

# 灵芝多糖的提取工艺及生物活性分析

## Extraction Process and Biological Activity Analysis of Ganoderma Lucidum Polysaccharides

◎ 陈晓红, 沈建, 冯鹏, 周亚杰

( 中科健康产业集团股份有限公司, 江苏 南京 210000 )

CHEN Xiaohong, SHEN Jian, FENG Peng, ZHOU Yajie

(Zhongke Health Industry Group Co., Ltd., Nanjing 210000, China)

**摘要:** 灵芝中含有多种活性成分,如多糖、萜类、核苷酸等,其中,灵芝多糖(GLPs)在灵芝细胞中含量较高,其生物活性广泛,在免疫调节、抗氧化、抑制肿瘤、抗菌抗炎、抗糖尿病等方面有非常明显的效果,已被广泛应用。因此,本文分析了灵芝多糖的提取技术及其生物活性,旨在为灵芝的进一步开发提供依据。

**关键词:** 灵芝多糖;提取;工艺;分离;纯化;生物活性

**Abstract:** Ganoderma lucidum contains a variety of active ingredients, such as polysaccharides, terpenoids, nucleotides, etc. Among them, Ganoderma lucidum polysaccharides (GLPs) have a high content in Ganoderma lucidum cells and a wide range of biological activities. They have very obvious effects in immune regulation, antioxidant, tumor suppression, antibacterial and anti-inflammatory, anti diabetes, and have been widely studied. Therefore, this article analyzes the extraction technology and biological activity of Ganoderma lucidum polysaccharides, aiming to provide a basis for further development of Ganoderma lucidum.

**Keywords:** Ganoderma lucidum polysaccharides; extract; process; separation; purification; biological activity

中图分类号: O629.12

灵芝, 又称神芝、瑞芝、仙草, 属担子菌纲、多孔菌目、灵芝科、灵芝属, 具有较高的药用和营养价值。东汉时期的《神农本草经》最早对灵芝有了相对详细的文字记载, 灵芝在民间医学以及历代医药大家的医药中得到了广泛应用。它的药用历史可以追溯到 2 000 多年甚至更早, 是我国著名的滋补保健药材。目前, 被记载的灵芝品种大约有 108 种, 《中华人民共和国药典》列出的灵芝的主要应用部位是子实体, 而灵芝

子实体中主要活性和营养成分之一是多糖。近几十年, 对于灵芝相关的生物学和药理学研究主要集中于从灵芝子实体中提取的生物活性化合物, 包括多糖、三萜、甾醇、蛋白质等。其中, 多糖是灵芝中最丰富的成分之一, 具有多种生物活性, 包括抵抗炎症<sup>[1]</sup>、免疫调节<sup>[2]</sup>、抗氧化、抗疲劳、抗衰老、抗肿瘤、降血糖<sup>[3]</sup>和降血脂<sup>[4]</sup>等。因此, 本文分析了灵芝多糖的提取工艺和生物活性, 以供参考。

**作者简介:** 陈晓红 (1976—), 女, 本科, 工程师, 研究方向为灵芝及灵芝孢子的药学有效部位研究。

## 1 灵芝多糖的提取工艺

多糖是一类空间结构复杂的生物大分子, 灵芝多糖种类很多, 其主链结构由葡萄糖、半乳糖和甘露糖为主的单糖构成, 阿拉伯糖、岩藻糖和木糖等糖单元构成支链。为了有效提取多糖, 灵芝通常要经过一系列的分离和纯化步骤, 其中, 提取是最关键的, 因为它决定了回收率、单糖组成、分子量、结构和空间构型, 最重要的是决定了多糖的生物活性<sup>[5]</sup>。因此, 必须根据灵芝多糖中单糖的组成及结构, 选择合适的方法进行提取。

### 1.1 传统提取方法

热水浸提是多糖提取中最常用的提取技术, 利用极性大分子化合物多糖溶于水等极性溶剂的原理进行提取。热水浸提法一般使用热水 (50~100 ℃) 浸提一定时间 (1.5~5 h) 后, 加入 2~5 倍体积的乙醇溶液进行醇沉, 得到多糖。热水浸提法具有运营成本低和设备要求简单的明显优势, 但存在一些缺点, 如处理时间延长、能量需求过多和操作温度高等。

