

# 金粉蕨属植物化学成分及药理作用研究进展

葛越, 蒋金和, 陈业高\*

(云南师范大学化学化工学院, 昆明 650500)

**[摘要]** 了解金粉蕨属植物化学成分及药理作用的研究状况。通过对近年来金粉蕨属植物研究的文献分析, 对该属植物的化学与药理进行分类整理。目前, 从金粉蕨属植物中分离得到近 30 多个化学成分, 包括黄酮、倍半萜和酚类等结构类型; 药理作用研究表明, 栗柄金粉蕨和野鸡尾金粉蕨提取物具有解毒、解痉作用; 金粉蕨素和瓦利希毒苷在保护保护血管内皮细胞、抗癌、抗氧化等方面显示了较好的活性。该属一些植物提取物及其化合物在保护血管内皮细胞、抗癌、抗氧化、解毒、解痉等方面显示了较好的活性。开展金粉蕨属植物的研究, 对发现新的药用活性成分有重要的意义。

**[关键词]** 金粉蕨属; 金粉蕨素; 抗肿瘤

**[中图分类号]** R284; R285 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2012)23-0345-04

## Advance on the Chemical and Bioactive Studies on Genus of *Onychium*

GE Yue, JIANG Jin-he, CHEN Ye-gao\*

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

**[Abstract]** To investigate literature in the world on the chemical and pharmacological studies on the genus *Onychium*. To review the progress on chemical and pharmacological studies through the analysis of literature on

**[收稿日期]** 20120613(015)

**[第一作者]** 葛越, 硕士, 从事药用植物成分研究, E-mail: geyue528528@sina.com

**[通讯作者]** \* 陈业高, 教授, 博士生导师, 从事天然药物化学研究与教学, Tel: 0871-5941089, E-mail: ygchen48@126.com

- [29] 贾英杰, 张莹, 史福敏, 等. 复方苦参注射液对小鼠移植性 S180 肉瘤血管形成抑制作用[J]. 天津中医学院学报, 2006, 25(1): 25.
- [30] 杨勤, 张亚声. 复方苦参注射液对胃癌 SGC-7901 细胞 VEGF、CXCR4 表达的影响[J]. 现代肿瘤医学, 2010, 18(8): 1481.
- [31] 杨勤, 张亚声. 复方苦参注射液联合小剂量 5-氟尿嘧啶对胃癌 SGC-7901 细胞血管内皮生长因子及趋化因子受体表达的影响[J]. 中国中西医结合消化杂志, 2010, 18(3): 172.
- [32] 钱小平, 孙永臣, 胡静. 小剂量奥沙利铂联合复方苦参注射液康肿瘤血管生成的实验研究[J]. 现代肿瘤医学, 2010, 18(8): 1494.
- [33] 海丽娜, 张志伟, 王金华, 等. 复方苦参注射液对小鼠的镇痛止血和抗应激作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(2): 199.
- [34] 孙静文, 张伟. 复方苦参注射液对巨噬细胞内 NF- $\kappa$ B 作用的研究[J]. 现代检验医学杂志, 2005, 20(5): 24.
- [35] 石彦, 余佩武, 曾冬竹, 等. 复方苦参注射液对胃癌术后化疗患者免疫功能的影响[J]. 药学服务与研究, 2006, 6(3): 183.
- [36] 熊玉兰, 王彦礼, 孙建辉, 等. 岩舒注射液对荷瘤小鼠化疗增效减毒及免疫功能的影响[J]. 中国中医药信息杂志, 2006, 13(11): 48.
- [37] 王国良, 边文贵. 复方苦参注射液对晚期消化道肿瘤患者血清白细胞介素 2 水平的影响[J]. 中国中医药远程教育, 2011, 9(5): 149.
- [38] 陈耀华, 尹时生, 田喜顺, 等. 复方苦参对恶性肿瘤 T 细胞亚群的影响[J]. 肿瘤研究与临床, 1999, 11(3): 191.
- [39] 冯柏, 赵学群. 复方苦参注射液对肺癌患者免疫功能的影响[J]. 中国药房, 2007, 33(18): 2612.
- [40] 程晶, 胡健莉, 吴红革. 岩舒注射液对中老年肿瘤患者免疫功能的影响[J]. 中国中医药信息杂志, 2004, 11(6): 478.
- [41] 陈光, 于波, 苑树俊, 等. 复方苦参注射液对结直肠癌术后化疗患者免疫功能的影响[J]. 中国医院用药评价与分析, 2009, 9(9): 696.

