

· 综述 ·

基于文献计量学分析2011—2022年茯苓研究进展与趋势[△]

周馨^{1,2}, 钟灿¹, 金剑¹, 张水寒^{1,2*}

1. 湖南中医药大学 研究生院, 湖南 长沙 410208;

2. 湖南省中医药研究院 中药资源研究所, 湖南 长沙 410013

[摘要] 了解近10年茯苓科学研究的现状,以中国期刊全文数据库和Web of Science为文献来源,检索了2011—2022年茯苓研究的相关文献,分别对其发表年份、被引来源、第一作者机构、区域分布及研究主题等进行统计学分析;并利用文献计量工具VOSviewer研究文献关键词共现网络特性。结果表明,近10年茯苓研究相关论文发表量波动较大,研究机构集中在国内,与茯苓产地分布关系密切。对茯苓的研究主题广泛,其中药理是发文量最多的一个主题,且已形成较稳定的研究机构和团队。但茯苓的菌种资源退化,栽培技术和精深加工产品开发等仍限制我国茯苓产业的发展,应加强茯苓有性育种、构效关系和健康产品功效研究,促进茯苓产业的可持续发展。

[关键词] 药用真菌;茯苓;科技文献;计量学分析

[中图分类号] R282 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2023)09-2037-08

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20220805001

Research Progress and Trends of *Poria cocos* from 2011-2022 Based on Bibliometrics

ZHOU Xin^{1,2}, ZHONG Can¹, JIN Jian¹, ZHANG Shui-han^{1,2*}

1. Graduate School, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410208, China;

2. Institute of Chinese Medicine Resources, Hunan Academy of Chinese Medicine, Changsha 410013, China

[Abstract] To fully understand the development status of *Poria cocos* during 2011 to 2022, this study searched the China Journal Full-text Database (CJFD) and Web of Science for research articles on *Poria cocos* from 2011 to 2022. Statistical analysis was carried out on the publication year, cited source, first author institution, regional distribution, and research topic. The bibliometric tool VOSviewer was used to study the co-occurrence network characteristics of keywords. The results showed that in the past 10 years, the annual publications related to *P. cocos* fluctuated greatly, and the research institutions were concentrated in China, which was closely related to the distribution of *P. cocos* origin. The research topics were extensive, among which pharmacology was the topic with the most publications, and a relatively stable research institution and team have been formed. However, the degradation of strain resources of *Poria cocos*, the cultivation technology, and the development of deep-processing products still restrict the development of the *P. cocos* industry in China. The research on sexual breeding, structure-activity relationship, and health product efficacy of *P. cocos* should be strengthened to promote the sustainable development of the *P. cocos* industry.

[Keywords] medicinal fungi; *Poria cocos* (Schw.) Wolf; technical literature; metrological analysis

茯苓为多孔菌科真菌茯苓 *Poria cocos* (Schw.) Wolf 的干燥菌核,具有利水渗湿、健脾宁心等功效^[1]。茯苓是传统的大宗药材,素有“十方九苓”的

说法^[2],70%常用的中医方剂中含茯苓。其是药食同源品种之一,被开发为形式多样的普通食品、保健食品等,收录于《中华人民共和国药典》(以下简称

[△] **[基金项目]** 中央本级重大增减支项目(2060302);2017年中医药公共卫生服务补助专项(财社〔2017〕66号);湖南省科技成果转化及产业化计划项目(2020SK2029);湖南省重点研发计划项目(2022NK2005);湖南省中医药科研计划项目(A2022005,D2022128)

* **[通信作者]** 张水寒,研究员,研究方向:中药资源及综合利用;E-mail: zhangshuihan0220@126.com

《中国药典》) 2020年版和《中华人民共和国兽药典》2020年版。茯苓具有重要的食用和药用价值,亦是2020年纳入新型冠状病毒感染防控重点保障物资的唯一真菌中药^[3]。

由于茯苓用途广泛,对其研究较深入,涉及茯苓药材、菌种资源、化学成分、药理作用、产品开发、质量控制等多个领域。文献计量分析是一种基于数学和统计学方法并结合VOSviewer、CiteSpace等可视化软件,多角度分析大量文献,从而大致把握研究现状和热点趋势的方法^[4]。为了解茯苓的研究现状,本文对2011—2022年茯苓的研究文献进行了计量学分析,从而为深入研究茯苓和产业发展提供思路。

