

# 芦荟多糖免疫调节作用研究进展

张素兰 (绵阳师范学院继续教育学院, 四川绵阳 621000)

**摘要** 运用文献资料分析方法, 综述了芦荟多糖的免疫调节、抗病毒、抗肿瘤、抗辐射、抗炎症等多种生物活性作用和相关研究进展。

**关键词** 芦荟多糖; 免疫调节; 抗病毒; 抗肿瘤; 抗辐射; 抗炎症

**中图分类号** Q946.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)32-15837-03

## Research Progress on the Immunoregulation Activity of Aloe Polysaccharide

ZHANG Su-lan (Continual Education Institute, Mianyang Normal University, Mianyang, Sichuan 621000)

**Abstract** Based on the analysis of the documents, the paper mainly reviewed the biological activity of aloe polysaccharide which included immunoregulation, antiviral, antitumor, radioprotective and anti-inflammatory and relative research progress.

**Key words** Aloe polysaccharide; Immunoregulation; Antiviral; Antitumor; Radioprotective; Antiinflammatory

芦荟(*Aloe*)为百合科芦荟属植物, 全世界约有 500 多个芦荟品种, 其药用品种主要有库拉索芦荟(美国芦荟、翠叶芦荟、巴巴多斯芦荟, *Aloe barbadensis* Miller)、木立芦荟(*Aloe arborescens* Miller)、斑纹芦荟(中华芦荟、元江芦荟, *Aloe Vera var Chinensis*)等<sup>[1]</sup>。

芦荟富含多种生物活性物质, 包括萜醌类化合物、糖类化合物、氨基酸、有机酸、维生素、甾族化合物酶类化合物、无机物质等<sup>[2]</sup>, 其中芦荟多糖(*Aloe polysaccharide*)是芦荟凝胶的主要生物活性组分, 是由 2,3 或 6 位部分乙酰化的  $\beta$ -(1-4) 连接的甘露聚糖和  $\beta$ -(1-4) 连接的直链葡萄糖-甘露聚糖等多糖构成的混合物。每种多糖的分子量、葡萄糖与甘露糖的比例和乙酰化程度都不同, 但均含有部分乙酰化的甘露聚糖。在芦荟鲜叶的凝胶中多糖含量约 0.27%~0.50%, 芦荟原干干燥物中多糖含量约为 18%~30%。一般来说, 芦荟多糖的含量与组成会随芦荟品种、采收季节和生长地区不同而异<sup>[3-4]</sup>。

以往医药界认为芦荟药理功能主要是萜醌类化合物的作用, 因此萜醌类化合物是芦荟入药的主要部分<sup>[5]</sup>。然而, 与芦荟萜醌成分生物活性的研究相比较, 芦荟多糖是现代研究对芦荟生物活性有突破性认识的重要化学成分<sup>[6]</sup>, 特别是近年来对芦荟多糖在提高人体的免疫功能方面的作用, 已经引起了医药界的极大重视。笔者对芦荟多糖的免疫调节作用作一综述。

### 1 广谱免疫调节作用

很多研究显示, 芦荟多糖不仅能作用于免疫器官(胸腺、脾)、而且能激活免疫细胞(淋巴细胞、单核吞噬细胞、白细胞)、调节细胞因子释放、促进抗体生成, 以及提高红细胞免疫系统机能, 从而对机体免疫系统发挥多方面的调节作用。

王莉报道巴巴多斯芦荟多糖提取物 5.0、2.5、0.5 mg/kg 剂量组小鼠灌胃给药 1 次/d, 连续 7 d, 与生理盐水阴性组相比, 高、中剂量芦荟多糖能够显著促进小鼠免疫器官脾、胸腺增长, 并可显著提高小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬百分数和吞噬指数<sup>[7]</sup>。宫朋等将木立芦荟粗多糖按剂量 100、200、400 mg/kg, 1 次/d, 给小鼠灌胃 10 d, 可使正常及免疫抑制小鼠免

