

延胡索热点前沿知识图谱构建及可视化分析

王 锦¹, 杨 慧², 赵宏雯², 李卓柯², 李佰成³, 吴怀泽⁴, 刘军锋², 张 红^{2*}, 孙婷婷^{2*}

1. 西北大学生命科学学院, 陕西 西安 710069
2. 陕西省中医药研究院, 陕西 西安 710003
3. 陕西省中医医院, 陕西 西安 710003
4. 陕西中医药大学药学院, 陕西 咸阳 712046

摘要:目的 探析 2000—2024 年全球中医药研究学者在延胡索研究领域的跨地域多维合作情况并梳理研究热点、前沿动态及研究主题的地域分布, 为延胡索后续的研究提供参考依据。方法 收集源于中国知网(CNKI)、万方数据(Wanfang)、维普中文科技期刊数据库(VIP)、Web of Science 数据库(WOS)及 PubMed 数据库等与延胡索相关的文献。采用文献计量软件 Cooaction (COOC20.0) 与 VOSviewer1.6.20 软件相结合的方式, 从发文量、核心发文作者、高产发文机构、关键词共现以及突现词检测等多个维度进行可视化分析, 构建延胡索热点前沿知识图谱。结果 21 世纪以来, 国内外有关延胡索研究的发文量呈逐渐上升趋势, 中国为延胡索研究的核心国家。国内各大高校院所为延胡索中文文献研究的主要机构, 合作范围为各中医药研究单位及相关企业, 延胡索研究热点主要集中在其成分、药效物质基础等方面。延胡索英文文献主要发文机构为我国科研院所, 研究热点主要集中在延胡索中生物碱类有效成分分离、结构解析、延胡索质量分析方法建立及生物碱活性机制评价等方面。结论 延胡索研究已经进入多元化、纵深发展阶段, 未来有望将人工智能、多组学联合等前沿技术应用于延胡索靶点、作用机制、复方用药规律等方面的研究。

关键词: 延胡索; 文献计量; 可视化分析; 热点前沿; 知识图谱

中图分类号: R284 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2026)05-1825-16

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2026.05.020

Construction and visualization analysis of frontier knowledge map of *Corydalis yanhusuo*

WANG Jin¹, YANG Hui², ZHAO Hongwen², LI Zhuoke², LI Baicheng³, WU Huaize⁴, LIU Junfeng², ZHANG Hong², SUN Tingting²

1. College of Life Sciences, Northwest University, Xi'an 710069, China
2. Shaanxi Provincial Institute of Traditional Chinese Medicine, Xi'an 710003, China
3. Shaanxi Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Xi'an 710003, China
4. College of Pharmacy, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang 712046, China

Abstract: Objective To explore the cross-regional and multi-dimensional cooperation of global traditional Chinese medicine (TCM) researchers in the field of research on the TCM *Corydalis yanhusuo* from 2000 to 2024, and to sort out the research hotspots, frontier trends and regional distribution of research topics, so as to provide reference for the subsequent research on *C. yanhusuo*. **Methods** Literature on *C. yanhusuo* was retrieved from databases such as China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang, VIP, Web of Science (WOS), and PubMed. The bibliometric software Cooaction (COOC20.0) combined with VOSviewer 1.6.20 was used to conduct a visual analysis from multiple dimensions, including the number of publications, core authors, prolific institutions, keyword

收稿日期: 2025-07-13

基金项目: 国家自然科学基金(82304727); 国家中医药管理局全国老药工传承工作室([2024]255号); 陕西省重点研发计划项目(2022SF-183); 陕西省中医药管理局项目(TZKN-CXRC-12); “秦药”研发重点实验室(2021-QYPT-001); 陕西省中医药管理局中医药全省性专款专项项目(2021-QYZL-01); 陕西省卫生健康创新团队-秦药质量控制与创新产品研发创新团队

作者简介: 王 锦(2001—), 女, 硕士研究生, 研究方向为中药炮制机制及饮片质量标准研究。E-mail: geum081226@163.com

***通信作者:** 张 红(1976—), 研究员, 硕士生导师, 从事中药物质基础研究。E-mail: zhanghong919919@163.com

孙婷婷(1988—), 副研究员, 硕士生导师, 从事中药炮制机制及饮片质量标准研究。E-mail: stltt@126.com

co-occurrence, and new word discovery, to construct a knowledge map of research hotspots and frontiers for *C. yanhusuo*. **Results** Since the 21st century, the number of papers published on *C. yanhusuo* research at home and abroad has gradually increased, and China is the core country for *C. yanhusuo* research. Major universities and research institutes in China are the main institutions for *C. yanhusuo* research, and the scope of cooperation exists in various TCM research units and related enterprises. English publications on *C. yanhusuo* are mostly contributed by Chinese research institutions, with hotspots concentrating on isolation and structural elucidation of alkaloid active components, establishment of quality assessment methods, and evaluation of alkaloid activity mechanisms. **Conclusion** Research on *C. yanhusuo* has entered a stage of diversified and in-depth development. In the future, it is expected that cutting-edge technologies such as artificial intelligence and multi-omics will be applied to the research on *C. yanhusuo* targets, mechanisms of action, and compound medication rules.

Key words: *Corydalis yanhusuo* W. T. Wang; bibliometrics; visualization analysis; hotspots and hot frontiers; knowledge map

延胡索, 又称元胡、玄胡索等, 为罂粟科植物延胡索 *Corydalis yanhusuo* W. T. Wang 的干燥块茎。其辛、苦、温, 归肝、脾经, 具有活血、行气、止痛的功效。主治胸胁、脘腹疼痛、胸痹心痛、经闭痛经、产后瘀阻、跌扑肿痛等症^[1]。延胡索具有悠久的用药传统, 始载于南北朝雷敫的《雷公炮炙论》: “心痛欲死, 速觅延胡”^[2]。明朝李时珍的《本草纲目》记载其“能行血中气滞, 气中血滞, 故专治一身上下诸痛”^[3]。延胡索被广泛应用于各种止痛、活血复方中, 《中国药典》2020年版中含延胡索的方剂共有90个。目前已从延胡索中分离鉴定出100多种成分, 包括生物碱类85种、甾体及三萜类5种、有机酸类27种、糖及糖苷类22种、挥发性成分23种。延胡索广泛作用于中枢神经系统、心血管系统及消化系统等, 具有显著的镇痛、镇静、抗炎等活性^[4]。延胡索主要分布于黑龙江、浙江、江苏、安徽、湖北、河南等地。自上世纪70年代起, 陕西汉中自浙江引种延胡索并开始大面积种植, 现为延胡索的最大主产区^[4], 延胡索为著名的“秦药”。

自2000年以来, 有众多关于延胡索的研究产出, 主要涉及延胡索化学成分、药理作用、作用机制、炮制、质量标准等方面。截至目前, 仍有大量延胡索研究成果发表, 可见其有很高的研究热度, 但经检索后发现其研究前沿、热点及趋势等并不是很清晰。文献计量学是运用数学与统计学等方法, 对文献信息进行定量分析, 进而揭示文献信息的分布结构、数量关系、变化规律和定量管理的交叉学科。可视化分析技术作为文献计量学的常见方法, 具有快捷、高效、直观等优势, 近年来被广泛应用于各类学科领域^[5]。本研究以延胡索文献数据为依据, 采用Cocoon(COOC20.0)与VOSviewer1.6.20结合的可视化分析技术, 系统梳理2000—2024年延胡索研究领域的文献资料, 对其研究前沿和热点

趋势进行分析, 构建发文量、作者、合作机构、关键词等知识图谱, 以期能够指导其合理利用以及高质量持续发展, 为延胡索的后续研究提供科学依据。

1 研究方法

采用新型文献计量软件Cocoon(COOC20.0)与VOSviewer 1.6.20软件相结合的方式, 对数据进行抽取和清洗。采用主题词检索的方式, 将国内外不同数据库来源的延胡索相关文献资料进行合并、去重、同义词替换等处理后作为原始数据, 应用关键词共现分析方法, 探索国家、机构、作者的多维度合作, 分析不同地区研究热点以及前沿动态。

