

中药白及化学成分与药理活性研究进展

孙爱静 庞素秋 王国权

【摘要】 白及为兰科植物白及的干燥块茎,白及收敛止血,消肿生肌,主要用于咯血、吐血、外伤出血、疮疡肿毒、溃疡疼痛、汤火灼伤、皮肤皲裂等,疗效显著。研究显示,白及的化学成分主要包括联苜类、二氢菲类、联菲类、联菲醚类、菲并吡喃类、联苜葡萄糖苷类、甾体、三萜等。现代药理研究表明,白及药理活性主要包括抗菌、止血、抗肿瘤、抗溃疡、抗纤维化、抗氧化、促进伤口愈合等方面。白及用药历史悠久,其化学成分和药理活性得到不断深入研究,展现了其广阔的应用前景。本文综述了白及的化学成分与药理活性的研究进展,为白及相关的中药研究、新药开发、临床应用提供科学依据。

【关键词】 白及; 药理活性; 化学成分; 研究进展

【中图分类号】 R284 **【文献标识码】** A doi:10.3969/j.issn.1674-1749.2016.04.038

Advances of chemical constituents and pharmacological activities of *Bletilla striata* SUN Ai-jing, PANG Su-qiu, WANG Guo-quan, et al. Department of Clinical Pharmacy, 180th Hospital of the People's Liberation Army, Quanzhou 362000, China

Corresponding author: PANG Su-qiu, E-mail: ahpang20031300@hotmail.com

【Abstract】 *Bletilla striata* is a perennial herb. The tubers of *Bletilla striata* were used to treat hemoptysis, hematemesis, trauma and bleeding, ulcers and swellings, ulcer and pains, burns, skin chapping, etc. based on the function of astringing to arrest bleeding and detumescence and tissue regeneration. Researches showed that bibenzyl, dihydrophenanthrene, blestriarene, dihydrophenanthropyran, steroid, triterpenoids, sesquiterpenes have been isolated from *Bletilla striata*. Modern pharmacological research showed that the tubers of *Bletilla striata* have been widely used for antibacterial, hemostatic, antitumor, fight ulcer, anti-fibrosis, antioxidant, promoting wound healing, etc. *Bletilla striata* has a long history to treat diseases, and the chemical component and pharmacological activity of it has been studied deeply. In this article, new development of constituents and biological activities of *Bletilla striata* was reviewed and summarized for its further development and utilization.

【Key words】 *Bletilla striata*; Pharmacological activities; Chemical constituents; Research progress

白及为兰科植物白及 *Bletilla striata* (Thunb.) Reichb. f. 的干燥块茎,其药用已有 2000 多年的历史,主产于贵州、四川、湖北、安徽、河南、浙江、陕西等地。白及收敛止血、消肿生肌,用于咯血、吐血、外伤出血、疮疡肿毒、溃疡疼痛、汤火灼伤、皮肤皲

裂等,疗效显著^[1-2]。迄今为止,已经从白及中分离出 90 多个化合物,其中包括联苜类、菲类、葡萄糖苷类、甾体、三萜等。药理活性主要包括抗菌、止血、抗肿瘤、抗溃疡等方面。国内已有多家药企获批生产含白及的成药,包括白及糖浆、白及片、白及颗粒、白及胶囊,临床应用广泛。为了更好地开发利用白及,本文对其化学成分与药理活性的研究进展进行综述,为新药开发提供科学依据。

1 白及的化学成分研究进展

1.1 联苜类化合物

迄今为止,已经分离得到 17 个联苜类化合物,

作者单位: 362000 福建泉州,中国人民解放军第 180 医院临床药学科(孙爱静、庞素秋);华侨大学生物医学学院(王国权)

作者简介: 孙爱静(1986-),女,博士,药师。研究方向:生物活性物质筛选及药理研究。E-mail: wowangie@163.com

通讯作者: 庞素秋(1972-),女,博士,副主任药师。研究方向:生物活性物质筛选及药理研究。E-mail: ahpang20031300@hotmail.com