疫器官重量明显增加, 亦能明显增强小鼠网状内皮系统吞噬功能。其中 400 mg/kg 剂量多糖使胸腺重量和内皮细胞吞噬活性  $\alpha$  增加显著( $P < 0.001$ )<sup>[8]</sup>。姜梅等采用芦荟凝胶原液及其多糖饲喂小鼠, 与对照组相比较, 芦荟凝胶原液及其多糖溶液均使小鼠免疫器官脾、胸腺重量有不同程度的增加, 使小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬百分数分别从 17.33% 增长至 53.17% 和 38.57%, 吞噬指数分别从 0.28 增长至 1.23 和 0.69。小鼠外周血液中的 T 淋巴细胞数量和功能也显著增加。实验中凝胶原液对机体免疫增强效果优于凝胶多糖溶液, 说明凝胶原液中的其他成分对芦荟多糖的免疫调节有协同和增效作用<sup>[9]</sup>。陈丹等用免疫抑制剂(环磷酰胺 CTX) 建立免疫功能抑制模型小鼠, 将闽产木立芦荟多糖分别以 6.0、3.0、1.5 mg/kg 剂量灌胃, 1 次/d, 每次 0.2 ml/10 g, 连续 10 d。放射免疫法检测血清肿瘤坏死因子  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )、白细胞介素-2 (IL-2)、免疫球蛋白 (IgG) 含量, 并计算胸腺指数和脾指数。结果显示, 高剂量多糖可显著提高免疫抑制小鼠胸腺 ( $P < 0.05$ )、脾指数 ( $P < 0.01$ ) 和 IgG ( $P < 0.05$ ) 的水平, 3 种剂量的多糖可以显著提高 IL-2 水平 ( $P < 0.01$ ), 中、低剂量多糖可显著提高 TNF- $\alpha$  ( $P < 0.01$ ) 水平<sup>[10]</sup>。邓阳勇等通过皮下注射 D-半乳糖致小鼠亚急性衰老模型, 芦荟多糖组 100 mg/kg 给小鼠连续灌胃 30 d 后, 与衰老模型组相比, 其胸腺与脾平均质量与指数均有显著提高 ( $P < 0.01$ ), 且与正常对照组、灵芝多糖组 (100 mg/kg) 相比无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 显示了芦荟多糖具有抗衰老, 延缓衰老模型小鼠胸腺的萎缩与退化, 提高机体免疫功能的作用<sup>[11]</sup>。周淑兰等以不同剂量的库拉索芦荟多糖冻干粉剂连续 8 d 给小白鼠后腿肌肉注射, 发现高剂量 (每天 4mg/只) 芦荟多糖能明显提高小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬百分率和吞噬指数 ( $P < 0.01$ ), 而低剂量组 (每天 2 mg/只) 效果不明显<sup>[12]</sup>。陈伟等用 25、50、100、200、400  $\mu$ g/ml 的库拉索芦荟多糖体外诱导小鼠腹腔巨噬细胞 48 h 后, 测定小鼠腹腔巨噬细胞内乳酸脱氢酶、酸性磷酸酶、精氨酸酶活性及释放的 TNF- $\alpha$  和 IL-1 含量。与对照组比较, 芦荟多糖能提高腹腔巨噬细胞内以上 3 种酶的活性, 并能显著诱导腹腔巨噬细胞表达 TNF- $\alpha$  和 IL-1, 且具有显著的剂量效应。巨噬细胞被芦荟多糖激活后, 其吞噬作用增强, 对中性红的吞噬能力显著大于对照组<sup>[13]</sup>。杨光等以 0.2 ml/只剂量的羊红细胞 (20% SRBC 抗原) 为抗原给

**作者简介** 张素兰 (1956-), 女, 四川营山人, 教授, 从事生物化学与植物活性成分研究。

**收稿日期** 2009-07-13

小鼠注射后,芦荟多糖灌胃, 0.5 ml/只, 1次/d, 连续7 d, 发现实验组 SRBC 抗体生成水平显著高于对照组 ( $P < 0.05$ )<sup>[14]</sup>。

