

# 茯苓化学成分、药理活性、药食同源应用研究进展

王嘉蕊, 张甜, 蓝鑫, 高继海, 彭成, 侯飞侠\*  
(成都中医药大学药学院, 西南特色中药资源国家重点实验室, 四川 成都 611137)

**摘要:** 茯苓为多孔菌科真菌茯苓 *Poria cocos* (Schw.) Wolf 的干燥菌核, 是我国传统中药材之一, 在常用中药方剂中的配伍率达 70%, 广泛用于食品、保健品、化妆品等多个领域, 体现出较高的食用、经济价值, 其化学成分包括多糖、三萜、甾醇、金属元素等, 其中多糖是最重要的活性物质, 具有抗肿瘤、抗炎、抗氧化、降血脂、调节免疫等多种药理活性。随着中药现代化研究的不断深入, 对茯苓药理活性及其作用机制得到了系统考察, 也为其在医药、食品、保健等行业中的应用提供了理论依据。本文综述茯苓化学成分、药理活性、药食同源应用的研究情况, 以期促进该资源的深入开发, 促进相关产业的高质量发展。

**关键词:** 茯苓; 化学成分; 药理活性; 药食同源; 资源开发

**中图分类号:** R284.2; R285.5

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1528(2026)04-1253-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1528.2026.04.026

茯苓为多孔菌科真菌茯苓 *Poria cocos* (Schw.) Wolf 的干燥菌核, 其性平, 味甘、淡, 归心、肺、脾、肾经, 具有利水渗湿、健脾、宁心的功效, 可用于水肿尿少、痰饮眩悸、脾虚食少、便溏泄泻、心神不安、惊悸失眠<sup>[1]</sup>。最早被称为“服零”, 记载于《五十二病方》<sup>[2]</sup>, 它的药用价值最早被记录在《神农本草经》中, 列为上品, 是一味补肾益脾安神的中药<sup>[3]</sup>。茯苓是一种寄生性强的低等真菌, 常寄生于赤松、马尾松等松科植物的根部<sup>[4]</sup>。主要分布于安徽、湖北、湖南、四川、云南、贵州等地<sup>[5]</sup>, 一般于 7 月至 9 月采收, 挖出后除去泥沙, 经过不同炮制、切制方法制成茯苓个、茯苓块、茯苓片。

茯苓主要成分为多糖类、三萜类<sup>[6]</sup>, 具有抗炎、抗肿瘤<sup>[7]</sup>、免疫调节、降血脂、抗氧化、保肝<sup>[8]</sup>等药理活性, 其多样的生物活性使其成为具有较高市场价值的“药食同源”中药, 用于制作中成药、保健食品及健康食品, 相关健康产品涵盖粥、汤、茶、饮料、酸奶等<sup>[9]</sup>, 但其生物活性机制不清楚, 需作进一步探索。本文对茯苓化学成分、药理活性、药食同源应用进行综述, 以期为推进相关研究及高质量开发提供参考。

## 1 化学成分

**1.1 三萜** 茯苓中的三萜类化合物主要包括茯苓酸、茯苓醇、茯苓素等<sup>[10]</sup>, 是由线性角鲨烯分子环化形成的四环或五环类化合物, 其中四环三萜类化合物占比较多。目前从茯苓中鉴定得到 91 种三萜类成分<sup>[11]</sup>, 根据骨架结构可分为羊毛甾烷型、齿孔甾烷型、7, 8-脱氢羊毛甾烷型、7, 9(11)-羊毛甾二烯型、开环羊毛甾烷型、开环齿孔甾烷型<sup>[12]</sup>, 见图 1, 其中羊毛甾烷型三萜类是其主要药用成分<sup>[13]</sup>。

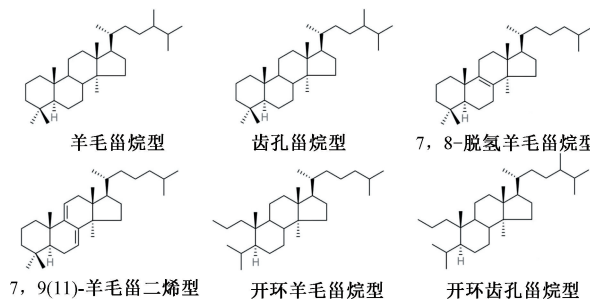


图 1 茯苓三萜主要结构图

**1.2 多糖** 茯苓多糖是茯苓的主要活性成分之一, 占茯苓干燥菌核质量的 70%~90%<sup>[14]</sup>。根据茯苓多糖在生物组织中的位置不同, 可分为胞内多糖和胞

收稿日期: 2024-11-01

基金项目: 国家中医药多学科交叉创新团队项目 (ZYXCXTD-D-202209); 四川省中医药科技产业创新团队项目 (2022C001)