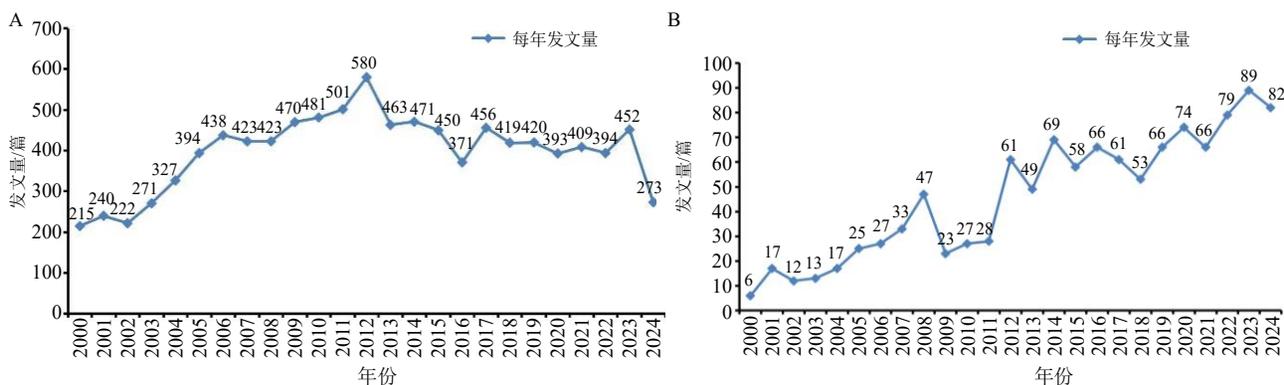
2 数据来源与检索

本文收集源于中国知网(CNKI)、万方数据(Wanfang)、维普中文科技期刊数据库(VIP)、Web of Science数据库(WOS)、PubMed等与延胡索相关的文献, 文献检索时间范围均设置为2000年1月1日—2024年12月31日。中文以“延胡索”“元胡”“玄胡索”为关键词进行检索, 得到18 085篇文献。英文以“*Corydalis yanhusuo*”“*Corydalis Rhizoma*”“*Rhizoma Corydalis*”“*Yanhusuo*”为关键词进行检索, 得到4 600篇文献。通过对数据库中重复、无意义项目进行整理和删除, 最终得到符合标准的中文文献9 956篇, 英文文献1 148篇, 将其作为数据来源。

3 结果

3.1 发文量研究分析

3.1.1 延胡索中文研究产出 延胡索研究领域的发展趋势、热点变化及其对其前沿研究的预见变化可由文献计量学得以系统揭示, 其中发文量的趋势变化是把握研究内容前沿变化的重要途径, 具有重要价值。由延胡索中文研究发文量结果(图1-A)可知, 延胡索研究呈现明显的阶段性发展: 2000—2012年为延胡索发文量增长期, 由2000年的发文



A-中文发文量统计; B-英文发文量统计。

A-statistics on the number of Chinese publications; B-statistics on the number of English publications.

图 1 延胡索 2000—2024 年发文量统计

Fig. 1 Statistics on publications of *C. yanhusuo* from 2000 to 2024

量 215 篇增长至 2012 年的 580 篇，达到发文峰值，表明越来越多的学者关注到该品种的研究。在本阶段，延胡索研究热点主要集中于其成分分离鉴别及含量控制、药效作用评价等方面，以高效液相色谱 (high performance liquid chromatography, HPLC) 法为代表的单指标、多指标检测方法在延胡索的含量测定中得到广泛应用^[6]。2013—2022 年为延胡索发文量的过渡期，发文量呈现出波动式缓慢下降，该阶段延胡索研究热点主要集中于其活性组分的进一步挖掘^[7]，表明该领域研究不断深入与全面化。2023—2024 年延胡索发文量大幅降低，其原因主要为前 2 个阶段延胡索在成分解析、质量控制及药效初步评价等研究方面已经积累了一定基础，本阶段研究方向趋向于用药规律^[8]、数据挖掘^[9]等新兴领域方向。

3.1.2 延胡索英文研究产出 由延胡索英文研究发文量结果 (图 1-B) 可知，2000—2024 年，延胡索研究的英文发文量总体呈现增长趋势，并于 2023 年达峰值 (89 篇)，表明其国际学术关注度日益增长。在研究高峰期，研究主题可视化分析表明 tetrahydropalmatine (延胡索乙素)^[10] 作为延胡索中主要的生物碱成分，其在镇痛^[11]、神经保护^[12] 及抗肿瘤^[13] 等领域成为持续关注的热点。研究领域从传统药效方面转向分子研究方面。需要关注的是，随着网络药理学广泛应用于延胡索的相关研究中^[14]，延胡索的研究更加完善。

由图 2 可知，英文文献中涉及延胡索研究的国家有 58 个，排名前 5 的国家为中国、美国、韩国、德国、英国。中国研究延胡索的机构占总发文国家机构的 48.3%，以绝对优势占据主导地位。其中，

中国科学院^[15]、中国药科大学^[16] 等国内机构在国际合作网络中处于核心地位，其研究成果被高质量期刊高频刊载，为延胡索的国际化研究发展提供动力。美国^[17]、韩国^[18]、德国^[19] 则紧随其后，致力于延胡索的多维度、多样化研究，力求对该药材的全面化体系进行探索。此外，新西兰^[20]、新加坡^[21]、加纳^[22] 等来自不同地域的国家也协同合作促进延胡索研究的全球化发展。

3.2 贡献与合作分析

3.2.1 延胡索研究领域的作者合作分析 探究各学者在延胡索研究领域的发文量与各研究团队之间科研合作频次，分析延胡索研究团队人员构成，有利于延胡索科研成果的交流与团队间的相互协作，可以更好地挖掘延胡索潜在的合作团队或合作伙伴。对延胡索中文文献作者协作关系进行可视化分析 (图 3-A) 发现，2000—2024 年累计共有 11 820 名研究人员参与延胡索的学术研究并在该领域呈现出高度协同合作状态。其中，以窦志英、祁俊生、刘建勋等学者为核心的学术团队处于核心地位，学术影响力较大。窦志英团队聚焦于延胡索的炮制工艺，围绕“炮制-成分-药效”这一核心链条旨在运用现代科学方法解释延胡索炮制的科学内涵，同时优化炮制工艺以提升饮片质量^[23]。祁俊生团队致力于系统分析在不同产地、栽培条件与加工方式下延胡索中生物碱类成分与核苷类成分变化规律，为提升延胡索药材品质提供实验依据^[24]。刘建勋团队致力于延胡索药理作用评价，主攻方向为延胡索药代动力学研究及其活性成分对心血管系统，尤其是心肌细胞的保护作用及作用机制^[25]。英文文献作者合

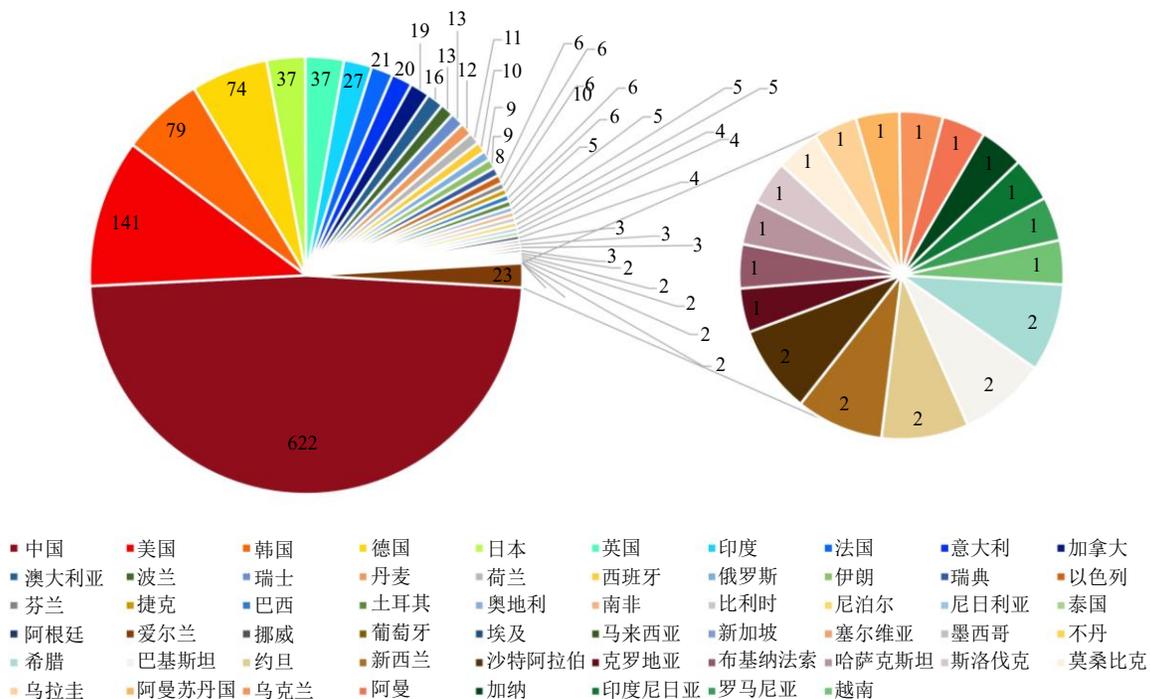
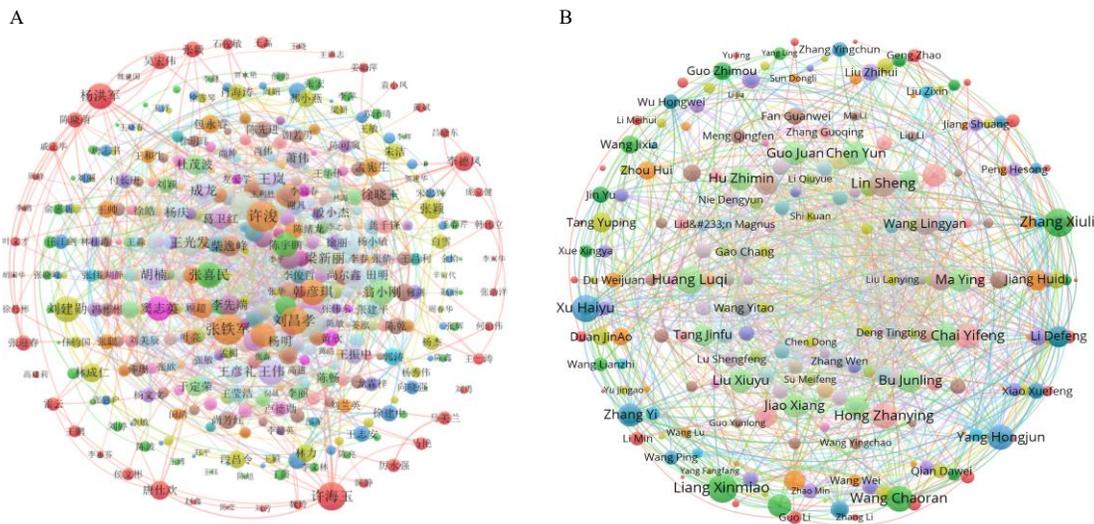


图2 英文文献发文国家分析

Fig. 2 Analysis of countries publishing English literature



A-中文文献作者合作共现网络; B-英文文献作者合作共现网络。

A-collaboration co-occurrence network of authors in Chinese literature; B-collaboration co-occurrence network of authors in English literature.