一氧化氮(NO)代表一种新型的生物信息递质, 是巨噬细胞发挥细胞毒作用的重要介质和始动因子。与免疫系统密切相关。适量 NO 有助于免疫反应的精细调节, 过量 NO 在抑制或杀伤病原微生物及肿瘤的同时还可通过释放溶酶体酶及细胞毒性因子对组织器官造成损伤<sup>[15]</sup>。因此, 在内毒素引起的休克和多脏器功能衰竭中, NO 是重要的炎性介质之一。陈伟等的研究显示, 库拉索芦荟多糖对 NO 的合成和释放具有双向调节作用, 且都呈明显的剂量-效应关系。即多糖在 25~400  $\mu\text{g}/\text{ml}$  浓度范围可显著促进小鼠腹腔正常巨噬细胞 NO 生成, 增强机体非特异性免疫功能。而在 50~400  $\mu\text{g}/\text{ml}$  浓度范围可抑制 10  $\mu\text{g}/\text{ml}$  脂多糖(LPS)激活的巨噬细胞合成和释放大量的 NO, 从而减轻 NO 的细胞毒作用<sup>[16]</sup>。

## 2 抗肿瘤、抗病毒

研究表明中药多糖的抗癌作用并非直接杀死肿瘤细胞, 而是通过增强机体的免疫功能来达到杀伤肿瘤细胞的目的, 即经过宿主中介作用, 增强机体的非特异性和特异性免疫作用。

芦荟多糖可以通过红细胞免疫调控作用来改善机体的免疫状态, 修复受损的细胞, 达到抗肿瘤的目的。贾绍华等研究了库拉索芦荟多糖对  $S_{180}$  小鼠红细胞免疫调节因子活性和红细胞膜脂流动性的影响<sup>[17-18]</sup>。实验中均以 50、100、200 mg/kg 剂量的多糖腹腔给药(ip), 每日 1 次, 每次 0.2 ml, 连续 7 d, 结果显示, 不同剂量芦荟多糖均可明显提高  $S_{180}$  小鼠红细胞  $C_{3b}$  受体花环促进率, 降低其抑制率, 其中芦荟多糖高、中剂量组效果非常显著 ( $P < 0.01$ ); 不同剂量芦荟多糖均使荷瘤小鼠红细胞微粘度有不同程度的下降, 膜流动性提高, 其中芦荟多糖中剂量组效果最显著 ( $P < 0.01$ )。由此证明芦荟多糖的抗肿瘤作用可以通过增加荷瘤小鼠红细胞  $C_{3b}$  受体数量, 通过维持和调节荷瘤小鼠红细胞膜蛋白的功能, 从而改善荷瘤机体的血液循环, 提高其红细胞免疫粘附肿瘤细胞的能力来实现。季宇彬等通过研究库拉索芦荟多糖和木立芦荟多糖对  $S_{180}$  荷瘤小鼠红细胞膜功能的影响, 进一步揭示了芦荟多糖通过促进荷瘤小鼠红细胞膜功能抗肿瘤的作用机制<sup>[19]</sup>。实验中 2 种芦荟多糖均以 50、100、200 mg/kg 剂量腹腔给药(ip), 每日 1 次, 每次 0.2 ml, 连续 7 d, 采用荧光分光光度法、SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳以及唾液酸试剂盒, 测得 2 种芦荟多糖各剂量组对  $S_{180}$  荷瘤小鼠红细胞微黏度均有不同程度的下降, 均能不同程度地提高  $S_{180}$  荷瘤小鼠降低的红细胞膜脂流动性、带 3 蛋白和唾液酸的含量, 降低红细胞膜交联蛋白的含量, 且中剂量均非常显著 ( $P < 0.01$ )。邹翔等将库拉索和木立 2 种芦荟多糖均以 50、100、200 mg/kg 剂量皮下给药(sc), 每日 1 次, 每次 0.2 ml, 连续 7 d 采用与文献[19]相同的测定方法, 结果是 2 种芦荟多糖各剂量组均能不同程度地降低  $S_{180}$  小鼠肿瘤细胞膜脂流动性、膜交联蛋白百分比含量和唾液酸的含量, 且 2 种多糖中、高剂量组具有显著性 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。该研究表明芦荟多糖

对  $S_{180}$  小鼠肿瘤细胞膜功能具有抑制作用, 能使较正常细胞膜流动性高的  $S_{180}$  肿瘤细胞的膜流动性降低, 使异常的细胞生理功能正常化<sup>[20]</sup>。