1 方法

1.1 文献获取

1) 中国期刊全文数据库(CJFD, <https://ref.cnki.net/ref>) 检索方式:高级检索;关键词为茯苓(模糊检索)。2) Web of Science数据库(WOS, <https://www.webofscience.com/wos/>) 检索方式:基本检索;关键词为“*Poria cocos*”“Fuling”“Tuckahoe”“*Wolfiporia cocos* (F. A. Wolf) Ryvardeen & Gilb.”“*Wolfiporia extensa* (Peck) Ginns”。3) 检

索时间:2011年1月1日至2022年9月15日。4) 纳入标准:搜索研究主题为茯苓;发表单位以第一作者所在机构分布为准;发表日期以出版年为准;对已经更名的期刊、机构以现用名为准;会议、报纸等不予录入;文献主题分类以文章摘要为依据。具体筛选流程见图1。

1.2 文献计量分析方法

用Origin 2018软件对出版年、被引来源、研究机构、主题分布进行文献计量学分析,将原始数据进行格式转化,出现频率 ≥ 3 的关键词导入VOSviewer软件进行共现网络分析。

2 结果与分析

2.1 出版年分布

在CJFD中检索到期刊文献13 811篇,去除桂枝茯苓丸、茯苓四逆汤等重复无效文献,得到有效文献734篇。其中2020年发文量最多,为92篇;2018年的发文量较少,为45篇;2022年由于仅统计到9月份发文量最少,为11篇。在WOS中检索到文献2116篇,去除桂枝茯苓丸、涪陵页岩等重复无效文献,得到有效文献277篇。其中2021年发文量最多,为44篇;2013年发文量最少,为9篇;且从2018年