[责任编辑 邹晓翠]

plants of the genus *Onychium*. Up to now, more than 30 chemical components were isolated from *Onychium* plants including flavonoids, triterpenes, diterpenes, sesquiterpenes, and so on. Some compounds exhibited protection of vascular endothelial cells (VECs), antitumor, antioxidant and antiviral activities. Studies on the plant would have important significance to the finding of new bioactive compounds.

[Key words] *Onychium*; onychin; antitumor

蕨科 Sinopteridaceae 金粉蕨属 *Onychium* 植物约有 10 种,分布于亚洲热带和亚热带。以我国云南、四川为其分布中心,向北至秦岭,向西达喜马拉雅山西部,向东至华东。我国现有 8 种金粉蕨属植物<sup>[1]</sup>。该属植物的全草及根茎具有利水消肿、止血敛伤、清热、解毒、利尿等功效。其中野雉尾金粉蕨 *O. japonicum* 全草具有解毒、利湿、止血功效,主治风热感冒、咳嗽、咽喉肿痛、泄泻、痢疾、小便淋痛、湿热黄疸、吐血、咳血、便血、痔血、尿血、疮毒、跌打损伤和毒蛇咬伤<sup>[2]</sup>;栗柄金粉蕨 *O. lucidum*, *O. japonicum* var. *lucidum* 在民间被广泛用于食物及农药中毒的解救<sup>[3]</sup>。为进一步研究金粉蕨属植物的化学成分及药理活性,寻找新的药用活性先导化合物,本文对国内外该属植物研究进展进行了系统整理。

### 1 化学成分

迄今为止,国内外学者从金粉蕨属植物栗柄金粉蕨、野雉尾金粉蕨、黑足金粉蕨、*O. auratum*、*O. siliculosum* 等 5 种植物中分离得到 30 余个化学成分,包括黄酮、萜类和酚类等结构类型化合物,其中以黄酮和倍半萜为主要成分。

**1.1 黄酮类化合物** 国内外学者从该属植物中分离得到了 16 个黄酮化合物,包括查耳酮、二氢黄酮和简单黄酮类,多数为新天然产物。其中 4 个查耳酮类化合物分别为 2',6'-dihydroxy-4',5'-dimethoxychalcone, 2',6'-dihydroxy-4'-methoxychalcone<sup>[4]</sup>, japonicone A<sup>[5]</sup> 和 japonicone D<sup>[6]</sup>。Japonicone A 是少见的 B 环上连有苜基的新奇查耳酮。Pinostrobin, onyasilin, 5-hydroxy-7,8-dimethoxyflavanone, onychin 和 butin 为二氢黄酮类化合物<sup>[7-12]</sup>。另外还从该属植物中分离得到了高山金粉蕨苷甲、乙、山奈苷、木犀草素、金圣草酚、木犀草苷和 3,7-二甲基槲皮素等简单黄酮及苷类化合物<sup>[7-13]</sup>。