### 1.2 超声辅助提取法

超声辅助提取法作为一种替代技术已经被广泛探索, 可有效回收生物活性成分。目前, 超声辅助提取法已被应用于提取、分离和制备中药等方面。为充分发挥超声提取的优势, 必须严格控制超声条件。在提取过程中, 要想达到最佳的提取工艺, 就要选择合适的超声频率。

### 1.3 微波辅助提取法

随着对多糖的研究越来越多, 微波辅助提取多糖技术作为一种快速、高效的提取方法, 已经在中药提取中得到越来越多的应用。在使用微波辅助法提取灵芝多糖时, 灵芝细胞壁受到微波辐射的破坏, 多糖的传质阻力被降低, 多糖得率明显提高。然而, 微波产生局部高温容易导致多糖结构发生改变, 无法保障顺利提取目标多糖<sup>[6-7]</sup>。

### 1.4 高压辅助提取法

高压辅助提取法是采用高压微射流的方法, 利用高压作用快速冲击、瞬时剪碎、涡旋灵芝原料, 使灵芝颗粒迅速变小, 可以极大程度上破坏灵芝的纤维结构, 这样在使用水浸提法提取灵芝多糖时, 就会增加操作时的接触面积, 灵芝多糖容易溶出, 提高提取率。高压辅助提取法结合了传统的多糖提取方法, 大大降低了成本, 同时提高了多糖得率<sup>[8]</sup>。

### 1.5 酶介质辅助提取法

酶介质辅助提取法是一种快速、绿色的提取方法, 具有较大的发展潜力。复合酶法提取灵芝多糖效率高, 反应时条件温和、环保无毒, 且提取时副反应少, 但也存在一定的缺点, 如提取时的条件难以控制、酶本身容易失活等, 无疑增加了提取灵芝多糖的成本<sup>[9]</sup>。

### 1.6 其他提取方法

超声协同酶法是将超声提取法和酶辅助提取法相结合的一种新型多糖提取方法, 该方法的效率明显优于单一的超声法和酶法。超声波具有空化效应, 可以破坏灵芝子实体纤维素结构, 提高酶解纤维素的效率, 从而提高灵芝多糖的得率。近年, 还有许多联用方法应用于灵芝多糖的提取, 如高压-酶联用、微波-超声波联用提取法等, 都可以极大程度上改善灵芝多糖的提取率<sup>[10]</sup>。

## 2 灵芝多糖的分离纯化

### 2.1 离子交换色谱法

离子交换色谱法是一种将离子交换原理和液相色谱技术相结合的纯化方法, 能够有效分离酸性、碱性多糖, 提高多糖的分离效率。但操作流程烦琐, 且无法分离不同分子量的多糖。受分离装置限制, 每一次的分离量比较小, 不适合用于大规模分离纯化灵芝多糖。

### 2.2 凝胶色谱法

凝胶色谱法是一种高效、快速、操作简单、分离效果好的分离方法。该方法的分离效果取决于多糖的分子量和凝胶材料的选择, 常用凝胶主要有 Sephadex、Sephacryl、Superdex、Superose 等。凝胶色谱法可以显著提高灵芝多糖的纯化效果, 但此方法操作复杂, 且制备量偏低。

### 2.3 膜分离法

研究发现, 单纯采用膜分离法无法取得高纯度的灵芝多糖, 原因是在分级时精度难以掌握、精度不够高, 要想获得高纯度的灵芝多糖组分, 就要将膜分离法和其他分离手段联用。如膜分离法和凝胶色谱法联用等, 提高灵芝多糖的纯化效果。

## 3 灵芝多糖的生物活性

多项研究表明, 多糖是灵芝中最有效的活性成分之一, 具有多种生物活性, 例如, 抗氧化、免疫调节、降血糖、抗肿瘤, 以及保护肠道黏膜等。

### 3.1 抗氧化

人体在正常代谢过程中,会产生过量自由基,自由基会诱发许多慢性疾病,如心脑血管疾病、免疫系统疾病、神经系统以及内分泌系统疾病等。大量研究表明,灵芝多糖对体内羟自由基具有明显的清除作用,且能减少自由基对细胞器的损伤,抑制不同氧化剂激发的脂质过氧化作用,从而可以抑制细胞凋亡的过程,减缓机体衰老<sup>[11-13]</sup>。

