸是其抗肿瘤的活性成分<sup>[22]</sup>。

张玉梅等<sup>[23]</sup> 通过测定石榴皮鞣花酸体外培养对人乳腺癌 4T1 细胞的生长抑制率及用流式细胞仪测定肿瘤细胞的凋亡情况,得出石榴皮中所含的鞣花酸可明显抑制 4T1 细胞增殖并诱导其凋亡,且石榴皮中所含的鞣花酸可诱导提高荷瘤小鼠特异性抗肿瘤免疫反应。楼一层等<sup>[24]</sup> 采用 MTT 法检测 3,3'-二甲氧基鞣花酸对 HepC2 细胞增殖的影响,同时提取 Bcl-2 和 Bax 基因的 mRNA。发现 3,3'-二甲氧基鞣花酸使人 HepG2 细胞增殖率明显下降,且呈剂量依赖效应。由此推出 3,3'-二甲氧基鞣花酸可在一定程度上抑制 HepG2 细胞的体外增殖,其机制可能与 Bcl-2 基因表达显著降低,Bax 基因表达显

著升高有关。推断 3,3'-二甲氧基鞣花酸可能通过线粒体 Bcl-2/Bax 途径诱导细胞凋亡,抑制 HepG2 细胞生长增殖从而达到抗肿瘤作用。

同时,近几年人们就鞣花酸抗突变、抗癌变效力及其对化学物质诱导癌变的抑制作用进行了相当多的研究,得出鞣花酸具有抑制致癌剂的代谢活性、解除致癌物的毒性、同时还是致癌物的清除剂、能够占据 DNA 上可能和致癌或其代谢物反应的位置、对人体免疫缺陷病毒有抑制作用,除此之外还发现鞣花酸能够和金属螯合,能和自由基反应具有抗氧化作用、有良好具有凝血功能,能够缩短出血时间,是一种很好的凝血剂,因此临床上常用它来分离血浆<sup>[25]</sup>。

## 2 黄酮类化合物

黄酮类化合物广泛存在于自然界中,具有很强的抗肿瘤活性,且对正常细胞毒性较小,目前已有多个黄酮类化合物作为抗肿瘤药进入临床。研究得出黄酮类化合物抗肿瘤的机制可能为以下几方面:抑制细胞增殖,诱导细胞凋亡,影响细胞信号转导,影响细胞周期,抑制新血管形成等<sup>[26]</sup>。

**2.1 花青素** 花青素又名花色素,具有类黄酮的典型结构,是一种水溶性的天然色素,主要存在于石榴花中。王静等<sup>[27]</sup> 发现花青素具有抑制结肠癌细胞系生长、增殖、转移的作用,其对结肠癌细胞的抑制机理主要为:诱导癌细胞凋亡、干扰细胞分裂周期、扰乱信号级联抑制细胞生长。

**2.2 槲皮素** 槲皮素是一种天然黄酮类化合物,多以苷的形式存在,文献已证实,石榴中含有槲皮素。它具有抗肿瘤、抗炎、抗氧化、抗血小板聚集和清除自由基等多种生物活性。槲皮素通过细胞增殖和血管新生相关信号通路的复杂作用而对肿瘤表现出化学预防作用。此外,槲皮素对体外培养的慢性粒细胞白血病细胞系 K562 和血管内皮生长因子(VEGF)均有细胞毒性作用,可抑制 K562 细胞的生长并诱导其凋亡,从而抑制结肠癌、肝癌、胃癌、乳腺癌、前列腺癌、卵巢癌等多种肿瘤细胞的增殖<sup>[28]</sup>。

任红等<sup>[29]</sup> 从番石榴叶提取液中提取出杨梅素、槲皮素、山奈黄酮醇、番石榴苷、广寄生苷、金丝桃苷和芹黄素 7 种主要活性成分,这些活性成分是槲皮素的配糖体,都属于黄酮醇类化合物,大多数都是通过调节肿瘤细胞的信号通路、调节酪氨酸蛋白激酶(PTK)水平减少胰腺癌细胞蛋白磷酸化程度,来抑制胰腺癌细胞增殖、抑制肿瘤细胞的增殖。

### 3 石榴中的其他成分

**3.1 不饱和脂肪酸类** 不饱和脂肪酸是指有两个或两个以上双键且碳链长度为 18 ~ 22 个碳原子的直链脂肪酸,是合成人体内前列腺素和凝血恶烷的前驱物质,能使胆固醇酯化,降低血中胆固醇和甘油三酯。具有降低血液黏稠度,改善血液微循环、提高脑细胞的活性等生理功能。

