

基于 CiteSpace 和 VOSviewer 的赤芍研究现状及研究热点可视化分析

王小娟¹, 吴伟¹, 刘云鹤^{1,3}, 张铮^{2*}, 杨帆^{1,3*}

1. 哈尔滨医科大学药学院 药理学教研室, 黑龙江 哈尔滨 150081

2. 哈尔滨医科大学附属第一医院 骨科, 黑龙江 哈尔滨 150001

3. 寒地心血管病全国重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150081

摘要: 目的 基于 CiteSpace 和 VOSviewer 文献计量学方法, 分析赤芍的研究现状, 预测其未来研究热点与发展趋势, 为开发新型中药提供有价值的参考和指导。方法 分别检索中国知网数据库 (CNKI)、万方数据库及 Web of Science (WOS) 核心合集数据库中赤芍研究相关文献, 利用 NoteExpress 软件删除重复及不合格文献, 并统一关键词格式。运用 CiteSpace、VOSviewer 和 Excel 软件, 分别对中英文文献的发量、发期刊、发作者、发机构及关键词等进行可视化分析。结果 共纳入有效文献 932 篇, 其中中文文献 848 篇, 英文文献 84 篇。中文文献发量呈现波动趋势, 而英文文献则呈上升趋势, 刊载赤芍研究文献最多的中英文期刊分别为《中草药》(17 篇) 和 *Journal of Ethnopharmacology* (13 篇); 发量最高的作者分别为毛德文 (14 篇) 和 Cai Shaoqing (5 篇)。在相关研究机构中, 中英文发量最多的机构分别为北京中医药大学 (46 篇) 和天津中医药大学 (6 篇)。中英文关键词共现与聚类分析结果表明, 当前研究热点主要集中于赤芍的化学成分、提取工艺、药理作用、临床应用及作用机制。结论 赤芍研究目前仍处于上升发展阶段。未来研究应重点关注作用机制解析、化学成分深入研究及分子对接技术应用等方面。

关键词: 赤芍; CiteSpace; VOSviewer; 可视化分析; 文献计量学

中图分类号: G350; R282.71 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2025)19-7146-11

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2025.19.024

Visual analysis of research status and hotspots of *Paeoniae Radix Rubra* based on CiteSpace and VOSviewer

WANG Xiaojuan¹, WU Wei¹, LIU Yunhe^{1,3}, ZHANG Zheng², YANG Fan^{1,3}

1. Department of Pharmacology, College of Pharmacy, Harbin Medical University, Harbin 150081, China

2. Department of Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, China

3. State Key Laboratory of Frigid Zone Cardiovascular Diseases (SKLFZCD), Harbin 150081, China

Abstract: Objective To analyze the current research status and predict future hotspots and development trends of Chishao (*Paeoniae Radix Rubra*) using bibliometric methods with CiteSpace and VOSviewer, providing valuable references and guidance for the development of new types of traditional Chinese medicine. **Methods** Literatures related to *Paeoniae Radix Rubra* were retrieved from CNKI, Wanfang, and Web of Science (WOS) Core Collection databases. Duplicate and irrelevant publications were removed using NoteExpress, followed by keywords standardization. Bibliometric indicators, including publication volume, journals, authors, institutions and keywords, were visualized and analyzed via CiteSpace, VOSviewer and Excel for both Chinese and English literatures. **Results** A total of 932 eligible literatures were included (848 Chinese, 84 English). Chinese publications exhibited a fluctuating trend, while English publications steadily increased. The top journals with the highest number of published literatures on *Paeoniae Radix Rubra* were *Chinese Traditional and Herbal Drugs* (17 Chinese articles) and *Journal of Ethnopharmacology* (13 English articles). The most prolific authors were Dewen Mao (14 articles) and Shaoqing Cai (five articles). Among the relevant research institutions, the ones with the largest number of published articles in both Chinese and English were Beijing University of Chinese Medicine (46 articles)

收稿日期: 2025-06-10

基金项目: 国家自然科学基金项目 (82473925); 黑龙江省重点研发计划 (GA21C006)

作者简介: 王小娟 (2000—), 女, 硕士研究生, 研究方向为骨退行性疾病机制研究与新药研发。E-mail: 1722468510@qq.com

*通信作者: 杨帆, 女, 博士, 研究员, 研究方向为骨及关节退行性疾病机制研究与新药研发。E-mail: yangfan@hrbmu.edu.cn

张铮, 男, 博士, 主治医师, 研究方向为骨代谢疾病机制研究及骨科智慧医疗。E-mail: Silencemadz@126.com

and Tianjin University of Traditional Chinese Medicine (six articles), respectively. Co-occurrence and clustering analyses of Chinese and English keywords revealed five core research hotspots, which primarily focused on chemical constituents, extraction methods, pharmacological effects, clinical applications, and mechanisms of action. **Conclusion** Research on *Paeoniae Radix Rubra* remains an upward developmental phase. Future studies should prioritize analysis of mechanism of action, in-depth research on chemical composition, and applications of molecular docking technology.

Key words: *Paeoniae Radix Rubra*; CiteSpace; VOSviewer; visual analysis; bibliometrics

赤芍为毛茛科植物芍药 *Paeonia lactiflora* Pall.或川赤芍 *Paeonia veitchii* Lynch.的干燥根,在传统中医药典籍中亦称山芍药或赤芍药^[1]。其采收通常于春、秋二季进行,采挖后除去根茎、须根及泥沙,晒干即得^[2]。作为传统地道药材(主产于内蒙古、东北等地),赤芍性味苦、微寒,主归肝经,临床应用历史悠久。现代研究表明,赤芍富含多糖、三萜类、酚类、鞣质及黄酮类化合物等多种活性成分,具有显著的活血化瘀、清热凉血及解毒等药理作用^[3]。近年来,随着研究的深入,赤芍在医疗、化学及药理学领域的应用潜力持续拓展。其活性成分不仅对神经系统及内分泌系统疾病展现出潜在的治疗价值,亦被证实具有抗炎^[4]、抗菌^[5]、抗肿瘤^[6]、抗氧化^[7]、抗抑郁^[8]及免疫调节^[9]等多重生物活性。这些独特的药理特性使其成为国内外学者广泛关注的研究对象。同时,赤芍还含有铁、锌、锰、镁等多种微量元素,具有补血益气的营养价值。作为药食同源的中药材,赤芍兼具深厚的药用价值与食疗保健功能^[10]。通过合理的膳食配伍,可充分利用其保健功效,达到调理身体、预防疾病的目的。