如下:3,3'-二羟基-2,6-二(对-羟苄基)-5-甲氧基联苄^[3](1),2,6-二(对-羟苄基)-3',5-二甲氧基-3-羟基联苄^[3](2),3,3'-二羟基-5-甲氧基-2,5',6-三(对-羟苄基)联苄^3,3,3',5-三甲氧基联苄^4,3,5-二甲氧基联苄^[4](5),3,3'-二羟基-4-(对-羟苄基)-5-甲氧基联苄^[5](6),3,3'-二羟基-2-(对-羟苄基)-5-甲氧基联苄^[5](7),3',5-二羟基-2-(对-羟苄基)-3-甲氧基联苄^[5](8),Blestritin A^[6](9),Blestritin B^[6](10),Blestritin C^[6](11),3,3'-二羟基-5,4'-二甲氧基联苄^[6](12),Bulbocodin^[6](13),bulbocodin D^[6](14),gymconopin D^[6](15),5-羟基-4-(对-羟苄基)-3',3-二甲氧基联苄^[7](16),3',3-二羟基-5-甲氧基联苄^[8](17)。

1.2 菲类

菲类是目前报道从白及块茎中分离得到的化合物最多的成分,共 28 个化合物,分别是 4,7-二羟基-1-(对-羟苄基)-2-甲氧基-9,10-二氢菲^[3](18),4,7-二羟基-2-甲氧基-9,10-二氢菲^[3](19),1,6-二(4-羟基苄基)-4-甲氧基-2,7-二羟基-9,10-二氢菲^[9](20),3-(4-羟基苄基)-4-甲氧基-2,7-二羟基-9,10-二氢菲^[9](21),2,4,7-三甲氧基-9,10-二氢菲^[4](22),2,7-二羟基-1,3-二(对-羟苄基)-4-甲氧基-9,10-二氢菲^[5](23),2,7-二羟基-1-(对-羟苄基)-4-甲氧基-9,10-二氢菲^[5](24),2,7-二羟基-4-甲氧基-9,10-二氢菲^[8](25),白及醇 A^[10](26),白及醇 B^[10](27),白及醇 C^[10](28),白及双菲醚 A^[11](29),白及双菲醚 B^[11](30),blestriarenes A^[12](31),blestriarenes B^[2](32),blestriarenes C^[12](33),白及联菲醇 A^[13](34),白及联菲醇 B^[13](35),白及联菲醇 C^[13](36),1-(对-羟苄基)-2,7-二羟基-4-甲氧基菲^[9](37),2,4,7-三甲氧基菲^[4](38),2,3,4,7-四甲氧基菲^[4](39),1,8-二(4-羟苄基)-2,7-二羟基-4-甲氧基菲^[13](40),1-(对-羟苄基)-2,7-二羟基-4,8-二甲氧基菲^[4](41),2,7-二羟基-4-甲氧基菲^[6](42),2,7-二羟基-3,4-二甲氧基菲^[6](43),3,7-二羟基-2,4-二甲氧基菲^[6](44),白及菲螺醇^[15](45)。

1.3 糖苷类

目前已经分离得到的糖苷类化合物有 20 个,分别是:2,7-二羟基-4-甲氧基菲-2-O-葡萄糖苷^[16](46),2,7-二羟基-4-甲氧基菲-2-O-葡萄糖二苷^[16](47),2,7-二羟基-2,4-甲氧基菲-3-O-葡萄糖苷^[16](48),2,7-二羟基-1-(4'-羟苄基)-4-甲氧基-9,10-二氢菲-4'-O-葡萄糖苷^[16](49),dactylorhin A^[6](50),

dactylorhin E^[6](51),gymnoside I^[6](52),gymnoside II^[6](53),militarine^[17](54),白及多糖 B^[18](55),bletilnoside A^[19](56),bletilnoside B^[19](57),3-O-β-D-glucopyranosyl-3-epiruscogenin^[19](58),3-O-β-D-glucopyranosyl-3-epineoruscogenin^[19](59),(20S,22R)-1β,2β,3β,4β,5β,7α-hexahydroxyspirost-25(27)-en-6-one^[19](60),胡萝卜苷^[20](61),3'-羟基-5-甲氧基联苄-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷^[21](62),7-羟基-4-甲氧基菲-2-β-D-葡萄糖苷^[21](63),4-甲氧基菲-2,7-O-葡萄糖二苷^[21](64),7-羟基-2,4-二甲氧基菲-3-O-β-D-葡萄糖苷^[21](65)。

