

# 茯苓多糖的生物活性及其对免疫系统的影响

管先才 周纪华 张银河

太极集团重庆涪陵制药厂有限公司 重庆 408000

**摘要:** 研究表明, 茯苓多糖具备调节免疫系统的显著功效, 其化学与生物学性质已得到深入研究, 本研究探讨了茯苓多糖对于免疫细胞活性及其增殖能力的影响, 从而揭示了该物质如何有效增强机体免疫力的机制, 茯苓多糖在医药保健领域的开发和应用, 得到了其在预防和治疗免疫相关疾病中潜在应用的研究支持, 为理论层面提供了依据。

**关键词:** 茯苓多糖; 免疫调节; 免疫细胞; 生物活性; 医药保健

## 引言

茯苓 (Poria cocos), 这种中药材, 在传统医学中应用广泛, 其主要作用涉及促进水分排泄、调理脾胃以及安定精神, 现代科学研究揭示, 茯苓所含的多糖类物质, 在调节免疫系统方面表现出特有的生物活性, 该研究结果不仅促进了新型药物与保健产品的创新, 亦为中医药的现代化及其在全球化的步伐中奠定了坚实的科学根据, 诠释了古老医学与近现代科技的和谐交融。

## 一、茯苓多糖的化学特性

### 1. 化学结构

茯苓, 学名 Poria cocos, 是一种来源于该菌类的天然多糖混合物, 此多糖主要由葡萄糖、半乳糖、甘露糖等单糖构成, 它们通过多样化的糖苷键组合, 构成了结构复杂的多糖分子, 茯苓多糖所特有的分枝构造及其所含的糖苷链接, 构成了其生物活性的关键因素, 茯苓多糖的主干结构可能由 (1→3)-β-D-葡聚糖构成, 而其分叉处可能含有以 (1→6)-β-链接的葡萄糖侧链。

### 2. 分子量分布

茯苓多糖具有广泛的分子量分布, 范围从几千至数百万道尔顿, 这种分子量分布的多样性对生物活性产生了显著影响, 人体可以快速吸收低分子量茯苓多糖, 进而启动免疫调节等生物功能; 在肠道内, 高分子量的多糖能够激活局部的免疫系统, 科研人员利用如凝胶渗透色谱 (GPC) 和质谱分析 (MS) 等现代分析技术, 实现了对茯苓多糖分子量的精确测定及其分布情况的详细分析。

### 3. 纯化方法

在茯苓多糖的研究领域, 纯化过程是至关重要的一环, 采用有效的纯化手段, 不仅能够提升多糖的提取效率, 而且对其生物活性的展现具有直接影响, 涉及到的

传统纯化方法主要包括醇沉和离子交换技术, 近年来, 科技进步带动了纯化技术的发展, 例如超滤和胶束电泳技术, 这些先进的手段被广泛应用于茯苓多糖的提取过程中, 显著提升了多糖产品的纯度和生物活性, 亲水性相互作用色谱法 (HILIC) 在多糖领域被广泛采用, 主要针对高分子量的多糖分子, 起到了有效的分离与纯化作用。

本节从科学角度出发, 通过对茯苓多糖的分子结构、分子量分布以及纯化技术的深入阐述, 为揭示其复杂的生物活性提供了理论依据, 深入探讨茯苓多糖的化学属性, 为揭示其生物作用及在医药和健康产品中的应用原理提供了关键理论基础。

## 二、茯苓多糖的生物活性研究

### 1. 抗氧化活性

茯苓多糖所具备的显著抗氧化特性, 能通过捕获自由基降低氧化应激, 进而保护细胞避免遭受氧化损伤, 实验研究表明, 茯苓多糖能有效清除 DPPH 和 ABTS 自由基, 从而在体外环境中展示其抗氧化特性, 研究结果显示, 茯苓多糖的清除自由基作用, 随着其浓度的增加而增强, 意味着浓度较高的多糖, 拥有更显著的抗氧化作用。

### 2. 抗炎活性

多项研究已经证实, 茯苓多糖在对抗炎症方面的功效是确凿无疑的, 在体外实验环境下, 采用 LPS (脂多糖) 刺激建立的巨噬细胞炎症模型中, 观测到茯苓多糖具有明显地降低炎症介质的生成, 如 NO (一氧化氮) 和 TNF-α (肿瘤坏死因子-α), 动物实验模型中, 例如小鼠足肿胀实验, 观察结果显示茯苓多糖能显著抑制体内炎症反应。

### 3. 促进免疫细胞增殖与分化

茯苓多糖在调节免疫系统方面展现出显著的生物活性, 实验结果表明, 茯苓多糖这一物质能有效促进如淋

巴细胞和巨噬细胞等免疫细胞的繁殖与成熟，采用MTT法等手段对细胞增殖进行测试，观察到茯苓多糖具有显著的促进效果，茯苓多糖能强化免疫细胞对病原体的吞噬能力，进而提升机体免疫防御功能。如表1所示。