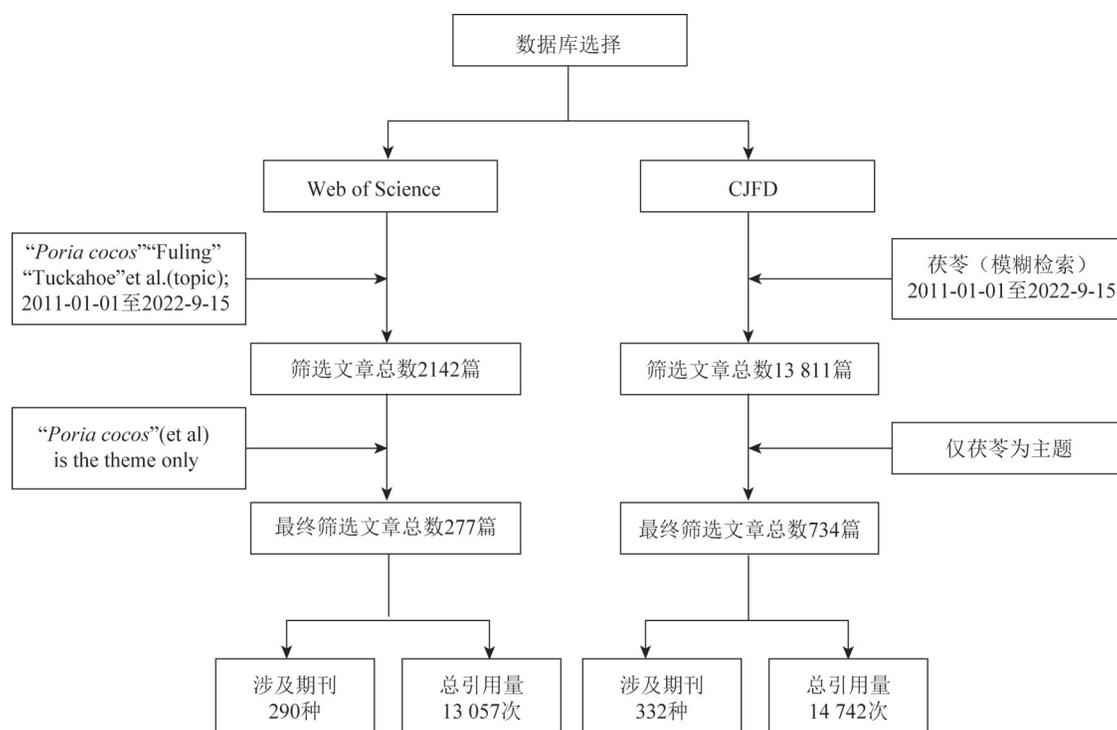


图1 文献筛选流程

开始,英文发文量呈明显上升趋势。总体来说,茯苓文献以中文为主(图2)。

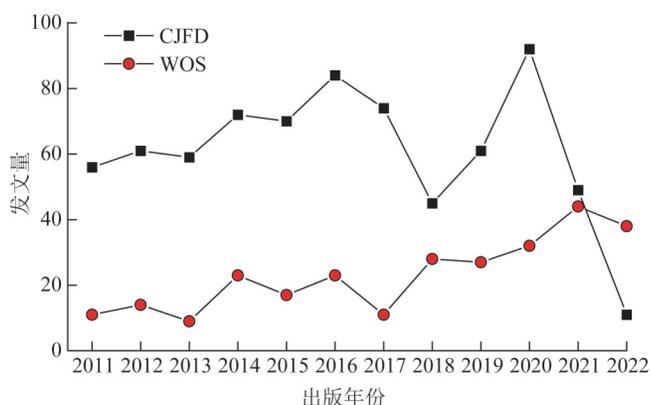


图2 2011—2022年发表茯苓相关文献统计

2.2 被引来源

近10年CJFD中茯苓相关文献来源于332种期刊,其中34种中国科学引文数据库(CSCD)收录的期刊共发表138篇,64种核心期刊发表261篇,总被引频数为14742次。茯苓相关文献>5篇的被引来源有34种期刊,涉及医药的期刊17种、园艺学期刊9种、食品研究期刊8种,共计发文295篇,占总发文量的40.19%,被引频数为6472次,占总被引频数的43.90%。CJFD收录茯苓文献的主要被引来源见表1。WOS中2011—2022年茯苓相关论文分别被157种英文期刊收录,总被引频数为4179次,其中收录篇数≥5的期刊有9种,共计收录论文73篇,占总英文发文量的27.44%,被引频数为1669次,占总被引频数的39.94%。WOS收录茯苓相关文献的主要期刊见表2。

2.3 主要研究地区分布

WOS 2011—2022年数据显示,除去1篇未说明地区的文献,茯苓相关论文来自9个国家,发文最多的是中国(217篇),占英文文献总量的78.34%;其次是韩国(44篇),占英文文献总量的15.88%;此外日本、美国各发表论文4篇;波兰、匈牙利各发表论文2篇;越南、新加坡、西班牙均发表论文1篇(图3A)。茯苓研究主要集中在我国,我国作为茯苓的主要生产地及出口国家^[5],加强茯苓的基础研究有利于提高我国茯苓的国际地位,确保茯苓在国际贸易中的优势。CJFD检索结果显示,近10年茯苓研究遍及全国30个省、自治区、直辖市,发文量>20的

表1 2011—2022年CJFD中发表茯苓研究文献的主要期刊

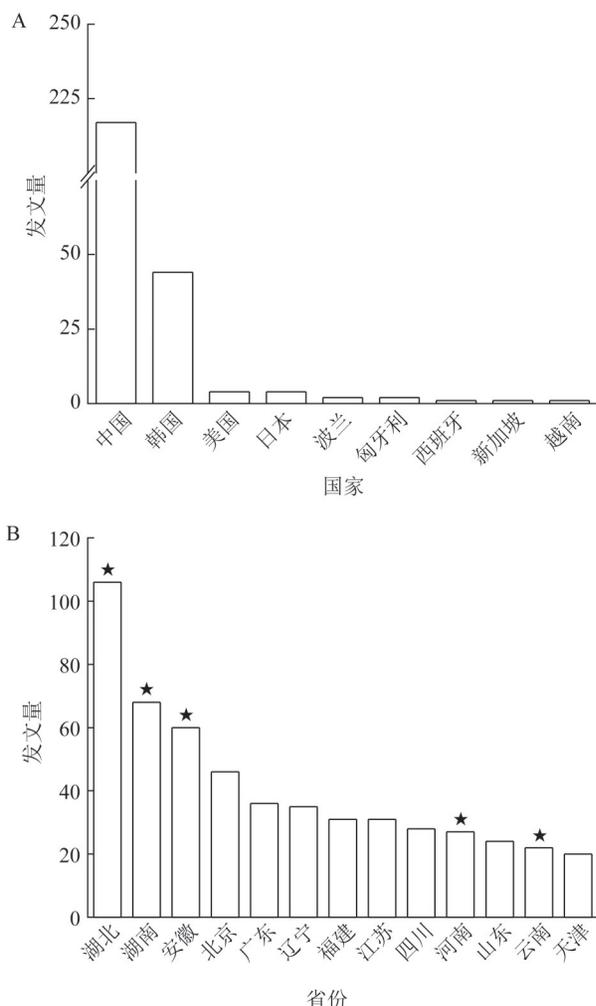
期刊名	发文量	总被引频数	是否被CSCD收录
《中国现代中药》	22	243	否
《食品研究与开发》	19	342	是
《中草药》	19	712	是
《中国中药杂志》	14	414	否
《中药材》	14	231	是
《时珍国医国药》	13	293	否
《中国实验方剂学杂志》	13	269	是
《食药菌》	13	80	否
《安徽农业科学》	11	762	否
《北方园艺》	9	83	否
《亚太传统医药》	9	454	否
《中国免疫学杂志》	8	414	是
《中国食用菌》	8	92	否
《中成药》	8	203	是
《食品科学》	8	373	是
《湖北中医药大学学报》	7	151	否
《中国酿造》	7	114	否
《食用菌学报》	7	44	否
《吉林中医药》	6	67	否
《中华中医药杂志》	6	133	是
《食品工业科技》	6	38	否
《现代中药研究与实践》	6	31	否
《湖北农业科学》	6	167	否
《中国食品添加剂》	5	43	否
《中国药师》	5	43	否
《食品与发酵工业》	5	15	否
《食用菌》	5	10	否
合计	295	6472	

