

基于 VOSviewer 和 CiteSpace 的当归化学成分及药理作用可视化分析



马彦涛^{1,2}, 张生杰^{2,3}, 朱雅君^{2,3}, 李敏^{2,3}, 张娟红¹, 李冬华^{2,3}

1. 西北师范大学生命科学学院 (兰州 730070)
2. 甘肃省药品检验研究院中藏药科室 (兰州 730070)
3. 国家药品监督管理局中药材及饮片质量控制重点实验室 (兰州 730070)

【摘要】目的 通过文献计量学方法对当归化学成分及药理作用的相关文献进行可视化分析,能够更清晰地揭示该领域的研究脉络、热点议题与发展趋势,从而为当归的深入研究和临床应用提供参考依据。**方法** 检索中国知网(CNKI)、维普中文期刊服务平台(VIP)、万方数据知识服务平台(Wanfang)、Web of Science(WOS)、PubMed 5个数据库中1995年1月至2025年12月收录的有关当归化学成分和药理作用的相关文献,并采用CiteSpace和VOSviewer软件对文献的年发文量、作者、机构和关键词进行可视化分析,绘制作者合作网络图谱、机构密度视图、关键词共现和聚类可视化图谱。此外,还利用VOSviewer的文献共被引分析功能,识别当归研究领域的重要文献和期刊来源,以辅助解析该领域的研究进展。**结果** 最终纳入中文文献737篇,英文文献1263篇。发文机构以中医药院校为主,其中北京中医药大学和甘肃中医药大学的发文量最多。研究热点集中于阿魏酸、藁本内酯、当归多糖等主要化学成分,以及药理机制。**结论** 随着科学技术的发展,中药的提取、分离与鉴定技术持续精进,当归及其有效成分的药理作用与机制将得到进一步阐明,相关实验研究也将更趋系统化和深入。

【关键词】 当归; 化学成分; 药理作用; VOSviewer; CiteSpace; 可视化分析

【中图分类号】 R28; G353.1

【文献标识码】 A

Visualization analysis of chemical components and pharmacological effects of *Angelica sinensis* based on VOSviewer and CiteSpace

MA Yantao^{1,2}, ZHANG Shengjie^{2,3}, ZHU Yajun^{2,3}, LI Min^{2,3}, ZHANG Juanhong¹, LI Donghua^{2,3}

1. College of Life Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China
2. China Tibetan Medicine Department, Gansu Institute for Drug Control, Lanzhou 730070, China
3. State Drug Administration-Key Laboratory of Quality Control of Chinese Medicinal Materials and Decoction Pieces, National Medical Products Administration, Lanzhou 730070, China

Corresponding authors: ZHANG Juanhong, Email: jhzhang@nwnu.edu.cn; LI Donghua, Email: 987601412@qq.com

【Abstract】Objective To conduct a visual analysis of the relevant literature on the

DOI: 10.12173/j.issn.2097-4922.202512049

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目(82560817); 兰州市青年科技人才创新项目(2024-QN-193); 甘肃省药品监督管理局2024年度药品监督科学研究项目(2024GSMPA001)

通信作者: 张娟红, 副教授, 硕士研究生导师, Email: jhzhang@nwnu.edu.cn

李冬华, 硕士, 主任中药师, Email: 987601412@qq.com

chemical components and pharmacological effects of *Angelica sinensis* using bibliometric methods, to reveal more clearly the development patterns, research hotspots and trends in this field, and to provide a reference basis for in-depth research and clinical application of *Angelica sinensis*. **Methods** Literature related to the chemical constituents and pharmacological effects of *Angelica sinensis* from January 1995 to December 2025 was retrieved in five databases: China National Knowledge Infrastructure (CNKI), VIP Chinese Journal Service Platform, WanFang Data Knowledge Service Platform, Web of Science (WOS), and PubMed. The annual publication volume, authors, institutions, and keywords of the literature were visually analyzed using CiteSpace and VOSviewer software, and author collaboration network maps, institutional density views, keyword co-occurrence, and clustering visualization maps were generated. Additionally, the co-citation analysis function of VOSviewer was utilized to identify important literature and journal sources in the field of *Angelica sinensis* research, thereby assisting in analyzing the research progress in this area. **Results** A total of 737 Chinese literature and 1,263 English literature were included. The main publishing institutions were traditional Chinese medicine universities, with Beijing University of Chinese Medicine and Gansu University of Chinese Medicine having the highest number of publications. The research hotspots focused on major chemical components such as ferulic acid, ligustilide, and *Angelica sinensis* polysaccharides, as well as the pharmacological mechanism. **Conclusion** With the development of science and technology, the techniques for the extraction, separation, and identification of traditional Chinese medicine are continuously being improved. The pharmacological effects and mechanisms of *Angelica sinensis* and its active components will be further elucidated, and related experimental studies will progressively move toward systematic and in-depth directions.

【Keywords】 *Angelica sinensis*; Chemical composition; Pharmacological action; VOSviewer; CiteSpace; Visualization analysis

当归为伞形科植物当归 [*Angelica sinensis* (Oliv.) Diels] 的干燥根, 以人工栽培为主, 在我国已有数千年的种植与应用历史。其中, 甘肃岷县所产当归道地性最优, 素有“岷州当归甲天下”的美誉。近年来, 随着市场对当归需求的持续攀升, 岷县产区的产量已难以满足供需缺口, 种植范围遂逐步向周边区域拓展。目前, 我国商品当归的主流产区为甘肃、云南、青海、四川四省, 尤以甘肃产当归的市场认可度高。当归作为临床常用的大宗药材, 自古便有“十方九归”之说, 足见其在中医疾病治疗与预防体系中占据举足轻重的地位。鉴于此, 中医药领域学者围绕当归防治疾病的物质基础及药理作用展开了大量深入研究。传统医学认为, 当归具补血活血、调经止痛、润肠通便之功效^[1-2], 而该功效的发挥与其所含化学成分密切相关, 同时还受到产地、炮制方法、药用部位等多种因素的影响^[3]。在现代药理研究中, 学者多以当归单体成分或挥发油为研究对象, 探究其在机体内的作用机制^[4]。

文献计量学是一种基于已有文献进行分析和信息挖掘的方法, 其采用数学、统计学和文献学等定量研究方法, 以文献体系和计量特征为研究对象, 对所关注学科领域文献的分布结构、数量关系和变化规律进行定量管理^[5]。CiteSpace 和 VOSviewer 是应用于文献计量和发展趋势展示的可视化软件, 对探索某一学科领域的研究热点与发展趋势具有重要价值^[6]。目前对当归化学成分及药理作用的研究发文量逐渐增多, 但其相关的文献计量学研究尚未见报道。因此本研究通过 VOSviewer 和 CiteSpace 等可视化软件对当归化学成分和药理作用研究的相关文献进行文献计量学分析, 并绘制可视化图谱, 可以更清晰地展示该研究领域的热点以及相互关系, 并能揭示该研究领域的发展模式和趋势, 以期为后续研究提供思路和参考。