### 3.2 降血糖

研究发现,灵芝多糖可以调节血液中的葡萄糖含量、加速葡萄糖转化,修复胰岛细胞来增加胰岛素的分泌。大量的动物及临床试验证实,灵芝多糖对血糖的调节是双向的,灵芝多糖能有效促进外周细胞对游离糖的吸收,从而降低血糖,同时,灵芝多糖对血糖正常小鼠的血糖没有影响<sup>[14-16]</sup>。

### 3.3 免疫调节

灵芝多糖的免疫调节机制主要是通过促进巨噬细胞增殖,同时,灵芝多糖还可以激活T和B淋巴细胞以及自然杀伤细胞(NK)、淋巴因子激活的杀伤细胞(LAK)和其他免疫细胞,加速脾细胞的增殖以及细胞因子和抗体的产生,达到免疫调节的作用。就目前研究来说,灵芝多糖主要还是通过调控巨噬细胞建立免疫调节机制。

### 3.4 抗肿瘤

研究表明,灵芝多糖具有一定的抗肿瘤功效,能限制肿瘤细胞的增殖和诱导凋亡。灵芝多糖能够重新激活结直肠癌细胞中的突变型p53,而p53是一种有效的肿瘤抑制因子,可以通过多种途径阻止含有致癌病变的细胞的繁殖。研究表明,用灵芝多糖处理过的小鼠血清或用灵芝多糖处理过的脾细胞和腹腔巨噬细胞进行癌症治疗都是有效的<sup>[17]</sup>。

## 4 结语

灵芝在不同的生长期(孢子粉、菌丝体和子实体),可以提取不同结构特征和生物活性的灵芝多糖。本文讨论了灵芝多糖的提取工艺及生物活性,表明了灵芝多糖的开发是一个非常活跃的领域,值得进一步研究。

### 参考文献

[1] 钟小杰,杨敏妍,李玉荣,等.灵芝通过抗炎、抗氧化和降脂抑制乙醇性脂肪性肝炎小鼠的损伤[J].食

品杂志,2017(33):314-322.

[2] 张凯,刘艳芳,赵晓玲,等.灵芝硫酸多糖的抗炎性能[J].生物高分子材料学报,2018,486-493.

[3] 肖超,吴庆平,谢玉柱,等.灵芝多糖对小鼠降糖作用的研究[J].食品与功能杂志,2018(9):6496-6508.

[4] 朱立宁,唐庆军,周胜,等.灵芝低分子多糖的分离纯化及免疫活性研究[J].中国生物医学工程学报,2013(15):407-414.

[5] 段晓颖,郭娇,马秋莹,等.灵芝多糖提取及纯化工艺[J].时珍国医国药,2018(29):58-60.

[6] 徐雪峰,张玉,闫浩,等.灵芝多糖和三萜的提取工艺研究[J].包装与食品机械,2016(34):5-10.

[7] 刘春泉,宋江峰,李大婧,等.响应曲面法优选灵芝子实体多糖的提取工艺[J].江苏农业学报,2007(23):239-243.

[8] 丁霄霄,李凤伟,商曰玲,等.灵芝多糖的复合酶法提取工艺优化[J].食品研究与开发,2020(41):34-39.

[9] 黄生权,李进伟,宁正祥.微波-超声协同辅助提取灵芝多糖工艺[J].食品科学,2010(31):52-55.

[10] 何江川,韩永萍.超滤膜分离法在多糖分离提取中的应用[J].食用菌,2005(27):5-7.

[11] 石敏,张志云,杨艳宁.灵芝多糖的抗氧化和免疫调节活性[J].中国生物医学工程学报,2013(32):200-206.

[12] 吴淑娟.灵芝多糖的降血脂和抗脂质过氧化活性[J].高分子学报,2018(118):2001-2005.

[13] 单峰.灵芝多糖对妊娠期糖尿病大鼠血糖及胰岛素水平的影响[J].南通大学学报,2010(6):441-442.

[14] 徐松,窦艳,叶波,等.灵芝多糖对小鼠胰岛素敏感性的影响[J].食品杂志,2017(38):545-552.

[15] 肖超,吴庆平,张建民,等.灵芝多糖对糖尿病小鼠肝脏葡萄糖调节酶活性的影响[J].中华药理杂志,2017(196):47-57.

[16] 李志强.药用蘑菇的抗肿瘤作用及其机理研究进展[J].中国生物医学工程学报,2014(35):1-5.

[17] 徐志涛,陈小平,钟志峰,等.灵芝多糖的免疫调节和抗肿瘤活性[J].中华医学杂志,2011(39):15-27.