**3.1.1 石榴酸** 石榴酸主要存在于石榴籽油中,主要成分是多不饱和脂肪酸,具有防治高血脂症、心脑血管疾病、抗肿瘤等药理作用。研究证明石榴酸对鼠肿瘤细胞和人单核白血病细胞有很强的细胞毒活性<sup>[30]</sup>。石榴籽油中的不饱和脂肪酸可以激活 Caspase 途径,PKC 和脂质过氧化途径,诱导 DNA 分裂、降低鸟氨酸脱羧酶等多种途径,从而抑制肿瘤细胞生长或者促进癌细胞凋亡。另外,也已证实石榴籽油对乳腺癌、胰腺癌、皮肤癌、直肠癌等多种癌细胞都有明显的生长抑制作用<sup>[31]</sup>。

**3.1.2 亚麻酸** 亚麻酸属  $\omega$ -3 系列多烯脂肪酸,在体内不能合成,必须从体外摄取。亚麻酸以甘油酯的形式存在于石榴籽中。王宏钊等<sup>[32]</sup>发现,亚麻酸对乳腺癌的增长和代谢都有抑制作用。亚麻酸的硒化物对 BEL-7402 肝癌细胞有杀伤作用,且具量效关系。

**3.2 多糖类** 多糖是由 10 个以上的单糖通过糖苷键连接形成的含醛基或酮基的天然高分子聚合物,具有抗肿瘤、抗病毒、抗氧化、免疫调节等多种生物学活性。石榴多糖可以抑制 MCF-7 及 K562 癌细胞,抑制肿瘤细胞的生长,增强机体的免疫力<sup>[33]</sup>。

### 4 结语

石榴具有很高的食用、药用与观赏价值,在我国其栽培历史悠久,资源丰富,但目前国内学者对石榴的研究大多都集中在石榴多酚类或黄酮类的提取工艺报道、化学成分分离和体外药理作用等方面,对石榴中单体化合物抗肿瘤的研究方面报道较少。目前肿瘤的发病率和死亡率逐年上升,而石榴具有明确的抗肿瘤活性,进一步明确其具有抗肿瘤活性的化学成分、抗肿瘤机制与临床疗效的相关研究具有重要意义,将为抗肿瘤新药的开发奠定良好的实验基础。

#### [参考文献]

[1] 张海峰,白杰,张英,等.我国石榴资源及其开发利用的研究进展[J].饮料工业,2009,12(8):1-3.  
[2] 毕晓菲,李勇.石榴化学成分及其保健功能的研究进

展[J].现代农业科技,2010,17(22):356-357,360.  
[3] 刘春芬,慕金超.石榴皮中多酚类物质的提取研究[J].食品研究与开发,2013,34(24):102-105.  
[4] 杨明美,马月红,李锁,等.安石榴苷对中波紫外线诱导 HaCaT 细胞光损伤的预防作用研究[J].中华皮肤科杂志,2014,47(7):481-485.  
[5] 董周永,胡青霞,郭松年,等.石榴果皮中抑菌活性物质提取工艺优化[J].农业工程学报,2008,24(3):274-277.  
[6] 蔡霞,刘悦,张芳芳,等.石榴的化学成分与质量控制研究进展[J].世界科学技术-中医药现代化,2014,(1):123-129.  
[7] 王红利,张立.石榴多酚提取技术的研究进展[J].饮料工业,2014,(3):56-58.  
[8] 韩玲玲,苑兆和,冯立娟,等.石榴果实酚类物质测定体系优化与不同部位组分及含量测定[J].山东农业科学,2012,44(11):112-116.  
[9] 李沐涵,殷美琦,冯靖涵,等.没食子酸抗肿瘤作用研究进展[J].中医药信息,2011,28(1):109-111.  
[10] Ramirez-Maresl M V, Chandra S, de Mejia E G. *In vitro* chemoprevention activity of *Camellia sinensis*, *Ilex paraguariensis* and *Ardisia compressa* tea extracts and Selected poly phenols[J]. Mutat Res, 2004, 554(1/2): 53-65.  
[11] Yeshioka K, Kataoka T, Hayashi T, et al. Induction of apoptosis by gallic acid in human stomach cancer KAT m and colon adenocarcinoma COLO-205 cell lines[J]. Oncol Rep, 2000, 7(6): 1221-1223.  
[12] 钟振国,梁红,钟益宁,等.余甘子叶提取成分没食子酸的体外抗肿瘤实验研究[J].时珍国医国药,2009,20(8):1954-1955.  
[13] Folman J. What is the evidence that tumor are angiogenesis dependent[J]. J Natl Cancer Inst, 1990, 82(1):4-6.  
[14] Liu Z J, Schwimer J, Liu D, et al. Black raspberry extract and fractions contain angiogenesis inhibitor[J]. J Agric Food Chem, 2005, 53(10): 3909-3915.  
[15] Ohno Y, Fukuda K, Takemura G, et al. Induction of apoptosis by gallic acid in lung cancer cells [J]. Anticancer Drugs, 1999, 10(9): 845-851.  
[16] N M. Gandhi. Coauthor. Gallic acid treatment attenuate gamma radiation damage to cellular DNA and membranes[J]. Med Devices Surgical Technol Week, 2006(5):141.  
[17] Seeram N Lee R, Hardy M, et al. Rapid largescale purification of ellagitannins from pomegranate husk, a by-product of the commercial juice industry [J]. Sepa Purif Technol, 2005, 1(1): 9-55.