图3 作者合作共现网络

Fig. 3 Author collaboration co-occurrence network

作层面 (图 3-B), 累计共有 5 668 名研究学者协同合作, 可见延胡索的科学研究已形成国际化合作局面。以 Liang Xinmiao、Chai Yifeng、Hong Zhanying、Zhang Xiuli 等为代表的学者合作关系较为密切, 对延胡索的研究贡献较高, 研究涉及延胡索药效分

析^[26]、成分分析^[27]、延胡索中化合物的发现及活性评价^[28]等方面。延胡索研究学者团队中除了大多数中国学者外, 韩国、美国、日本的研究学者也占具有一定比例。本研究统计了中英文文献发文量排名前 10 位的作者, 作者姓名和发文量见表 1。

表 1 中英文发文量前 10 作者

Table 1 Top 10 authors by publication volume in Chinese and English literatures

排名	中文文献		英文文献	
	作者	发文量/篇	作者	发文量/篇
1	窦志英	24	Liang Xinmiao	12
2	祁俊生	23	Hong Zhanying	11
3	刘建勋	21	Chai Yifeng	11
4	王伟	16	Xu Haiyu	10
5	李娜	16	Zhang Xiuli	10
6	张铁军	16	Fan Guorong	9
7	张静	16	Zhang Yi	8
8	田明	15	Le Jian	8
9	萧伟	15	Kong Changsuk	8
10	王萍/徐皓/许浚	15	Yang Hongjun/Wang Chaoran/Son Miwon	8

“/”表示发文量相同作者并列出现。

“/” indicates that authors with the same publication volume appear side by side.

3.2.2 延胡索研究领域的期刊分析 高载文量（或高影响力）的期刊有助于科研成果的广泛传播，为其交流与发展创造更多机会。对延胡索在学术期刊的分布进行分析，可明确该领域研究类型的热点方向与前景。研究显示，2000—2024年，累计共有1 882个期刊发表了与延胡索相关的学术成果，其中，中文期刊1 243个，英文期刊639个。国内高载文量前10的期刊分别是《陕西中医》《实用中医内科杂志》《中成药》《实用中医药杂志》《中医研究》《中草药》《中国实验方剂学杂志》《中国民间疗法》《时珍国医国药》及《新中医》（表2）。在排名前10

的中文期刊中，中医学相关杂志发表的延胡索临床研究成果占比为58.2%，可见延胡索临床研究与药学研究并重。延胡索英文文献成果主要分布于生物医药类相关杂志，载文量前10的期刊分别是 *Journal of Ethnopharmacology*、*Frontiers in Pharmacology*、*Molecules*、*Evidence Based Complementary and Alternative Medicine*、*Journal of Chromatography B*、*Journal of Separation Science*、*Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*、*PLoS One*、*Phytomedicine*、*Chemicals & Chemistry* 及 *Journal of Chinese Medicinal Materials*。

表 2 延胡索高发文量前 10 期刊

Table 2 Top 10 journals with high circulation of *C. yanhusuo*

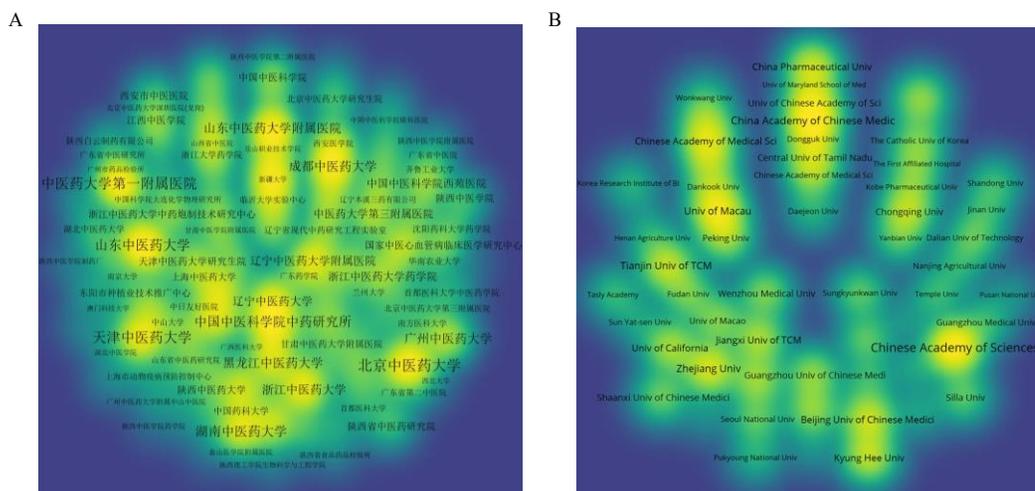
排名	中文期刊	发文量/篇	英文期刊	发文量/篇
1	陕西中医	230	<i>Journal of Ethnopharmacology</i>	52
2	实用中医内科杂志	213	<i>Frontiers in Microbiology</i>	28
3	中成药	183	<i>Molecules</i>	24
4	实用中医药杂志	153	<i>Evidence Based Complementary and Alternative Medicine</i>	19
5	中医研究	144	<i>Journal of Chromatography B</i>	19
6	中草药	115	<i>Journal of Separation Science</i>	18
7	中国实验方剂学杂志	105	<i>Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis</i>	17
8	中国民间疗法	103	<i>PLoS One</i>	16
9	时珍国医国药	103	<i>Phytomedicine</i>	15
10	新中医	101	<i>Chemicals & Chemistry/ Journal of Chinese Medicinal Materials</i>	10

“/”表示发文量相同期刊并列出现。

“/” indicates that journals with the same publication volume appear side by side.

3.2.3 延胡索研究领域的机构合作分析 分析各机构有关延胡索研究的发文量以及研究机构间的科学协作情况，可以反映出在延胡索研究领域各科研机构的贡献程度以及影响力。机构合作分析采用

密度共现图的形式呈现，密度聚集度越高表明机构合作共现度越高。由图4-A和表3可知，中文文献中共有6 861个研究机构对延胡索进行科学研究，研究延胡索的机构多集中于各省中医药大学。发文



A-中文文献研究机构合作网络; B-英文文献研究机构合作网络。

A-cooperative network of research institutions of Chinese literature; B-cooperative network of research institutions of English literature.

图 4 机构合作密度图

Fig. 4 Institutional cooperation density maps

表 3 延胡索高发文量排名前 10 研究机构

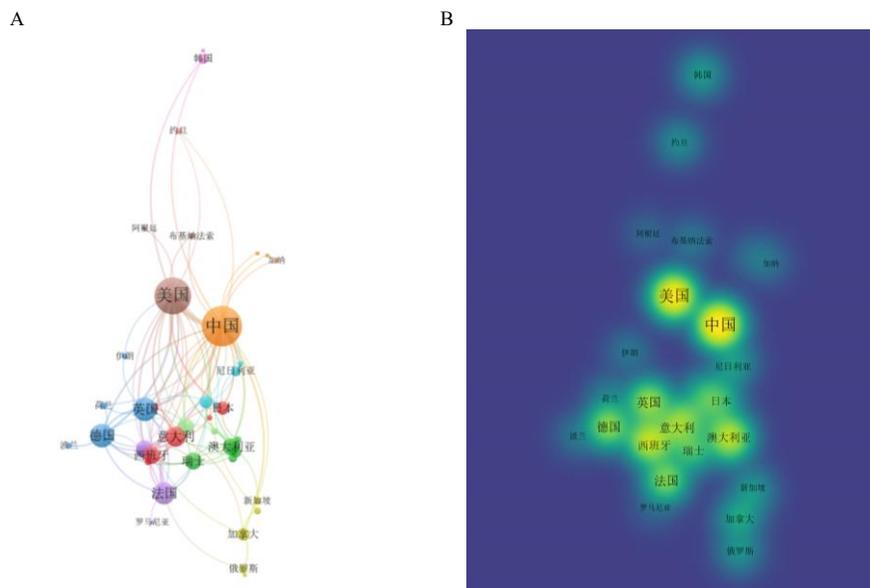
Table 3 Top 10 research institutions with highest number of publications on *C. yanhusuo*