作者简介: 王嘉蕊 (2001—), 女 (彝族), 硕士在读, 从事中药品种、质量及其资源开发应用研究。E-mail: wangjiarui@stu.cdutcm.edu.cn

\* 通信作者: 侯飞侠 (1983—), 女, 博士, 副教授, 从事中药资源及其鉴定研究。E-mail: houfeixia123@163.com

网络出版日期: 2025-04-18

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1368.R.20250417.1731.004.html>

外多糖<sup>[15]</sup>；根据其溶解性的不同，可分为水溶性多糖和碱溶性多糖，茯苓多糖以水溶性多糖为主。茯苓多糖的生物活性取决于其分子量、单糖组成、糖苷键和构象等结构信息。当前，茯苓多糖分子量的测定主要采用高效凝胶渗透色谱法<sup>[16]</sup>；为了鉴定单糖种类和比例，先通过酸水解破坏多糖糖苷键，再采用气相色谱法、液相色谱法、高效阴离子交换色谱-脉冲安培检测法<sup>[16]</sup>等分析方法进行精确测定；在解析多糖的化学结构时，主要依赖甲基化分析、部分酸水解、高碘酸盐氧化、Smith降解等手段，并结合一维/二维核磁共振对多糖化学结构进行鉴定<sup>[17]</sup>；多糖的空间结构分析主要使用扫描电子显微镜、透射电子显微镜、原子力显微镜等显微观察手段，以及圆二色谱和X射线衍射仪等光谱与衍射技术，以实现全面而深入的结构解析<sup>[18]</sup>。

两者的结构信息差异主要表现为水溶性多糖的分子量通常小于碱溶性多糖，大多数水溶性多糖的

分子量小于 40.65 kDa，而大多碱溶性多糖的分子量高达 100 kDa；碱溶性多糖通常由单一类型的单糖——葡萄糖组成，比较之下，水溶性多糖是一种由不同摩尔比的葡萄糖、半乳糖、甘露糖以及岩藻糖组成的杂多糖<sup>[16]</sup>；水溶性多糖的结构比碱溶性多糖的结构更为复杂，碱溶性多糖的骨架主要为(1, 3)-β-D-葡聚糖，水溶性多糖的骨架有(1, 3)-α-半乳聚糖、(1, 6)-α-半乳聚糖和(1, 3)-β-甘露聚糖<sup>[19]</sup>等类型；大多结构确定的茯苓多糖都是碱溶性多糖，为“球形”“不规则和无定形形状”“倾向于单晶形态的形状”，而水溶性多糖环状结构有待研究<sup>[20]</sup>。见表1。

两者结构信息的差异导致生物活性的不同，水溶性多糖的生物活性主要包括抗肿瘤、免疫调节、抗炎、保肝、抗动脉粥样硬化、抗阿尔茨海默病、抗抑郁、抗骨溶解；碱溶性多糖的生物活性主要包括抗肿瘤、免疫调节和抗炎。

表1 从茯苓中提取出的多糖名称及其结构特征

名称	提取溶剂	平均分子量/kDa	单糖组成	文献
PCS1	0.2 mol/L NaCl	116	岩藻糖：甘露糖：半乳糖：葡萄糖=9.2：25.7：47.9：17.1	[21]
PCS2	0.2 mol/L NaCl	208	岩藻糖：甘露糖：半乳糖：葡萄糖=1.5：8.8：6.5：82.4	[21]
PCS3-I	0.2 mol/L NaCl	171	岩藻糖：木糖：甘露糖：半乳糖：葡萄糖=9.0：4.0：39.3：10.4：37.2	[21]
PCS3-II	DMSO	123	98.4% 葡萄糖	[21]
PCS4-I	0.2 mol/L NaCl	91	岩藻糖：甘露糖：葡萄糖=1.2：2.9：93.1	[21]
PCS4-II	DMSO	211	97.2% 葡萄糖	[21]
PCP-1C	65 °C 热水	17	半乳糖：葡萄糖：甘露糖：岩藻糖=43.5：24.4：17.4：14.6	[22]
PCP-II	65 °C 热水	29	岩藻糖：甘露糖：葡萄糖：半乳糖=1.00：1.63：0.16：6.29	[23]
WSP	0.5 mol/L NaOH	175	葡萄糖	[24]
WSP-1	0.5 mol/L NaOH	1 860	葡萄糖	[24]
WSP-2	0.5 mol/L NaOH	35.8	葡萄糖	[24]
PCP-U	超声	21.2	甘露糖：半乳糖：葡萄糖：阿拉伯糖=2.18：2.36：87.27：8.18	[25]
PCP-H	热水	21.5	甘露糖：半乳糖：葡萄糖：阿拉伯糖=0.92：0.18：86.88：12.01	[25]
PCP	热水	160	核糖：阿拉伯糖：木糖：甘露糖：葡萄糖：半乳糖=1.49：1.17：0.62：10.34：86.39：1.31	[26]