表2 2011—2022年WOS中发表茯苓研究文献的主要期刊

期刊名	发文量	总被引频数
《International Journal of Biological Macromolecules》	15	413
《Journal of Ethnopharmacology》	13	644
《Molecules》	9	57
《Frontiers in Pharmacology》	8	31
《Journal of Agricultural and Food Chemistry》	6	205
《Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis》	6	196
《Phytomedicine》	6	95
《Journal of Mushrooms》	5	0
《Frontiers in Microbiology》	5	28
合计	73	1669

省份有13个,累计发文量534篇,占总发文量的72.75%(图3B),发文量排名前3的为湖北(106篇)、

湖南(68篇)、安徽(60篇)。茯苓主要分布在湖北、湖南、河南、贵州、广西、云南、浙江、安徽8省12个地区^[6],而从图3B可以看出,主产区所在地的科研院校非常重视当地茯苓的基础研究,这有利于推动当地茯苓产业的良性发展。



注: A. WOS; B. CJFD; ★为道地产区。

图3 2011—2022年CJFD和WOS中茯苓论文发表的主要国家和地区

2.4 被引单位

以文献的第一被引单位计算, CJFD中被引单位共有342家,有17篇未提供被引单位信息,发文量 ≥ 5 的被引单位28家,其中高校22家、研究院4个、公司和医院各1个; WOS中被引单位共有159家,其中中国被引单位105家、国外被引单位54家,发文量 ≥ 5 的有9家,7家来自中国(5家大学、2家研究院),其余2家均来自韩国。综合CJFD和WOS的被引单位,发文量 ≥ 5 的被引单位有38家,除

Sungkyunkwan University、Wonkwang University以外,其余均来自中国。其中湖北中医药大学发表论文最多(44篇),包括38篇中文文献、6篇外文文献;文章被引量共计589次。云南省农业科学院所发表英文文献最多,为15篇。韩国Sungkyunkwan University的5篇外文文献的总被引量也高达153次(表3)。通过统计不同研究机构发文量和作者发文量发现,部分已经初步形成茯苓研究团队,如西北大学赵英永团队主要对茯苓酸A抑制肾脏纤维化的作用机制进行了较为深入的研究^[7-12],表明茯苓酸A作为TPH-1表达的调控因子,能够通过与其协同作用来调控Smad3和 β -catenin通路在急性肾损伤到慢性肾脏病的转变过程(aki-ckd连续体)中的相互作用,抑制肾纤维化。安徽中医药大学方毅主要对茯苓中多糖^[13]及总三萜^[14]工艺进行研究与优化。韩国Sungkyunkwan University的相关研究主要对茯苓中三萜类成分的药理作用进行探讨^[15-16],发现此类成分具有抗炎、保护顺铂诱导的猪近端肾小管细胞系LLC-PK1细胞凋亡的作用。