**1.2 萜类化合物** 从黑足金粉蕨、野雉尾金粉蕨、*O. siliculosum* 和 *O. auratum* 中共分离得到 onitin, onitisin, onitinoside, 瓦利希毒苷 (wallichoside) 和蕨苷 M (pteroside M) 等 5 个 indanone 类倍半萜类成分<sup>[7,9-10,14-18]</sup>。Somvanshi 等报道印度产黑足金粉蕨含有 ptaquiloside<sup>[19]</sup>。另外,从野雉尾金粉蕨和栗柄金粉蕨中分离得到了一个二萜成分金粉蕨醇 B (onychiol B)<sup>[9,11]</sup>,并通过单晶衍射确定了结构<sup>[20]</sup>,还从栗柄金粉蕨分离得到了三萜化合物齐墩果酸和熊果酸<sup>[11,21]</sup>。

**1.3 其他类化合物** 从野雉尾金粉蕨中分离鉴定了原儿茶酸,3,4-dihydroxy-acetophenone、咖啡酸、香草酸、对羟基水杨醛和丁香酸<sup>[6]</sup>;从黑足金粉蕨中分离了反式桂皮酸<sup>[10]</sup>;Hasegawa 等还从野雉尾金粉蕨中检测到了菊苣酸<sup>[22]</sup>。

许云龙等从金粉蕨属植物中分离到了一个新的糖苷类化合物栗柄醇<sup>[11]</sup>以及  $\beta$ -谷甾醇<sup>[6,9]</sup>、campesterol<sup>[13]</sup>、胡萝卜

苷、硬脂酸<sup>[11]</sup>、1,18-octadecadiol 和蔗糖<sup>[7,10-11,13]</sup>。

### 2 药理作用

**2.1 保护血管内皮细胞作用** 虞勤慧等采用离体血管环张力实验法,用金粉蕨素和溶血性磷脂酰胆碱共同孵育血管环,发现乙酰胆碱诱导的血管舒张百分比由损伤时的 16.1%  $\pm$  3.5% 上升到 42.1%  $\pm$  8.0%,一氧化氮合酶抑制剂 *N*-硝基-*L*-精氨酸和环氧化酶抑制剂吲哚美辛可阻断金粉蕨素的保护作用。采用 DGKC 法测定乳酸脱氢酶,观察到金粉蕨素使内皮细胞乳酸脱氢酶含量明显降低,表明金粉蕨素保护血管内皮依赖性恢复,其舒张功能可能与促进内皮细胞释放一氧化氮和前列环素有关<sup>[23]</sup>。

经金粉蕨素处理后的人脐静脉血管内皮细胞株 (ECV304) 用过氧化氢进行损伤,通过 MTT 比色法和乳酸脱氢酶测定法分别检测损伤组和处理组细胞增殖活性和功能状态,用 Western-blot 法检测磷酸化 ERK1/2 和 p38, p90RSK 蛋白的表达。结果表明金粉蕨素拮抗血管内皮细胞氧化应激损伤可能与抑制 p38 磷酸化有关<sup>[24]</sup>。用过氧化氢损伤人脐静脉内皮细胞株 ECV304,制备内皮细胞凋亡模型。应用四甲基偶氮吐盐还原法观察细胞活性-流式细胞术和 Tunel 法检测细胞凋亡率,用 Western blot 检测细胞天冬氨酸蛋白酶 3 的活性。结果发现金粉蕨素 (0.3, 1, 3  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 呈浓度依赖性地增加内皮细胞活性,显著降低细胞凋亡。同时金粉蕨素 (3  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 抑制过氧化氢诱导天冬氨酸蛋白酶 3 的活化,与阳性对照药金雀异黄酮作用强度相似。表明金粉蕨素拮抗氧化应激诱导的血管内皮细胞凋亡可能与抑制天冬氨酸蛋白酶活化有关<sup>[25]</sup>。

通过体外培养大鼠主动脉平滑肌细胞,以 10% 的新生牛血清 (NCS) 作为刺激因素,用 MTT 比色法和细胞计数法观察细胞增殖状况,用流式细胞仪分析细胞周期,用 Western blot 实验测定蛋白表达。结果表明金粉蕨素能阻止细胞周期由 G<sub>0</sub>/G<sub>1</sub> 期向 S 期推进,抑制血管平滑肌细胞增殖,此作用与其抑制 ERK1/2 磷酸化、影响 MAPK/ERK 通路激活有关<sup>[26]</sup>。