1.3 其他 茯苓的化学成分中除多糖和三萜类化合物外，还包括甾醇类化合物，二萜类<sup>[27]</sup>、金属元素<sup>[28]</sup>等多种成分，以及挥发油、氨基酸、胆碱、树胶、卵磷脂、脂肪、酶等其他物质。

## 2 药理活性

2.1 抗肿瘤 肿瘤是局部组织细胞异常增生而形成的新生物。茯苓多糖不仅具备激活和强化机体免疫细胞的能力，还能诱导肿瘤细胞中自噬相关基因或蛋白表达，诱导肿瘤细胞发生自噬，进而抑制肿瘤生长。茯苓三萜类化合物通过诱导肿瘤细胞凋亡、迁移、侵袭发挥抗肿瘤作用<sup>[29]</sup>。其主要抗肿瘤机制分为抑制肿瘤活性和免疫调节，Huang等<sup>[30]</sup>研究来源于茯苓菌丝体的3种多糖（Pi-PCM0、Pi-PCM1、Pi-PCM2）的体内外抗增殖活

性，发现 20 mg/kg Pi-PCM1、Pi-PCM2 对 BALB/c 雄性小鼠肉瘤细胞 S180 的抑制率分别为 40.3%、54.4%，而同为菌类多糖的竹荪多糖 Dd-2DE 对 S180 细胞的抑制率仅为 31.3%<sup>[31]</sup>，20 μg/mL 羊肚菌多糖对 S180 细胞的抑制率最高，为 21.19%<sup>[32]</sup>。50、100、200 μg/mL Pi-PCM0、Pi-PCM1、Pi-PCM2 对白血病细胞 HL-60 的生长具有抑制作用，并呈剂量依赖性。提示茯苓多糖具有开发为白血病药物的潜力<sup>[30]</sup>。

2.2 免疫调节 免疫调节指免疫系统根据不同的刺激和需求，控制和调节免疫系统的功能，以保持免疫平衡。茯苓多糖主要通过升高免疫球蛋白 G（immunoglobulin G, IgG）、免疫球蛋白 A（immunoglobulin A, IgA）、免疫球蛋白 M

(immunoglobulin M, IgM)、干扰素 $\gamma$  (interferon  $\gamma$ , IFN- $\gamma$ ) 等水平发挥免疫调节作用<sup>[9]</sup>。Lv 等<sup>[33]</sup> 通过水提醇沉法分离得到水溶性茯苓多糖 PCP-2, 通过体外实验证明 PCP-2 可以刺激 RAW264.7 细胞的增殖, 分泌一氧化氮 (nitric oxide, NO)、肿瘤坏死因子 $\alpha$  (tumor necrosis factor  $\alpha$ , TNF- $\alpha$ ) 等炎症因子; 在体内实验中, PCP-2 能促进环磷酰胺诱导小鼠的胸腺和脾脏免疫器官的发育, 升高血液 IgG、IgA、IgM、CD3<sup>+</sup>T、CD4<sup>+</sup>T 水平, 提示 PCP-2 可提高免疫功能。Tian 等<sup>[34]</sup> 在 C57BL/10J (TLR4<sup>+/+</sup> 野生型) 和 C57BL/10CNJ (TLR4 缺陷型) 的 Lewis 肺肿瘤的小鼠模型体内探索茯苓多糖的免疫调节机制, 结果表明, 茯苓多糖通过升高 Toll 样受体 4 (Toll-like receptor 4, TLR4)、髓样分化因子 88 (myeloid differentiation factor 88, MyD88)、肿瘤坏死因子受体相关因子 6 (tumor necrosis factor receptor-related factor 6, TRAF-6)、核因子 $\kappa$ B (nuclear factor- $\kappa$ B, NF- $\kappa$ B)、p-c-JUN 表达, 促进 NO、白细胞介素 (interleukin, IL) -2、IL-6、IL-17A、TNF、IFN- $\gamma$  的分泌, 从而导致携带 C57BL/10J 的 TLR4<sup>+/+</sup> 野生型 Lewis 肺肿瘤细胞的凋亡。茯苓多糖通过调控多个免疫因子的分泌来增强免疫功能, 具有开发为免疫抑制剂的潜力, 而大部分多糖仅通过促进 IL-6、IL-2、TNF- $\alpha$  的分泌起增强免疫功能的作用, 如白芨多糖<sup>[35]</sup>、桑叶多糖<sup>[36]</sup>、桑黄多糖<sup>[37]</sup>。