1 资料与方法

1.1 文献来源与检索策略

本研究数据来源于中国知网 (CNKI)、万

方 (Wanfang)、维普 (VIP)、Web of Science (WOS) 及 PubMed 数据库。文献检索时间跨度为 1995 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日, 聚焦于当归的化学成分与药理活性研究成果。为保证研究的科学性与实用性, 检索时对文献类别进行了限定: 中文文献类型限定为“期刊论文、学位论文 (博士/硕士)、核心期刊会议论文”, 英文文献类型限定为“Journal Articles、Dissertations & Theses、Conference Papers、Reviews”, 并排除了新闻报道、会议通知、科普文章等非学术类文献。

在中文文献数据库中, 使用的检索式为: 主题 = (当归 OR 岷当归 OR 秦当归) AND (药理活性 OR 药理作用 OR 药效学 OR 抗炎 OR 抗氧化 OR 补血)。优先选取发表于《中文核心期刊要目总览》(北大核心)、中国科学引文数据库 (CSCD)、《中国科技论文统计源期刊》等核心期刊的论文, 以及“985/211/双一流”高校及中科院系统的学位论文; 在万方、维普数据库中, 进一步筛选“核心期刊”及“优先出版”文献。

在 Web of Science 数据库中, 使用的检索式为: 主题 = [(*Angelica sinensis*" OR "Chinese *Angelica*") AND ("Pharmacological activities" OR "Anti-inflammatory" OR "Antioxidant" OR "Neuroprotection")]. 优先选取 Journal Citation Reports (JCR) 分区 Q1 至 Q3 区的期刊论文及高被引论文。

在 PubMed 数据库中, 使用的检索式为: 主题 = ["*Angelica sinensis*" AND ("Chemical composition" OR "Pharmacological activity")]. 优先选取 PMC (PubMed Central) 开放获取文献及 SCIE 收录期刊论文。

检索过程中, 利用各数据库的“高级检索”功能合理组合上述检索式。对于检索结果过多的情况, 可通过“文献来源”“发表时间”“被引次数”等条件进一步筛选; 对于检索结果过少的情况, 可扩大关键词范围 (如删除特异性成分术语, 仅保留“化学成分”) 或扩大检索字段 (如从“关键词”扩展至“摘要”或“全文”)。

完成检索后, 对所得文献进行筛选与分析。首先通过阅读标题与关键词剔除内容不相关文献, 随后将所有检索结果导入 NoteExpress 文献管

理软件, 以“作者、年份、标题”为主要字段进行查重, 剔除重复文献。

1.2 统计学分析

将检索到的中文文献以 RefWorks 格式导出, 英文文献以 Plain text file 格式导出, 随后导入 CiteSpace 6.3.1 软件进行去重处理, 并进行关键词聚类、关键词突现和时间线图可视化分析。参数设置如下: 时间分区选择 1995—2025 年, 时间切片 (Year Per Slice) 设定为“1”, 节点类型 (Node Type) 选择“Keyword”, 其余参数均保持软件默认值。

运用 VOSviewer 软件对活跃作者、合作机构和关键词进行共现图谱分析。关键词共现能够有效反映研究聚焦点和关键主题, 通过分析关键词共现关系, 可深入了解学者对当归化学成分和药理作用的关注点与研究热点^[7]。聚类分析可将大量数据进行有序分类和整理, 从而呈现不同的研究领域和发展趋势^[8]。

此外, 本研究还利用 VOSviewer 的文献共被引分析功能, 识别当归研究领域的重要文献和期刊, 以进一步解析该领域的研究进展和发展动态。

2 结果

2.1 年度发文量趋势分析

共纳入中文文献 737 篇, 英文文献 1 263 篇。经去重后, 利用 Excel 软件绘制年度发文量折线图 (图 1)。

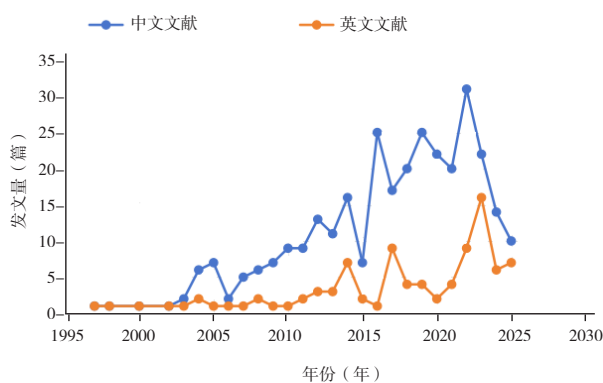


图1 1995—2025年当归研究中中英文文献发文量年度分布趋势

Figure 1. Annual distribution trend of Chinese and English literature publications in *Angelica sinensis* research from 1995 to 2025

1995—2005 年间，中英文文献发文量均处于较低水平（大部分年份在 5 篇以下），中文文献数量略高于英文，两者增长均较为平缓，数据表明该阶段当归化学成分及药理作用的研究关注度较低，整体处于初步探索阶段。

2005—2015 年，中文文献发文量开始逐步上升（每年从 5 篇增至 15 篇），体现出研究热度逐步提升，对当归的化学成分和药理作用的探索不断深入，相关研究数量明显增多；而英文文献仍维持较低波动水平，增长趋势尚不明显。

2015—2025 年间，中文文献年发文量快速增长，并于 2025 年前后达到峰值（约 30 篇），表明该领域研究进入高速发展期；同期英文文献发文量亦同步提速，至 2025 年增至约 15 篇。随着中药现代化研究的推进，对传统中药当归的化学成分解析（如阿魏酸、当归多糖等成分的分离鉴

定）和药理作用（如补血、抗炎、免疫调节等作用机制）的研究逐步成为热点。科研投入和技术手段的升级，如高效液相色谱仪的广泛应用，以及液质、气质联用技术的发展，为中药成分分析提供了新的方法支撑；同时，体内药理研究、信号通路解析等新方法的建立，进一步推动了学者对当归药理作用的广泛而深入的研究。预计未来几年，相关领域的发文量将保持稳步增长趋势。

2.2 作者合作网络分析

研究者之间的合作关系能够反映学者对该领域的研究共识，同时发文量也体现出了作者在该学术领域中的影响力^[9]。本文统计近 30 年以“当归化学成分及药理作用”为主题的中英文文献中发文量排名前 10 的作者，具体结果见表 1。同时利用 CiteSpace 软件对中英文作者发文量进行可视化分析，绘制作者合作可视化图谱（附件图 1）。

表 1 中英文文献发文量前 10 作者

Table 1. Top 10 authors in Chinese and English literature publications

序号	中文文献		英文文献	
	作者	发文量（篇）	作者	发文量（篇）
1	吴修红	3	Chao Jung	3
2	王喜军	2	Huang ShYh-ShYun	3
3	李越峰	2	Ko Chien-Yu	3
4	吴国泰	2	Su Shan-Yu	3
5	刘峰林	2	Li Ying Dong	3
6	张鹏	2	Liu Yan	3
7	丁语晨	2	Tsim Karl W. K	3
8	周玉枝	2	Wang Lu	3
9	吴梦瑶	2	Ren Chun Zhen	2
10	董晴	2	Wang Chun Ling	2