文献计量学以文献体系及其计量特征为研究对象,通过知识图谱及文献计量学软件的可视化功能,能够客观评估特定研究领域的历史演进、研究方向、当前热点并预测未来趋势^[11]。其核心计量对象主要包括发文作者、机构、国家、关键词及期刊等。随着全球信息化进程的深入,文献计量学已从单一领域的基础文献统计分析,发展为融合多领域知识图谱与可视化技术等的多元化统计分析范式^[12]。基于上述学科背景,本研究采用 CiteSpace 和 VOSviewer 等专业工具,结合多元统计方法,系统检索并筛选中国知网(CNKI)、万方数据知识服务平台及 Web of Science(WOS)核心合集数据库中赤芍相关文献。研究从文献产出量、期刊分布、作者合作网络、机构贡献度及关键词共现关系等多维度展开深入分析,旨在全面揭示赤芍在中医药现代

化研究中的发展态势,系统解析其研究热点的演变规律,从而为该领域的深入研究提供理论支撑和方法学参考。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略与筛选标准

中文文献检索以“赤芍”为关键词,检索时限设定为2004年1月—2024年12月,学科领域限定于“医药卫生科技”。为确保可视化分析结果的可靠性,本研究仅纳入学术期刊论文。数据源自万方数据库与 CNKI,中文文献筛选遵循以下标准:(1)剔除重复发表文献;(2)排除作者信息缺失及与研究主题无关的会议报道、报纸、声明等非学术性文献。经严格筛选,最终获得有效中文文献848篇。

英文文献通过 WOS 核心合集数据库实施检索,英文文献纳入标准:主题词设定为“*Radix Paeoniae Rubra*”,语言限定为英语,文献类型限定为研究论文(article)。同时排除会议摘要、通知、评论、新闻等非相关文献。最终纳入有效英文文献84篇。

1.2 数据处理流程

1.2.1 中文文献处理 使用 NoteExpress 软件统一管理文献数据,分别从 CNKI 和万方数据库导出 NoteExpress 格式文献数据。经查重、筛选及数据标准化后,以 Refworks 格式导出最终数据集。

1.2.2 英文文献处理 从 WOS 数据库直接导出“全文本”格式用于后续分析。

1.2.3 数据格式标准化 所有导出文件按 CiteSpace 软件要求,统一命名为 download_*.txt 格式,并保留默认字段信息^[13-14]。

1.3 数据分析方法

采用 Excel 表格对文献数据进行基础统计分析,包括年度发文量趋势、作者发文量及合作网络、机构贡献度、期刊来源分布及关键词频次等。进一步运用可视化工具进行深度分析,应用 VOSviewer 软件构建作者合作网络图谱及关键词共现网络,利用 CiteSpace 软件进行机构合作网络分析、关键词

聚类分析、时间线图谱绘制及突现词检测。

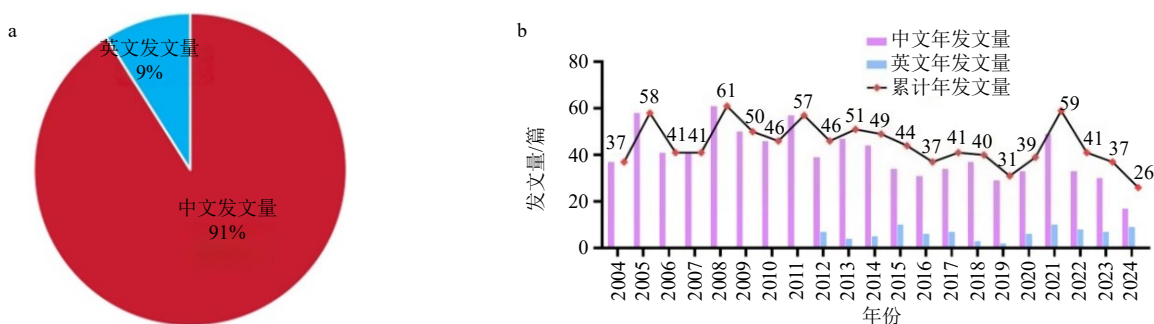
2 结果

2.1 年度发文量分析

年度发文量是评估特定研究领域发展态势及受关注程度的重要指标，可在一定程度上反映学科发展的速度和规律^[15-16]。本研究最终纳入有效文献 932 篇，其中中文文献 848 篇，英文文献 84 篇（英文文献占比约 9.0%）（图 1-a）。文献年度分布可视化结果见图 1-b，中文文献的年均发文量为 42 篇，整体呈波动性变化。具体表现为 2008 年达到峰值（61 篇），

此后呈现周期性波动；2013—2020 年发文量有所回落；2021 年出现短暂回升后，2022—2024 年发文量再度下降，此趋势可能与领域研究逐步成熟相关。

英文文献的年均发文量为 7 篇，其演变可分为 2 个阶段：2004—2011 年为初始探索阶段，发文量较低。2012 年至今，进入稳步发展阶段（图 1-b）。值得注意的是，2021 年以来英文文献年发文量持续高于历史平均水平，这一现象既反映了国际学术界对赤芍研究的关注度逐步提升，也标志着相关成果的国际影响力持续增强。



a-中英文发文量占比; b-中英文年度发文量。

a-proportion of published articles in Chinese and English; b-annual volume of published articles in Chinese and English.

图 1 赤芍相关文献年发文量统计

Fig. 1 Annual publication statistics of *Paeoniae Radix Rubra*-related literature

2.2 发文期刊分析

期刊分布分析有助于研究者识别领域核心知识传播平台，并为学术成果发表及前沿追踪提供参考。基于 Excel 软件统计，中英文文献载文量排名前 10 位的期刊信息见表 1。统计结果显示，848 篇中文文献分布于 233 种期刊中，载文量居首的《中草药》刊发 17 篇（占比 2.0%）。值得注意的是，在 Top 10 期刊中，《中草药》《中国中药杂志》《中国药房》等核心期刊占比显著，表明赤芍研究的高质量

成果主要集中于权威学术平台。这些期刊的研究主要聚焦于赤芍的质量控制标准建立、数据挖掘技术应用、临床应用规律总结、化学成分系统解析及药理作用机制探究等方面。

84 篇英文文献分布于 54 种期刊中，载文量前 3 分别为 *Journal of Ethnopharmacology*（13 篇）、*Frontiers in Pharmacology*（5 篇）以及 *Molecules*、*Molecular Medicine Reports* 和 *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* 各 3 篇。

表 1 刊载量前 10 的中英文期刊

Table 1 Top 10 Chinese and English journals publishing *Paeoniae Radix Rubra* research

序号	中文期刊名称	发文量/篇	英文期刊名称	发文量/篇
1	中草药	17	<i>Journal of Ethnopharmacology</i>	13
2	中国中药杂志	16	<i>Frontiers in Pharmacology</i>	5
3	中国药房	12	<i>Molecules</i>	3
4	中国实验方剂学杂志	12	<i>Molecular Medicine Reports</i>	3
5	中药材	10	<i>Evidence-based Complementary and Alternative Medicine</i>	3
6	中华中医药学刊	10	<i>Phytomedicine</i>	2
7	中成药	10	<i>Neural Regeneration Research</i>	2
8	中国中西医结合杂志	9	<i>Materials Express</i>	2
9	时珍国医国药	8	<i>Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis</i>	2
10	吉林中医药	8	<i>Journal of Natural Medicines</i>	2