**2.3 抗炎** 当机体受到外界的刺激时, 细胞会释放 IFN- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$ 、IL-1、IL-6、IL-8 等细胞因子, 从而引发相应的炎症反应, 产生血管扩张、血管通透性升高等<sup>[38]</sup>。汪电雷等<sup>[39]</sup> 发现, 茯苓三萜能缓解炎症小鼠耳肿胀, 降低小鼠腹腔毛细血管通透性, 并能抑制由角叉菜导致的大鼠足肿胀和棉球诱导的肉芽组织增生, 提示茯苓总三萜具有抗炎的作用。Liu 等<sup>[40]</sup> 使用 $\lambda$ -卡拉胶诱导大鼠前列腺炎, 结果发现, 与模型组比较, 水溶性茯苓多糖组大鼠血液样本中 C 反应蛋白、睾酮、二氢睾酮等炎症标志物水平降低, 前列腺组织 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$ 、IL-2、IL-8 等促炎细胞因子以及一氧化氮合酶 (nitric oxide synthase, iNOS)、丙二醛 (malondialdehyde, MDA) 等氧化应激标记物水平降低, 表明水溶性茯苓多糖能减轻炎症。

**2.4 抗氧化** 茯苓多糖能升高机体组织中超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD) 活性, 降低 MDA 水平, 从而增强机体的抗氧化能力, 降低

脂质过氧化水平<sup>[41]</sup>。孙明杰等<sup>[42]</sup> 探究茯苓多糖分离纯化产物 PCP-1、PCP-2 的抗氧化活性, 发现两者 DPPH 自由基清除率均大于 50%, ABTS 自由基清除率均大于 10%, 羟基自由基清除率均大于 30%, 高于菌类多糖中的灵芝<sup>[43]</sup> 和赤灵芝<sup>[44]</sup>, 由此表明经分离纯化后的茯苓多糖是一种具有清除自由基活性的天然抗氧化剂<sup>[42]</sup>。刘晓菲<sup>[45]</sup> 通过分离纯化得到 3 个羧甲基茯苓多糖, 命名为 CMP11、CMP33、CMP44, 体外抗氧化实验表明, 三者能够有效清除羟基自由基、ABTS 自由基、DPPH 自由基和超氧阴离子自由基。程水明等<sup>[46]</sup> 通过体外实验观察到, 茯苓皮三萜能抑制红细胞因自氧化及 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 诱导而发生的溶血, 还能抑制小鼠肝匀浆的自发性脂质过氧化过程, 并减少由 Fe-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 引发的肝匀浆脂质过氧化中 MDA 的生成。

**2.5 降血脂** 高脂血症是指血浆中总胆固醇 (total cholesterol, TC) 或甘油三酯 (triglycerides, TG) 水平偏高, 同时伴随着低密度脂蛋白胆固醇 (low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C) 水平过高和高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 水平过低<sup>[47]</sup>。传统降血脂药物主要通过降低血浆中 TC、TG、LDL-C 水平来发挥降血脂作用, 与传统降血脂药物比较, 茯苓多糖不仅可以通过降低血糖、血脂、胆固醇<sup>[48]</sup>、胰岛素抵抗<sup>[49]</sup> 水平来发挥降血脂作用, 还可以保护肝脏<sup>[16]</sup>、调节肠道菌群<sup>[19]</sup>。毛跟年等<sup>[50]</sup> 研究茯苓皮三萜对高脂血症小鼠的作用, 发现三萜类成分可降低高脂血症模型小鼠血清 TC、LDL-C、TG 水平, 升高 HDL-C 水平, 进而降低动脉粥样硬化指数和 MDA 水平, 升高 SOD 水平, 表明茯苓皮三萜具有降血脂作用。Cai 等<sup>[51]</sup> 以牛磺胆酸钠盐为阳性对照, 探究茯苓酸等五种三萜酸对胆汁酸摄取转运蛋白的影响, 发现茯苓酸对胆汁酸的肠肝循环中的顶端钠依赖性胆汁酸转运蛋白和牛磺胆酸钠共转运多肽的功能都显示出抑制作用, 从而促进血液胆固醇向胆汁酸的转化, 这可能是茯苓降低体内血脂水平的机制之一。

**2.6 其他** 此外, 茯苓还有抗衰老、提高记忆力、治疗失眠等活性<sup>[52-53]</sup>。

### 3 古今药食同源应用

茯苓自古就有“久服安魂、养神、不饥、延年”“开心益智, 安魂魄, 养精神”的记载<sup>[54]</sup>, 被誉为除湿之“圣品”, 健脾之“要药”。茯苓是我国大宗中药材, 也是重要的药食两用中药资源。

茯苓在古代经典名方中应用广泛，是多种方剂及中成药的重要原料，在常用中药方剂中，茯苓的配伍率达70%。茯苓作为药食同源的中药材，具有很高的药用价值、保健价值、营养价值、食用价值。由于茯苓的功效价值和安全性，其广泛应用于保健产品及食用领域，目前，以茯苓为主要原料的食品，涵盖了膏、粉、丸、粥、茶、饮、汤料、超微破壁粉等。