在作者合作网络图谱中，用不同的颜色代表不同的合作团队，连线表示作者间的合作紧密程度^[10]。节点越大，代表该作者发文量或被引频次越高，学术影响力越强。结合发文量，中文文献以“张铁军、姜国志、秦雪梅、张育贵”等为该领域的核心作者，英文文献以“Chao Jung、Huang ShYh-ShYun、Ko Chien-Yu”等为该领域的核心作者。其参与的合作更多、在学术网络中连接性更强，是推动该领域合作研究的关键人物。不同颜色的节点群形成了多个合作子网络，例如：红色子网络围绕“龚云、吴梦瑶、张鹏”等作者形成紧密合作；橙色子网络以“周玉枝、李丽、乔雪”为核心展开合作；紫红色大节点以“李越峰、刘婷、刘若峥”等作者形成紧密合作。这些子网络反映了该领域内相对稳定的合作团队或研究集群。

2.3 机构合作网络分析

通过 VOSviewer 可视化分析统计发文量排名前 10 的机构，结果见表 2。从中文发文量来看，北京中医药大学和甘肃中医药大学以 11 篇并列第 1，是该领域研究最活跃的机构；哈尔滨商业大学以 7 篇位居第 3；广州中医药大学、黑龙江中医药大学、南京中医药大学各发表 6 篇，研究热度也相对较高。在英文文献方面，Lanzhou University、Nanjing University of Chinese Medicine 是发文量最多的机构，其次是 Gansu University of Chinese Medicine、Shanghai University of Traditional Chinese Medicine、Chengdu University of Traditional Chinese Medicine 及 China Medical University。上述机构在当归的化学成分解析（如挥发油、多糖、阿魏酸等成分鉴定）、药理作用（如补血、抗炎、

免疫调节等机制研究)方面产出较多文献,是该领域的核心研究力量^[11]。值得注意的是,2016年成为该领域研究的关键节点,北京中医药大学、广州中医药大学、南京中医药大学、山东中医药大学等多家机构均在当年集中发表相关文献,发文量显著增加。推测这一年可能存在研究热点的集中爆发,或受到相关学术导向的推动。当归作为传统中药材,其化学成分和药理作用是中药现代化研究的重要方向,上述核心机构的研究成果,可为当归的临床应用拓展、质量标准建立、新药研发等提供理论支撑。

其次,利用VOSviewer软件对研究机构进行可视化分析,并绘制机构密度视图,具体见图2。在VOSviewer可视化图谱中,机构节点的区域大小代表其发文量,节点越大,表明发文量越多,研究热度越高,在该领域的影响力也越大。同时,

节点颜色越接近黄色,说明该机构与其他机构的合作越紧密^[9]。图中甘肃中医药大学和黑龙江中医药大学区域呈现明显的黄色,是密度和热度的核心区域;Gansu University of Chinese Medicine和Lanzhou University是英文文献中与其他机构合作较为紧密的机构。

结合中英文文献分析发现,该领域的研究机构以中医药大学为主,如北京中医药大学、广州中医药大学、南京中医药大学等,充分体现了以中医药院校为核心的研究布局。同时,研究主体也呈现出明显的多样性,涵盖了综合性大学(如延边大学药学院)以及科研机构(如哈尔滨商业大学生命科学与环境科学研究中心)等多种类型。这表明,该领域的研究力量不仅依托于专业中医药院校,也广泛分布于综合大学、药学研究机构和科研中心,形成了多元协同的研究格局。

表2 中英文文献发文量前10机构

Table 2. Top 10 institutions for Chinese and English literature publications

序号	中文文献		英文文献	
	机构	发文量(篇)	机构	发文量(篇)
1	北京中医药大学	11	Lanzhou University	7
2	甘肃中医药大学	11	Nanjing University of Chinese Medicine	7
3	哈尔滨商业大学	7	Gansu University of Chinese Medicine	6
4	广州中医药大学	6	Shanghai University of Traditional Chinese Medicine	6
5	黑龙江中医药大学	6	Chengdu University of Traditional Chinese Medicine	6
6	南京中医药大学	6	China Medical University	5
7	湖北中医药大学	5	Hong Kong University of Sciences & Technology	5
8	天津中医药大学	5	China Medical University Hospital	4
9	吉林大学	4	Chinese Academy of Medical Sciences	4
10	山东中医药大学	4	Beijing University of Chinese Medicine	4

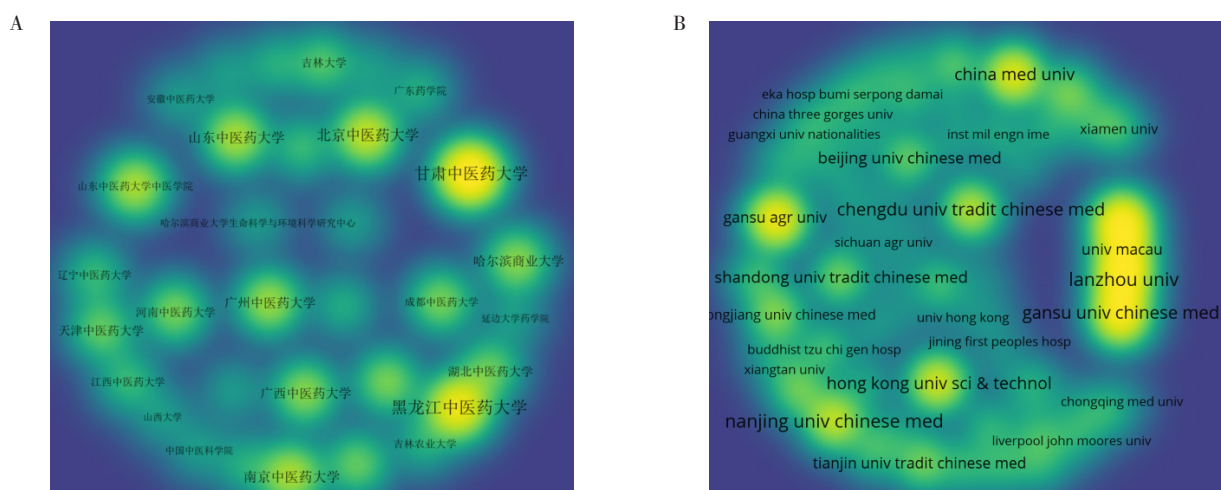


图2 中英文文献机构密度视图

Figure 2. Chinese and English document institution density view

注: A. 中文文献; B. 英文文献。

2.4 关键词分析

2.4.1 关键词共现分析

关键词是对文献核心观点与文章主旨的高度凝练，集中体现了研究的核心主题^[12]。关键词共现分析是以关键词作为网络节点，通过构建网络形成由节点与连线构成的共现图谱，可直观呈现该领域的研究主题分布特征^[13]。将 VOSviewer 关键词最小频数设置为 2，得到节点数为 127 的可视化共现网络图，具体见图 3。图中关键词出现的频次越高，其对应的节点越大；节点之间的连线则表示关键词之间的共现关系，连线越粗或越密集，说明共现强度越高，主题关联性越强。