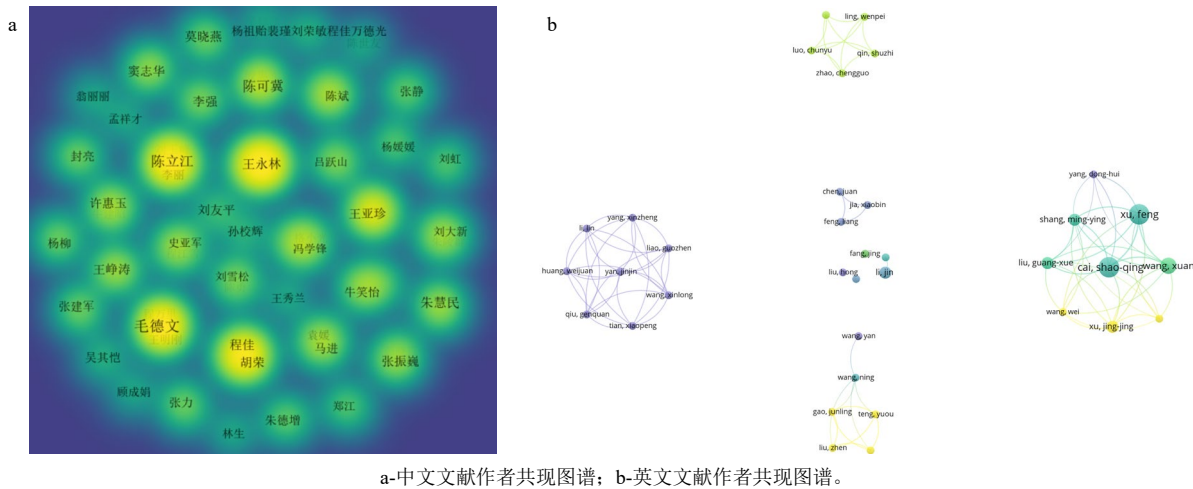
国际期刊的研究主题集中于前沿领域，包括农药残留检测、活性成分分离与结构鉴定、多组学整合分析、次生代谢物生物合成途径解析及免疫相关疾病的分子机制研究等^[17]。

2.3 发文作者分析

核心作者是推动学科发展的关键力量，在研究中具有重要的引领作用^[18]。基于 VOSviewer 软件构建作者合作网络，并依据普赖斯定律界定核心作者群体。根据公式 $N=0.749\sqrt{n_{max}}$ （其中 n_{max} 为最高产作者的发文量）计算核心作者阈值^[19]。数据显示，848 篇中文文献共涉及 2 455 位作者，最高产作者发文量为 14 篇（毛德文），计算得出 $N=2.80$ ，按四舍五入原则确定发文量 ≥ 3 篇者为核心作者，共计 394 人。核心作者合作网络显示存在 3 个主要研究团队（图 2-a），核心团队 A 以兰燕宇、李勇军、

王永林、王爱民、董莉、郑林、黄勇为代表，团队规模大、合作紧密；核心团队 B 以刘宇、刘洋、刘玉峰、李丽、段洪云、陈立江为主要成员；核心团队 C 以万德光、刘荣敏、杨祖贻、程佳、胡荣、裴瑾为主要成员。通过追踪以上团队的研究成果，可把握赤芍研究的重点与热点方向。

84 篇英文文献涉及 558 位作者，计算得 $N\approx 1.68$ ，故发文量 ≥ 2 篇者界定为核心作者（6 人），最高产作者为 Cai Shaoqing（5 篇），如图 2-b 所示。核心研究团队以 Cai Shaoqing、Liu Guangxue、Shang Mingming、Wang Pengpu、Wang Wei、Wang Xuan、Xu Feng、Xu Jingjing 和 Yang Donghui 为主要成员。整体而言，中英文作者合作网络均呈现“核心-边缘”结构（图 2），团队间合作关联较弱，尚未形成大规模合作集群。发文量 Top 10 作者见表 2。



a-中文文献作者共现图谱；b-英文文献作者共现图谱。
a-co-occurrence map of authors in Chinese literature; b-co-occurrence map of authors in English literature.

图 2 赤芍发文作者可视化网络分析

Fig. 2 Visual network analysis of authors publishing article on *Paeoniae Radix Rubra*

表 2 Top10 中英文文献发文作者

Table 2 Top 10 authors in Chinese and English literature

排名	中文文献作者	发文量/篇	排名	英文文献作者	发文量/篇
1	毛德文	14	1	Cai Shaoqing	5
2	张荣臻	13	2	Xu Feng	5
3	陈立江	11	3	Wang Xuan	4
4	陈可冀	9	4	Shang Mingying	3
5	刘洋	8	5	Xu Jingjing	3
6	朱慧民	8	6	Liu Guangxue	3
7	王永林	8	7	Huang Weijuan	2
8	王爱民	8	8	Li Lin	2
9	兰燕宇	7	9	Liao Guozhen	2
10	刘宇	7	10	Qiu Genquan	2

2.4 机构合作网络分析

研究机构合作网络可系统揭示赤芍研究领域的科研力量分布^[20]。运用 CiteSpace 软件构建机构共现网络分析图谱（图 3），定向分析机构学术影响力及合作特征。结果显示，848 篇中文文献涉及 264 家研究机构，生成网络参数节点数（node）264 个，连线数（edge）117 条，网络密度（density）为 0.003 4。在可视化图谱中，节点大小与机构发文量呈正相关，节点间连线的粗细表征合作的密切程度^[21]。发文量前 3 的机构分别为北京中医药大学（46 篇）、中国中医科学院（36 篇）和成都中医药大学（18 篇）。

药大学（18 篇）。

84 篇英文文献涉及 98 家机构，网络参数为 node=98、edge=120、density=0.025 2。发文量前 3 机构并列首位（各 6 篇），包括天津中医药大学（Tianjin University of Traditional Chinese Medicine）、南京中医药大学（Nanjing University of Chinese Medicine）和北京大学（Peking University）。中英文合作网络均显示机构间合作关联较弱，尚未形成跨机构协作集群。发文量 Top 10 机构见表 3。今后需加强跨机构学术交流与项目协作，以深化赤芍资源开发与药用机制研究。



a-中文文献机构合作知识图谱；b-英文文献机构合作知识图谱。

a-knowledge map of institutional collaboration in Chinese literature; b-knowledge map of institutional collaboration in English literature.