### 3.1 药用

3.1.1 古代方剂 在国家中医药管理局发布的《古代经典名方目录（第一批）》和《古代经典名方目录（第二批）》的汉族医药方剂以及《古代经典名方目录（第二批）儿科部分》共200首方剂中，包含茯苓的共有40首，占总数的20%，且茯苓多为臣药，主要功效为健脾利湿、化饮利水，包括汤剂、散剂、煮散共3种剂型，其中汤剂24首、散剂2首、煮散14首。

3.1.2 现代制剂 茯苓因其悠久的药用历史、极高的配伍率和多样的功效，在中成药制剂中占据重要地位。自1963年版《中国药典》首次收录茯苓，茯苓便成为历版《中国药典》中不可或缺的一员，2020年版《中国药典》中含有茯苓的中成药为253种<sup>[9]</sup>，在药智网（<https://www.yaozh.com/>）中查询到，以茯苓为原料的中成药处方有1450种，且质量占比达20%以上，如化积口服液（29.25%）、四君子丸（28.57%）、柏籽养心丸（25.32%），表明其广泛用于多种中成药的配伍，主要功效涵盖健脾益气、活血化瘀、燥湿行气等，有丸剂、胶囊剂、颗粒剂、片剂、糖浆剂等剂型，

相较于传统的汤剂、煮散和散剂，茯苓的剂型有所扩大，适用于多种临床用药需求。

### 3.2 食用

3.2.1 古代茯苓食品 《神农本草经》将茯苓列为上品，《神农本草经读》中记载：“凡上品，俱是寻常服食之物……凡上品之药，法宜久服，多则终身，少则数年，与五谷之养人相佐”<sup>[55]</sup>。茯苓是苏轼最钟爱的入食药材之一，其在《与程正辅七十一首》中写到“茯苓芝麻拌白蜜”以治疗痔疾；在《与钱济明十六首》中写到用人参、麦门冬、茯苓煎煮以治疗热毒<sup>[56]</sup>。颜燕银<sup>[57]</sup>对《慈禧光绪医方选议》进行统计，发现慈禧所用的18首驻寿补益方中茯苓的使用频率排在第2位，可见茯苓古代被用于防病抗衰。古代茯苓食品功效主要集中于强身健体、延缓衰老、养生保健等功效。

3.2.2 现代茯苓保健品 随着生活质量的提升，人们对于增强体质、预防疾病的需求逐步增大，保健食疗受到大众欢迎<sup>[58]</sup>。茯苓含有多糖、粗纤维等成分，食用历史悠久，使其在保健食品的开发领域具有显著优势。国家市场监督管理总局的特殊食品信息查询平台（<http://ypzsx.gsxt.gov.cn/specialfood/#/food>）显示，共有832种国产保健食品以茯苓为主要原料，有146种保健食品以茯苓命名，见表2。相较于古代茯苓食品，现代对于茯苓的开发更全面，功效在强身健体、延缓衰老、养生保健的基础上有所扩大，主要功效包括增强免疫力、改善睡眠、促进消化等，剂型也更加丰富，主要有胶囊、口服液、片剂、丸剂等，可见以茯苓为主要原料的保健品功效全面、剂型丰富。

表2 以茯苓命名的保健品

序号	功效	代表产品	数量/种	占比/%
1	增强免疫力	黎黄陂牌芦笋茯苓胶囊	65	42.21
2	改善睡眠	世纪康牌茯苓酸枣仁胶囊	30	19.48
3	促进消化	议禾牌山楂麦芽茯苓口服液	10	6.49
4	缓解体力疲劳	夯郎维牌刺五加茯苓西洋参胶囊	10	6.49
5	减肥	活生源牌左旋肉碱荷叶决明子茯苓泽泻胶囊	9	5.84
6	对化学性肝损伤有辅助保护功能	健安丰牌枳子茯苓丹参片	9	5.84
7	控制体内脂肪	悦心牌茯苓泽泻胶囊	4	2.60
8	祛黄褐斑	姆益牌芦荟花粉茯苓胶囊	3	1.95
9	辅助降血脂	悦心牌茯苓泽泻胶囊	3	1.95
10	对胃黏膜有辅助保护功能	万仁牌党参茯苓丸	3	1.95
11	增加骨密度	达利园牌牦牛骨髓山药茯苓粉	3	1.95
12	辅助降血糖	佰生堂牌枸杞茯苓胶囊	2	1.30
13	辅助改善记忆	环西牌核桃茯苓口服液	2	1.30
14	调节血糖	君德康牌丹参茯苓胶囊	1	0.65