邹翔比较了 3 种芦荟多糖的抗肿瘤作用。实验结果表明, 库拉索芦荟、木立芦荟及中华芦荟 3 种多糖均在 100 mg/kg 剂量下显示出最佳抑瘤效果, 抑制率分别为 50.58%、43.51% 和 40.13%, 高剂量组 200 mg/kg 抑瘤率反而有所下降, 但这 2 剂量组抑瘤率均高于中药疗效评价中规定的指标(抑瘤率 30% 以上); 除木立芦荟多糖低剂量组外, 其他各组均可显著延长  $H_{22}$  小鼠的生存时间 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ), 其中库拉索芦荟多糖在 100 mg/kg 时生存期达  $(21.45 \pm 3.47)$  d<sup>[1]</sup>。该实验显示了 3 种芦荟多糖均具有良好的抗肿瘤作用, 其中库拉索芦荟多糖在抗肿瘤药效及免疫调节两方面均具有较强作用, 即在同等剂量下, 库拉索芦荟多糖各剂量组对  $S_{180}$  小鼠瘤重、胸腺指数和脾指数及其对  $H_{22}$  小鼠的生命延长率等指标均优于木立芦荟和中华芦荟 2 种多糖。苗艳艳等采用四氮唑盐法(MTT)法检测不同浓度的芦荟多糖对体外培养的原发性肝癌细胞(PHCC)与自体外周血单个核细胞(PBMC)生长的影响, 发现芦荟多糖可不同程度地抑制肝癌细胞的生长, 促进 PBMC 的生长, 并且呈浓度依赖性<sup>[21]</sup>。其进一步研究还发现, 芦荟多糖及其联合 Anti-CD3mAb 与 rhIL-2 可提高 PBMC 抑制肝癌细胞(HepG2)生长的活性, 其机制是多糖及其联合制剂激活的 PBMC 可通过诱导靶细胞凋亡和改变细胞周期而达到抑制肿瘤细胞生长的作用<sup>[22]</sup>。因此, 芦荟多糖可提高机体的免疫力以达到抑制肿瘤生长的作用, 并在一定程度上可直接抑制体外肿瘤细胞的生长。

翠叶芦荟中的主要多糖成分  $\beta$ -(1-4) 乙酰化的长链甘露聚糖(含量约 78%) 现已成为商业化合物 Acemannan, 被美国的 FDA 批准能应用于人体<sup>[23]</sup>。芦荟多糖制品 Acemannan 能调节免疫功能, 加速伤口愈合, 有抗肿瘤、抗病毒等作用, 因此对其调节作用的研究较为集中。Acemannan 能够激发噬菌细胞单核因子的产生, 后者能够支持抗体依赖性细胞毒作用, 并刺激胸腺细胞。也能刺激巨噬细胞产生 IL-1、TNF 等细胞因子, 导致肿瘤细胞被免疫细胞浸润进而坏死。芦荟中的乙酰化甘露糖 CARN750(可注射的 acemannan ACM), 能显著增加骨髓抑制小鼠的脾和外周血细胞构成, 有增强多细胞谱系功能。与粒细胞集落刺激因子相比, CARN750 对造血系数和血液学系数作用更大。提示芦荟多糖能增强免疫抑制病人的全身免疫力及造血功能。因此 Acemannan 作为一个抗病毒的免疫调节剂, 它和免疫系统相互作用, 对抗肿瘤与艾滋病(获得性综合免疫缺陷综合征, AIDS) 治疗, 有显著的效果<sup>[24-25]</sup>。此外, Pugh 等从翠叶芦荟中分离出一种新的具有免疫调节活性的多糖 aloeride, aloeride 在干芦荟中的含量尽管只有 0.015%, 却在活化巨噬细胞的功能中具有很重要的作用<sup>[23]</sup>。

## 3 防辐射、抗炎症

胸腺是重要的免疫中枢器官, T 淋巴细胞的发育、筛选和成熟均通过这一途径。胸腺又是对辐射敏感的淋巴组织之一, 一定剂量的辐射即可引起胸腺淋巴细胞的急剧减少。王宗伟等观察了中华芦荟多糖对受  $^{60}\text{Co}$  7.5Gy 全身照射小鼠