图 3 发文机构知识图谱分析

Fig. 3 Analysis of knowledge maps for publishing institutions

表 3 Top 10 中英文文献发文机构

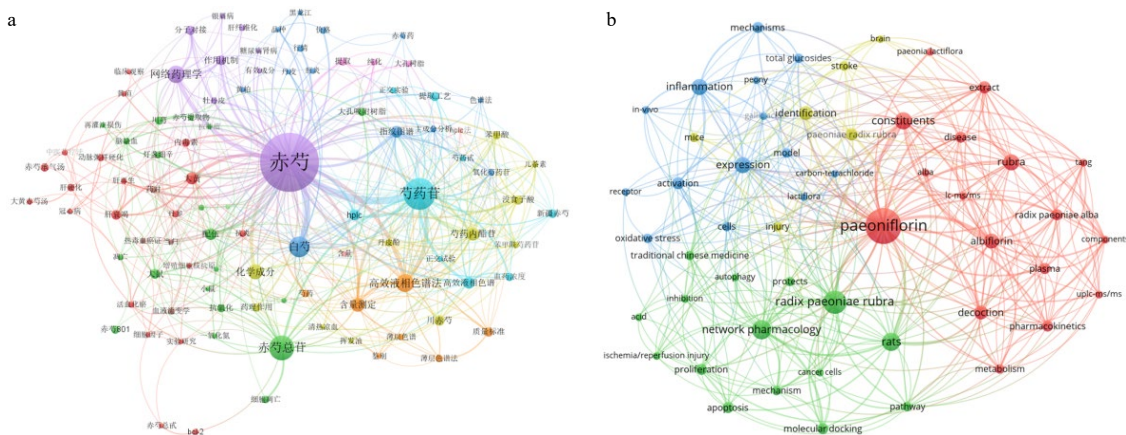
Table 3 Top 10 institutions in Chinese and English literature

排名	中文文献发文机构	发文量/篇	排名	英文文献发文机构	发文量/篇
1	北京中医药大学	46	1	Tianjin University of Traditional Chinese Medicine	6
2	中国中医科学院	36	2	Nanjing University of Chinese Medicine	6
3	成都中医药大学	18	3	Peking University	6
4	南京中医药大学	14	4	Beijing University of Chinese Medicine	5
5	上海中医药大学	13	5	Sun Yat Sen University	5
6	四川省肿瘤研究所	12	6	China Academy of Chinese Medical Sciences	4
7	辽宁大学	11	7	China Pharmaceutical University	4
8	天津中医药大学	10	8	Taipei Medical University	3
9	广西中医药大学	9	9	Peking Union Medical College	3
10	中国科学院大学	8	10	Xi'an Jiaotong University	3

2.5 关键词分析

2.5.1 关键词共现分析 关键词作为文献核心内容的凝练，其共享网络分析可揭示学科热点与发展脉络^[22-23]。本研究运用 VOSviewer 软件对 932 篇文献（中文 848 篇、英文 84 篇）进行关键词知识图谱

分析，共提取中文关键词 1 672 个、英文关键词 590 个。中英文关键词共现图谱见图 4，频次 Top 10 的关键词见表 4。在中文文献的关键词共现图谱中，节点大小与关键词出现频次呈正相关（检索词“赤芍”除外）；节点间连线的粗细程度表征关键词的共



a-中文文献关键词共现图谱; b-英文文献关键词共现图谱。
a-co-occurrence map of keywords in Chinese literature; b-co-occurrence map of keywords in English literature.

图 4 赤芍研究中英文文献关键词共现图谱

Fig. 4 Co-occurrence maps of keywords in Chinese and English literature on *Paeoniae Radix Rubra* research

表 4 Top 10 中英文文献关键词

Table 4 Top 10 keywords in Chinese and English literature

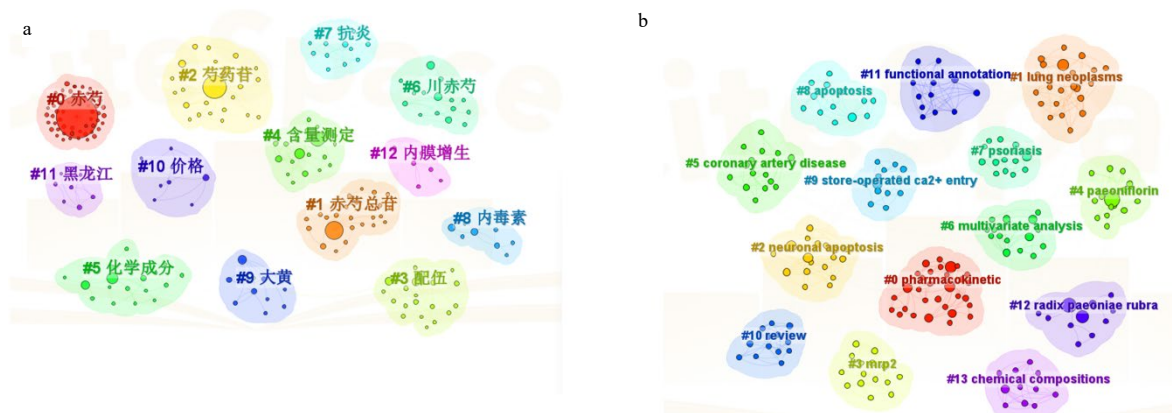
序号	中文文献关键词	频次/次	序号	英文文献关键词	频次/次
1	赤芍	486	1	paeoniflorin	32
2	芍药苷	144	2	<i>Radix Paeoniae Rubra</i>	16
3	赤芍总苷	90	3	network pharmacology	12
4	白芍	65	4	rats	11
5	高效液相色谱法	49	5	constituents	10
6	网络药理学	44	6	expression	9
7	化学成分	33	7	inflammation	9
8	含量测定	29	8	rubra	9
9	芍药内酯苷	24	9	albiflorin	8
10	大黄	23	10	decoction	7

现强度，即连线越粗表示关键词同时出现的频率越高。对频次排名前 10 位的关键词进行统计，中文关键词频次最多的为赤芍（486 次），其后依次为芍药苷（144 次）、赤芍总苷（90 次）、白芍（65 次）、高效液相色谱法（49 次）等，表明国内研究主要聚焦于赤芍的活性成分及质控方法。

由英文文献的关键词共现分析可知，关键节点为 *Radix Paeoniae Rubra*（主题词赤芍，16 次）、paeoniflorin（芍药苷，32 次）、network pharmacology（网络药理学，12 次）、rats（大鼠，11 次）、constituents（成分，10 次），显示国际研究侧重于赤芍及其活性成分的药理机制及多组学方法。

2.5.2 关键词聚类分析 聚类分析可识别研究领域的主题分布^[24]。本研究采用 CiteSpace 软件中的对数似然比（log-likelihood ratio, LLR）算法提取聚

类标签^[25]。针对中文文献的关键词聚类分析结果显示，研究网络共包含节点 271 个，连线 317 条，并形成 12 个具有显著特征的研究主题聚类（图 5-a）。在生成的可视化图谱中，采用颜色编码区分不同研究主题，其中节点直径与关键词的出现频率呈正相关（设定阈值为频次 > 2），节点间连线的宽度表征关键词之间的共现强度^[26]。通过量化指标评估，该聚类网络的模块化指数（*Q*）达到 0.8278，显著高于 0.4 的临界值，表明聚类结构具有显著的模块化特征；同时，网络的平均轮廓系数（*S*）高达 0.9747，远超 0.5 的参考标准，充分证实了聚类结果的高可靠性和网络内部的高度同质性^[27]。这些量化指标为研究结论的科学性提供了有力支撑。排名前 10 的中文关键词聚类如表 5 所示，聚类#0、#1、#2、#5 关注赤芍的成分提取、结构鉴定和药动



a-中文文献关键词聚类图谱; b-英文文献关键词聚类图谱。

a-clustering map of keywords in Chinese literature; b-clustering map of keywords in English literature.