3.3 现代其他产品 除作为食品和保健品的主要

原料外，茯苓还被广泛应用于化妆品、兽药中，茯

苓在化妆品中主要功效为美白、保湿<sup>[59]</sup>；添加在天麻散、五皮散、四君子散等兽药中时，主要适应脾虚、水肿、气虚等症状<sup>[9]</sup>。具有多羟基结构的多糖可以作为稳定剂和还原剂用于纳米粒子的绿色合成，杨晓倩<sup>[60]</sup>通过响应面法优化茯苓提取工艺，并制备壳聚糖-纳米银复合薄膜，发现该薄膜该薄膜具有抗菌活性且稳定性好，有望取代传统食品包装材料。

#### 4 结语与展望

茯苓自古以来便被用作药食同源药材，《神农本草经》中记载茯苓“久服安魂养神，不饥延年”。随着“健康中国”战略的实施，药食同源功能性食品的需求上升，开发具有确切保健功能的保健品及药食同源食品具有重大意义，还有助于延伸茯苓产业链。本文综述了茯苓多糖、三萜等主要成分、药理活性以及作为药食同源药材在古代、现代药品、食品方面的应用，以期为茯苓在药食同源方面的发展提供参考，发挥大宗药材的优势，应用于多领域，提高药材利用率。

我国茯苓资源丰富，其主要成分茯苓多糖、三萜具有多种功效，药食应用历史悠久。目前对于茯苓的技术研究仍存在问题。由于缺乏从粗提物中纯化特定多糖的合适方法，茯苓多糖的具体结构仍不清楚，阻碍其作为药食同源药材的发展。大多茯苓多糖的修饰都为化学修饰，对于物理修饰和生物修饰的关注较少。目前关于茯苓化学成分的体内研究都集中于动物模型，尚未有人体内化学成分活性研究报道。因此未来的研究可以集中于研究茯苓化学成分的精确定构、茯苓多糖的化学和生物修饰、阐明化学成分在人体内的生物利用度、药动学和代谢途径，为临床研究提供更准确的依据，促进茯苓在食品及制药行业的高质量发展，开发出用于预防和治疗疾病的药品、保健品及食品。

#### 参考文献：

[ 1 ] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：2020年版一部[S]. 北京：中国医药科技出版社，2020.

[ 2 ] 路平，史汶龙，杨思雨，等. 茯苓化学成分及药理作用研究进展[J]. 中成药，2024，46(4)：1246-1254.

[ 3 ] 佚名.《神农本草经》校注[M]. 尚志钧，校注. 北京：北京科学技术出版社，2019.

[ 4 ] 曾桂萍，余彩霞，王贵莲，等. 液体发酵茯苓菌5.78培养条件及培养基优化[J]. 微生物学杂志，2024，44(5)：1-7.

[ 5 ] 赵佳琛，王艺涵，金艳，等. 经典名方中茯苓的本草考证[J]. 中国实验方剂学杂志，2022，28(10)：327-336.

[ 6 ] 高满军，赵宝清，莫启贵，等. 茯苓的化学成分及其调节糖

脂代谢的研究进展[J]. 湖北科技学院学报（医学版），2023，37(3)：272-276.

[ 7 ] Yue S, Feng X, Cai Y S, et al. Regulation of tumor apoptosis of *Poriae cutis*-derived lanostane triterpenes by AKT/PI3K and MAPK signaling pathways *in vitro*[J]. *Nutrients*, 2023, 15(20)：4360.

[ 8 ] Zhou X, Wang J C, Zhou S. *Poria cocos* polysaccharides improve alcoholic liver disease by interfering with ferroptosis through NRF2 regulation[J]. *Aging (Albany NY)*, 2024, 16(7)：6147-6162.

[ 9 ] 黎智，廖雯昕，马彦红，等. 茯苓药材现代应用及分析[J]. 中国现代中药，2023，25(4)：900-906.

[ 10 ] 刘海艳，张德花，肖尧，等. 浅析药食同源大品种茯苓中多糖与三萜研究进展[J]. 现代食品，2024，30(4)：78-80.

[ 11 ] Nie A Z, Chao Y H, Zhang X C, et al. Phytochemistry and pharmacological activities of *Wolfiporia cocos* (F. A. Wolf) Ryvar den & Gilb[J]. *Front Pharmacol*, 2020, 11(1)：505249.

[ 12 ] Rios J L. Chemical constituents and pharmacological properties of *Poria cocos*[J]. *Planta Med*, 2011, 77(7)：681-691.

[ 13 ] 浦雪梅，李雪，何旭东，等. 药食同源大品种茯苓中多糖与三萜研究进展[J]. 世界科学技术-中医药现代化，2023，25(7)：2561-2573.