1.4 花色素类

白及花部位提取出 5 个花色素:Bletilla anthocyanin 1^[22](66),Bletilla anthocyanin 2^[22](67),Bletilla anthocyanin 3^[22](68),Bletilla anthocyanin 4^[22](69),3-O-(β-glucopyranoside)-7-O-[6-O-(4-O-(6-O-(4-O-(β-glucopyranosyl)-trans-caffeoyl)-β-glucopyranosyl)-trans-caffeoyl)-β-glucopyranoside](70)^[23]。

1.5 其他成分

从白及中提出的甾类化合物主要有以下几个:β-谷甾醇棕榈酸酯^[24](71),豆甾醇棕榈酸酯^[24](72),β-谷甾醇^[20](73),4-氯-β-谷甾酮^[25](74),3-表-新罗斯考皂苷元^[19](75),3-表-罗斯考皂苷元^[19](76)。

三萜化合物:环巴拉甾醇^[26](77),24-亚甲基-环阿屯醇棕榈酸酯^[24](78),Cycloneolitsol^[24](79),环水龙骨甾烯酮^[24](80),环水龙骨甾烯醇^[24](81)。

另外还有一些其他的酸、酚等化学成分:山药素^[12](82),甲基山药素^[12](83),对-羟基苯甲酸^[3](84),原儿茶酸^[3](85),肉桂酸^[3](86),对-羟基苯甲醛^[3](87),1,8-二羟基-3-甲氧基-6-甲基蒽醌^[4](88),3-(4-羟基-3-甲氧基苯)-反式丙烯酸二十六醇酯^[26](89),大黄素甲醚^[26](90),丁香树脂酚^[20](91),咖啡酸^[20](92)。

2 白及的药理活性研究概况

2.1 抗菌活性

有研究报道,白及抗菌活性以乙酸乙酯提取部位活性最强,正丁醇提取部位次之^[27],且乙酸乙酯提取部位对革兰阳性菌的抑菌活性较强^[28]。吕迪等^[29]指出抑菌活性成分主要位于脂溶性的醇提取物中,氯仿层、乙酸乙酯层和正丁醇层为其抑菌活性

部位,其中须根中乙酸乙酯层抑菌效果最好,水提取物基本无抑菌效果,且须根中物质含量及抑菌效果皆优于块茎。采用白及粉凝胶体介入治疗肺外淋巴结结核,可提高药物浓度,能有效地抑制和杀死耐药结核杆菌^[30]。白及凝胶剂介入治疗增殖型支气管结核,阴转率高于对照组^[31]。白及单体化合物的抗菌活性研究显示^[3],化合物 3,3'-二羟基-2,6-二(对-羟苕基)-5-甲氧基联苕、2,6-二(对-羟苕基)-3',5-二甲氧基-3-羟基联苕、3,3'-二羟基-5-甲氧基-2,5',6-三(对-羟苕基)联苕、4,7-二羟基-1-(对-羟苕基)-2-甲氧基-9,10-二氢菲、4,7-二羟基-2-甲氧基-9,10-二氢菲具有抗革兰阳性菌活性,但对于真菌的活性较低;构效关系显示甲氧基能够降低其抗菌活性,而对-羟苕基能够增强活性^[3]。Yamaki 等^[12]指出白及联菲 A、B、C 能够抑制革兰阳性菌,白及联菲 B 活性最强。

2.2 促进伤口愈合作用

白及收敛止血,消肿生肌,主治跌打损伤、金疮出血、风湿痹痛、烫伤等。白及多糖能够促进人类脐静脉内皮细胞生长,促进血管内皮细胞生长因子的表达^[32],其作用机制与刺激巨噬细胞产生诱导型一氧化氮合酶(induced NOS, iNOS)、肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)、白细胞介素-1 β (interleukin-1 β , IL-1 β) mRNA 水平增加相关,并且能够增加这些细胞因子的产生^[33]。也有文献指出白及多糖能够通过促进表皮生长因子表达,缓和炎症反应,促进伤口愈合^[34]。白及胶载高分子神经生长因子,具有显著的促进伤口愈合作用^[35]。Liu 等^[36]以白及提取物为原料,设计新型敷料,能够促进 L929 纤维母细胞的生长,给细胞提供有效的支撑附着和生长,促进伤口上皮的形成和重建,且从伤口剥离时,不会引起新生组织的再损伤。白及多糖促进糖尿病溃疡创面愈合,能够有效刺激炎症细胞浸润,促进上皮组织形成、纤维细胞增殖以及胶原的合成,增加羟脯氨酸的合成和释放,从而促进糖尿病溃疡创面愈合^[37]。