图 5 赤芍研究中英文文献关键词聚类图谱

Fig. 5 Clustering maps of keywords in Chinese and English literature on *Paeoniae Radix Rubra* research

表 5 中文文献排名前 10 的关键词聚类分析

Table 5 Clustering analyses of Top 10 keywords in Chinese literature

聚类名称	节点数	年份	主要关键词
#0 赤芍	58	2011	赤芍、赤芍总苷、血药浓度、新疆赤芍、临床应用
#1 赤芍总苷	24	2011	赤芍总苷、细胞凋亡、赤芍、正交实验、凝血时间
#2 芍药苷	24	2009	芍药苷、血药浓度、新疆赤芍、赤芍胡椒复方、提取物
#3 配伍	23	2015	配伍、分子对接、牡丹皮、银屑病、网络药理学
#4 含量测定	20	2012	含量测定、白芍、丹皮酚、苯甲酸、儿茶素
#5 化学成分	18	2013	化学成分、丹参、物性参数、结构鉴定、炮制品
#6 川赤芍	16	2008	川赤芍、丙二醛、抗氧化、赤芍、心肌细胞
#7 抗炎	12	2014	抗炎、凝血、生地黄、丹皮、黄柏
#8 内毒素	9	2009	内毒素、提取、分离、大鼠、肝衰竭
#9 大黄	9	2009	大黄、肝再生、肝衰竭、组织、肝重指数

学; 聚类#3 关注赤芍的复方配伍规律、网络药理学和制剂工艺; 聚类#4 关注赤芍的含量测定、质量控制和炮制影响; 聚类#6、#7、#8 关注赤芍的抗氧化、抗炎、抗内毒素的分子机制; 聚类#9 关注赤芍的疾病关联应用。

英文文献关键词聚类分析显示, 共获得 248 个节点, 654 条连线, 并形成 13 个有效聚类(图 5-b)。质量指标 Q 值为 0.774 (>0.4), S 值为 0.919 1 (>0.5), 进一步证实了聚类结果的有效性和可信度。排名前 10 的英文关键词聚类如表 6 所示, 聚类#0、#2、#5、#8 关注赤芍的疾病分子机制、药物干预靶点和病理过程动态监测; 聚类#1、#7 关注赤芍的癌症模型构建、复方优化和临床转化; 聚类#3、#4、#9 关注赤芍的成分代谢、靶点互作及化学修饰等; 聚类#6 关注赤芍的药动学-统计学建模和天然产物解析。整体来看, 中英文关键词聚类主题无交

叉, 聚类间连接度低, 反映了国内外研究方向存在显著差异。

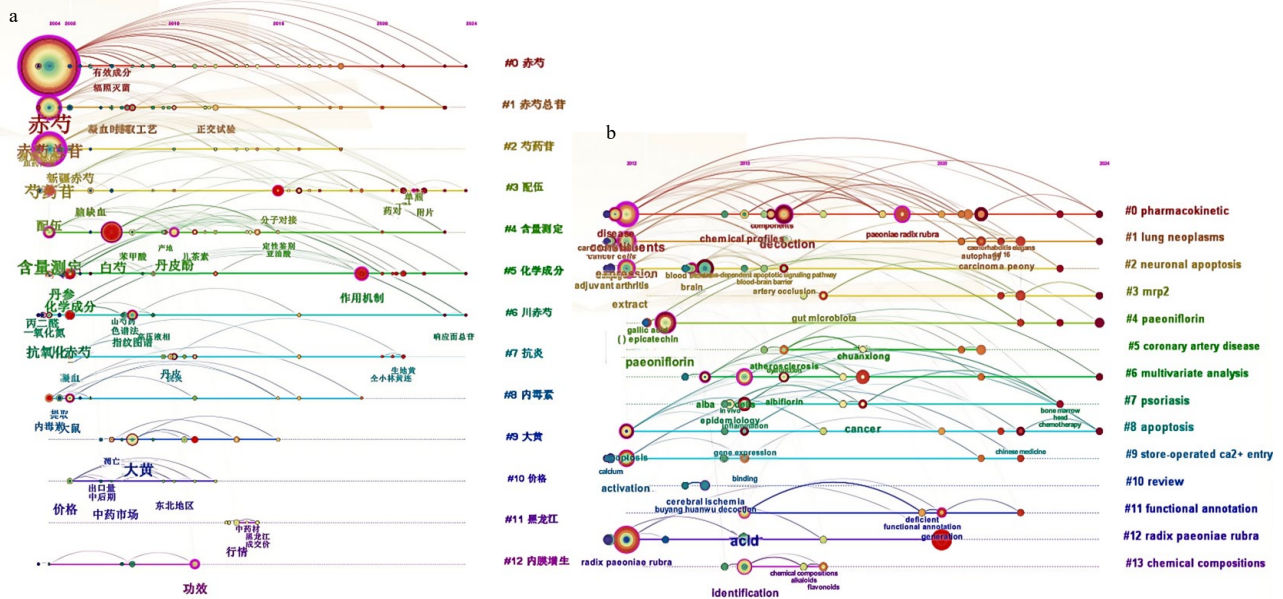
2.5.3 聚类时间线 基于 CiteSpace 的关键词时间线图, 通过二维坐标系展示研究主题演进过程。其中, 纵轴呈现了研究主题的聚类分布, 横轴则精确对应了文献发表的时间序列。当特定关键词在学术文献中首次被引用时, 分析系统会自动在其对应的时区位置生成可视化节点。每个研究主题聚类中最早出现的节点代表了该时期的核心研究方向, 节点间的连线揭示了主题关联与发展脉络^[28]。如图 6-a 所示, 中文文献核心持续聚类(2004—2024 年)为#0 赤芍、#3 配伍、#5 化学成分和#6 川赤芍; 热度衰减聚类为#1 赤芍总苷、#2 芍药苷、#7 抗炎、#8 内毒素。