2.5 文献主题分布

茯苓的研究方向包括药材资源、质量控制、产品研发等方面。对2个数据库(CJFD和WOS)中茯苓相关文献总量进行统计发现,药理主题发文量最多为310篇,其次是化学成分为214篇,其他为130篇,综述为121篇(图4A)。对WOS进行统计发现,茯苓药理研究占比最多,高达51.26%,其次是化学成分研究占22.74%(图4B)。对CJFD进行统计发现,其主题分布与WOS大体一致(图4C),且同样都是药理、化学成分2个主题研究占比最高,分别为21.93%、20.57%,化学成分主要是对茯苓三萜类、多糖类等进行研究,药理主要是对抗炎、镇静、催眠、抗癫痫、抑制胃肠运动、抗肿瘤、调节免疫、抗氧化等方面进行研究。其次是其他、综述主题分别占14.99%、13.76%,这部分主要包括茯苓研究进展、化学成分和药理研究进展、养生杂志对茯苓药膳的介绍,以及其他不好归类的文献。再次是质量控制、药材资源和产品开发主题,分别占比8.31%、8.31%、6.54%。质量控制主要是对茯苓真伪优劣的评判和药材贮存等的研究;产品开发主要是对茯苓保健食品、食品的工艺优化和市场调研;药材资源主要是对茯苓良种选育、栽培条件、菌种保存等方面的研究。