2.3 抗肿瘤活性

近年来白及被应用于癌症治疗^[38],主要包括肝癌^[39]、食管癌^[40]、子宫肌瘤^[41]等。白及醇提取物能诱导 HL-60 细胞凋亡,氯仿层诱导效果最好^[42]。氯仿层和乙酸乙酯层均对小鼠黑色素瘤 B16 细胞生长有一定的抑制作用;氯仿层效果为其有效部位,

诱导细胞凋亡可能是其作用机制^[43]。白及水提取液对小鼠 S180 肉瘤有显著抑制作用,肿瘤细胞体积缩小,核固缩,核染色质变深,表现出肿瘤细胞凋亡的特征,且能延长 H22 腹水型肝癌小鼠的生存时间^[44]。Morita 等^[14]筛选出白及化合物 3,3'-二羟基-2,6-二(对-羟苕基)-5-甲氧基联苕和 3,3'-二羟基-2-(对-羟苕基)-5-甲氧基联苕能够抑制微管蛋白的聚合,且前者能够增强 7-乙基-10-羟基喜树碱对 K562/BCRP 细胞的抗肿瘤活性,起到协同作用。Park 等^[19]报道化合物 bletinoside A、bletinoside B、3-O- β -D-glucopyranosyl-3-epiruscogenin 具有良好的抗肿瘤活性,IC₅₀在(3.98 \pm 0.16)到(12.10 \pm 0.40) μ M 之间。

2.4 抗纤维化作用

白及多糖具有抗纤维化活性,其作用机制可能与下调转化生长因子 β I 型受体、转化生长因子 β II 型受体以及 α -平滑肌肌动蛋白的 mRNA、蛋白表达有关^[18]。

2.5 抗氧化活性

白及纤维根部具有抗氧化活性,研究显示总酚含量较多,能够清除自由基、抑制酪氨酸酶活性^[45]。白及愈伤组织与块茎均具有较强的清除 DPPH· 自由基和还原 Fe²⁺ 的能力,且愈伤组织抗氧化效果强于块茎,与总酚含量成正比^[46]。

2.6 作为载体

采用 N,N'-carbonyldiimidazole (CDI)/ethylene-diamine 修饰白及多糖,从而对巨噬细胞产生较好的亲和力,以其作为载体,靶向运输寡核苷酸或 siRNA 至免疫系统,可用于治疗免疫系统疾病或炎症^[47]。白及胶载重组人表皮生长因子能促进创面表皮细胞 DNA 合成,提高细胞增殖能力,有利于创面再上皮化,加速伤口愈合^[48]。白及多糖与左氧氟沙星联用治疗实验性细菌性角膜炎,能够增强左氧氟沙星渗透能力,增强其抗菌活性;Wu 等^[49]指出抗生素药物应用白及多糖作为眼科局部给药载体具有非常好的应用前景。

2.7 抗溃疡作用

白及多糖对大鼠幽门结扎致急性胃溃疡、乙酸致慢性溃疡及乙醇引起的胃黏膜损伤,都有促进溃疡愈合的作用^[50],其作用机制可能与调节核转录因子 κ B (nuclear factor- κ B, NF- κ B) p65 蛋白表达有关^[51],也可能与抑制 TNF- α 和核转录因子 κ B

(nuclear factor kappa, NF- κ B), 上调白细胞介素-10 (interleukin-10, IL-10) 水平有关^[52]。

2.8 止血

白及正丁醇与水提部位有止血作用, 而乙酸乙酯提取部位则能够延长凝血、出血时间, 具有活血的作用^[53], 这与正丁醇和水提部位能显著升高腺苷二磷酸诱导的血小板最大聚集率、乙酸乙酯部位显著抑制腺苷二磷酸诱导的血小板聚集有关^[54]。白及雾化吸入治疗咯血症疗效确切, 与西药常规治疗相比效果更好^[55]。