中文文献中关于当归化学成分的研究主要聚焦于“当归多糖、阿魏酸、藁本内酯、挥发油”等物质，且常与“药效、抗炎、活性成分”等主

题相结合，这表明当归化学成分及其药理作用是该领域的核心研究内容^[14]。在质量控制方面，“质量控制”“质量标志物”“质量标准”“指纹图谱”等关键词关联紧密，体现了学界对当归质量的多维度把控思路，涵盖依托指纹图谱技术建立质量标准、明确专属质量标志物等方向^[15]。在加工提取方面，“炮制工艺”“制备工艺”“提取工艺”等关键词揭示了研究者对当归加工与提取技术的持续探索，旨在进一步提升其药用价值^[16]。此外，“网络药理学”“数据挖掘”“聚类分析”等关键词的出现，表明相关研究正借助生物信息学与大数据技术，从分子层面深入探究当归的作用机制，助力创新药物研发^[17]。“经典名方”“临床研究”“逍遥散”等关键词，则凸显了当归在临床应用及复方制剂开发领域中的研究热度。

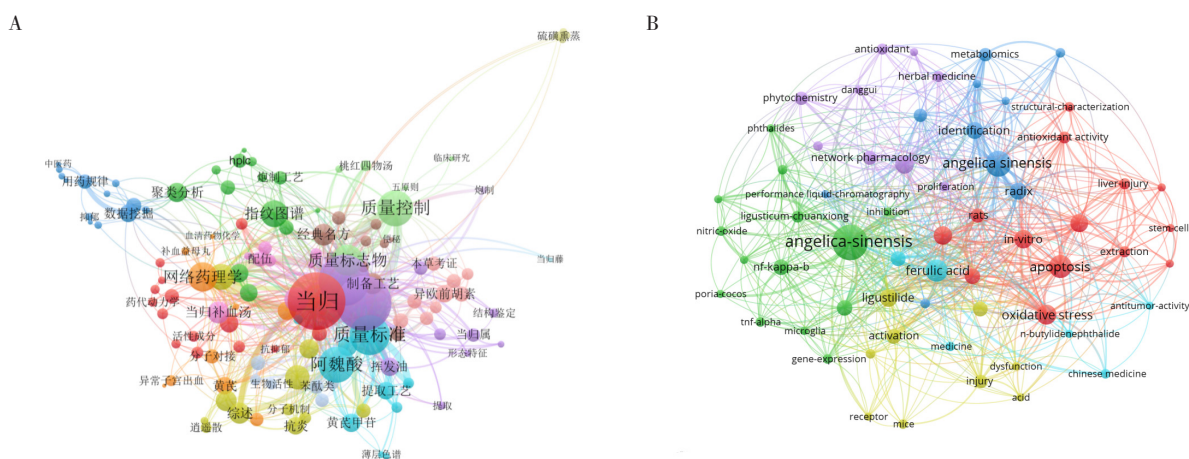


图3 中英文文献关键词共现可视化图谱

Figure 3. Visualization of co-occurrence of keywords in Chinese and English literature

注：A. 中文文献；B. 英文文献。

在英文文献中，核心关键词主要包括“*Angelica sinensis*”“Network pharmacology”“Ferulic acid”“Ligustilide”等，围绕当归的网络药理学与成分分析展开深入研究；在药理机制方面，“Apoptosis”“Anti-tumor activity”“Oxidative stress”等关键词聚焦于细胞凋亡、抗肿瘤活性、氧化应激等研究方向^[18]；而在分析方法层面，“Identification”“Structural Characterization”“Metabolomics”等关键词则体现了对当归成分鉴定、结构表征及代谢组学分析方法的系统探索^[19]。

当归的药理活性研究备受瞩目，尤其是抗炎、抗氧化及免疫调节等作用方面，相关探索已证实其在妇科疾病、贫血及心血管疾病治疗

中具有确切疗效^[20-21]。其中，当归挥发油的化学成分与药理作用同样是研究重点。挥发油中含多种活性化合物，表现出降血压、保护缺血再灌注损伤组织、平喘、抗炎及抗肿瘤等多重药理活性^[22-24]。此外，当归在临床应用领域的研究进展，包括哮喘治疗、造血功能调节等多个方向，亦是近年来的研究热点^[25-26]。总体而言，当归的研究热点覆盖从基础化学成分分析到临床应用转化的多个层面，相关研究目的在于进一步挖掘其药用价值，并推动其在国际范围内的认可与推广应用。

2.4.2 关键词聚类分析

关键词聚类分析有助于发现领域相关研究分布情况。本研究采用 CiteSpace 中的“LLR

(log-likelihood rate) ”算法对当归化学成分及药理作用相关中英文文献进行关键词聚类分析, 聚类编号越小, 表明该聚类下的文献研究规模越大, 研究热度越高, 结果见图 4。图中以不同的色素块代表不同的聚类, 聚类模块化值 (modularity

Q) = 0.640 3 (>0.3), 平均轮廓值 (mean silhouette) = 0.883 3 (>0.7), 表明该聚类结果有效且显著^[27]。各聚类之间相互交错, 关键词之间存在一定的关联性, 同时也呈现出一定的差异, 反映出该领域研究的多样性与交叉性特征。

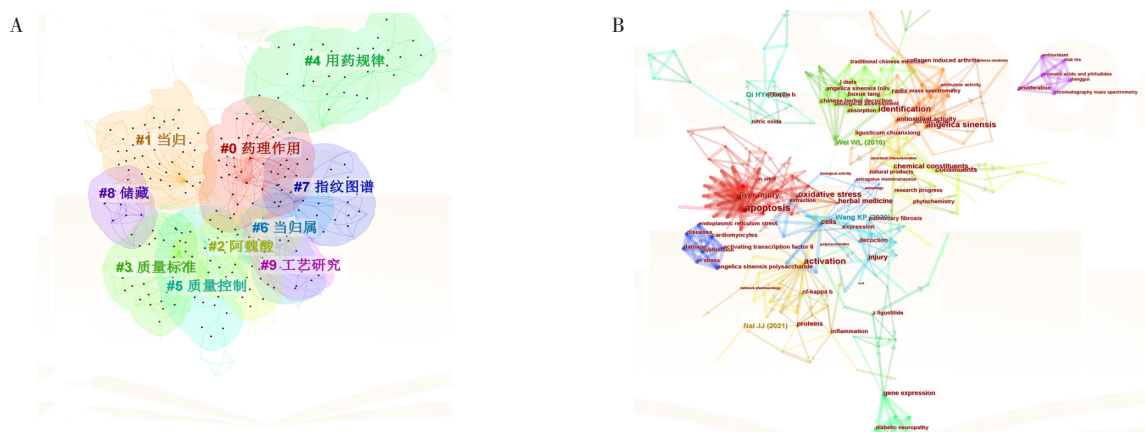


图4 中英文文献关键词聚类可视化图谱

Figure 4. Visualized clustering of keywords in Chinese and English literature

注: A. 中文文献; B. 英文文献。

图谱中不同颜色的聚类对应不同的研究方向, 各聚类均标注有核心关键词。结果显示, 当前研究热点可归纳为以下方向: “#0 药理作用” 聚焦于当归等药材的药效机制与生物活性研究; “#1 当归” 以当归为核心, 涵盖其化学成分、临床应用、炮制工艺等多维度研究内容; “#2 阿魏酸” 围绕当归中的关键活性成分阿魏酸, 开展提取工艺、药理活性及代谢机制等方面的探索; “#3 质量标准” 与 “#5 质量控制” 则聚焦当归类药材的质量评价体系构建, 涉及成分检测、标准制定与质量监管等关键环节; “#4 用药规律” 侧重探究当归在临床中的配伍方案、剂量调控及适应证筛选等用药模式; “#6 当归属” 从植物分类学视角出发, 开展物种鉴定与资源分布调查等研究; “#7 指纹图谱” 借助色谱、光谱等技术构建当归特征图谱, 用于药材真伪鉴别与质量分析; “#8 储藏” 关注当归的储存条件优化、保鲜技术研发及储藏过程中成分稳定性变化等内容; “#9 工艺研究” 则致力于当归提取、炮制及制剂工艺的改进与优化。英文文献主要聚焦于当归的药理活性成分及机制研究, 多通过实验探讨当归对氧化应激、通路激活及细胞凋亡等过程的调控作用, 核心关键词包括 “Anti-tumor activity” “Antioxidant activity” “Chemical constituents” “Z ligustilide” “Ferulic acid” “*Angelica*