英文文献关键词时间线分析显示, 各主题聚类的时间跨度均超过 10 年, 印证针对赤芍的化学成

表 6 英文文献排名前 10 的关键词聚类分析

Table 6 Clustering analyses of Top 10 keywords in English literature

聚类名称	节点数	年份	主要关键词
#0 pharmacokinetic	31	2018	<i>Paeoniae Radix Rubra</i> , ERK pathway, airway mucin, respiratory inflammatory disease, disease
#1 lung neoplasms	22	2018	<i>Radix Paeoniae Rubra</i> , lung neoplasms, network pharmacology, intravesical therapy, orthotopic bladder tumor model
#2 neuronal apoptosis	18	2014	blood-brain barrier, <i>Ligusticum chuanxiong-Radix Paeoniae</i> , stress-dependent apoptotic signaling pathway, neuronal apoptosis, focal cerebral ischemic
#3 mrp2	15	2020	<i>Paeoniae Radix Rubra</i> , pharmacodynamic mechanisms, gut microbiota, fatty acid beta oxidation, <i>Paeoniae Radix</i>
#4 paeoniflorin	15	2017	molecular docking, network pharmacology, Akt signaling pathway, experimental verification, <i>Radix Paeoniae Rubra</i>
#5 coronary artery disease	15	2018	coronary artery disease, plaque, oxldl, atherosclerosis, proliferation
#6 multivariate analysis	15	2017	molecular docking, flos carthami, network pharmacology, <i>Radix Paeoniae Rubra</i> , enrichment analysis
#7 psoriasis	14	2018	radiation-induced oral mucositis, oral erythema, network pharmacology, traditional Chinese medicine, gallic acid
#8 apoptosis	13	2018	acid, proliferation, ischemia/reperfusion injury, cardioprotection, inhibition
#9 store-operated Ca ²⁺ entry	13	2015	drug activity, capillary electrophoresis, covalent immobilization, cyclic monophosphate, <i>Paeonia lactiflora</i> Pall



a-中文文献关键词时间线图; b-英文文献关键词时间线图。

a-timeline map of keywords in Chinese literature; b-timeline map of keywords in English literature.

图 6 赤芍中英文文献研究关键词聚类时间线图

Fig. 6 Clustering timeline maps of keywords in Chinese and English literature on *Paeoniae Radix Rubra* research

分解学、药理机制探索及临床应用研究始终是国际学术界关注的重点领域（图 6-b）。当前热点聚焦芍药苷的生物活性研究、抗肿瘤作用机制及细胞凋亡调控通路等。

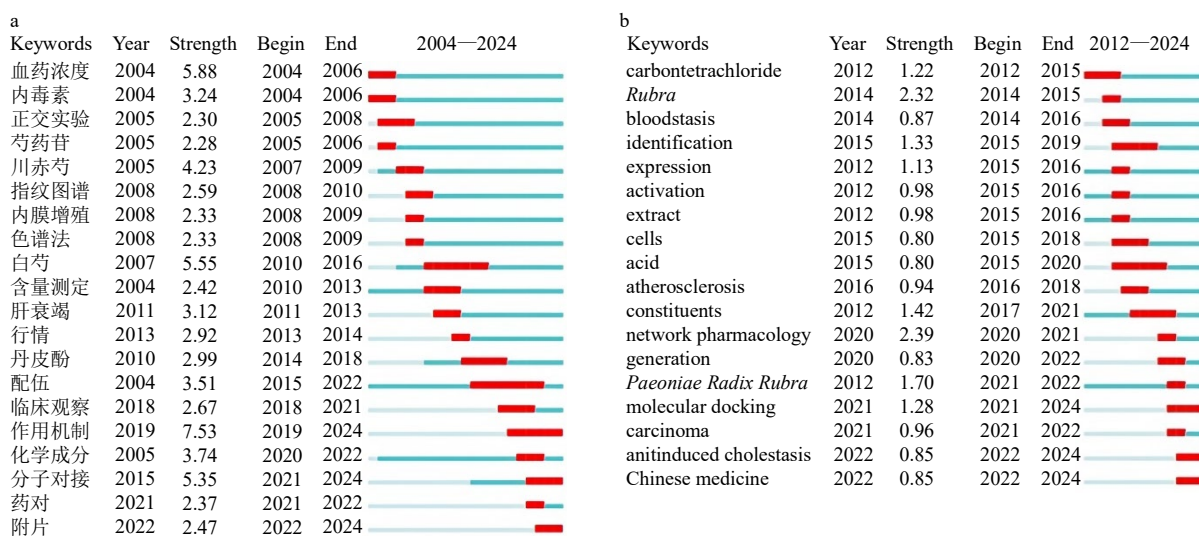
2.5.4 关键词突现分析 关键词突现分析能够有效识别特定时间段内研究热点的动态变化。当某一

关键词在特定时期内出现频次显著增加时，表明该主题受到学界高度关注。通过分析突现关键词的时间分布特征，可追溯研究热点的历史演变，并预测未来发展趋势^[17]。在突现图谱中，begin 和 end 分别标注关键词突现的起止时间，strength 则反映突现强度，其数值与关键词的学术影响力呈正相关^[29]。

中文文献关键词突现图谱如图 7-a 所示, 显示赤芍研究大致可分为 4 个阶段: (1) 2004—2010 年为赤芍研究的起始阶段, 该阶段呈现的关键词较多, 主要涉及血药浓度、内毒素、正交实验、川赤芍等; (2) 2011—2018 年为赤芍研究的应用拓展阶段, 关键词涉及冠心病、肝炎等疾病治疗; (3) 2015—2020 年, 为赤芍研究的机制深化阶段。关键词较为疏散, 主要涉及作用机制、化学成分、分子对接等。其中作用机制突现强度高达 7.53, 是近年来赤芍研究的重点方向; (4) 2021 年至今为赤芍的药对研究阶段。关键词主要涉及药对、附片, 重点研究赤芍与其他中药组成药对的协同作用机制和减毒增效作用。此阶段具体关键词突现情况呈现较少, 但结合当前前

沿的科学研究和研究理念, 可能包括如人工智能、多组学技术等研究, 对赤芍进行更深入、全面的研究, 探索其在新的医学领域和健康需求中的应用。

英文文献关键词突现图谱如图 7-b 所示, 分析揭示了赤芍研究在英文文献中的演变过程大致可划分为 2 个不同阶段: 第 1 阶段为 2012—2020 年, 集中于 *Rubra* (赤芍)、identification (成分鉴定)、constituents (化学成分)、atherosclerosis (动脉粥样硬化) 等; 第 2 阶段为 2021 年至今, 以 network pharmacology (网络药理学)、*Paeoniae Radix Rubra* (赤芍)、molecular docking (分子对接) 等关键词为主, 显示当前研究主要聚焦于成分挖掘和计算药理学。



a-中文文献关键词突现图; b-英文文献关键词突现图。

a-emergence map of keywords in Chinese literature; b-emergence map of keywords in English literature.