排名	中文文献		英文文献	
	机构	发文量/篇	机构	发文量/篇
1	广州中医药大学	204	Chinese Academy of Sciences	34
2	北京中医药大学	159	China Pharmaceutical University	30
3	山东中医药大学	157	Zhejiang University	27
4	辽宁中医药大学	144	China Academy of Chinese Medical Sciences	23
5	湖北中医药大学	136	Shenyang Pharmaceutical University	21
6	南京中医药大学	132	Beijing University of Chinese Medicine	18
7	成都中医药大学	100	Tianjin University of TCM	17
8	时珍国医国药	99	Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College	15
9	中国民间疗法	97	Nanjing University of Chinese	15
10	中国中医科学院中药研究所	87	Second Military Medical University	13

量前 10 的机构分别为广州中医药大学、北京中医药大学、山东中医药大学、辽宁中医药大学、湖北中医药大学、南京中医药大学、成都中医药大学、黑龙江中医药大学、长春中医药大学及中国中医科学院中药研究所。山东中医药大学与山东中医药大学附属医院合作关系较为紧密，主要研究领域集中在延胡索化学成分分析、延胡索临床应用、延胡索与其他药材配伍研究等方面^[29]。英文文献中共有 1 374 个研究机构从事延胡索相关领域的研究，从图 4-B 和表 3 可知，在英文期刊上以中国科学院的发文量最多，从 20 世纪 50 年代开始有学者对延胡索中不同种类生物碱类成分进行了分离解析。排名第 2 和第 3 的分

别为中国药科大学和浙江大学。中国科学院与中国科学院大学合作关系较为紧密，主要研究领域集中在延胡索中叔胺碱和季铵碱类生物碱成分分离、生物碱晶体结构解析、延胡索质量分析方法建立、延胡索乙素和延胡索酸等单体生物碱活性机制评价等方面^[30]。综上分析，全球范围内，中国是延胡索研究的主要力量。

3.2.4 延胡索研究领域的跨地域合作分析 对延胡索国际研究领域的跨地域合作情况进行可视化分析，明确延胡索科学研究领域涉及的主要国家及国际间相互协作情况。由图 2 可知，全球共有 60 个国家参与延胡索的研究。由图 5 及表 4 可知，活跃



A-跨地域合作网络共现图；B-跨地域合作密度共现图。

A-co-occurrence map of cross-regional cooperation network; B-co-occurrence map of cross-regional cooperation density.

图5 跨地域合作共现图

Fig. 5 Co-occurrence maps of cross-regional cooperation

表4 发文量前10的国家

Table 4 Top 10 countries by number of publications

排名	国家	发文量/篇	标准化角中心度	主要合作对象
1	中国	622	0.47	美国、德国、英国
2	美国	141	0.33	中国、英国、德国
3	韩国	79	0.05	中国、美国、越南
4	德国	74	0.21	中国、美国、英国
5	日本	37	0.11	中国、美国、意大利
6	英国	37	0.25	中国、美国、德国
7	印度	27	0.11	中国、美国、瑞士
8	法国	21	0.23	中国、美国、德国
9	意大利	20	0.23	美国、法国、英国
10	加拿大	19	0.09	中国、英国、意大利

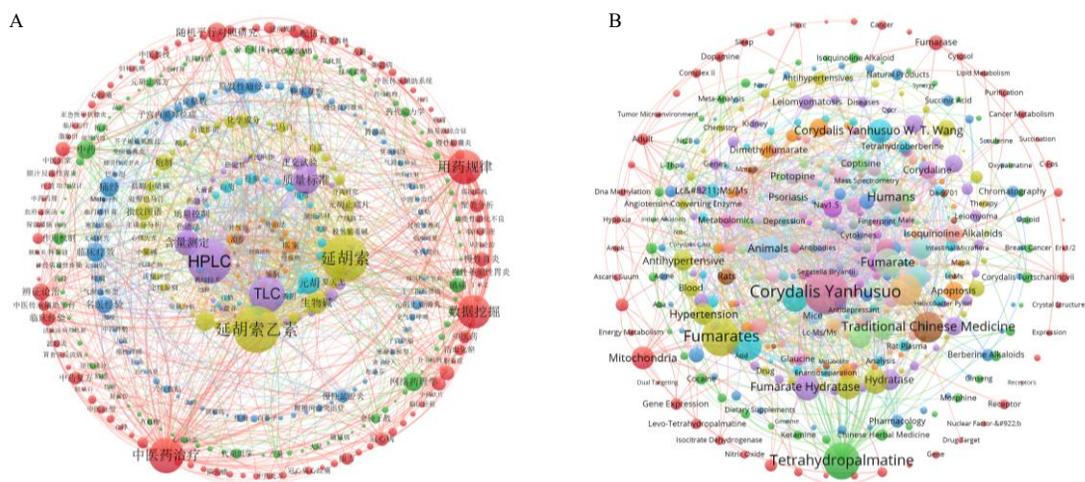
程度较高的国家有中国、美国、英国，形成以各自为代表的学术合作交流网络，学术合作较为紧密的国家为中国与美国、英国、法国等，研究热点主要集中在生物碱成分分析^[31]、新型药物、代谢相关分子在疾病中的治疗^[32]等领域。

3.3 延胡索研究热点分析

3.3.1 延胡索研究关键词聚类分析 关键词是文献的核心与灵魂，是作者对研究内容的高度提炼和表达，是该学术论文的核心标签。本研究中关键词的聚类分析是以线条粗细密集程度体现关键词的连接强度，圆圈和标签对应相应的关键词，圆圈大小代表关键词的节点频次，相同颜色表示与研究内容相似的同聚类。关键

词聚类分析有助于快速了解该领域的研究热点和发展趋势，图谱网络中的节点越大、频次越高，表明该类研究的关键词具有较高的研究热度与相关性。

延胡索中文文献研究中主要形成6个核心的关键词聚类集（图6-A）。聚类I（青色圈）：该聚类多以含元胡的方剂为主要研究对象，核心关键词为元胡。在该聚类中，兰婧等^[33]建立了以高效液相色谱-电喷雾检测器联用的检测技术对元胡止痛口服液中糖类成分进行了定量指纹图谱分析；刘娟汝等^[34]以延胡索乙素对映异构体的比值为评价指标，制订了元胡止痛片的质量分析标准。聚类II（紫色圈）：该聚类主要采用HPLC、TLC等方法对延胡索质量进行



A-中文文献关键词共现聚类图; B-英文文献关键词共现聚类图。

A-co-occurrence clustering diagram of keywords in Chinese literature; B-co-occurrence clustering diagram of keywords in English literature.

图 6 关键词共现聚类图

Fig. 6 Keyword co-occurrence clustering diagrams

检测。在该聚类中,张纯等^[35]采用 TLC 和 HPLC 方法对延胡索进行定性定量鉴别,多维度评价延胡索配方颗粒质量。聚类 III (黄绿色圈): 该聚类居于延胡索相关研究的核心地位,主要是延胡索相关化学成分、指纹图谱、炮制、工艺制备、主要功效物质等方面的研究,核心关键词为延胡索、延胡索乙素。在该聚类中,齐雅芝等^[36]研究了延胡索总生物碱对戊四氮所诱导的慢性癫痫大鼠的治疗作用;尹逊哲等^[37]阐释了延胡索乙素通过调控线粒体凋亡来促进人肝细胞癌凋亡的作用机制。聚类 IV (蓝色圈): 该聚类主要是延胡索临床疗效方面的研究,以临床疗效、痛经、子宫内膜异位症、慢性盆腔炎、原发性痛经、名医经验等为关键词。在该聚类中,范会冉等^[38]通过比较发现产地鲜切加工与传统加工的延胡索对痛经的治疗效果相当;林丛等^[39]研究发现延胡索具有改善心绞痛患者冠状动脉微循环的作用。聚类 V (绿色圈): 该聚类以网络药理学、药动学、代谢组学等为核心关键词。在该聚类中,侯凯等^[40]通过网络药理学探究发现延胡索治疗心绞痛的重要靶点及作用机制;胡楠等^[41]通过药动学揭示延胡索单味药及其复方药动学的差异,为阐明其复方作用机制及配伍理论提供重要依据;吴丹等^[42]通过代谢组学技术解析了延胡索乙素改善脂肪肝的作用机制。聚类 VI (红色圈): 该聚类是以中医药治疗、数据挖掘、用药规律等为主要代表的延胡索外延领域的研究。在该聚类中,白雨鑫等^[43]利用数据挖掘方法探究含延胡索方剂的组方