**2.2 抗癌作用** 瓦利希毒苷对淋巴细胞性白血病 P-388 具有显著的细胞毒活性,IC<sub>50</sub> 为 0.21  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ <sup>[9]</sup>。金粉蕨素和 onychiol B 对 P-388 细胞也显示了中等强度的作用,IC<sub>50</sub> 分别为 2.58, 5.62  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。Japonicone A 体外显示了抑制人体癌细胞 HeLa 和 BEL-7402 活性<sup>[5]</sup>。

以 MTT 比色法测定金粉蕨素对人卵巢癌 COCl<sub>2</sub>、顺铂耐药药株 COCl<sub>2</sub>/DDP 及中国仓鼠卵巢 CHO-K1 细胞系细胞增殖的影响,以 PI 染色流式细胞术 (FCM) 分析金粉蕨素对 COCl<sub>2</sub>/COCl<sub>2</sub>/DDP 及 CHO-K1 细胞系细胞凋亡和细胞周期的

影响,结果表明金粉蕨素具有体外抗人卵巢癌细胞系作用,其机制可能与细胞周期  $G_1$  期阻滞有关<sup>[27]</sup>。采用 MTT 法测定人胃腺癌 MGC-803 细胞增殖,应用琼脂扩散盒法和平皿琼脂培养克隆形成法检测 MGC-803 细胞体内外克隆形成能力,结果表明金粉蕨素对 MGC-803 细胞增殖及克隆形成能力具有抑制作用<sup>[28]</sup>。采用 MTT 法测定 HT-29 细胞增殖,应用琼脂培养克隆形成法检测 HT-29 细胞克隆形成能力,结果显示金粉蕨素具有抑制 HT-29 细胞增殖和克隆形成能力,且呈浓度相关和依赖性<sup>[29]</sup>。

**2.3 抗氧化作用** 采用 MTT 法、硝酸还原酶法等方法,在铜离子诱发的低密度脂蛋白氧化修饰的基础上,建立内皮细胞的脂质过氧化损伤模型,测定不同浓度金粉蕨素对脂质过氧化损伤人内皮细胞株 ECV304 生长抑制率、硫代巴比妥反应物、LDH 及 NO 含量的影响,结果表明表明金粉蕨素对脂质过氧化损伤的内皮细胞有保护作用<sup>[30]</sup>。

以 menadione 损伤人脐静脉内皮细胞作为氧化损伤模型,采用 MTT 法和细胞计数法,观察不同浓度金粉蕨素对 menadione 损伤内皮细胞生长抑制率的影响,利用硝酸还原酶法测定培养液中 NO 含量,以 Western blot 检测细胞一氧化氮合酶 eNOS 活性及磷酸化 ERK1/2 的表达。结果表明 NO 和 ERK1/2 通路可能介导了金粉蕨素拮抗 menadione 氧化损伤所抑制内皮细胞增殖的保护作用<sup>[31]</sup>。

以甲萘醌损伤人脐静脉内皮细胞,作为氧化损伤模型;采用 MTT 法,测定内皮细胞的生长抑制率,用硝酸还原酶法测定培养液中  $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$  含量,以 Western blot 法检测细胞内皮型 eNOS 活性及小凹蛋白(caveolin-1)表达,结果显示金粉蕨素呈剂量依赖性地降低甲萘醌对内皮细胞的生长抑制率,增加培养液中  $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$  含量,保护 eNOS 活性、阻止 caveolin-1 表达下降。表明金粉蕨素可能通过 caveolin-1/eNOS 通路介导对抗甲萘醌对内皮细胞的氧化损伤作用<sup>[32]</sup>。