图 7 赤芍研究中英文文献的关键词突现图谱

Fig. 7 Emergence maps of keywords in Chinese and English literature on *Paeoniae Radix Rubra* research

3 讨论

3.1 研究概况

赤芍于 2020 年正式载入《中国药典》, 标志着其药用价值获得法定认可, 研究潜力显著。本研究整合 CiteSpace、VOSviewer 与 Excel 工具, 系统分析 2004—2024 年发表在 CNKI、万方和 WOS 数据库的 932 篇文献 (中文 848 篇、英文 84 篇), 通过可视化图谱解析赤芍研究热点与未来发展趋势。研究表明, 从发文量来看, 中文文献呈现波动性变化, 英文文献呈持续增长趋势, 但英文文献占比仅 9%, 反映其国际影响力有待提升。刊载量最多的中英文期刊分别是《中草药》和 *Journal of*

Ethnopharmacology, 并且刊载量排名前 10 的期刊大多数为高质量核心期刊。高产作者毛德文 (14 篇) 与 Cai Shaoqing (5 篇) 分别引领赤芍的中英文研究。以兰燕宇、季勇军等为主的研究群体, 构建了“提取工艺优化-药理机制解析-毒性评价”的完整技术链条, 结合 HPLC、GC-MS 等现代分析技术与分子生物学方法, 专注于建立赤芍总苷的标准化提取流程^[30-31], 阐明赤芍抗炎保肝的核心靶点, 如核因子-κB (nuclear factor-κB, NF-κB)、Toll 样受体 4 (Toll-like receptor 4, TLR4)^[32-33], 推动赤芍复方 (如灯笼细辛配伍) 的临床前研究^[34]。机构合作图谱显示, 北京中医药大学 (46 篇) 和天津中医药大学 (6

篇)虽为发文量最多的高产机构,但跨机构合作网络疏松,制约了资源整合和机制研究的深度突破。

3.2 研究热点及趋势演进

关键词是文献主旨内容和关键信息的概括和归纳,通过分析文献关键词可知某领域的研究热点^[35]。关键词分析显示,赤芍的研究核心具有跨学科共性,即芍药苷、赤芍总苷等赤芍活性成分的作用机制研究始终是核心热点。研究者们致力于揭示这些活性成分在抗炎^[4]、抗氧化^[7]、抗内毒素^[36]等方面的具体机制。国内对赤芍的质量控制研究较为突出,借助高效液相色谱法^[37]等技术手段,可确保赤芍药材的质量稳定和可控。国际研究发现,赤芍黄酮类成分具有抑制肿瘤细胞增殖的作用,提示其可用于开发抗肿瘤药物^[38]。此外,赤芍的抗炎^[4]、抗衰老^[39]等作用也逐步成为新兴热点。通过对赤芍化学成分和药理作用的研究,可以更好地了解其作用机制和临床应用价值。同时,这些研究也为赤芍的开发利用提供了有益参考。

赤芍的研究历经4个阶段演化,第1阶段为基础探索期,主要聚焦赤芍的提取工艺优化^[40]、急性毒性评价^[34]、抑菌活性检测^[5]等基础研究;第2阶段为快速发展期,主要聚焦赤芍的药理作用机制(如抗炎通路)解析^[4]、复方配伍研究及质量控制标准化;第3阶段为机制深化期,以赤芍的分子机制和分子对接等技术创新为重点,是近年来赤芍研究的主要方向;第4个阶段为药对创新期,主要涉及赤芍配伍药对的协同机制探究。未来赤芍的研究趋势主要集中在加强国际化合作和多学科交叉方面,以突破传统中药研究的局限性。

赤芍的相关研究也存在一定不足之处,核心问题包括:基础研究深度相对不足,作用机制研究多停留在NF- κ B、磷脂酰肌醇-3-羟激酶(phosphatidylinositol-3-hydroxykinase, PI3K)/蛋白激酶B(protein kinase B, Akt)等通路预测层面,缺乏深入的靶点互作验证。另外,对赤芍活性成分的构效关系研究不够系统,特别是对多糖、微量元素等非苷类成分的关注度不足;临床转化方面存在瓶颈,主要体现在体外和动物实验成果向临床应用转化率低,缺乏高质量的循证医学证据支持其疗效,以及制剂工艺相对落后、生物利用度不足等;质量标准体系不完善,现有的质控标准单一,缺乏“成分-功效”关联的质量评价体系。这些现状致使赤芍研究仍处于相对初级的阶段。因此,未来可针对以

上问题进行深入研究,包括深化基础研究,如应用冷冻电镜等新技术阐明靶点结构及其作用机制,构建“成分-靶点-通路”多维网络模型;推动临床转化,设计规范的多中心临床试验验证其疗效,开发纳米晶等新型递药系统提高其生物利用度,建立真实世界研究数据库等;完善质量标准,可建立多指标成分质控体系,开发基于生物效价的质控新技术及构建区块链产地溯源系统。通过以上策略,有望突破当前研究瓶颈,打通赤芍“基础研究-制剂开发-临床应用”转化路径,推动其从传统中药向现代化药物转型。

4 结论

基于文献计量学理论框架,本研究整合VOSviewer和CiteSpace等可视化分析工具,对赤芍研究相关文献进行了系统性梳理与多维解读,深入揭示了该领域的发展态势、研究热点及前沿方向。研究发现,虽然赤芍相关研究呈现稳步增长趋势,但中英文文献分布失衡,国际影响力亟待提升。研究主题高度集中于化学成分解析与药理机制探索,创新性研究视角显著不足。基础研究与临床转化严重脱节,缺乏“活性成分-作用靶点-临床疗效”的完整证据链,此外,跨学科交叉不足,多组学技术、人工智能等前沿方法应用匮乏。未来研究方向应面向机制深度化,即可结合冷冻电镜、单细胞测序等技术解析赤芍活性成分(如芍药苷)的靶点互作网络;技术融合化,即推动分子对接、计算药理学在复方配伍优化中的创新应用;临床导向化,即建立基于生物效价的质量标准体系,开发纳米靶向递送系统提升生物利用度。综上,本研究通过知识图谱可视化技术的创新应用,首次实现了赤芍研究领域的多维度全景扫描,不仅精准识别了“化学成分主导、临床转化薄弱”的核心矛盾,更为突破传统研究范式提供了历史演进分析、热点聚类模型和突现强度量化三大方法论支撑。上述成果可为赤芍的深度开发和现代化转型提供理论基石与技术路线。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 张明爽,徐洪岩,张微,等.黑龙江省道地药材赤芍栽培技术[J].黑龙江农业科学,2023(11):36-39.
- [2] 崔红倩,迟宇昊,申远.白芍的化学成分和药理作用研究进展[J].新乡医学院学报,2024,41(3):291-297.
- [3] 陆小华,马骁,王建,等.赤芍的化学成分和药理作用研究进展[J].中草药,2015,46(4):595-602.
- [4] 杨玉赫,徐雪娇,李陈雪,等.赤芍化学成分及药理作