- [18] Aqil F, Vadhanam M V, Gupta R C. Enhanced activity of punicalagin delivered via polymeric implants against benzo[a]pyrene-induced DNA adducts[J]. *Mutat Res*, 2012, 743(1/2):59-66.
- [19] Larrosa M, González-Sarrías A, García-Conesa M T, et al. Urolithins ellagicacid-derived metabolites produced by human colonic microflora, exhibit estrogenic and antiestrogenic activities[J]. *J Agric Food Chem*, 2006, 54(5):1611-1620.
- [20] Tan H K, Moad A I, Tan M L. The mTOR signaling pathway in cancer and the potential mTOR inhibitory activities of natural phytochemicals[J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2014, 15(16):6463-6475.
- [21] 常红升, 廖琦, 马银燕, 等. 早期 2 型糖尿病伴急性脑梗死的血液流变学特性变化[J]. *中国血液流变学杂志*, 2010, 20(1):68-69.
- [22] 林勇. 石榴皮的化学、药理与临床研究概述[J]. *中药材*, 2010, 33(11):1816-1819.
- [23] 张玉梅, 王家晓. 石榴皮鞣花酸对 4T1 乳腺癌小鼠免疫功能的影响[J]. *现代中西医结合杂志*, 2014, 23(15):1597-1599, 1602.
- [24] 楼一层, 周园, 易辉, 等. 3,3'-二甲氧基鞣花酸对 HepG2 细胞增殖影响及其分子机制研究[J]. *中国药师*, 2010, 13(8):1067-1069.
- [25] 李素琴, 袁其朋, 徐健梅, 等. 鞣花酸的生理功能及工艺开发研究现状[J]. *天然产物研究与开发*, 2001, 13(5):71-74, 79.
- [26] 杨书杰, 于蕾. 黄酮类化合物抑制肿瘤新血管形成研究[J]. *哈尔滨商业大学学报:自然科学版*, 2014, 30(2):161-163, 167.
- [27] 王静, 马养民, 龚频, 等. 花青素提取物抗结肠癌研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2013, 34(20):118-121.
- [28] 舒毅, 谭陶, 张思宇, 等. 槲皮素的药理学研究进展[J]. *华西药学杂志*, 2008, 23(6):689-691.
- [29] 任虹, 张乃元, 田文静, 等. 源于果蔬的黄酮类化合物及其抗肿瘤作用靶点研究进展[J]. *食品科学*, 2013, 34(11):321-326.
- [30] 吕俊丽, 刘邻渭. 石榴酸的研究进展[J]. *中国油脂*, 2010, 35(11):44-47.
- [31] 王逢春, 王敏. 石榴籽油的成分及药理活性研究进展[J]. *中国药物与临床*, 2012, 12(12):1590-1593.
- [32] 王宏钊, 缪珊, 孙纪元, 等.  $\alpha$ -亚麻酸药理研究进展[J]. *国际药学研究杂志*, 2007, 34(4):254-258.
- [33] Joseph M M, Aravind S R, Vargese S, et al. Evaluation of antioxidant, antitumor and immunomodulatory properties of polysaccharide isolated from fruit rind of *Punica granatum*[J]. *Mol Med Report*, 2011, 5(2):489-496.

[责任编辑 周冰冰]