2.9 其他药理作用

Sakuno 等^[17]证实化合物双[4-(β -D-吡喃葡萄糖氧)苄基]-2-异丁基苹果酸酯和 dactylorhin A 具有抑制植物生长作用, 前者可能具有广泛地抑制植物生长作用, 因此可用于控制杂草的生长。

白及丹皮酚可用于预防口腔疾病, 集消炎、杀菌、止血、美白功能于一体^[56]。白及丹皮酚可应用于化妆品。丹皮酚能够抗菌消炎、抑制黑色素; 白及去腐生肌、保湿润肤, 二者合用可产生协同作用, 延缓细胞衰老过程^[57]。

3 结语

白及为传统中药, 其药用已有 2000 多年的历史。现代医学对其化学成分和药理活性的研究不断深入, 使得白及药理作用的物质基础也逐渐得到阐释。目前对于白及的药理研究, 主要集中于止血、抗菌、促进皮肤修复等方面, 而其他药理活性也给白及传统应用和新领域的开发研究提供充分的科学依据。2002 年公布的《关于进一步规范保健食品原料管理的通知》中新增白及作为保健食品^[58], 为保健产品领域开发白及提供依据。近年来白及有了新的应用, 如治疗癌症、作为载体等, 其开发、应用前景令人期待。

参 考 文 献

- [1] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 8674.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 95.
- [3] Takagi S, Yamaki M, Inoue K. Antimicrobial agents from *Bletilla striata*[J]. *Phytochemistry*, 1983, 22(4): 1011-1015.
- [4] Yamaki M, Kato T, Bai L, et al. Methylated stilbenoids from *Bletilla striata*[J]. *Phytochemistry*, 1991, 30(8): 2759-2760.
- [5] Bai L, Kato T, Inoue K, et al. Stilbenoids from *Bletilla striata*

- [J]. *Phytochemistry*, 1993, 33(6): 1481-1483.
- [6] Feng J, Zhang R, Zhao W. Novel bibenzyl derivatives from the tubers of *Bletilla striata*[J]. *Helvetica Chimica Acta*, 2008, 91(3): 520-525.
- [7] 韩广轩, 王立新, 顾正兵, 等. 中药白及中一新的联苄化合物[J]. *药学学报*, 2002, 37(3): 194-195.
- [8] 韩广轩, 王立新, 张卫东, 等. 中药白及的化学成分研究(I) [J]. *第二军医大学学报*, 2002, 23(4): 443-445.
- [9] Yamaki M, Bai L, Inoue K, et al. Benzylphenanthrenes from *Bletilla striata*[J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(7): 2285-2287.
- [10] Yamaki M, Li B, Kato T, et al. Three dihydrophenanthropyranes from *Bletilla striata*[J]. *Phytochemistry*, 1993, 32(2): 427-430.
- [11] Bai L, Yamaki M, Inoue K, et al. Blestrin A and B, bis (dihydrophenanthrene) ethers from *Bletilla striata*[J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(4): 1259-1260.
- [12] Yamaki M, Bai L, Inoue K, et al. Biphenanthrenes from *Bletilla striata*[J]. *Phytochemistry*, 1989, 28(12): 3503-3505.
- [13] Bai L, Kato T, Inoue K, et al. Blestrin A, B and C, biphenanthrenes from *Bletilla striata*[J]. *Phytochemistry*, 1991, 30(8): 2733-2735.
- [14] Morita H, Koyama K, Sugimoto Y, et al. Antimitotic activity and reversal of breast cancer resistance protein-mediated drug resistance by stilbenoids from *Bletilla striata*[J]. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 2005, 15(4): 1051-1054.
- [15] Yamaki M, Bai L, Kato T, et al. Blespirol, a phenanthrene with a spiroactone ring from *Bletilla striata*[J]. *Phytochemistry*, 1993, 33(6): 1497-1498.
- [16] Yamaki M, Kato T, Bai L, et al. Phenanthrene glucosides from *Bletilla striata*[J]. *Phytochemistry*, 1993, 34(2): 535-537.
- [17] Sakuno E, Kamo T, Takemura T, et al. Contribution of militarine and dactylorhin A to the plant growth-inhibitory activity of a weed-suppressing orchid, *Bletilla striata*[J]. *Weed biology and management*, 2010, 10(3): 202-207.
- [18] Wang Y, Liu D, Chen S, et al. A new glucomannan from *Bletilla striata*: Structural and anti-fibrosis effects[J]. *Fitoterapia*, 2014, (92): 72-78.
- [19] Park JE, Woo KW, Choi SU, et al. Two New Cytotoxic Spirostane-Steroidal Saponins from the Roots of *Bletilla striata*[J]. *Helvetica Chimica Acta*, 2014, 97(1): 56-63.
- [20] 韩广轩, 王立新, 王麦莉, 等. 中药白及化学成分的研究[J]. *药学实践杂志*, 2001, 19(6): 360-361.
- [21] 韩广轩, 王立新, 张卫东, 等. 中药白及化学成分研究(II) [J]. *第二军医大学学报*, 2002, 23(9): 1029-1031.
- [22] Saito N, Ku M, Tatsuzawa F, et al. Acylated cyanidin glycosides in the purple-red flowers of *Bletilla striata*[J]. *Phytochemistry*, 1995, 40(5): 1523-1529.
- [23] Tatsuzawa F, Saito N, Shigihara A, et al. An Acylated Cyanidin 3, 7-diglucoside in the Bluish Flowers of *Bletilla striata* 'Murasaki Shikibu' (Orchidaceae)[J]. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 2010, 79(2): 215-220.
- [24] Yamaki M, Honda C, KATO T, et al. The Steroids and Triterpenoids from *Bletilla striata*[J]. *Natural Medicine*, 1997, 51