的防护作用,结果发现腹腔注射(ip)12.5、25、50、100 mg/kg剂量的中华芦荟多糖均可显著提高小鼠生存防护效力和30 d存活率,且在12.5~50.0 mg/kg剂量范围内呈良好的量效关系;照射前30、60、90 min腹腔注射(ip)芦荟多糖均能显著提高小鼠的30 d存活率和生存防护效力;50 mg/kg芦荟多糖能显著提高照射后第4天和第10天小鼠的白细胞(WBC)、红细胞(RBC)和血小板(PLT)数量。第10天时,多糖组动物淋巴细胞、“中间细胞”及PLT均显著升高,脾指数也明显增加<sup>[26]</sup>。因此,芦荟多糖对辐射损伤的防护作用可能主要与其提高机体免疫功能,促进或诱导相关细胞因子发挥作用,以及保护造血组织有关。王宗伟等在进一步研究芦荟多糖防辐射的机制中,报道了辐射前30 min腹腔注射(ip)50 mg/kg多糖能显著降低6Gy射线照射后4、8、12 h小鼠胸腺细胞凋亡率,显著提高胸腺细胞各时间点G<sub>0</sub>/G<sub>1</sub>期细胞比例,减低G<sub>2</sub>/M期细胞比例;使DNA片段明显减少;显著改善细胞超微结构,明显减少凋亡小体数量<sup>[27]</sup>。因此,芦荟多糖对辐射小鼠胸腺细胞的保护作用与改善细胞周期紊乱、抑制细胞凋亡有关。马宏伟等报道中华芦荟粗多糖50 μg/ml可显著提高X射线照射后正常细胞株人正常肝细胞株*C. Liver*、人正常胚肾细胞株293和人血管内皮细胞ECV304的克隆形成率,12.5~50.0 μg/ml范围内呈良好的剂量-效应关系,而对5个X射线照射后肿瘤细胞株则无显著影响<sup>[28]</sup>。因此,芦荟多糖对正常细胞株有显著辐射防护作用,对肿瘤细胞则无显著影响。卢金利等采用免疫组织化学方法和图像分析技术,检测芦荟凝胶对大鼠Ⅱ度放射性皮炎的影响。研究发现新鲜芦荟凝胶可以通过抑制细胞间黏附分子-1(ICAM-1)的分泌来阻断ICAM-1/LFA-1介导的细胞间黏附,减轻炎症病变的程度,并通过促进表皮生长因子(EGF)的分泌来提高创面的愈合率,对大鼠Ⅱ度放射性皮炎的发生有抑制作用,而对辐射造成的免疫功能抑制具有保护作用<sup>[29]</sup>。陈晓东也报道库拉索芦荟粗多糖可能通过影响表皮细胞分泌细胞因子来调控表皮细胞的增殖,抗炎症,促进皮肤伤口的愈合。其研究显示,库拉索芦荟粗多糖对体外培养的表皮细胞分泌表皮生长因子(EGF)、转化生长因子-α(TGF-α)以及白细胞介素-1β, 6, 8(IL-1β, IL-6, IL-8)具有明显促进作用,粗多糖组培养上清液中肿瘤坏死因子(TNF)和转化生长因子-β1(TGF-β1)水平与对照组相比略有增加<sup>[30]</sup>。王莉等报道巴巴多斯芦荟多糖提取物对体外正常大鼠脾细胞分泌白细胞介素(IL-1、IL-2、IL-6)和TNF-α等细胞因子均有一定的促进作用,而对内毒素(LPS)诱导脾细胞分泌的细胞因子IL-1、IL-6、TNF-α有显著抑制作用,对IL-2的分泌在以上2种情况下均表现促进作用。显示巴巴多斯芦荟多糖提取物对细胞因子的分泌可产生双向调控作用,在炎症反应的免疫应答过程具有重要作用。

#### 4 存在的主要问题与应用前景

芦荟多糖的抗癌、抗病毒、防辐射、抗炎症、治疗爱滋病、延缓衰老等作用与其对免疫系统的作用密不可分。多糖是非细胞毒物质,作为药物的最大优点是毒副作用小<sup>[32]</sup>,是理想的免疫增强剂,对自身免疫性疾病、肿瘤、恶病质综合症等的辅助治疗有着积极的意义,因此芦荟多糖具有良好的临床