- 用研究新进展 [J]. 化学工程师, 2021, 35(9): 42-44.
- [5] 苏显中, 于敏, 李明, 等. HP20 树脂分离纯化赤芍抑菌活性成分的研究 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(20): 12067-12069.
- [6] 马云飞, 李光达, 李琦玮, 等. 赤芍活性成分抗肿瘤作用机制研究进展 [J]. 中国药房, 2020, 31(4): 500-504.
- [7] 黄海兰, 王国明, 徐波. 赤芍抗氧化活性及其成分研究 [J]. 食品科学, 2007, 28(7): 76-82.
- [8] 王英军, 孙英莲. 赤芍总苷与百合总皂苷联合应用抗抑郁作用研究 [J]. 特产研究, 2020, 42(5): 30-33.
- [9] 华东, 吴明媛, 于晓红, 等. 赤芍总苷对荷瘤鼠细胞免疫功能的影响 [J]. 中医学报, 2004, 32(1): 47-48.
- [10] 杜妹玲, 陈志红, 朱轩池, 等. 响应面和粒子群-人工神经网络模型优化微波辅助提取赤芍总苷工艺 [J]. 食品工业科技, 2023, 44(15): 248-257.
- [11] 周摇, 张新伟, 谢晓琳, 等. 基于文献计量学的环境领域有机磷农药研究热点和趋势分析 [J]. 环境工程技术学报, 2024, 14(3): 1087-1097.
- [12] 李文悦, 朱建敏, 李林, 等. 近20年中医药治疗乳腺癌的文献计量学可视化分析 [J]. 中国中医药现代远程教育, 2024, 22(9): 106-108.
- [13] 李杰, 魏瑞斌. VOSviewer 应用现状及其知识基础研究 [J]. 农业图书情报学报, 2022, 34(6): 61-71.
- [14] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能 [J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 242-253.
- [15] 胡鹏杰, 杜彦镭, 夏冰, 等. 基于 Web of Science 对土壤胶体影响重金属行为研究的计量分析 [J]. 土壤学报, 2024, 61(2): 445-455.
- [16] 王贵海, 朱学芳. 我国替代计量学研究: 现状、演进、热点与趋势 [J]. 图书馆论坛, 2020, 40(8): 43-53.
- [17] 鄢贵, 龚普阳, 张复中, 等. 基于 CiteSpace 和 VOSviewer 的白芍研究现状及研究热点可视化分析 [J]. 中草药, 2024, 55(11): 3805-3815.
- [18] 刘凯强, 郑芳. 基于 CiteSpace 的数字乡村研究现状、热点及趋势分析 [J]. 云南农业大学学报: 社会科学, 2023, 17(1): 80-89.
- [19] 董国豪, 潜伟. 普赖斯与科学史定量研究 [J]. 科学学研究, 2017, 35(5): 667-675.
- [20] 武红欣, 陈杰, 胡立俊, 等. 基于 CiteSpace 的无人机遥感技术在农业中的研究进展 [J]. 智慧农业导刊, 2024, 4(11): 6-10.
- [21] 锡林呼, 张胜利, 闫艳秋, 等. 基于 CiteSpace 西伯利亚杏文献可视化分析 [J]. 安徽农学通报, 2024, 30(13): 55-60.
- [22] 冯研, 刘薇薇, 张兵兵, 等. 国内图书馆数据挖掘研究及应用的文献计量分析 [J]. 医学信息学杂志, 2011, 32(6): 57-60.
- [23] 冯涛, 宋佳敏, 孙立丽, 等. 基于 CiteSpace 知识网络图谱的黄芩研究进展 [J]. 中国现代应用药学, 2022, 39(19): 2549-2556.
- [24] 樊玉录, 方中坚, 姚虹, 等. 我国医药创新研究进展的 CiteSpace 可视化分析 [J]. 中国新药杂志, 2023, 32(9): 878-885.
- [25] 孙博, 王梦晓, 刘玉洋, 等. 中药蟾酥研究进展的 CiteSpace 知识图谱分析 [J]. 中国现代中药, 2023, 25(12): 2625-2635.
- [26] 曹丹妮, 钟琦, 秦嘉惠, 等. 基于知识图谱的根系对土壤侵蚀阻控作用的研究进展 [J]. 中国水土保持科学, 2018, 16(6): 124-135.
- [27] 唐荣, 魏欣, 马江, 等. 基于 CiteSpace 科学知识图谱分析石榴皮研究现状及热点 [J]. 中草药, 2023, 54(12): 3949-3961.
- [28] 魏欣, 纪瑞锋, 徐娟, 等. 基于 VOSviewer 和 CiteSpace 知识图谱对绞股蓝研究热点与趋势分析 [J]. 中草药, 2024, 55(9): 3064-3076.
- [29] 夏鹭洁, 黄娜, 李启明, 等. 基于 CiteSpace 的中药发酵研究进展可视化分析 [J]. 中草药, 2025, 56(12): 4353-4368.
- [30] 黄勇, 郑林, 王爱民, 等. 赤芍提取物有机溶剂残留检测研究 [J]. 贵阳医学院学报, 2008, 33(1): 35-37.
- [31] 李勇军, 兰燕宇, 王永林, 等. 赤芍总苷的纯化工艺研究 [J]. 中草药, 2006, 37(9): 1321-1323.
- [32] 兰燕宇, 王爱民, 李勇军, 等. 赤芍总苷对四氯化碳致小鼠肝损伤的保护作用 [J]. 中国药理学通报, 2007, 23(8): 1092-1095.
- [33] 郑林, 黄勇, 兰燕宇, 等. 赤芍总苷抗内毒素休克的作用机制 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34(15): 1965-1968.
- [34] 牟景丽, 兰燕宇, 郑林, 等. 灯盏细辛与赤芍组方的急性毒性实验研究 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(10): 2335-2337.
- [35] 沈刚, 龚普阳, 鄢红书, 等. 基于 CiteSpace 和 VOSviewer 可视化知识图谱的竹节参研究动态与热点分析 [J]. 中草药, 2025, 56(13): 4752-4764.
- [36] 雷玲, 胡竟一, 余悦, 等. 赤芍的抗内毒素作用研究 [J]. 中药药理与临床, 2006, 22(6): 32-34.
- [37] 张嘉嘉, 黄晓萱, 马驰, 等. HPLC 法同时测定赤芍中五种化学成分的含量 [J]. 江西中医药, 2020, 51(10): 63-65.
- [38] 苗佳勇, 董馨, 况媛媛, 等. 赤芍的研究进展及其质量标志物预测分析 [J]. 中华中医药学刊, 2024, 42(10): 236-242.
- [39] 李思明, 毛浩洋, 董方昕, 等. 赤芍多糖延缓秀丽隐杆线虫衰老的作用及机制研究 [J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 15(4): 283-291.
- [40] 周丽. 赤芍总苷的提取与分离纯化工艺研究 [J]. 食品科技, 2008, 33(8): 152-154.

[责任编辑 潘明佳]