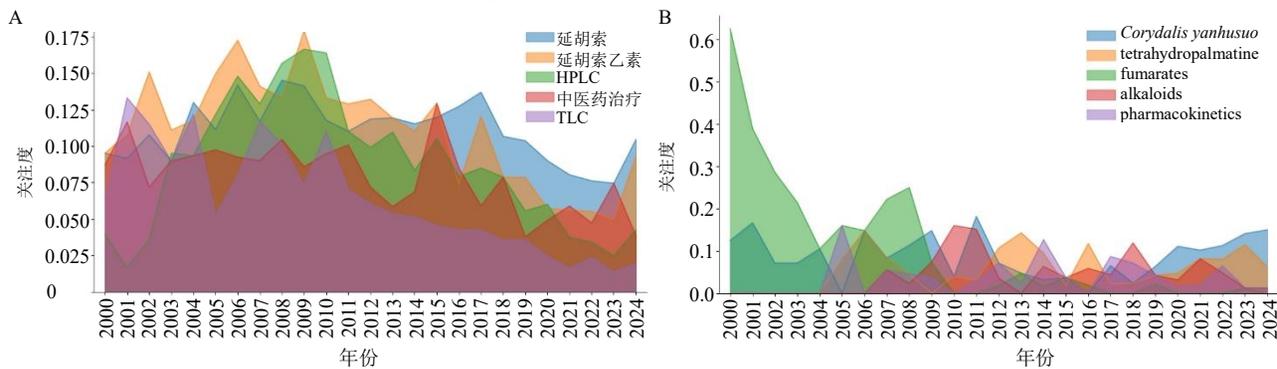
规律。

由图 6-B 可知,延胡索英文文献研究热点构成 6 个核心关键词聚类集。聚类 I (红色圈): 该聚类呈现以 mitochondria (线粒体)、fumarate hydratase (延胡索酸酶/延胡索酸水合酶) 为核心词的层级结构,共同探究其在癌症治疗方面的成效^[44-45]。聚类 II (绿色圈): 是以 tetrahydropalmatine (延胡素乙素) 为代表性成分的聚类圈,作为中药延胡索中的核心成分,探究了其多靶点^[46]、多途径^[47]的药理特性。聚类 III (黄绿色圈): 为 fumarates (延胡索酸/富马酸)、antihypertensives (抗高血压药) 等药理作用的聚类层,探究延胡索化学成分的多样性作用机制^[48]。聚类 IV (青色圈): 是以 alkaloid (生物碱) 为代表的化合物在神经系统疾病治疗方面 pharmacokinetics (药动学) 特性评价的聚类圈,主要探索延胡索在神经系统相关疾病治疗过程中药物在体内的代谢运动过程^[49-50]。聚类 V (棕色圈): 是以 traditional Chinese medicine (中药) 为关键词的聚类圈,探究了延胡索及其复方制剂的系统性研究^[51]。聚类 VI (粉色圈): 是立足 *Corydalis yanhusuo* (延胡索) 的道地性,对其 quality control (质量控制) 进行重点评价的聚类圈,作为研究的核心主体,高效把控产品质量,利于延胡索的高品质发展^[52]。

3.3.2 延胡索逐年关注度分析 逐年关注度是每年关键词频次与当年发文量的比值,图谱面积表示关注度情况,通过模型构建与共现算法,对药用植物的发展提供预测。延胡索关键词的动态变化情况

可有效反应其变化规律，这一趋势特征为分析该领域的研究热点变化提供数据支撑。如图7所示，国内外延胡索关键词的动态变化呈现明显差异。中文文献延胡索逐年关注度中以延胡索、延胡索乙素、HPLC、中医药治疗及TLC为高热点关键词，侧重于研究延胡索的化学成分分析及质量控制方法。英文文献中延胡索逐年关注度以 *Corydalis yanhusuo*、

tetrahydropalmatine、fumarates、alkaloid及pharmacokinetics为热点关键词，侧重于研究延胡索的化学成分及其应用部位。其中，fumarates在2000—2009年属于高热点关键词。总体而言，延胡索关注热点的动态变化，体现延胡索的国内外研究侧重点不同，研究学者从多角度探索中药延胡索的应用，致力于完善延胡索的全面应用开发。



A-中文文献关键词逐年关注度变化；B-英文文献关键词逐年关注度变化。
A-changes in annual attention to keywords in Chinese literature; B-changes in annual attention to keywords in English literature.

图7 中英文文献关键词逐年关注度变化

Fig. 7 Changes in annual attention to keywords in Chinese and English literature

3.3.3 国内各地区机构共现分析 对国内研究延胡索的相关地区机构的发文频次进行统计分析，由图8可知，国内共有34个省市的机构对延胡索进行研究并发文，发文频次较高的有广东、江苏、河南、浙江等省，发文较少的则为西藏、台湾、香港、澳门等省（或特别行政区）。从延胡索栽培技术（浙江）^[53]、炮制工艺（陕西）^[54]、药理活性（四川）^[55]等研究方向形成差异对比合作，多角度的合作阐明了延胡索处于中药研究的焦点。

以省、直辖市为单元进行地域划分得到延胡索发文量排名前10的省市，构建各省市有关延胡索研究的机构共现聚类图谱，明确各省市研究延胡索的机构分布、研究热点，机构之间合作密切程度等。结果表明，延胡索研究排名前10的省市分别为广东省、江苏省、河南省、浙江省、山东省、北京市、陕西省、湖北省、河北省、四川省与辽宁省（并列第10），延胡索研究各省市关键词共现聚类图见图9。

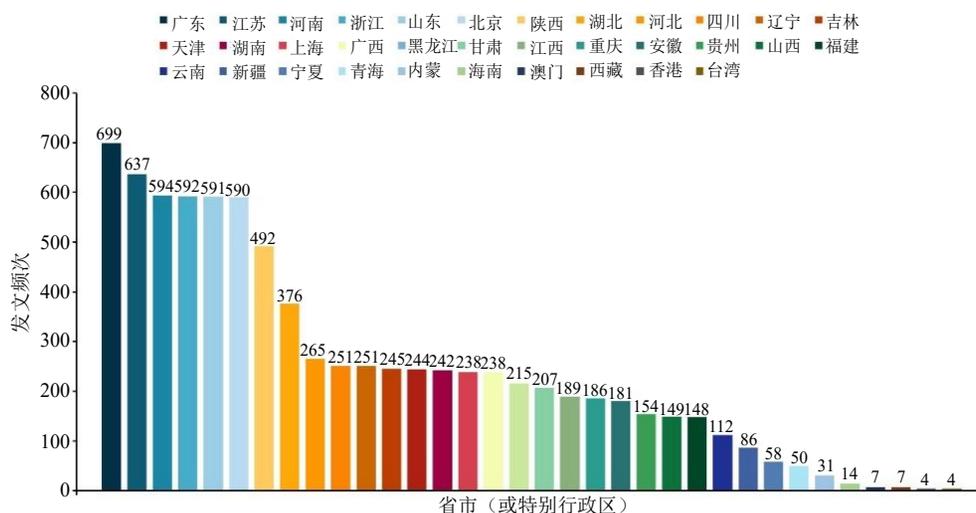


图8 34个省市及特别行政区发文频次统计

Fig. 8 Statistics on frequency of documents issued by 34 provinces, municipalities and special administrative regions

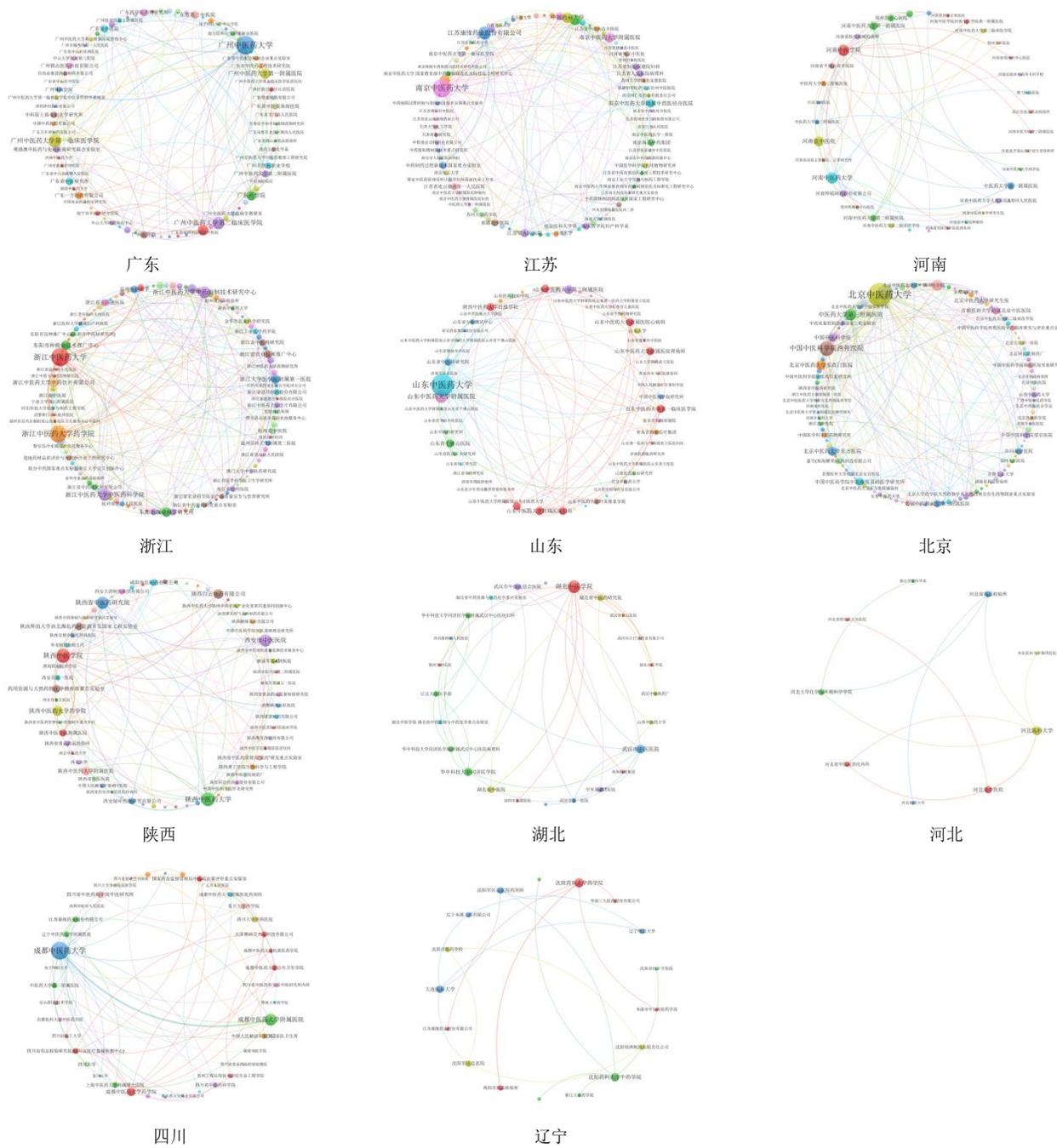


图9 延胡索研究排名前10的省市关键词共现聚类图

Fig. 9 Keyword co-occurrence clustering maps of top 10 provinces and cities in *C. yanhusuo* research rankings