应用价值。我国卫生部已于2008年5月27日向社会公开发布《中华人民共和国卫生部公告2008年第12号》中,批准库拉索芦荟凝胶为新资源食品<sup>[33]</sup>。这将为我国芦荟凝胶中多糖活性成分应用于免疫类保健品、药品的开发研制创造更有利的条件。

目前芦荟多糖的免疫调节作用及其机制的研究与应用还存在以下问题:

(1)因芦荟多糖提取、分离和提纯方法不同造成了芦荟药理学实验中所使用的芦荟粗多糖含量、使用剂量和药理学效果存在一些差异,从而影响了芦荟多糖药理效应的定量评价,而且芦荟粗多糖,它所含成分众多,实验中还会出现一些副反应。例如,邓阳勇在实验早期,芦荟多糖组小鼠出现轻度腹泻,体质量增长比正常对照组慢一些。邹翔等<sup>[1]</sup>使用高剂量的芦荟多糖(200 mg/kg)反而使受试动物的抑瘤率有所下降,并出现较明显的泄泻<sup>[11]</sup>。这都可能与芦荟多糖中含有芦荟大黄素(Aloe-emodin)有关。因此,为使芦荟多糖成分的药理药效学实验结果更具科学性,制备高纯度的芦荟多糖已成为进一步研究其免疫调节作用机理亟待解决的问题。

(2)由于细菌污染或内源性酶类导致的多糖降解,使多糖类生理活性不稳定,在加工过程中极易失活,会严重影响芦荟产品的功效和使用价值。因此,如何实现芦荟多糖等活性物质的有效保护性分离和高效利用,以及进一步提高芦荟凝胶稳定化技术已成为推动我国芦荟产业发展的关键性问题<sup>[34]</sup>。在芦荟多糖提取、分离和提纯实验过程中,为了尽可能保留其成分活性的稳定,虽然相关研究人员在实验的技术手段上做了一些改进<sup>[35-37]</sup>,但还需要不断地完善,需要不断寻找各种具有最佳结构组成和稳定性、最大免疫调节作用的芦荟多糖,进而为芦荟产业化开发提供更多的实验依据。

#### 参考文献

- [1] 邹翔,汲晨峰,高世勇,等.3种芦荟多糖抗肿瘤作用的比较分析[J].哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2004,20(1):14-17.
- [2] 陈国和,刘玉鑫,张新申,等.芦荟的化学成分及其分离和分析[J].化学研究与应用,2002,14(2):133-136.
- [3] 杜海燕,孙家跃.化妆品用芦荟制品中芦荟多糖的质量指标及试验方法[J].轻工标准与质量,2004(3):42-43.
- [4] 蒋林,杨岗,王琴,等.不同产地和采收期对库拉索芦荟中芦荟多糖和芦荟苷的影响[J].中国中药杂志,2007,32(21):2311-2313.
- [5] 李天东,罗英,韩文君.芦荟的药理作用及其应用研究进展[J].中国现代医学杂志,2007,17(23):2881-2886.
- [6] 李天东,罗英,李俊刚.芦荟多糖生物活性研究进展[J].安徽农业科学,2009,37(5):2033-2035.
- [7] 王莉,包旭,陈淑杰,等.巴巴多斯芦荟多糖提取物对小鼠免疫功能的影响[J].华西药学杂志,1999,14(4):234-235.
- [8] 官朋,扬长树.木立芦荟多糖对免疫功能的影响[J].人参研究,2000,12(2):28-29.
- [9] 姜梅,杜红延,顾振新,等.芦荟凝胶原汁及其多糖提取物对小鼠免疫功能的影响[J].中国生化药物杂志,2003,24(6):276-278.
- [10] 陈丹,王瑞国,包国荣,等.闽产木立芦荟多糖对小鼠免疫功能的影响[J].福建医科大学学报,2005,39(2):154-155.
- [11] 邓阳勇,伍参荣,扈凤平,等.芦荟多糖对衰老小鼠免疫器官的影响[J].湖南中医药大学学报,2008,28(2):25-27.
- [12] 周淑兰,曹国文,付利芝,等.芦荟多糖对单核吞噬细胞功能的影响[J].甘肃畜牧兽医,2008,38(3):13-14.
- [13] 陈伟,林新华,陈俊,等.库拉索芦荟多糖对小鼠腹腔巨噬细胞的体外激活作用[J].中国药学杂志,2005,40(1):34-37.
- [14] 杨光,罗红,李发胜,等.灌服芦荟多糖对小鼠抗羊红细胞抗体生成的影响[J].大连医科大学学报,2003,25(4):262-263.
- [15] 周翠英,高燕.一氧化氮与中药免疫调节的研究[J].山东中医杂志,2000,19(2):119-121.