sinensis polysaccharides” 等。

综上所述, 关键词聚类可视化图谱清晰呈现了当归及其相关领域的研究热点与结构, 涵盖了从基础成分 (如阿魏酸)、质量控制 (标准、指纹图谱)、药理机制到临床应用 (用药规律)、资源储藏等全链条研究方向, 为该领域的学术研究趋势分析提供了直观的参考依据。

2.4.3 关键词时间线分析

关键词的时间线分析有助于明确该领域的研究演化脉络并精准把握其发展趋势。在时间线视图中, 横轴代表各关键词在对应聚类中出现的年份, 纵轴为各关键词所属的聚类类别; 该视图可直观呈现各类聚类的兴起、演变与时间分布趋势, 进而反映特定聚类的研究重要性与时间跨度^[28]。一般而言, 聚类内的关键词数量越多, 代表该研究方向的受关注程度越高; 聚类的的时间跨度越长, 则表明该领域的研究起步更早且具有更强的持续性^[29]。利用 CiteSpace 绘制中英文文献关键词时间分布图 (附件图 2)。

从时间维度看, 在中文文献中, 早期 (约 2010 年左右) 以 “当归” “阿魏酸” “药理作用” 等关键词为代表的基础研究方向节点出现较早, 奠定了该领域的研究根基。中期至近期 (2015—2024 年), 如 “质量标准” “质量控制” “指纹图谱” “工艺研究” 等节点持续活跃, 表明中药

质量评价体系构建与现代化制备工艺的优化已成为近年来的研究热点。与此同时，“用药规律”等聚类的持续分布，也体现了该领域研究逐步形成从基础成分解析、药理机制探索，到临床应用与质量控制的全链条研究格局。

英文文献中节点最大的“*Angelica sinensis*”是整个领域的核心研究对象，2008—2010 年即成为早期核心热点，同时衍生出“Danggui、*Radix angelica sinensis*”等同义主题，以及“extraction、antioxidant activity”等早期应用方向。2010—2020 年，研究主题逐步多元化：“chemical composition、constituents”成为关键方向，与“ferulic acid”这一标志性活性成分高度关联；延伸出

“cancer、apoptosis、oxidative damage”等药理机制研究，以及“mice、injury”等动物模型与疾病应用场景；出现“expression、identification”等分子生物学与质量控制技术。

2.4.4 关键词突现分析

关键词突现分析是通过特定算法筛选出能够反映特定时段内新兴或持续关注的研究热点，可直观呈现这些研究热点的持续时间与演变趋势^[30]。在关键词共现分析的基础上引入 γ 值，开展关键词突现分析，结果见图 5。图中“Begin”代表突现起始时间，“End”代表突现终止时间，“Strength”为关键词的突现强度，强度越高，表明该关键词对应的研究热点在领域内的影响力越大^[31]。

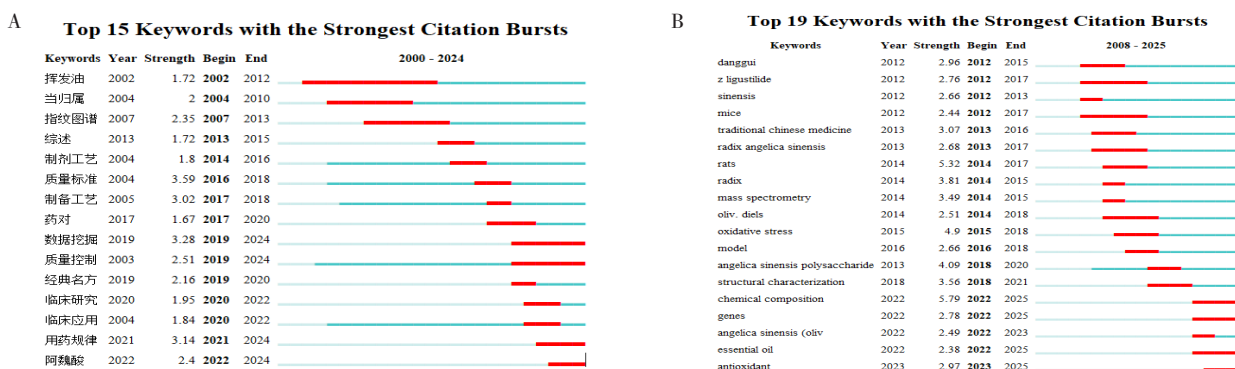


图5 中英文文献关键词突现图谱

Figure 5. Highlighting of keywords in Chinese and English literature

注：A. 中文文献；B. 英文文献。

中文文献共得到 15 个突现词，早期（2002—2010 年）热点集中在挥发油、当归属、制剂工艺等基础资源与传统制剂方向；中期（2013—2018 年）转向综述、制备工艺、质量标准等成果梳理与工艺优化方向；2019 年至今则迎来以数据挖掘、质量控制、用药规律、阿魏酸等为代表的新兴热点，其中质量标准（3.59）、数据挖掘（3.28）、用药规律（3.14）等突现强度位居前列，且数据挖掘、质量控制、用药规律、阿魏酸等关键词仍处于持续突现阶段，反映出该领域正朝着数字化分析、活性成分深挖、临床用药规律量化等方向发展，为后续研究选题与趋势判断提供了直观依据。

英文文献共得到 19 个突现词，早期核心热点集中在基础成分与传统研究方向，“Danggui、z-ligustilide、sinensis、mice”是核心关键词，突现强度多在 2.44~2.76 之间，同时“traditional Chinese medicine”作为宏观方向在 2013 年成为热

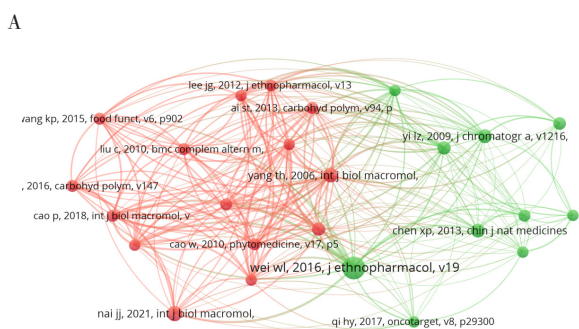
点，反映了研究初期以当归核心活性成分、基础动物模型验证为核心的探索阶段；中期研究方向从基础成分向技术、机制、模型拓展，“*Radix angelica sinensis*、rats、radix”成为热点，其中“radix (3.81)”突现强度极高，是该阶段核心热点。