广东地区有关延胡索发文机构的共现聚类结果表明，研究延胡索的单位涵盖广东省中医药院校、科研院所、医院、制药企业等，其中以广州中医药大学、广州中医药大学第一附属医院以及广州中医药大学第二附属医院为主要核心研究发文机构，机构间联系较为密切，其研究聚焦于延胡索的活性成分分析、药效机制评价及含延胡索的镇痛经验方挖掘等方面^[56-57]。

江苏地区有关延胡索发文机构的共现聚类结果表明，以南京中医药大学、江苏康缘药业股份有限公司为主要发文机构，呈现出中医药大学与企业之间的“产-学-研-用”联合协作模式，为多技术联合应用对延胡索质量控制、延胡索制剂工艺优化、延胡索成分分析等方面的影响提供一定的借鉴^[58-60]。

河南地区有关延胡索发文机构的共现聚类结果表明，河南中医药大学（河南中医学院）、河南省

分析中设置突现频次为3, 突现词数量为30。中文文献延胡索关键词突现情况呈阶段性变化。2000—2010年为延胡索初步研究阶段, 研究聚焦于延胡索质量标准、含量测定及药效评价等方面。2011—2013年为延胡索研究过渡阶段, 本阶段无关键词突现, 原因有以下2个方面: 其一, 从研究发展阶段来看, 2011年之前, 延胡索的研究聚焦于以延胡索乙素为代表的化学成分研究、药理作用评价及以HPLC、TLC等分析方法为代表的质量控制方法建立等方面, 其研究焦点已进入一个平稳的、渐进式的知识积累期, 尚未有突破性的新理论、新技术或新热点集中爆发, 导致本阶段无新的关键词突现。其二, 从技术与方法层面分析, 虽然网络药理学、代谢组学、分子对接等技术及理论已经在医药领域成熟应用, 但尚未系统性地应用于延胡索这一具体研究对象。研究手段的延续性使得关键词分布未能出现由新技术驱动的、标志性的“突现”词汇。因此本阶段无关键词突现, 恰恰反映了该领域在经历早期基础探索后, 进入了一个相对稳定和蓄力的平台期, 为后期新关键词的突现奠定了基础。2014—2018年, 延胡索研究聚集于临床观察、临床治疗、中药复方及代谢组学等方面。2019—2024年, 延胡索的研究逐渐多维化, 以延胡索炮制经验传承、含延胡索复方数据挖掘、网络药理学和分子对接技术等为研究的热点领域。无论是国内还是国际研究, 其关键词突现的根本驱动力均源于研究范式的转换。从传统的化学分离、药理实验, 转向系统性的、基于大数据和计算模拟的研究方法, 是全球范围内中药现代化研究的共同趋势。英文文献关键词突现结果显示, 2000—2013年, 以延胡索植物种属分类与生物碱类成分为主要研究对象, 聚焦于 *Corydalis yanhusuo* 种属类别鉴定^[88]、特征成分 fumarates 的结构分析^[89]、alkaloid 的成分分离^[90]等方面; 2014—2020年, 研究方向聚焦于延胡索 pharmacokinetics 研究^[91]、multiple sclerosis 研究^[92]、fumarase 研究^[93]以及 *Corydalis decumbens* 研究^[94]等方面。2021—2024年, 研究热点为采用 network pharmacology (网络药理学)^[95]与 molecular docking (分子对接)^[96]等技术对延胡索药效作用机制进行深入解析。中文文献关键词“网络药理学”(2020年)突现普遍早于英文文献“network pharmacology”(2021年)。这表明国内在将该前沿计算方法应用于延胡索上, 扮演了更早的探索者和推动者角色。从2010年开始,

国内已有大量学者倡导并应用该方法于各类中药研究, 形成了早期的学术热潮。而国际学界对特定中药(如延胡索)的系统性研究, 往往需要在更广泛的植物药或天然产物研究范式演进中逐步跟进, 因此反应周期相对较长。

4 讨论与展望

延胡索作为我国传统特色中药, 其药用历史悠久。本研究基于文献计量学分析, 从不同角度梳理总结了2000—2024年以来全球范围内中医药学者们对延胡索的研究情况, 系统展示了延胡索研究领域的现状、热点及进展。延胡索科学产出的整体分析结果显示, 延胡索作为全球范围内广泛研究的中药品种之一, 共有58个国家对延胡索进行了研究, 其中, 中国为全球发表延胡索文章最多的国家, 在延胡索研究领域展现了主导地位。国内共有34个省市及特别行政区对延胡索进行研究, 发文频次较高的省份有广东、江苏、河南及浙江等地, 发文量排名前10研究机构主要以各省中医药大学为主, 以广州中医药大学发文量最高。国际范围内, 美国、韩国、德国、英国等国家发文量相对靠前, 国家相互之间的合作较为紧密。

延胡索的研究呈现出清晰的阶段性特征, 展现了其从基础认知到系统化、精细化探索研究的过程, 体现了现代中药研究从空白到逐渐成熟的典型过程。第1阶段: 围绕延胡索药材种质资源、延胡索中成分、药理活性、质量控制方法等进行了研究, 此阶段解决了延胡索“是什么”和“有没有效”的基础问题, 为后续研究奠定了物质基础和药效学根基。第2阶段: 研究热点聚焦在明确已有延胡索生物碱类成分基础上建立多成分药材和制剂质量控制体系升级、药效作用机制探索、产地加工和炮制关键工艺优化与标准化、体内代谢过程评价等方面, 此阶段致力于解决“如何保证质量”和“为何起效”的问题, 延胡索研究体系逐渐系统化。第3阶段: 围绕延胡索产地加工炮制工艺创新、含延胡索复方挖掘与新药开发、新技术应用于延胡索质量控制、多组学技术联合应用探究延胡索生物碱成分药效作用机制等方面, 此阶段致力于解决“如何更好”和“深层作用机制”的问题, 推动延胡索研究向现代化、国际化迈进。综上所述, 通过文献计量学可视化手段对延胡索研究领域进行分析, 可以清晰地勾勒出其从基础到前沿、从单一到系统的变化脉络。研究热点已从早期的资源、成分鉴定与基础

药效验证, 历经质量控制与体内代谢过程的应用深化, 最终发展为当前多组学机制探索、智能制造工艺与创新制剂研发的多学科交叉融合新阶段。可视化分析不仅印证了延胡索研究领域的持续活力, 也揭示了其与现代科学技术同步发展的鲜明特征。