素测定结果见表 2。

表 2 样品测定结果

Table 2 Determination results of the samples

元素 Element	金属元素含量 Metal element content // $\mu\text{g/g}$		
	茎 Stem	叶 Leaf	果实 Fruit
Ca	2 282.7	2 680.6	2 521.5
Mg	2 219.4	2 508.3	2 085.4
Fe	1 495.2	1 393.0	1 309.4
Mn	159.4	268.9	367.3
Zn	35.6	50.2	59.8

**2.5 方法准确度与精密度检验** 分别取白花蛇舌草茎、叶和果实为样品,进行加标回收试验和精密度检验,结果(表 3)表明,各元素的回收率都在 96.8% ~ 104.4%,相对标准偏差都在 1.0% ~ 4.2%,说明该法具有良好的准确度和精密度。

表 3 回收率和相对标准偏差 ( $n=5$ )

Table 3 Recovery rate and relative standard deviation ( $n=5$ )

元素 Element	回收率 Recovery rate // %			RSD // %		
	茎 Stem	叶 Leaf	果实 Fruit	茎 Stem	叶 Leaf	果实 Fruit
Ca	101.2	99.4	99.8	4.2	3.8	1.5
Cd	103.3	98.5	102.1	1.6	2.7	3.9
Co	104.4	103.6	98.7	3.6	3.3	2.8
Mg	97.7	103.6	96.8	1.8	1.0	2.1
Fe	98.4	97.8	102.7	1.7	2.2	1.6
Mn	102.6	100.1	98.6	1.1	1.8	2.1
Pb	97.9	102.2	101.7	2.3	1.2	1.4
Zn	99.2	98.2	98.4	2.9	3.7	3.5

(上接第 15839 页)

- [16] 陈伟,林新华,黄丽英,等. 库拉索芦荟多糖对小鼠腹腔巨噬细胞一氧化氮生成的影响[J]. 中国现代应用药学杂志,2006,23(1):17-19.
- [17] 贾绍华,张秀娟,张大雷,等. 芦荟多糖对  $S_{180}$  小鼠免疫调节因子活性的影响[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2004,20(2):135-137.
- [18] 贾绍华,张秀娟,彭海生,等. 库拉索芦荟多糖对  $S_{180}$  小鼠红细胞膜脂流动性的影响[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2002,18(5):499-501.
- [19] 季宇彬,邹翔,汲晨峰,等. 芦荟多糖对  $S_{180}$  小鼠红细胞膜功能的影响[J]. 中草药,2004,35(8):898-901.
- [20] 邹翔,孙宇,王宏亮. 芦荟多糖对荷瘤小鼠肿瘤细胞膜功能的影响[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2005,21(1):11-15.
- [21] 苗艳艳,禄保平. 芦荟多糖对肝癌细胞及外周血单个核细胞作用的研究[J]. 河南中医学院学报,2007,22(3):17-18.
- [22] 苗艳艳,黄兆胜,禄保平,等. 芦荟多糖干预的 PBMC 对肝癌细胞生长的影响[J]. 中医研究,2008,21(6):10-13.
- [23] 孔祥荣,王宗伟. 芦荟多糖化学结构与生物活性[J]. 国外医药·植物药分册,2003,18(1):7-12.
- [24] 于洪伟,董震,杨占泉. 芦荟的免疫调节作用[J]. 中国中西医结合耳鼻喉科杂志,2003,11(3):151-152.
- [25] 曹伟峰. 芦荟多糖的研究进展[J]. 饮料工业,2005,8(6):10-13.
- [26] 王宗伟,王勇,黄兆胜,等. 芦荟多糖对小鼠放射损伤的防护作用研究[J]. 中草药,2002,33(3):251-253.