采用溴代苯所致实验性肝损伤,再用 TBA 测定肝匀浆的丙二醛(MDA)含量,结果表明不同剂量的金粉蕨素均可明显降低肝匀浆脂质过氧化产物 MDA 的含量<sup>[33]</sup>。

**2.4 解毒活性** 用敌百虫灌胃家兔造成中毒模型,栗柄金粉蕨乙醇粗提物可明显解除肌颤,改善呼吸。与碘解磷定合用可大幅度减少反跳现象的发生并减轻其程度<sup>[34]</sup>。野鸡尾金粉蕨对抗四氯化碳和 D-半乳糖胺分别引起的肝毒,抑制率超过 50%<sup>[35]</sup>。

**2.5 解痉作用** 野鸡尾金粉蕨氯仿、乙酸乙酯提取物 onychiol C 对组胺诱导的离体豚鼠回肠、气管收缩,5-羟色胺所诱导的大鼠胃肌条收缩具有解痉作用<sup>[36]</sup>。Ho 等发现酚性萘类化合物 onitin, onitisin 和 onitinoside 的主要作用为抑制豚鼠离体回肠收缩。其中 onitin 活性最强,当浓度为  $10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时即具有抑制 5-羟色胺 D 受体和 M 受体作用其对组胺的拮抗是非竞争性的<sup>[14]</sup>。与罂粟碱类似, onitin 抑制离体回肠、输精管、胃条和子宫肌对乙酰胆碱等激动剂的收缩反应,是种非特异性的平滑肌松弛剂。Onitin 能非选择性地降低极化回肠对乙酰胆碱、非极化回肠对外源性钙的相收缩

和紧张性收缩,而罂粟碱只能选择性地降低紧张性收缩<sup>[37]</sup>。**2.6 毒性** 黑足金粉蕨具有致癌性,实验动物长期食用黑足金粉蕨会引起膀胱和乳腺癌<sup>[38]</sup>。暴露在黑足金粉蕨中的豚鼠膀胱脂质过氧化物显著增加,表明该植物的毒素引起膀胱的氧化应激损伤。病理组织学研究表明豚鼠膀胱有水肿、出血和充血现象<sup>[39]</sup>。

以一次大剂量给小白鼠灌胃金粉蕨素,连续观察小鼠行为活动等指标和毒性反应程度,并在实验结束时处死小白鼠进行剖检,连续观察 14 d 后,小鼠无明显行为异常,也未出现死亡,求不出  $\text{LD}_{50}$ 。表明金粉蕨素在最高剂量  $640 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  及其以下剂量对小白鼠均无明显毒性作用,提示在临床和药理实验上应用金粉蕨素是安全的<sup>[40]</sup>。

### 3 讨论

国内外学者已从金粉蕨属植物中分离出化学成分 30 余种,包括黄酮、倍半萜类、酚类、甾体等结构类型。一些植物提取物及黄酮和倍半萜类在保护血管内皮细胞、抗癌、抗氧化、解毒、解痉等方面显示了较好的活性。但目前更多的研究只局限于黑足金粉蕨、野鸡尾金粉蕨和栗柄金粉蕨等植物,对其他种研究较少。药理活性也只针对金粉蕨素进行了深入研究,其他化合物研究尚不充分。今后应进一步对本属植物进行研究,以发现新的药用活性化合物,并探讨活性单体及作用机制,为进一步研究开发金粉蕨属植物药用活性成分提供依据。