展望未来, 延胡索研究将继续向深度和广度拓展, 首先, 在延胡索的现代研究中, 整合多组学技术、网络药理学与人工智能为代表的前沿方法, 为其药效物质基础、作用机制及质量控制研究开辟全新路径。通过基因组学可解析延胡索遗传背景与次生代谢物合成通路; 蛋白质组学与代谢组学则能系统揭示其干预疾病过程中的关键蛋白与内源性代谢物变化, 从而全面阐释其多成分、多靶点的作用特点。网络药理学在此基础上, 可构建“成分-靶点-通路”多维网络, 预测延胡索治疗疼痛、心血管疾病等的潜在机制。而人工智能技术尤其是机器学习和深度学习能够在海量组学与文献数据中挖掘隐藏模式, 辅助活性成分筛选、作用靶点预测及复方配伍优化, 显著提升研究效率与系统性。然而, 这些整合应用仍面临多重挑战: 其一, 数据整合与标准化问题突出, 不同组学平台产生的数据异质性强, 缺乏统一注释与质量控制标准; 其二, 延胡索化学成分复杂, 许多成分含量低、结构相似, 精准鉴定与定量分析仍存在技术瓶颈; 其三, 网络药理学预测结果假阳性率较高, 需结合实验验证予以确认; 其四, 人工智能模型的可解释性不足, 其预测机制常被视为“黑箱”, 在中医药复杂理论体系下的适用性有待进一步探讨; 其五, 跨学科合作与复合型人才短缺, 同时涉及中药学、信息学与计算生物学的研究团队尚不普遍。未来, 通过建立规范的延胡索组学数据库、开发适配中药特点的计算模型、加强实验与计算的迭代验证, 并深化跨领域协作, 有望逐步突破这些瓶颈, 推动延胡索研究向系统化、精准化方向发展。其次, 绿色、智能化的产地加工与炮制新工艺, 以及以生物碱单体为基础的新型递药系统(如纳米制剂)的开发将是提升药材品质和临床疗效的关键方向。最后, 研究范式必将从“单味药”全面转向“复方系统”, 在中医药理论指导下, 科学诠释延胡索在复方中的君臣佐使地位及协同增效机理。通过汇聚多学科前沿技术, 延胡索研究有望为中药现代化研究树立典范, 最终推动具有国际影响力的现代中药产品诞生, 为人类健康事业作出更大贡献。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 145.
- [2] 郑浩, 邹小维, 王诗语, 等. 延胡索的本草考证 [J]. 安徽农业科学, 2022, 50(10): 139-144.
- [3] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草 (第三册第七卷) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 643.
- [4] 郑娜, 张红, 李佰成, 等. 延胡索化学成分与药理作用研究进展 [J]. 中成药, 2025, 47(3): 872-883.
- [5] 施江南, 温乐乐, 江丽洁, 等. 基于文献计量学的覆盆子研究热点与趋势分析 [J]. 中草药, 2025, 56(2) :598-616.
- [6] 梁国华, 吴福彬. HPLC 法测定克痹骨泰胶囊中延胡索乙素的含量 [J]. 中国药师, 2012, 15(3): 427-428.
- [7] 邱鹏程, 张笑恺, 王四旺, 等. 元胡止痛方的研究进展 [J]. 时珍国医国药, 2015, 26(12): 2993-2996.
- [8] 李洪峥, 杨文文, 于子凯, 等. 国医大师陈可冀运用延胡索治疗心系疾病经验研究 [J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2024, 26(3): 564-574.
- [9] 白雨鑫, 段小云, 寇楠, 等. 基于数据挖掘的含延胡索组方用药规律分析 [J]. 实用药物与临床, 2023, 26(1): 6-12.
- [10] Lin P L, Cao J L, Ren P, *et al.* Network pharmacology and experimental validation to explore mechanism of tetrahydropalmatine on acute myocardial ischemia [J]. *Chin J Integr Med*, 2023, 29(12): 1087-1098.
- [11] Tian D M, Zhao H D, Cao J, *et al.* Deciphering *in vivo* metabolic profile and pharmacological mechanisms of Jitongning Tablet for the treatment of ankylosing spondylitis [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2023, 227: 115271.
- [12] Lyu Y, Wang Y, Guo J Y, *et al.* Integrating serum pharmacochimistry and network pharmacology to reveal the active constituents and mechanism of *Corydalis Rhizoma* in treating Alzheimer's disease [J]. *Front Aging Neurosci*, 2023, 15: 1285549.
- [13] Lin X, Chen D, Chu X Y, *et al.* Oxypalmatine regulates proliferation and apoptosis of breast cancer cells by inhibiting PI3K/AKT signaling and its efficacy against breast cancer organoids [J]. *Phytomedicine*, 2023, 114: 154752.
- [14] Wang J, Liu Q T, Shen D Y, *et al.* Network pharmacology analysis of the active ingredients of *Corydalis hendersonii* Hemsl. and their effects on eliminating neuroinflammation and improving motor functions in MPTP-intoxicated mice [J]. *J Ethnopharmacol*, 2024, 318: 117009.
- [15] Ma T T, Pan X, Wang T T, *et al.* Contamination and health risk of pesticides in eight popular Chinese traditional medicines from Zhejiang Province [J]. *Environ Sci Pollut*

- Res Int*, 2024, 31(6): 9106-9120.
- [16] Xu D Q, Ye Z Q, Huang Y J, *et al.* Haplotype-resolved genome assembly of *Corydalis yanhusuo*, a traditional Chinese medicine with unusual telomere motif [J]. *Hortic Res*, 2024, 11(2): uhad296.
- [17] Luis P B, Schneider C. Large variability in the alkaloid content of *Corydalis yanhusuo* dietary supplements [J]. *Front Pharmacol*, 2025, 15: 1518750.
- [18] Seo Y, Kim M, Kim T J. Enhanced efficacy of ciprofloxacin and tobramycin against *Staphylococcus aureus* when combined with *Corydalis tuber* and berberine through efflux pump inhibition [J]. *Antibiotics*, 2024, 13(5): 469.
- [19] Guberovic I, Frezza C. Functional implications of fumarate-induced cysteine succination [J]. *Trends Biochem Sci*, 2024, 49(9): 775-790.
- [20] Cookson T V M, Evans G L, Castell A, *et al.* Structures of *Mycobacterium tuberculosis* anthranilate phosphoribosyltransferase variants reveal the conformational changes that facilitate delivery of the substrate to the active site [J]. *Biochemistry*, 2015, 54(39): 6082-6092.
- [21] Gan C Y, Yoganathan K, Sim K S, *et al.* Corynanthean, eburnan, secocoleuconoxine, and pauciflorine alkaloids from *Kopsia pauciflora* [J]. *Phytochemistry*, 2014, 108: 234-242.
- [22] Chai L W, Donkor P O, Wang K, *et al.* Metabolic profiles of corydaline in rats by ultra-performance liquid chromatography coupled to quadrupole time-of-flight mass spectrometry [J]. *Xenobiotica*, 2019, 49(1): 80-89.
- [23] 宋洪伟, 毛睿, 李丽红, 等. 延胡索炮制前后多组分质量控制方法的研究 [J]. 天津中医药大学学报, 2019, 38(1): 63-67.
- [24] 刘焱, 黄小兰, 曾莹, 等. HPLC 法同时测定延胡索不同部位中 11 种核苷类成分 [J]. 中国野生植物资源, 2023, 42(3): 38-44.
- [25] 孟红旭, 姚明江, 任钧国, 等. 延胡索叔胺碱和季胺碱对豚鼠心室肌细胞动作电位和 HERG 通道电流的影响 [J]. 世界中医药, 2018, 13(1): 1-4.
- [26] Zhang Y Y, Shi K, Wen J, *et al.* Chiral HPLC determination and stereoselective pharmacokinetics of tetrahydroberberine enantiomers in rats [J]. *Chirality*, 2012, 24(3): 239-244.
- [27] Cheng X Y, Shi Y, Zhen S L, *et al.* HPLC-MS analysis of ethanol extract of *Corydalis yanhusuo* and simultaneous determination of eight protoberberine quaternary alkaloids by HPLC-DAD [J]. *J Chromatogr Sci*, 2010, 48(6): 441-444.
- [28] Wang L E, Zhang Y, Wang Z W, *et al.* The antinociceptive properties of the *Corydalis yanhusuo* extract [J]. *PLoS One*, 2016, 11(9): e0162875.
- [29] 程文秀, 于航, 丁楠, 等. 基于数据挖掘的弥漫型子宫腺肌病患者年龄分布及用药规律对比分析 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2021, 23(2): 560-565.
- [30] Wang R, Liu Y F, Zhou H, *et al.* Integration of micro-fractionation, high-performance liquid chromatography-ultraviolet detector-charged aerosol detector-mass spectrometry analysis and cellular dynamic mass redistribution assay to accelerate alkaloid drug discovery [J]. *J Chromatogr A*, 2020, 1616: 460779.
- [31] Dou Z Y, Li K F, Wang P, *et al.* Effect of wine and vinegar processing of *Rhizoma Corydalis* on the tissue distribution of tetrahydropalmatine, protopine and dehydrocorydaline in rats [J]. *Molecules*, 2012, 17(1): 951-970.
- [32] Azzimato V, Chen P, Barreby E, *et al.* Hepatic miR-144 drives fumarase activity preventing NRF2 activation during obesity [J]. *Gastroenterology*, 2021, 161(6): 1982-1997.e11.
- [33] 兰婧, 颜佳乐, 曹智铭, 等. 基于 HPLC-CAD 的元胡止痛口服液糖类成分定量指纹图谱研究 [J]. 中国现代应用药学, 2024, 41(12): 1694-1698.
- [34] 刘娟汝, 耿昭, 荀琰, 等. 基于指纹图谱结合对映异构体比值法对元胡止痛片进行质量分析 [J]. 药物分析杂志, 2022, 42(8): 1472-1481.
- [35] 张纯, 范晓良, 陈叶青, 等. 基于 Q-marker 等多维度评价延胡索配方颗粒的质量 [J]. 中成药, 2022, 44(8): 2464-2469.
- [36] 李君, 齐雅芝, 唐娅, 等. 延胡索总生物碱对慢性脑缺血大鼠海马沉默信息调节因子 1/肿瘤抑制基因 P53 蛋白信号通路的调控作用及其机制研究 [J]. 中国脑血管病杂志, 2023, 20(12): 837-845.
- [37] 尹逸哲, 刘作家, 汪劲. 延胡索乙素通过线粒体活性氧调控能量代谢表型转换促进人肝细胞癌凋亡 [J]. 中国中药杂志, 2022, 47(23): 6494-6504.
- [38] 范会冉, 罗云云, 杨莹, 等. 产地鲜切加工、传统加工延胡索对痛经小鼠治疗作用的比较 [J]. 中成药, 2018, 40(6): 1370-1373.
- [39] 林丛, 潘嘉林, 李华, 等. 延胡索对冠状动脉微循环功能影响的临床观察 [J]. 心脑血管病防治, 2023, 23(6): 9-12.
- [40] 侯凯, 何淼, 郭新星, 等. 基于网络药理学探索延胡索抗心绞痛机制 [J]. 邵阳学院学报: 自然科学版, 2023, 20(5): 69-81.
- [41] 胡楠, 孟彦彬, 单思雨, 等. 基于 LC-MS/MS 的金铃子散单味药及复方在大鼠体内的药代动力学研究 [J]. 中国中药杂志, 2025, 50(5): 1385-1391.