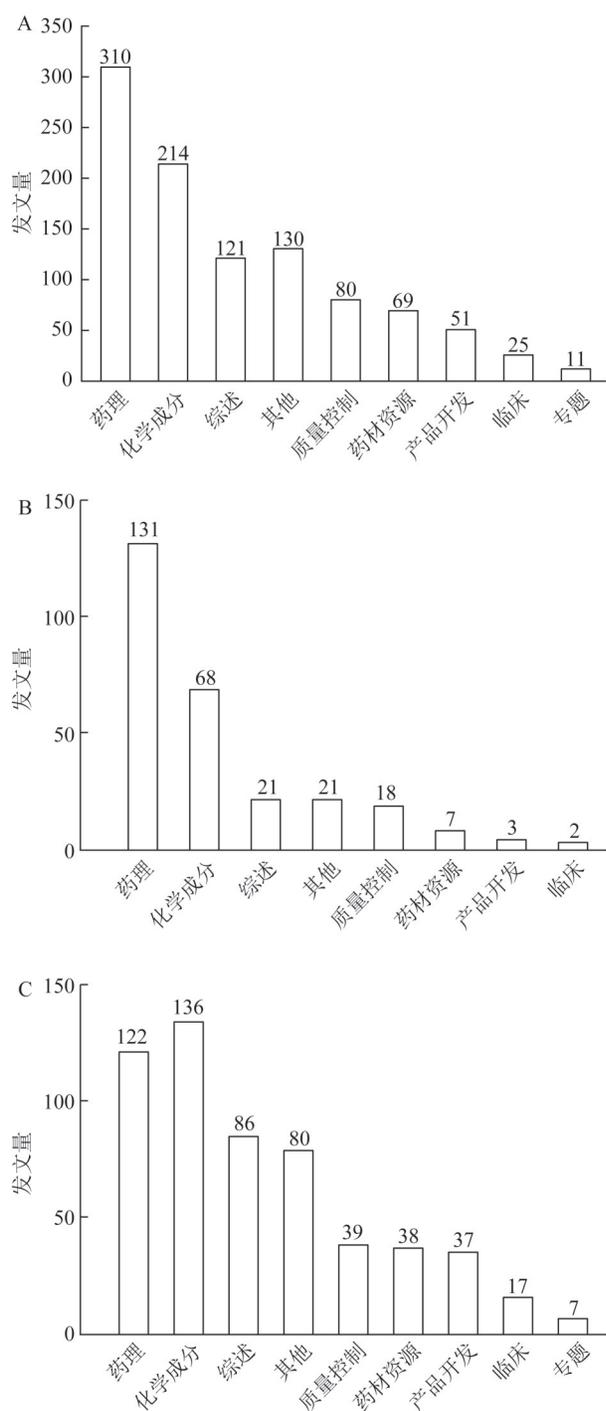
表3 2011—2021年茯苓相关文献发文量≥3篇的研究机构

序号	被引机构	CJFD		WOS		发文量
		论文数	被引量	论文数	被引量	
1	湖北中医药大学	38	621	6	10	44
2	安徽中医药大学	23	744	3	15	26
3	湖南中医药大学	18	418	2	0	20
4	辽宁中医药大学	18	592	1	8	19
5	云南省农业科学院	2	27	15	200	17
6	西北大学	3	365	11	496	14
7	湖南农业大学	12	82	2	4	14
8	中国科学院	2	13	10	96	12
9	黄冈师范学院	11	374	1	4	12
10	天津中医药大学	11	276	0	0	11
11	南京中医药大学	9	93	2	22	11
12	华中农业大学	6	102	5	26	10
13	怀化学院	8	83	2	10	10
14	上海中医药大学	4	53	6	60	10
15	武汉轻工大学	7	23	3	97	10
16	北京中医药大学	8	828	2	23	10
17	中国中医科学院	6	75	3	17	9
18	广州中医药大学	9	464	0	0	9
19	中国药科大学	0	0	8	49	8
20	中国农业大学	7	196	1	5	8
21	湖北省中医院	7	105	1	0	8
22	成都医学院	8	64	0	0	8
23	山西药科职业学院	7	22	0	0	7
24	浙江中医药大学	7	157	0	0	7
25	成都中医药大学	4	312	3	43	7
26	山东中医药大学	6	28	1	0	7
27	贵州大学	6	75	0	0	6
28	华南理工大学	4	55	2	34	6
29	沈阳药科大学	3	71	3	42	6
30	江苏康缘药业股份有限公司	6	82	0	0	6
31	湖南省微生物研究院	6	67	0	0	6
32	宿州学院	5	43	0	0	5
32	福建省农业科学院	5	37	0	0	5
33	黑龙江中医药大学	4	148	1	109	5
34	军事医学科学院	3	46	2	15	5
35	江西中医药大学	5	33	0	0	5
36	云南农业大学	4	35	1	0	5
37	Sungkyunkwan University	0	0	5	156	5
38	Wonkwang University	0	0	5	61	5

2.6 关键词分析

通过关键分析可以全面了解某一领域的研究过程和特点,把握研究热点和发展趋势。将研究主题与关键词进行网络共现,时间跨度为2011—2022年,使用VOSviewer进行关键词分析。数据分析结果表明,

CJFD出现频数前10的关键词分别是茯苓、茯苓多糖、茯苓酸、多糖、三萜、羧甲基茯苓多糖、茯苓皮、药材与资源、白茯苓、含量测定;WOS出现频数前10的关键词分别是 *Poria cocos*、*Wolfiporia cocos*、polysaccharide、inflammation、polysaccharides、



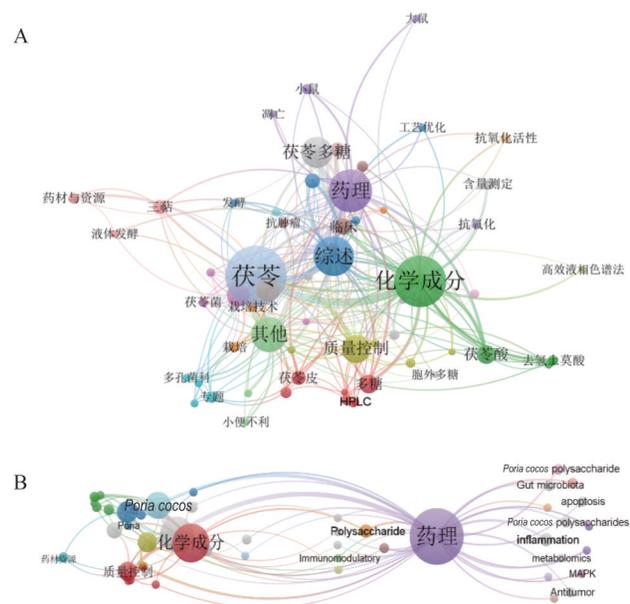
注：A. 主题分布概况；B. WOS中主题分布；C. CJFD中主题分布。

图4 茯苓文献研究主题分布

Poria cocos polysaccharide、*Gut mircrbiota*、*triterpenids*、*MS*、*antitumor*。VOS viewer聚类分析见图5，其中圆形面积相对大小代表关键词或研究主题聚类在总体中占比，线条的粗细代表方向聚类与关键词的相关程度高低，颜色的过渡代表关键词对两个方向聚类相关性。根据CJFD关键词聚类图将研究分为七大

方向：质量控制、化学成分、药理、药材资源、综述、其他、临床；茯苓、多糖、茯苓多糖、茯苓酸是属于CJFD中高频关键词，因此形状大，颜色为相关联的方向复合色；根据WOS高频关键词主要分布在药理、化学成分和质量控制三大主题中，出现频数由高到低的关键词依次是茯苓、茯苓多糖、三萜、炎症、抗肿瘤等。

由图5可知，2011—2022年多以茯苓药材、茯苓多糖、茯苓酸、茯苓三萜类等成分为研究对象，对茯苓消炎、抗肿瘤、利尿、增强免疫等药理作用进行研究，并将上述活性成分作为质量控制的指标，可为茯苓药材资源产品开发提供思路。