### [参考文献]

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志. 第 3 卷. 第 1 分册 [M]. 北京: 科学出版社, 1990: 103.
- [2] 江苏新医学院. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2006: 372.
- [3] 吴征镒. 新华本草纲要. 第三分册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990: 663.
- [4] Ramakrishnan G, Banerji A, Chadha M S. Chalcones from *Onychium auratum* [J]. *Phytochemistry*, 1974, 13 (10): 2317.
- [5] Li M C, Yao Z, Zhang Y W, et al. A novel chalcone derivative from *Onychium japonicum* [J]. *Chin Chem Lett*, 2007, 18(7): 840.
- [6] 李明潺, 唐生安, 段宏泉. 野鸡尾金粉蕨化学成分研究 [J]. *中草药*, 2010, 41(5): 685.
- [7] Wu T S, Kuoh C S, Ho S T, et al. Flavanone and other constituents from *Onychium siliculosum* [J]. *Phytochemistry*, 1981, 20(3): 527.
- [8] Wollenweber E. The occurrence of flavanones in the farinose exudate of the fern *Onychium siliculosum* [J]. *Phytochemistry*, 1982, 21(6): 1462.
- [9] Xu Y L, Kubo I, Ma Y B. A cytotoxic flavanone glycoside from *Onychium japonicum*: structure of onychin [J]. *Phytochemistry*, 1993, 33(2): 510.
- [10] 许云龙, 马云保, 熊江. 高山金粉蕨的黄酮类成分