### 3 小结与讨论

研究表明,人体内若长期缺 Mg 有可能导致染色体畸变,从而诱发肿瘤。缺 Mn 会造成机体内环核苷酸调控系统失调,出现细胞无限制地分化增殖而发生癌症。缺 Zn 可影响 T 淋巴细胞的功能,从而削弱杀灭癌细胞的力量。Ca、Fe 是人体的必需元素,对维持人体正常免疫功能具有重要作用<sup>[7]</sup>。由该试验结果可知,白花蛇舌草含有较为丰富的金属元素 Ca、Mg、Fe、Mn、Zn,这与其抗癌功效一致。另一方面,白花蛇舌草不同部位中金属元素的富集程度是不同的。叶中的 Ca、Mg 含量较茎、果实高,而 Fe 更多地存在于茎中,Mn、Zn 则在果实里含量较高。该研究为分析白花蛇舌草抗肿瘤功效与其所含微量元素的关系、阐明其作用机理及新药开发提供了科学依据。

### 参考文献

- [1] 方岩雄,张永成,陈敏敏,等. 抗肿瘤药物白花蛇舌草及其活性成分[J]. 中成药,2004,26(7):577.
- [2] 孙晶,徐丽华. 原子吸收分光光度法测定银杏叶中微量元素[J]. 中国药师,2006,9(11):1009-1010.
- [3] 王艳红,郑有兰. 中药几种贝母中 8 种无机元素的含量分析[J]. 微量元素与健康研究,2004,21(6):30-31.
- [4] 高秀红,王朝晖,张桂荣,等. 导数火焰原子吸收法测定六味地黄丸和枸杞子中的微量铬[J]. 中国医院药学杂志,2002,22(7):410-411.
- [5] 刘临,邓琴,肖道安,等. 中药一枝黄花、黄连、天麻、蛇床子中 8 种微量元素的测定[J]. 广东微量元素科学,2006,13(6):30-31.
- [6] 段琼芬,赵吉寿. 原子吸收分光光度法测定臭参微量元素含量[J]. 云南民族学院学报:自然科学版,2002,11(3):159-160.
- [7] 王根志,王秋霞. 微量元素与人体健康[J]. 微量元素与健康研究,2004,21(2):54-56.
- [27] 王宗伟,杨安平,吴庆光,等. 中华芦荟多糖对辐射小鼠胸腺细胞凋亡及细胞周期的影响[J]. 中药新药与临床药理,2005,16(4):240-243.
- [28] 马宏伟,王宗伟,吴庆光. 芦荟多糖对正常细胞株和肿瘤细胞株辐射存活率的影响[J]. 医药论坛杂志,2006,27(4):53-54.
- [29] 卢金利,刘小平,杨芳,等. 芦荟凝胶对大鼠 II 度放射性皮炎发生中 ICM-1 和 EGF 的影响[J]. 中国现代医学杂志,2006,16(22):3377-3380.
- [30] 陈晓东,吴作瑜,江琼,等. 芦荟粗多糖对人表皮细胞体外分泌细胞因子的影响[J]. 中国中药杂志,2005,30(24):1944-1946.
- [31] 王莉,杜俊容,蔡绍晖,等. AP 对正常和内毒素化大鼠脾细胞体外分泌细胞因子的影响[J]. 华西药学杂志,1999,14(Z1):346-348.
- [32] 李成君,曹国文,陈春林. 芦荟多糖提取物的急性毒性试验[J]. 甘肃畜牧兽医,2007,37(5):5-6.
- [33] 卫生部批准库拉索芦荟凝胶为新资源食品暨原料[J]. 中国农村科技,2008(6):78-79.
- [34] 付小兰. 芦荟凝胶稳定化技术的研究现状[J]. 安徽农业科学,2006,34(17):4411,4450.
- [35] 叶舟,陈伟,林文雄. 芦荟活性多糖保护性分离技术研究[J]. 中国生态农业学报,2006,14(3):129-131.
- [36] 皮文霞,丁辉,程爱斌,等. 芦荟多糖的纯化工艺与体外抗肿瘤活性[J]. 中国天然药物,2007,5(6):425-427.
- [37] 朱燕,陈运喜,吴俊华,等. 中华芦荟酸性多糖的分离纯化与抗炎活性[J]. 中国天然药物,2007,5(3):197-200.