[ 14 ] Lu J, Tian J, Zhou L, et al. Phytochemistry and biological activities of *Poria*[J]. *J Chem*, 2021, 2021：6659775.

[ 15 ] 代君怡. 茯苓有效部位体内抗小鼠 H22 腹水瘤作用机制研究[D]. 武汉：湖北中医药大学，2023.

[ 16 ] 颜军，陶涛，孙晓春，等. 茯苓多糖的纯化及分子量测定[J]. 化学与生物工程，2011，28(3)：88-90；94.

[ 17 ] Zhao M H, Guan Z, Tang N, et al. The differences between the water- and alkaline-soluble *Poria cocos* polysaccharide: A review[J]. *Int J Biol Macromol*, 2023, 235(11)：123925.

[ 18 ] 杨德强，魏名卓，杨欣荣，等. 多糖的高级结构鉴定分析的研究进展[J]. 化学工程师，2023，37(5)：68-71.

[ 19 ] Sun S S, Wang K, Ma K, et al. An insoluble polysaccharide from the sclerotium of *Poria cocos* improves hyperglycemia, hyperlipidemia and hepatic steatosis in ob/ob mice *via* modulation of gut microbiota[J]. *Chin J Nat Med*, 2019, 17(1)：3-14.

[ 20 ] Guo Y Y, Li Y S, Li Z C, et al. Extraction assisted by far infrared radiation and hot air circulation with deep eutectic solvent for bioactive polysaccharides from *Poria cocos* (Schw.) wolf[J]. *Green Chem*, 2021, 23(18)：7170-7192.

[ 21 ] Wang Y F, Zhang M, Ruan D, et al. Chemical components and molecular mass of six polysaccharides isolated from the sclerotium of *Poria cocos*[J]. *Carbohydr Res*, 2004, 339(2)：327-334.

[ 22 ] Cheng Y, Xie Y, Ge J C, et al. Structural characterization and hepatoprotective activity of a galactoglucan from *Poria cocos*[J]. *Carbohydr Polym*, 2021, 263(12)：117979.

[ 23 ] Lu M K, Cheng J J, Lin C Y, et al. Purification, structural elucidation, and anti-inflammatory effect of a water-soluble 1, 6-branched 1, 3- $\alpha$ -d-galactan from cultured mycelia of *Poria cocos*[J]. *Food Chem*, 2010, 118(2)：349-356.