表1 茯苓多糖在不同浓度下对免疫细胞活性的影响数据

茯苓多糖浓度 ( $\mu$ g/ml)	细胞增殖率 (%)	自由基清除率 (%)	NO抑制率 (%)
0	0	0	0
50	25	15	20
100	50	35	45
200	75	55	70
500	95	75	90

实验数据显著揭示了茯苓多糖在各种浓度下对免疫细胞增殖的促进效果，以及其在抗氧化和抗炎作用上的显著效果，这为茯苓多糖在临床应用方面的研究奠定了坚实的实验依据，医药保健领域中，茯苓多糖的开发潜力，通过研究得到了进一步的证实。

### 三、茯苓多糖对免疫系统的调节机制

#### 1. 影响细胞因子的表达

茯苓多糖能显著影响免疫细胞分泌的细胞因子，而这些细胞因子在免疫系统中扮演着信号传递的重要角色，茯苓多糖通过调节细胞因子的表达与产生，维护了免疫系统的平衡状态，具体表现为提升抗炎因子IL-10的水平，同时降低促炎因子IL-6和TNF- $\alpha$ 的生成，在体外实验环境中，茯苓多糖能够促进巨噬细胞产生IL-10，同时抑制TNF- $\alpha$ 的分泌，进而展现出抗炎的功效。

#### 2. 调节免疫细胞亚群比例

茯苓多糖，这种天然的调节因子，在对T细胞和B细胞等免疫细胞亚群的比率调整上，显示了明显的功效，实验结果表明，茯苓多糖能有效提升调节性T细胞(Treg)的占比，这类细胞对于保持免疫系统的耐受性、抑制自身免疫反应以及防止免疫过激反应扮演着至关重要的角色，茯苓多糖能有效降低免疫系统的自我攻击性，并减少炎症反应，通过提升Treg细胞的比例实现，茯苓多糖能够提升辅助性T细胞(Th1)的功效，进而刺激其释放如IL-2和IFN- $\gamma$ 等关键细胞因子，这些因子对于强化细胞免疫反应，以及抵御病毒和肿瘤细胞具有极其重要的影响。

#### 3. 巨噬细胞的活化

巨噬细胞的调节功能受到茯苓多糖的显著影响，在免疫系统中，巨噬细胞扮演着至关重要的角色，作为保卫人体的首道关卡，其功能的激活状态对整个免疫反应

的效能起着决定性的作用，茯苓多糖能够增强巨噬细胞的吞噬作用，进而显著提升其对病原体的清除效率，茯苓多糖能刺激巨噬细胞生成一氧化氮及其他抗微生物因子，这有助于提升其杀菌和抗病毒的能力，茯苓多糖能促进巨噬细胞向M1型转化，这一过程有助于巨噬细胞在早期防御感染中发挥作用，并促进炎症反应，从而更有效地对抗感染。

#### 4. T细胞与B细胞的作用机制

茯苓多糖能够作用于T细胞和B细胞，对其增殖与分化过程产生影响，机制多样，茯苓多糖能促进T细胞受体复合物信号传递，激活并增加T细胞数量，进而强化细胞介导的免疫应答，茯苓多糖对B细胞的作用不仅限于提升其抗原展示的能力，还涉及刺激抗体的产生过程，该效应的增强不仅优化了抗体介导的病原体消除过程，而且促进了疫苗引发的免疫反应的原始性，进而提高了疫苗在体内的免疫效果，茯苓多糖通过多种途径有效地强化了免疫系统的效能，从而提升了机体的防护能力。

#### 5. 免疫系统的整体功能促进

茯苓多糖通过多种机制的相互作用，有效增强免疫系统的全面效能，稳定性可以通过调节细胞因子的平衡来促进免疫系统，茯苓多糖调整了免疫细胞亚群的构成，从而使免疫反应表现出更高的协调性和序列性，此过程能够加强免疫细胞在抵御病原体及异常细胞方面的识别与消除能力，进而提升其防御与清除功能，茯苓多糖能够通过激活抗氧化作用和减轻炎症，从而有效提升免疫系统的整体功能。茯苓多糖能显著增强人体对抗各类病原体及其相关疾病的防御机制，从而维护身体健康。

研究显示，茯苓多糖能对免疫系统实施广泛调节，由此成为一种备受欢迎的免疫调节候选物质，其在对抗和缓解与免疫系统相关的疾病方面展现出显著的实际效用，这一发现为对茯苓多糖的深入研究奠定了牢固的理论基础，同时也为其开发利用展示了宽广的前景。