- (5):493.
- [25] 仰莲,彭成,杨雨婷,等. 白及中 1 个新颖含氯甾体化合物[J]. 中草药,2015,46(3):325-328.
- [26] 王立新,韩广轩,舒莹,等. 中药白及化学成分的研究[J]. 中国中药杂志,2001,26(10):691-692.
- [27] 彭芙,万峰,熊亮,等. 白及不同提取部位抗耐甲氧西林金黄色葡萄球菌的体内外活性[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(17):217-220.
- [28] 彭芙,万峰,熊亮,等. 白及抑菌作用及其活性部位的初步研究[J]. 时珍国医国药,2013,24(5):1061-1063.
- [29] 吕迪,李伟平,潘平,等. 白及块茎和须根抑菌作用的研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(5):212-216.
- [30] 康庄,王和,李红芳,等. 中药白及提取物介入治疗肺外淋巴结核的实验性研究[J]. 中国社区医师:医学专业,2011,(23):5-6.
- [31] 孙昕,范勇,杜钟珍,等. 中药白芨凝胶经气道介入性治疗增殖型支气管结核的临床评价[J]. 中国内镜杂志,2006,12(8):832-835.
- [32] Wang C, Sun J, Luo Y, et al. A polysaccharide isolated from the medicinal herb *Bletilla striata* induces endothelial cells proliferation and vascular endothelial growth factor expression in vitro[J]. *Biotechnology letters*, 2006, 28(8):539-543.
- [33] Diao H, Li X, Chen J, et al. *Bletilla striata* Polysaccharide Stimulates Inducible Nitric Oxide Synthase and Proinflammatory Cytokine Expression in Macrophages[J]. *Journal of bioscience and bioengineering*, 2008, 105(2):85-89.
- [34] Luo Y, Diao H, Xia S, et al. A physiologically active polysaccharide hydrogel promotes wound healing[J]. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 2010, 94(1):193-204.
- [35] 廖建中,王伟,罗永湘. 白芨胶载高分子神经生长因子促进伤口的愈合(英文)[J]. 中国临床康复, 2006, 17: 179-181, 201.
- [36] Liu B, Huang T, Yao C, et al. Novel wound dressing of non-woven fabric coated with genipin-crosslinked chitosan and *bletilla striata* herbal extract[J]. *J Med Biol Eng*, 2009, 29(2):60-67.
- [37] 俞林花,聂绪强,潘会君,等. 白及多糖对糖尿病溃疡创面愈合的作用研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(11):1487-1491.
- [38] 左霞,常明泉,陶平德,等. 白及在肿瘤治疗中的应用[J]. 中南药学, 2015, 1:58-60.
- [39] 祁波,王维云,陈士宗,等. 肝癌白芨粉栓塞化疗与常规栓塞化疗的比较研究[J]. 肿瘤防治杂志, 2005, 11(4):405-406.
- [40] 王会轩. 白芨硫酸钡食管造影在诊断原发性小细胞食管癌中的体会[J]. 中医临床研究, 2011, 3(16):114-115.
- [41] 刘文斌,尹彬祥,余朝骏. 中药白及微粒与真丝线段栓塞子宫肌瘤的对比研究[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2007, 5(3):171-173.