注：A. CJFD；B. WOS。

图5 CJFD和WOS中出现频数>3的关键词与主题词的研究网络共现图

3 讨论与展望

本文基于文献计量学从发文年份、期刊、地区、机构、主题、关键词等多角度对近10年茯苓研究相关文献进行分析。结果表明，茯苓文献发文量总体呈波动上涨趋势。从发文期刊来看，排名前3的中文期刊分别是《中国现代中药》(22篇)、《食品研究与开发》(19篇)、《中草药》(19篇)，排名前3的英文期刊分别是《International Journal of Biological Macromolecules》(15篇)、《Journal of Ethnopharmacology》(13篇)、《Molecules》(9篇)，但总引频数与发文量不成正比，总引频数排名前3

的依次是《安徽农业科学》(11篇,总引频数最多为762)、《中草药》(19篇,总引频数为712)、《Journal of Ethnopharmacology》(13篇,总引频数为644)。中国(214篇)是茯苓研究的主要国家,其次是韩国(44篇)。结合作者机构分析,茯苓研究地域分布与茯苓主产地及加工区域关系密切,如湖北(85篇)、湖南(59篇)、安徽(54篇)等。目前,安徽中医药大学、西北大学等形成较为稳定的研究团队,安徽中医药大学陈卫东教授团队于2016—2022年发表文献共计16篇(中文14篇、英文2篇),涉及药理、化学成分、综述等多个方面。西北大学赵英永教授团队于2013—2020年发表文献共计13篇(中文2篇、英文11篇),对茯苓皮和茯苓中三萜类成分抗肾纤维化作用机制及药理研究较为深入。

中药研究是一个多学科融合的领域,相关文献学科分布范围广泛。从对茯苓研究主题分布和关键词可视化分析来看,茯苓的文献研究具有以下特点:首先,茯苓的化学成分多样、药理活性广泛,也是目前的研究热点。2011—2022年,茯苓药理和化学成分方面文献分别为310、214篇,发文量明显高于药材资源、质量控制等方向。茯苓化学成分研究涉及多糖(91篇)、三萜(86篇)、微量元素(3篇)、蛋白质(2篇)、挥发油(1篇)、多酚(1篇)、黄酮(1篇)、羊毛甾类化合物(1篇)、5-羟基糖糠醛衍生物(1篇)等。相关文献主要对茯苓多糖的抗肿瘤(23篇)、免疫增强(18篇)、抗炎(17篇)和茯苓三萜的抗肿瘤(12篇)、保护肝肾(8篇)、抗炎(7篇)等药理作用进行研究。由此可见,越来越多的文献将化学成分及其药理作用进行关联研究,为传统中药茯苓的现代应用提供了充实的数据支撑。但茯苓多糖化学结构多样,结构决定功能,这也提示研究者应加强多糖类化合物精细结构鉴定,明确其构效关系。其次,“药材好,药才好”,优势菌种的挖掘和优良品种的选育是促进茯苓可持续发展的基石。药材资源相关文献以对现有栽培技术(中文32篇、英文8篇)进行优化为主,对种质资源(中文5篇、英文4篇)和品种改良(中文1篇)研究较少。然而,传统茯苓栽培以无性繁殖为主^[17],长期的无性繁育造成茯苓菌种退化日趋严重,部分地区茯苓栽培病虫害加重、松木利用率下降、产量不稳定、药材品质下降等问题日益突出^[18-19],仅依靠对现有菌

种进行提纯复壮和优选无法从根本上解决茯苓菌种退化问题。全国共计茯苓菌种资源仅40余株,品质优良、应用较为广泛的仅有“5.78”“Z1”“湘靖28”等几个菌株,通过遗传多样性分析发现,其亲缘关系较近^[17-18]。这提示可以从茯苓遗传育种、有性繁育等方面进行研究,明确茯苓性模式和交配型系统,通过有性杂交等手段对菌种进行更新迭代,促进茯苓产业健康发展。

茯苓作为药食同源中药材,药理作用广泛、产品形式多样,而文献研究以产品工艺和质量控制为主,药理功效研究有待加强。茯苓产品包括普通食品、保健食品、日用品、中成药乃至兽药各个层次^[20],而与之相关的文献为普通食品(32篇)、保健食品(6篇)和化妆品(2篇),主要是对产品的工艺和质量控制进行研究,对产品药理研究甚少。应抓住茯苓作为药食同源药材的优势,深挖茯苓药效及与其他药材配伍的功效,研发以茯苓为主的精深产品,提高其附加值。