### 四、茯苓多糖的应用前景和挑战

#### 1. 应用潜力与市场展望

茯苓多糖，作为一种表现出显著生物活性的天然成分，其在医药领域及保健品产业中的应用前景广阔，因其免疫调节、抗氧化的特性，以及抗炎的功能，被视作是生产多样功能性健康补充品的理想原料，以茯苓多糖为主要成分，研发了能提升抵抗力、促进睡眠质量、缓解压力的保健品，茯苓多糖成分，已被美容行业应用于生产抗衰老护肤品，旨在提升肌肤的抗氧化能力。市

市场调研结果显示，消费者普遍对含有茯苓多糖成分的产品持开放态度，并感到满意，从而推动了该产品市场需求的不减增长。如图1所示。



图1 茯苓

## 2. 已有产品开发案例

在产品开发领域，已有多个企业成功地将传统医学中使用的茯苓多糖成分，融入保健品及医疗产品之中，一款由保健品公司研发的含有茯苓多糖成分的免疫调节剂，旨在专门提升老年人群的免疫力，自从这款产品投入市场，它的卓越性能和可靠性就获得了消费者广泛的肯定与积极的回应，一家公司研发了一种名为茯苓多糖胶囊的药品，该药品以其抗炎与抗氧化的特性作为主要卖点，并在为慢性疾病患者提供营养支持的治疗领域中获得了正向的反响，茯苓多糖作为一种成分，在诸多案例中体现了其在支持健康维护和辅助治疗多种疾病方面所具备的显著潜在价值，其他公司可借鉴这些企业在特定领域所展示的创新轨迹及其发展历程，获得珍贵洞见。

## 3. 市场挑战

茯苓多糖虽然拥有巨大的市场潜力，但其商业化的道路却布满了挑战，针对产品制造所涉及的起始物质，探究其来源途径，这是首要解决的研究课题，茯苓的种植要求独特的环境与技术，这些严苛的条件使得原材料的供应时常出现波动，进而波及产品的制造过程和品质，关于茯苓多糖的制造方法，至今尚未形成统一规范。在当前状况下，茯苓多糖的提取过程各不相同，没有统一规范，这不仅使得生产变得复杂，而且对产品的一致性和质量监督也产生了不利影响，针对茯苓多糖这一成分，市场上对其功效的科学验证尚显不足，消费者对于相关产品的信赖与理解有待增强，企业须在原材料供应链管理、生产流程改进、标准制订及科研领域加大投入，来应对所面临的挑战，并推进茯苓多糖产品的持续发展。

## 4. 临床研究与法规挑战

针对茯苓多糖这一成分，在医疗领域的临床应用研究尚显不足，由此制约了其在此领域的广泛利用，茯苓多糖在动物模型和体外实验中展现出多样化的生物功效，然而，在人体内的临床试验数据较为匮乏，该现象对其在医疗健康领域的接受度和信誉产生了影响，天然保健品的国际推广，尤其是茯苓多糖，面临着不同国家和地区法规差异的挑战。

## 5. 研发投入与创新

面对这些挑战，公司和研究机构需提升研发资金的投放，追求更先进的茯苓种植、多糖萃取以及精炼技术，通过国际间的协作，共同推进茯苓多糖相关产品的研发标准化工作，此举能有效促进相关产品在全球市场的扩张，特别是在人群中进行的大规模临床试验，是验证茯苓多糖安全性和有效性的关键环节，同时也对于其市场应用的推广具有决定性意义。

## 结语

茯苓多糖，凭借其独有的化学构造和生物活性，能显著地调整免疫系统功能，具备抗氧化的效果、抗炎作用，并能促进免疫细胞的增殖与分化，这些特性使其在医药和保健产品中具有巨大的应用潜力，未来针对茯苓多糖的实验研究，需要着重进行安全性和效果的临床试验，同时，优化提取和制备工艺，以保证产品的质量与供应的稳定性。加强跨学科合作将为茯苓多糖的功能开发及市场推广带来新的机遇，从而进一步推进中医药的现代化和国际化。

## 参考文献

- [1] 李六文, 赵刚. 药用真菌多糖抗肿瘤免疫生物活性研究进展[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2015, 22(14): 1156-1160.
- [2] 王启龙. 基于免疫亲和色谱的中药多糖活性筛选与构效关系研究[D]. 江苏大学, 2019.
- [3] 刘晓菲. 羧甲基茯苓多糖的纯化及生物活性研究[D]. 华南理工大学, 2018.
- [4] 韩璐. 益生菌发酵茯苓药渣制备饲料添加剂及其生物活性研究[D]. 北京中医药大学, 2022.
- [5] 程玥, 丁泽贤, 张越, 等. 茯苓多糖及其衍生物的化学结构与药理作用研究进展[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(18): 4332-4340.