2.5 文献共被引分析

在文献计量学中，文献共被引分析是揭示学术领域知识结构、研究热点与演进脉络的核心方法^[32]，VOSviewer 则是通过可视化手段将抽象的共被引关系转化为直观网络图谱的工具。共被引（Co-citation）指 2 篇或多篇文献被同一篇后续文献同时引用的现象，若文献共同引用的频次越高，则说明关联程度越强。通过共被引网络图谱，可快速识别某一领域的核心文献集群，每个聚类对应一个研究主题，聚类间的位置与连线则反映主题间的关联程度。例如，在当归质量评价研究中，共被引分析可区分出“有效成分检测”“产地溯源技术”“药理活

性研究”等不同知识模块，从而直观呈现该领域的整体知识框架与研究结构。

通过 VOSviewer 绘制文献和期刊共被引分析图谱。图 6A 为文献共被引网络图谱，图中不同颜色的节点代表不同的共被引聚类。其中，红色节点集群的核心文献多涉及“Carbohydrate polymer”“Biomacromolecule”等关键词，推测该主题聚焦于天然大分子（如多糖）的结构与活性研究；绿色节点集群的核心文献则包含“Chromatograph”“Natural medicines”等关键词，对应天然药物成分的分析检测技术研究。节点越大，表示对应文献的总被引频次越高；连线越粗，代表两篇文献之间的共被引频次越高。



例如，红色集群内部节点间的连线更为密集，说明该主题内文献之间的关联性较强。图 6B 为期刊共被引网络图谱。其中，红色集群以 *Journal of Ethnopharmacology* 为核心节点，搭配 *Phytotherapy*、*Plant Medicine* 等期刊，主要代表民族药学与天然药物研究领域；黄色与绿色集群以 *Carbohydrate* 和 *Biological Macromolecules* 为核心，对应碳水化合物与生物大分子研究领域；蓝色与紫色集群包含 *Frontiers in Immunology*、*Immunopharmacology* 等期刊，主要涵盖免疫学与药理学领域；此外，其他小型集群如 *Stem Cells*、*Nucleic Acids Research* 等，则分别对应干细胞、核酸研究等更为细分的学科方向。

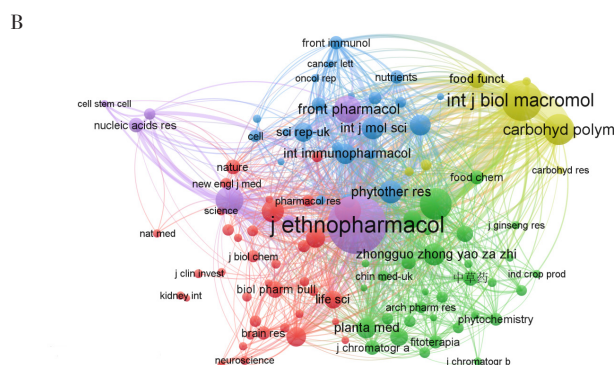


图6 文献和期刊共被引分析图谱

Figure 6. Co-citation analysis map of articles and journals

注：A. 文献；B. 期刊。

3 讨论

本研究采用文献计量学方法，结合 VOSviewer 和 CiteSpace 可视化分析工具，对当归化学成分与药理作用研究领域进行多维度的知识图谱解析，分别绘制了作者合作网络图谱、机构密度视图、关键词共现和聚类图、文献共被引可视化图谱，以期揭示该研究领域的发展模式和趋势，为后续研究提供思路 and 参考。

文献计量学数据显示，该领域年度研究发文量呈现周期性增长的动态演变特征，这说明随着中药现代化的发展，学者们对当归的化学成分和药理作用进行了更为广泛和深入的研究，使其在中药领域的研究也受到了更多的关注。从作者合作图谱分析可知，中文文献形成了以吴修红、吴国泰等为代表的研究团队，英文文献形成了以 Chao Jung、Huang ShYh-ShYun、Ko Chien-Yu 等为核心的研究团队。目前核心作者之间有一定合作关系，但不够紧密，

今后应加强核心团队与其他团队之间的合作，整合学术资源，以推动该领域科研水平的进一步提升。

从研究机构角度分析，中文文献以北京中医药大学和甘肃中医药大学发文量最多，英文文献以 Lanzhou University 和 Nanjing University of Chinese Medicine 发文量领先。可见北京中医药大学在该领域的研究优势和关注度，甘肃中医药大学作为甘肃省重点中药研究机构，在本省道地药材的研究领域具有独特的研究优势和区域优势。当归研究机构多集中在各类中医药院校，未来各机构之间应进一步加强交流与合作，提升研究的系统性与专注度，培育更多核心研究团队与高产作者，推动我国当归研究向规范化与科学化方向发展。

由关键词共现及其聚类分析可知，中文文献中研究热点主要集中在阿魏酸、藁本内酯、当归多糖等主要化学成分的解析，以及当归药理作用和临床合理用药的探索；英文文献主要聚焦于当归的药理活性成分及其作用机制，多

通过实验探讨当归对氧化应激、通路激活及细胞凋亡等过程的调控作用。现阶段在当归中检测到的成分主要包括挥发油类、多糖类、有机酸类、氨基酸类、黄酮类以及微量元素等,针对主要活性成分的系统研究,将为当归的临床应用与机制探索奠定基础^[3]。

关键词时间线和突现分析显示,当归药理作用的研究及临床应用将成为未来的研究趋势。当前关于当归药理作用的研究已日益深入,已证实的药理活性包括调节血液循环、缺血后损伤保护、抗组织纤维化、镇痛、保护脑和神经、改善机体骨损伤状态、提高机体免疫力等^[33-34]。当归在临床上应用广泛,已应用于外科疾病防治、抗肿瘤、抗炎、抗损伤等多个领域。

目前对当归不同药用部位成分和功效的精确界定尚不完善,未来需要进一步深入研究当归头、身、尾等不同部位的化学成分差异,以及这些差异与功效之间的关系,为临床精准用药提供更为科学的依据。同时应从单一成分研究转向探讨当归多组分之间的协同增效作用,例如探索挥发油与阿魏酸、多糖与有机酸等成分之间的相互作用,以揭示当归发挥药理作用的物质基础和作用机制,为开发更有效的当归制剂提供理论支持。

综上所述,随着相关研究的不断深入,当归及其有效成分的药理作用与作用机制将得到进一步阐明,针对当归的实验研究也将逐步走向系统化、精细化,为其现代化开发与临床应用提供坚实的科学基础。

附件见《药学前沿》官网附录 (<https://yxqy.whuzhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202512049.pdf>)