- [J]. 云南植物研究, 1999, 21(3): 386.
- [11] 许云龙, 郑兴, 何以能. 栗柄金粉蕨的黄酮类成分[J]. 云南植物研究, 1999, 21(4): 497.
- [12] 郑兴, 余麟, 谢志忠, 等. 栗柄金粉蕨的黄酮成分[J]. 天然产物研究与开发, 2000, 12(5): 42.
- [13] Wu T S, Chen M T, Kuoh C S. Constituents of formosan folk medicines X. chemical constituents of the rhizoma of *Onychium contiguum* (Wall.) Hope[J]. J Chin Chem Soc, 1981, 28(1): 63.
- [14] Ho S T, Yang M S, Wu T S, et al. Studies on the taiwan folk medicine III. a smooth muscle relaxant from *Onychium siliculosum*, onitin[J]. Planta Med, 1985, 51(2): 148.
- [15] Sanerji A, Ramakrishnan G, Chadh A S. Onitin and onitisin, new phenolic pterosins from the fern *Onychium auratum*[J]. Tetrahedron Lett, 1974, 15: 1369.
- [16] Wadhawan V K, Sikka S K, Chidambaram R. The crystal structure of onitin, a phenolic illudoid sesquiterpene from the fern *Onychium auratum* [J]. Acta Cryst, 1977, B33: 428.
- [17] Hasegawa M, Akabori Y, Akabori S. New indanone compounds from *Onychium japonicum* [J]. Phytochemistry, 1974, 13(2): 509.
- [18] Akabori S, Akabori Y, Hasegawa M. Further structural studies of 1-indanone derivatives obtained from *Onychium japonicum*[J]. Chem Pharm Bull, 1980, 28(4): 1311.
- [19] Somvanshi R, Lauren D R, Smith B L, et al. Estimation of the fern toxin, ptaquiloside, in certain Indian ferns other than bracken[J]. Curr Sci, 2006, 91(11): 1547.
- [20] Hseu T H, Wang J L, Tang C P. The structure of onychiol B, [1aS, 3aS-(1 $\beta$ , 1 $\alpha$ , 3a $\beta$ , 5 $\alpha$ , 5 $\alpha$ , 6 $\alpha$ , 10a $\beta$ )]-1-[1-(hydroxymethyl) vinyl]-3a, 5a, 8-trimethyl-2, 3, 3a, 4, 5, 5a, 9, 10, 10a, 10b-decahydro-1H, 6H-cyclohept[e]indene-5, 6-diol: a diterpene alco-hol from *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze[J]. Acta Cryst, 1980, B36: 2802.
- [21] 陈凯, 郑兴. 栗柄金粉蕨萜类成分研究[J]. 南华大学学报:医学版, 2008, 36(1): 105.
- [22] Hasegawa M, Tanayama M. Chicoric acid from *Onychium japonicum* and its distribution in the ferns [J]. Shokubutsugaku Zasshi, 1973, 86(4): 315.
- [23] 虞勤慧, 黄红林, 谢志忠, 等. 金粉蕨素对溶血性磷脂酰胆碱损伤血管内皮依赖性舒张功能的保护作用及机制[J]. 中国动脉硬化杂志, 2001, 9(1): 27.
- [24] 虞勤慧, 廖端芳, 朱炳阳, 等. 金粉蕨素拮抗血管内皮细胞氧化应激损伤及机制[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2003, 8(4): 381.
- [25] 虞勤慧, 朱炳阳, 廖端芳, 等. 金粉蕨素抑制氧化应激诱导的血管内皮细胞凋亡[J]. 中国动脉硬化杂志, 2004, 12(3): 283.
- [26] 杨茗, 廖端芳, 朱炳阳, 等. 金粉蕨素抑制大鼠主动脉平滑肌增殖作用及机制[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2003, 8(1): 11.
- [27] 唐华贵, 谢宛玉, 曹建国, 等. 金粉蕨素体外抗人卵巢癌作用研究[J]. 医药论坛杂志, 2008, 29(15): 4.
- [28] 周建国, 徐阳炎, 曹建国, 等. 金粉蕨素抑制人胃腺癌细胞增殖作用[J]. 美国中华临床医学杂志, 2002, 4(4): 271.
- [29] 程爱兰, 徐阳炎, 周秀田, 等. 金粉蕨素体外抗人结肠癌细胞增殖作用研究[J]. 美国中华临床医学杂志, 2003, 5(1): 43.
- [30] 郭玉, 严鹏科, 朱炳阳. 金粉蕨素对脂质过氧化损伤内皮细胞的保护作用[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2004, 9(6): 612.
- [31] 郭玉, 朱炳阳, 严奉祥, 等. 金粉蕨素拮抗氧化损伤所抑制的内皮细胞增殖的作用及其机制[J]. 中国药理学通报, 2003, 19(4): 401.
- [32] 郭玉, 朱炳阳, 严奉祥, 等. 金粉蕨素对甲萘醌损伤人脐静脉内皮细胞的保护作用[J]. 中国病理生理杂志, 2003, 19(1): 10.
- [33] 朱炳阳, 郑兴, 胡剑峰, 等. 金粉蕨素对小白鼠实验性肝损伤脂质过氧化的保护作用[J]. 南华大学学报:医学版, 2002, 30(1): 4.
- [34] 徐阳炎, 郑兴, 朱炳阳, 等. 栗柄金粉蕨粗提物对家兔急性敌百虫中毒的解救作用[J]. 南华大学学报:医学版, 2002, 30(3): 224.
- [35] Yang L L, Yen K Y, Kiso Y, et al. Antihepatotoxic actions of Formosan plant drugs [J]. J Ethnopharm, 1987, 19(1): 103.
- [36] Ho S T, Yang M S, Tsai S P, et al. Studies on the Taiwan folk medicine. II. pharmacological properties of *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze [J]. Taiwan Yaoxue Zazhi, 1980, 32(1): 29.
- [37] Yang M S. Studies on Taiwan folk medicine. VI. studies on onitin[J]. Planta Med, 1986, (1): 25.
- [38] Dawra R K, Sharma O P, Somvanshi R. A preliminary study on the carcinogenicity of the common fern *Onychium contiguum*[J]. Vet Res Commun, 2001, 25(5): 413.
- [39] Sood S, Dawra R K, Sharma O P, et al. Exposure to the fern *onychium contiguum* causes increase in lipid peroxidation and alters antioxidant status in urinary bladder[J]. Biochem Bioph Res Commun, 2003, 302(3): 476.
- [40] 黄红林, 朱炳阳, 郑兴, 等. 金粉蕨素急性毒性实验[J]. 南华大学学报:医学版, 2001, 29(6): 539.

[责任编辑 邹晓翠]