- [24] Bian C, Xie N N, Chen F S. Preparation of bioactive water-soluble pachyman hydrolyzed from sclerotial polysaccharides of *Poria cocos* by hydrolase[J]. *Polym J*, 2010, 42(3): 256-260.
- [25] Wang N N, Zhang Y, Wang X P, et al. Antioxidant property of water-soluble polysaccharides from *Poria cocos* Wolf using different extraction methods[J]. *Int J Biol Macromol*, 2016, 83(2): 103-110.
- [26] Pu Y W, Liu Z J, Tian H, et al. The immunomodulatory effect of *Poria cocos* polysaccharides is mediated by the Ca<sup>2+</sup>/PKC/p38/NF-κB signaling pathway in macrophages[J]. *Int Immunopharmacol*, 2019, 72(6): 252-257.
- [27] Chen T, Hua L, Chou G X, et al. A unique naphthone derivative and a rare 4, 5-seco-lanostane triterpenoid from *Poria cocos*[J]. *Molecules*, 2018, 23(10): 2508-2518.
- [28] 席志军, 张艳玲. 茯苓中重金属和微量元素含量的测定[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2022, 6(23): 18-20.
- [29] 谭铃文, 邹存超, 侯春英, 等. 茯苓液体发酵及活性产物抗肿瘤机制研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2024, 50(14): 385-392.
- [30] Huang Q L, Jin Y, Zhang L N. Structure, molecular size and antitumor activities of polysaccharides from *Poria cocos* mycelia produced in fermenter[J]. *Carbohydr Polym*, 2007, 70(3): 324-333.
- [31] 李宇浩, 马宇轩, 罗 婷, 等. 竹荪多糖的提取工艺及其体外抗氧化性研究进展[J]. 安徽化工, 2021, 47(5): 1-4.
- [32] 黄 瑶. 羊肚菌多糖 (ME-X) 结构鉴定、生物活性及抗肿瘤机制的研究[D]. 南充: 西华师范大学, 2019.
- [33] Lv Y Z, Yang Y J, Chen Y, et al. Structural characterization and immunomodulatory activity of a water-soluble polysaccharide from *Poria cocos*[J]. *Int J Biol Macromol*, 2024, 261 (Pt 2): 129878.
- [34] Tian H, Liu Z J, Pu Y W, et al. Immunomodulatory effects exerted by *Poria cocos* polysaccharides via TLR4/TRAF6/NF-κB signaling *in vitro* and *in vivo*[J]. *Biomed Pharmacother*, 2019, 112(3): 108709.
- [35] 朱静瑜, 赵梓欣, 李欣茹, 等. 白芨多糖对免疫活性影响的研究进展[J]. 甘肃科技, 2024, 40(7): 99-102.
- [36] 韩辰森, 王靖萱, 杨海峰, 等. 桑叶多糖对猪肺泡巨噬细胞的免疫调节作用[J]. 中国畜牧兽医, 2024, 51(8): 3643-3651.
- [37] 缪云萍, 缪菊芬, 郑高利, 等. 桑黄多糖对 TNBS 诱导的大鼠溃疡性结肠炎的治疗效果及作用机制[J]. 蚕业科学, 2023, 49(3): 264-270.
- [38] 黄泽森, 韩 梁, 韩彦琪, 等. 中药防治痔病作用机制研究进展[J]. 中国现代中药, 2024, 26(8): 1432-1442.
- [39] 汪电雷, 陈卫东, 徐先祥. 茯苓总三萜的抗炎作用研究[J]. 安徽医药, 2009, 13(9): 1021-1023.
- [40] Liu J S, Yu J T, Peng X C. *Poria cocos* polysaccharides alleviates chronic nonbacterial prostatitis by preventing oxidative stress, regulating hormone production, modifying gut microbiota, and remodeling the DNA methylome[J]. *J Agric Food Chem*, 2020, 68(45): 12661-12670.
- [41] 刘星汶. 羧甲基茯苓多糖的制备及构效关系研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2021.
- [42] 孙明杰, 张 越, 姚 亮, 等. 茯苓多糖的分离纯化、组成及其抗氧化活性研究[J]. 安徽中医药大学学报, 2022, 41(1): 86-91.
- [43] 陈 杰, 董 扬, 鲁吉珂, 等. 3种不同产地灵芝子实体粗多糖体外抗氧化活性比较研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(21): 100-104.
- [44] 郑秋桦, 曾松荣, 柯 野, 等. 两种灵芝的粗多糖提取及其抗氧化活性的比较[J]. 现代农业研究, 2018, 6(5): 108-109.
- [45] 刘晓菲. 羧甲基茯苓多糖的纯化及生物活性研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2018.
- [46] 程水明, 桂 元, 沈 思, 等. 茯苓皮三萜类物质抗氧化活性研究[J]. 食品科学, 2011, 32(9): 27-30.
- [47] 昌炳如. 高血脂症的病因病机与治疗探讨[J]. 中医研究, 2005, 18(8): 3-5.
- [48] 李 骥, 王 松. 茯苓与有氧运动联合干预对大鼠动脉粥样硬化进程的影响[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2011, 27(6): 74-77.
- [49] 杨 娜, 肖 颖, 刘静云. 茯苓多糖调控 SIRT1/FOXO3a 通路对妊娠糖尿病大鼠胰岛素抵抗的影响[J]. 中国优生与遗传杂志, 2022, 30(8): 1371-1375.
- [50] 毛跟年, 张诗韵, 付 超, 等. 茯苓皮总三萜的降血脂活性研究[J]. 陕西科技大学学报 (自然科学版), 2015, 33(3): 130-134.
- [51] Cai H, Cheng Y J, Zhu Q N, et al. Identification of triterpene acids in *Poria cocos* extract as bile acid uptake transporter inhibitors[J]. *Drug Metab Dispos*, 2021, 49(5): 353-360.
- [52] 蔡 纓, 沈忠松. 茯苓对老年 2 型糖尿病降糖效果观察[J]. 解放军预防医学杂志, 2006, 24(3): 198-199.
- [53] Jiang Y, Fan L P. Evaluation of anticancer activities of *Poria cocos* ethanol extract in breast cancer: *In vivo* and *in vitro*, identification and mechanism[J]. *J Ethnopharmacol*, 2020, 257: 112851.
- [54] 常富业. 茯苓抗衰、养生与美容作用论析[J]. 中华中医药学刊, 2011, 29(5): 1107-1110.
- [55] 陈修园. 神农本草经读[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2022.
- [56] 王紫骆. 苏轼饮食文化书写研究[D]. 汉中: 陕西理工大学, 2022.
- [57] 颜燕银. 慈禧长寿、补益医方中主要药物的抗衰老作用浅析[J]. 新中医, 1989, 21(12): 45-47.
- [58] 李 晴, 石雨荷, 朱 珏, 等. 药食同源百合的资源分布与现代研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2023, 42(3): 87-95.
- [59] 李志英, 王雪寒, 高瑞苑. 微波提取白茯苓美白成分的工艺研究[J]. 日用化学工业, 2019, 49(4): 238-243.
- [60] 杨晓倩. 茯苓多糖绿色合成纳米银颗粒及其应用研究[D]. 昆明: 云南农业大学, 2023.