参考文献

- 王一杰,王瑞琼,杜丽东,等.当归药食两用安全性研究概述[J].甘肃中医药大学学报,2024,41(3):76-80.[Wang YJ, Wang RQ, Du LD, et al. Overview of research on the safety of *Angelica sinensis* in medicinal use and consumption[J]. Journal of Gansu University of Chinese Medicine, 2024, 41(3): 76-80.] DOI: 10.16841/j.issn1003-8450.2024.03.14.
- Chen L, Fan B, Wang F, et al. Research progress in pharmacological effects and mechanisms of *Angelica sinensis* against cardiovascular and cerebrovascular diseases[J]. Molecules, 2024, 29(9): 2100. DOI: 10.3390/MOLECULES29092100.
- 牟春燕,殷越,沈子芯.当归化学成分及药理作用研究进展[J].山东中医杂志,2024,43(5):544-551.[Mou CY, Yin Y, Shen ZX. Research progress on chemical components and pharmacological effects of Danggui (*Angelicae Sinensis Radix*)[J]. Shandong Journal of Traditional Chinese Medicine, 2024, 43(5): 544-551.] DOI: 10.16295/j.cnki.0257-358x.2024.05.020.
- 赵静,夏晓培.当归的化学成分及药理作用研究现状[J].临床合理用药杂志,2020,13(6):172-174.[Zhao J, Xia XP. Current research status of chemical components and pharmacological effects of *Angelica sinensis*[J]. Chinese Journal of Clinical Rational Drug Use, 2020, 13(6): 172-174.] DOI: 10.15887/j.cnki.13-1389/r.2020.06.083.
- 郭芳琪.前瞻性科学前沿的界定与识别指标的文献计量研究[D].辽宁大连:大连理工大学,2018. DOI: CNKI:CDMD:2.1018.868750.
- 刘晓爽,唐占明,李慧君,等.基于 CiteSpace 的陈皮知识图谱可视化分析[J].中草药,2024,55(14):4836-4848.[Liu XS, Tang ZM, Li HJ, et al. Visual analysis of knowledge graph of *Citri Reticulatae Pericarpium* based on CiteSpace[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2024, 55(14): 4836-4848.] DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2024.14.020.
- 熊金璐,于迪,宋来辉,等.基于 CiteSpace 的矿物药研究现状可视化分析[J].中草药,2021,52(4):1105-1116.[Xiong JL, Yu D, Song LH, et al. Visualization analysis of status of mineral medicine based on CiteSpace[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2021, 52(4): 1105-1116.] DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2021.04.023.
- 陈定芳,吴月峰,李海英,等.基于 CiteSpace 文献计量法的中西医治疗痉挛型脑瘫文献可视化图谱分析[J].中草药,2021,52(14):4318-4326.[Chen DF, Wu YF, Li HY, et al. Visual atlas analysis on documents of traditional Chinese and Western medicine for treatment of spastic cerebral palsy based on CiteSpace bibliometrics[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2021, 52(14): 4318-4326.] DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2021.14.023.
- 范殊琮,刘东雪,陈琛.基于文献计量的天麻研究发展态势和热点分析[J].中国现代应用药学,2021,38(21):2754-2762.[Fan SZ, Liu DX, Chen C. Analysis on the development trend and hot spots of *Gastrodia elata* Bl. research based on bibliometrics[J]. Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 2021, 38(21): 2754-2762.] DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2021.21.020.
- 连妍洁,商钰,刘红旭,等.基于 VOSviewer 和 CiteSpace 知识图谱的水蛭可视化分析[J].中草药,2023,54(6):1896-1905.[Lian YJ, Shang Y, Liu HX, et al. Visual analysis of *Hirudo* based on VOSviewer and CiteSpace knowledge graph[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2023, 54(6): 1896-1905.] DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2023.06.022.
- Cuncun L, Ming L, Wenru S, et al. Knowledge mapping of *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels (Danggui) research: a scientometric study[J]. Front Pharmacol, 2020, 11: 294. DOI: 10.3389/fphar.2020.00294.
- 魏燕,童丽梅,王熙玮,等.枸杞多糖类物质研究现状及发展动态的文献计量学分析[J].中草药,2023,53(24):7843-7854.[Wei Y, Tong LM, Wang XW, et al. Bibliometric analysis of research status and development of polysaccharides in *Lycii*