参考文献

- [1] 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,2020:251.
- [2] 赵英博,徐斌,晅俊峰,等. 不同产地茯苓中茯苓酸含量的比较研究[J]. 中国中医药信息杂志,2009,16(7):41-42.
- [3] 金剑,刘浩,钟灿,等. 茯苓的生物学认识与生产方式历史沿革[J]. 中国现代中药,2020,22(11):1888-1895.
- [4] LUO J M, SHI Y M, WANG X Q, et al. A 20-year research trend analysis of the influence of anesthesia on tumor prognosis using bibliometric methods [J]. *Front Oncol*, 2021, 11:683232.
- [5] 池秀莲,杨光,马帅,等. 我国茯苓国际贸易研究与问题探析[J]. 中国中药杂志,2018,43(1):191-196.
- [6] 於小波,晅俊峰,王金波,等. 我国茯苓药材主要产区资源调查[J]. 时珍国医国药,2011,22(3):714-716.
- [7] WANG M, CHEN D Q, WANG M C, et al. Poricoic acid ZA, a novel RAS inhibitor, attenuates tubulo-interstitial fibrosis and podocyte injury by inhibiting TGF- β /Smad signaling pathway[J]. *Phytomedicine*, 2017, 36:243-253.
- [8] CHEN D Q, CAO G, ZHAO H, et al. Combined melatonin and poricoic acid A inhibits renal fibrosis through modulating the interaction of Smad3 and β -catenin pathway in AKI-to-CKD continuum [J]. *Ther Adv Chronic Dis*, 2019, 10:1-19.
- [9] WANG M, CHEN D Q, CHEN L, et al. Novel inhibitors of

- the cellular renin-angiotensin system components, poricoic acids, target Smad3 phosphorylation and Wnt/ β -catenin pathway against renal fibrosis[J]. Br J Pharmacol, 2018, 175(13):2689-2708.
- [10] CHEN D Q, WANG Y N, VAZIRI N D, et al. Poricoic acid A activates AMPK to attenuate fibroblast activation and abnormal extracellular matrix remodelling in renal fibrosis[J]. Phytomedicine, 2020, 72: 153-232.
- [11] CHEN D Q, FENG Y L, CHEN L, et al. Poricoic acid A enhances melatonin inhibition of AKI-to-CKD transition by regulating Gas6/Axl/NF κ B/Nrf2 axis[J]. Free Radic Biol Med, 2019, 134:484-497.
- [12] CHEN D Q, WU X Q, CHEN L, et al. Poricoic acid A as a modulator of TPH-1 expression inhibits renal fibrosis via modulating protein stability of β -catenin and β -catenin-mediated transcription[J]. Ther Adv Chronic Dis, 2020, 11: 1-17.
- [13] 方毅,赵园园,刘永好,等. 茯苓多糖提取工艺研究[J]. 中医学报, 2017, 32(4):602-605.
- [14] 方毅,许凤清,吴德玲,等. 响应面法优化茯苓总三萜超声波提取工艺[J]. 辽宁中医药大学学报, 2017, 19(11):57-59.
- [15] LEE S, LEE D, LEE S O, et al. Anti-inflammatory activity of the sclerotia of edible fungus, *Poria cocos* Wolf and their active lanostane triterpenoids[J]. J Funct Foods, 2017, 32:27-36.
- [16] DAHAE, LEE, SEULAH, et al. Protective effect of lanostane triterpenoids from the sclerotia of *Poria cocos* Wolf against cisplatin-induced apoptosis in LLC-PK1 cells[J]. Bioorg Med Chem Lett, 2017, 27(13): 2881-2885.
- [17] 李寿建,汪琦,刘奇正,等. 茯苓生物学研究和菌核栽培现状及展望[J]. 菌物学报, 2019, 38(9): 1395-1406.
- [18] 杨静. 茯苓(*Wolfiporia cocos*)胞外酶活性生理特性与菌种质量的相关性研究[D]. 重庆:西南大学, 2015:57.
- [19] 孟虎. 茯苓性不亲和模式的初步研究[D]. 武汉:华中农业大学, 2012:62.
- [20] 金剑,钟灿,谢景,等. 我国茯苓炮制加工和产品研发现状与展望[J]. 中国现代中药, 2020, 22(9):1441-1446.

(收稿日期: 2022-08-05 编辑: 王笑辉)