- [42] 王丽凤,李伟平,沈一平,等. 白及诱导 HL-60 细胞凋亡活性部位的筛选[J]. 中华中医药学刊, 2012, 30(12):2704-2706.
- [43] 陆雪芬. 白及提取物对小鼠黑色素瘤 B16 细胞诱导凋亡作用的研究[J]. 中华中医药学刊, 2013, 31(7):1619-1621.
- [44] 车艳玲,刘松江. 白及治疗小鼠移植性肝癌的研究[J]. 中医药信息, 2008, (1):38-40.
- [45] Jiang F, Li W, Huang Y, et al. Antioxidant, Antityrosinase and Antitumor Activity Comparison: The Potential Utilization of Fibrous Root Part of *Bletilla striata* (Thunb.) Reichb. f [J]. *PLoS one*, 2013, 8(2):e58004.
- [46] 翁夏蒙,鲁光耀,王鸯妮,等. 白及愈伤组织总酚含量测定及抗氧化作用研究[J]. 中药材, 2013, (1):32-35.
- [47] Dong L, Xia S, Luo Y, et al. Targeting delivery oligonucleotide into macrophages by cationic polysaccharide from *Bletilla striata* successfully inhibited the expression of TNF- α [J]. *Journal of Controlled Release*, 2009, 134(3):214-220.
- [48] 仇树林,王晓,李兵,等. 白芨胶载重组人表皮生长因子对创面表皮细胞 DNA 含量及周期的影响[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(1):63-66.
- [49] Wu X, Xin M, Chen H, et al. Novel mucoadhesive polysaccharide isolated from *Bletilla striata* improves the intraocular penetration and efficacy of levofloxacin in the topical treatment of experimental bacterial keratitis [J]. *Journal of pharmacy and pharmacology*, 2010, 62(9):1152-1157.
- [50] 吕小波,黄春球,武正才,等. 白及多糖对胃溃疡大鼠防治作用的实验研究[J]. 云南中医学院学报, 2012, 35(1):30-32.
- [51] 郑子春,沈洪,朱萱萱,等. 黄柏,地榆,白及对溃疡性结肠炎大鼠组织中 NF- κ B 和细胞因子表达的影响[J]. 中国中医急症, 2010, (3):469-472.
- [52] 柯昌毅,赵春景. 白及多糖对溃疡性结肠炎的作用研究[J]. 中国药房, 2011, 23:2132-2134.
- [53] Wu J, Meng Y, Zou L, et al. Effects of different extracts from *Bletilla colloid* on hemostasis activity in mice [J]. *Journal of Pharmaceutical Practice*, 2011, 29(3):206-207.
- [54] 陆波,徐亚敏,张汉明,等. 白及不同提取部位对家兔血小板聚集的影响[J]. 解放军药理学学报, 2006, 21(5):330-332.
- [55] 林卫红. 白及雾化吸入治疗咯血症疗效观察[J]. 上海中医药杂志, 2012, 46(11):51-52.
- [56] 马世宏,金玲,王守香,等. 中药白芨在牙膏中的应用研究[J]. 中国野生植物资源, 2009, 28(3):32-35.
- [57] 马世宏,金玲,揭遂,等. 白芨-丹皮酚包合物在化妆品中的应用研究[J]. 日用化学品科学, 2009, 32(6):30-33.
- [58] 中华人民共和国卫生部. 卫生部公布药食同源物品可用于保健食品物品名单[J]. 中医药学刊, 2002, 20(2):176.

(收稿日期: 2015-08-28)

(本文编辑: 董历华)