- Fructus*[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2023, 53(24): 7843–7854. DOI: [10.7501/j.issn.0253-2670.2022.24.021](https://doi.org/10.7501/j.issn.0253-2670.2022.24.021).
- 13 刘蓉, 李朝海, 尚明越, 等. 基于 CiteSpace 的石斛属植物研究知识图谱可视化分析 [J]. 中草药, 2025, 56(11): 4005–4018. [Liu R, Li CH, Shang MY, et al. Visual analysis of knowledge map on *Dendrobium* genus plants research based on CiteSpace[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2025, 56(11): 4005–4018.] DOI: [10.7501/j.issn.0253-2670.2025.11.020](https://doi.org/10.7501/j.issn.0253-2670.2025.11.020).
- 14 马艳春, 吴文轩, 胡建辉, 等. 当归的化学成分及药理作用研究进展 [J]. 中医药学报, 2022, 50(1): 111–114. [Ma YC, Wu WX, Hu JH, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological effects of *Angelica sinensis*[J]. Acta Chinese Medicine and Pharmacology, 2022, 50(1): 111–114.] DOI: [10.19664/j.cnki.1002-2392.220024](https://doi.org/10.19664/j.cnki.1002-2392.220024).
- 15 吕成龙, 李会会, 史永洁, 等. 中药当归现代研究进展及其质量标志物的预测分析 [J]. 中国中药杂志, 2022, 47(19): 5140–5157. [Lyu CL, Li HH, Shi YJ, et al. Research progress of *Angelicae Sinensis Radix* and predictive analysis on its quality markers[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2022, 47(19): 5140–5157.] DOI: [10.19540/j.cnki.cjmm.20220225.203](https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjmm.20220225.203).
- 16 王庆彦, 毕映燕, 徐生杰, 等. 当归中活性成分提取方法及药理作用的研究进展 [J]. 化学试剂, 2025, 47(4): 43–51. [Wang QY, Bi YY, Xu SJ, et al. Progress of extraction methods and pharmacological effects of active components in *Angelica sinensis*[J]. Chemical Reagents, 2025, 47(4): 43–51.] DOI: [10.13822/j.cnki.hxsj.2024.0455](https://doi.org/10.13822/j.cnki.hxsj.2024.0455).
- 17 刘方舟, 杨阳, 李萌, 等. 基于网络药理学研究陇产当归挥发油类成分多维药理的作用机制 [J]. 世界中医药, 2022, 17(16): 2258–2262, 2269. [Liu FZ, Yang Y, Li M, et al. Pharmacological mechanism of the essential oil compounds from *Angelica sinensis* in Gansu Province by network pharmacology[J]. World Chinese Medicine, 2022, 17(16): 2258–2262, 2269.] DOI: [10.3969/j.issn.1673-7202.2022.16.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-7202.2022.16.006).
- 18 Zhou WJ, Wang S, Hu Z, et al. *Angelica sinensis* polysaccharides promotes apoptosis in human breast cancer cells via CREB-regulated caspase-3 activation[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2015, 467(3): 562–569. DOI: [10.1016/j.bbrc.2015.09.145](https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2015.09.145).
- 19 Wu F, Hu Y, Ji P, et al. Metabonomics study on the hepatoprotective effect mechanism of polysaccharides from different processed products of *Angelica sinensis* on layer chickens based on UPLC-Q/TOF-MS/MS, multivariate statistical analysis and conjoint analysis[J]. Biomed Chromatogr, 2022, 36(6): e5362. DOI: [10.1002/bmc.5362](https://doi.org/10.1002/bmc.5362).
- 20 李敏, 郭森, 陈萍, 等. 基于网络药理学和分子对接探讨当归芍药散治疗原发性痛经的作用机制 [J]. 中国医院用药评价与分析, 2022, 22(9): 1050–1053, 1059. [Li M, Guo M, Chen P, et al. Mechanism of Danggui Shaoyao powder in the treatment of primary dysmenorrhea based on the network pharmacology and molecular docking[J]. Evaluation and Analysis of Drug-Use in Hospitals of China, 2022, 22(9): 1050–1053, 1059.] DOI: [10.14009/j.issn.1672-2124.2022.09.006](https://doi.org/10.14009/j.issn.1672-2124.2022.09.006).
- 21 房玉涛, 姚贺之, 刘桂芳. 加味当归补血汤治疗慢性心衰伴贫血疗效观察 [J]. 北京中医药, 2016, 35(9): 843–846. [Fang YT, Yao HZ, Liu GF. Observation of clinical efficacy of modified Danggui Buxue decoction for chronic heart failure accompanied with anemia[J]. Beijing Journal of Traditional Chinese Medicine, 2016, 35(9): 843–846.] DOI: [10.16025/j.1674-1307.2016.09.010](https://doi.org/10.16025/j.1674-1307.2016.09.010).
- 22 王堯, 张小飞, 邹俊波, 等. 当归挥发油治疗高血压药理机制的网络分析 [J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(4): 657–666. [Wang Y, Zhang XF, Zou JB, et al. Network analysis of the pharmacological mechanism of *Angelica sinensis* volatile oil in the treatment of hypertension[J]. Natural Product Research and Development, 2021, 33(4): 657–666.] DOI: [10.16333/j.1001-6880.2021.4.016](https://doi.org/10.16333/j.1001-6880.2021.4.016).
- 23 Li J, Hua Y, Ji P, et al. Effects of volatile oils of *Angelica sinensis* on an acute inflammation rat model[J]. Pharm Biol, 2016, 54(9): 1881–1890. DOI: [10.3109/13880209.2015.1133660](https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1133660).
- 24 石玉, 李梦琦, 杨诗宇, 等. 当归挥发油的化学成分和药理作用研究进展 [J]. 中国现代应用药理学, 2024, 41(7): 1006–1014. [Shi Y, Li MQ, Yang SY, et al. Advances on chemical constituents of volatile oil from *Angelicae Sinensis Radix* and their pharmacological effect[J]. Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 2024, 41(7): 1006–1014.] DOI: [10.13748/j.cnki.issn1007-7693.20231316](https://doi.org/10.13748/j.cnki.issn1007-7693.20231316).
- 25 Kong R, Yuan Y, Liu J, et al. Therapeutic potential of *Angelica sinensis* derivatized carbon dots in ameliorating chemotherapy-induced anemia[J]. J Mol Histol, 2025, 56(5): 287. DOI: [10.1007/S10735-025-10518-Z](https://doi.org/10.1007/S10735-025-10518-Z).
- 26 李胜硕, 李佳, 康淑荷, 等. 中国药用当归属植物研究进展及质量标志物的预测分析 [J]. 中国生物工程杂志, 2022, 42(11): 27–42. [Li SS, Li J, Kang SH, et al. Research progress and predictive analysis of quality markers of *Angelica* medicinal plants in China[J]. China Biotechnology, 2022, 42(11): 27–42.] DOI: [10.13523/j.cb.2209008](https://doi.org/10.13523/j.cb.2209008).
- 27 高风, 郭丽君, 张宏伟, 等. 基于 VOSviewer 和 CiteSpace 中医药领域细胞焦亡的知识图谱分析 [J]. 中国中药杂志, 2023, 48(4): 1098–1107. [Gao F, Guo LJ, Zhang HW, et al. Knowledge graph analysis of pyroptosis research in traditional Chinese medicine based on VOSviewer and CiteSpace[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2023, 48(4): 1098–1107.] DOI: [10.19540/j.cnki.cjmm.20221013.501](https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjmm.20221013.501).
- 28 谭令, 龙霖梓, 邓秘, 等. 抗血小板活化的文献计量学及可视化分析 [J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2022, 24(1): 195–208. [Tan L, Long LZ, Deng M, et al. Bibliometric and visual analysis of antiplatelet activation[J]. World Science and Technology-Modernization of Traditional Chinese Medicine, 2022, 24(1): 195–208.] DOI: [10.11842/wst.20210320007](https://doi.org/10.11842/wst.20210320007).
- 29 刘成娟, 黄盛洁, 杜瑞姣, 等. 基于 CiteSpace 对红景天研究进展的可视化分析 [J]. 中南药学, 2022, 20(5): 1192–1197. [Liu CJ, Huang SJ, Du RJ, et al. Visual analysis of research progress in *Rhodiola* based on CiteSpace[J]. Central South Pharmacy, 2022, 20(5): 1192–1197.] DOI: [10.7539/j.issn.1672-2981.2022.05.040](https://doi.org/10.7539/j.issn.1672-2981.2022.05.040).

- 30 和映玉, 邓清月, 李仙仙, 等. 基于 VOSviewer 和 CiteSpace 的菟丝子知识图谱可视化分析 [J]. 中草药, 2023, 54(15): 4958–4972. [He YY, Deng QY, Li XX, et al. Visual analysis of knowledge mapping of *Cuscutae Semen* based on VOSviewer and CiteSpace[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2023, 54(15): 4958–4972.] DOI: [10.7501/j.issn.0253-2670.2023.15.021](https://doi.org/10.7501/j.issn.0253-2670.2023.15.021).
- 31 王博龙, 钟叶, 胡永生, 等. 基于文献计量学的当归研究热点与趋势 [J]. 邵阳学院学报 (自然科学版), 2022, 19(6): 95–102. [Wang BL, Zhong Y, Hu YS, et al. Research hotspot and trend of *Angelica sinensis* based on bibliometrics[J]. Journal of Shaoyang University (Natural Science Edition), 2022, 19(6): 95–102.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-7010.2022.06.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-7010.2022.06.013).
- 32 Small H. Co-citation in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents[J]. J Am Sac Inf Sci, 1973, 24(4): 265–269. DOI: [10.1002/asi.4630240406](https://doi.org/10.1002/asi.4630240406).
- 33 邓春霞, 叶春生. 当归对血液与循环系统作用的药理研究概况 [J]. 湖北中医杂志, 2000, 22(5): 54–55. [Deng CX, Ye CS. Pharmacological study on the effects of *Angelica sinensis* on blood and circulatory system[J]. Hubei Journal of Traditional Chinese Medicine, 2000, 22(5): 54–55.] DOI: [10.3969/j.issn.1000-0704.2000.05.060](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-0704.2000.05.060).
- 34 周森, 李侃, 安海倩, 等. 基于网络药理学的“黄芪—当归”药对抗肾纤维化的作用机制研究 [J]. 中国现代应用药学, 2023, 40(2): 179–190. [Zhou S, Li K, An HQ, et al. Study on the anti-renal fibrosis mechanism of *Astragali Radix* and *Angelicae Sinensis Radix* based on network pharmacology[J]. Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 2023, 40(2): 179–190.] DOI: [10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2023.02.005](https://doi.org/10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2023.02.005).

收稿日期: 2025 年 12 月 13 日 修回日期: 2026 年 01 月 28 日
本文编辑: 钟巧妮 李 阳