- [42] 吴丹, 张俊红, 付璐, 等. 基于广泛靶向代谢组学技术探究延胡索乙素对慢性疼痛大鼠脊髓代谢谱的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(23): 187-194.
- [43] 白雨鑫, 段小云, 寇楠, 等. 基于数据挖掘的含延胡索组方用药规律分析 [J]. 实用药物与临床, 2023, 26(1): 6-12.
- [44] Xu Z T, Chen X P, Zhang Q W, *et al.* *Corydalis yanhusuo* W.T. Wang extract inhibits MCF-7 cell proliferation by inducing cell cycle G₂/M arrest [J]. *Am J Chin Med*, 2011, 39(3): 579-586.
- [45] Laurenti G, Tennant D A. Isocitrate dehydrogenase (IDH), succinate dehydrogenase (SDH), fumarate hydratase (FH): Three players for one phenotype in cancer? [J]. *Biochem Soc Trans*, 2016, 44(4): 1111-1116.
- [46] Zhao Y, Liang A H, Zhang Y S, *et al.* Impact of tetrahydropalmatine on the pharmacokinetics of probe drugs for CYP1A2, 2D6 and 3A isoenzymes in beagle dogs [J]. *Phytother Res*, 2016, 30(6): 906-914.
- [47] Zhang M Y, Liu Y P, Zhang L Y, *et al.* Levotetrahydropalmatine attenuates bone cancer pain by inhibiting microglial cells activation [J]. *Mediators Inflamm*, 2015, 2015: 752512.
- [48] Albadi A M, Alshahrani M M, Allehebi R O. Sleep-related breathing disorder (central sleep apnoea) improved coincidentally by medical therapy with fumarates (dimethyl fumarate) [J]. *Drugs Context*, 2023, 12: 2023-2026-3.
- [49] Ju L J, Hu P P, Chen P, *et al.* *Corydalis saxicola* Bunting total alkaloids attenuate walker 256-induced bone pain and osteoclastogenesis by suppressing RANKL-induced NF- κ B and c-fos/NFATc1 pathways in rats [J]. *Front Pharmacol*, 2021, 11: 609119.
- [50] Huang X C, Su S L, Cui W X, *et al.* Simultaneous determination of paeoniflorin, albiflorin, ferulic acid, tetrahydropalmatine, protopine, typhaneoside, senkyunolide I in Beagle dogs plasma by UPLC-MS/MS and its application to a pharmacokinetic study after oral administration of Shaofu Zhuyu Decoction [J]. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*, 2014, 962: 75-81.
- [51] Wu L Z, Lin S H, Hu Y J, *et al.* Potential mechanism of Luoshi Neiyi prescription in endometriosis based on serum pharmacochimistry and network pharmacology [J]. *Front Pharmacol*, 2024, 15: 1395160.
- [52] Wu X, Zhang H B, Fan S S, *et al.* Quality markers based on biological activity: A new strategy for the quality control of traditional Chinese medicine [J]. *Phytomedicine*, 2018, 44: 103-108.
- [53] 张红叶. 浙江省栽培延胡索的基因和次生代谢物多样性及其关系 [D]. 温州: 温州医科大学, 2010.
- [54] 卢芬萍, 高原, 杨潇雅, 等. 延胡索临方炮制历史沿革及现代研究进展 [J]. 中医药导报, 2023, 29(10): 79-83.
- [55] 陈斯. 延胡索化学成分和药理作用研究进展 [J]. 中医药信息, 2021, 38(7): 78-82.
- [56] 梁少姬, 王利胜. HPLC 测定痛经舒缓片中的延胡索乙素 [J]. 中华实用中西医杂志, 2005(21): 1527-1528
- [57] 李荣, 吴伟, 吴辉, 等. 延胡索碱预处理对缺血再灌注心肌细胞膜 L 型 Ca²⁺通道动力学的影响 [J]. 广州中医药大学学报, 2010, 27(4): 354-357.
- [58] 胡骏, 翁翎, 张聪, 等. UPLC-Q-TOF-MS 结合网络药理学及实验验证探讨穴位贴敷药物成分及其干预支气管哮喘的作用机制 [J]. 中国中药杂志, 2022, 47(5): 1359-1369.
- [59] 汤清涵, 张会, 沈菁菁, 等. 复合磷脂组成对香附四物汤活性成分透过脂质体人工皮肤膜行为的影响 [J]. 南京中医药大学学报, 2017, 33(4): 371-375.
- [60] 刘瑞, 宋亚玲, 刘莉娜, 等. 腰痹通胶囊化学成分研究 (II) [J]. 中草药, 2018, 49(3): 549-553.
- [61] 张静晓, 王宇亮, 孙晓娜, 等. 基于隐结构模型和关联规则探讨急性胰腺炎的用药规律 [J]. 环球中医药, 2022, 15(10): 1806-1813.
- [62] 赵志强, 阎晓霞. 化瘀通络法熏蒸联合推拿治疗膝关节炎 50 例 [J]. 中医研究, 2015, 28(9): 14-15.
- [63] 吕秋菊, 秦海燕, 宋捷民, 等. 延胡索药材商品规格等级划分的合理性研究 [J]. 甘肃中医药大学学报, 2017, 34(2): 70-76.
- [64] 吴婷, 王梦迪, 黄情儿, 等. 延胡索不同组织器官中内生真菌菌群结构与多样性分析 [J]. 中草药, 2023, 54(16): 5372-5378.
- [65] 刘婉滢, 王雨婷, 沈舶宁, 等. 延胡索的本草考证 [J]. 亚太传统医药, 2019, 15(6): 99-101
- [66] 刘严宏, 刘延平, 耿雅杰, 等. LC-MS/MS 法同时测定犬血浆中延胡索乙素和欧前胡素及其在元胡止痛片药动学研究中的应用 [J]. 中草药, 2016, 47(15): 2668-2675.
- [67] 周思多, 王晓, 冯金红, 等. 基于微量筛选模型的 48 种中草药提取物乙酰胆碱酯酶抑制活性筛选及评价 [J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(2): 328-332.
- [68] 李倩, 辛义周. 延胡索炮制研究进展 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2020, 22(6): 205-208.
- [69] 李雪丽, 刘建勋, 郭宇洁, 等. 延胡索大孔吸附树脂的分离纯化工艺研究 [J]. 中华中医药杂志, 2014, 29(4): 1021-1024.
- [70] 韩路拓, 杨佳妹, 任钧国, 等. 脱氢紫堇碱对高糖培养心肌成纤维细胞增殖和胶原分泌的影响 [J]. 中国中医药信息杂志, 2014, 21(10): 50-53.

- [71] 李洪峥, 付长庚, 于子凯, 等. 含延胡索中成药用药规律研究 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(19): 3457-3463.
- [72] 黄明艳, 陈可冀, 付长庚. 国医大师陈可冀中西医结合治疗高血压的经验撷英 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19(1): 158-160.
- [73] 高鹏, 杨小敏, 简红忠, 等. 钙镁磷肥对元胡种植区酸化土壤改良效果的探究 [J]. 陕西农业科学, 2022, 68(2): 36-38.
- [74] 骆晶, 孟雪, 胡卫涛, 等. 亲和萃取法筛选延胡索水提液中的活性成分 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2020, 22(10): 3768-3774.
- [75] 张明辉, 蔺宁利, 邵忙收. HPLC 法测定胃安宁片中延胡索乙素含量研究 [J]. 陕西中医学院学报, 2010, 33(1): 61-62.
- [76] 杨婷, 孙林梅, 高南南, 等. 孙林梅教授治疗溃疡性结肠炎临床经验 [J]. 四川中医, 2024, 42(4): 20-23.
- [77] 高振华, 王超然, 郭秀洁, 等. 延胡索中叔胺碱和季铵碱类组分的高效分离及镇痛活性鉴定 [J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(3): 507-514.
- [78] 刘丹, 刘超英, 张晓燕, 等. 复方血竭凝胶中延胡索生物碱的超临界 CO₂ 流体萃取工艺研究 [J]. 湖北中医杂志, 2008, 30(10): 53-54.
- [79] 肖凌, 侯俊杰, 聂晶, 等. 液-质联用研究元胡止痛系列制剂特征图谱 [J]. 中国医院药学杂志, 2012, 32(8): 574-579.
- [80] 李玉和. 延胡索药对治疗痛证的临床应用 [J]. 辽宁中医杂志, 2010, 37(12): 2346-2347.
- [81] 杨劫, 寇胜玲, 旋志刚. 元麝止痛液的制备及治疗癌性疼痛的疗效观察 [J]. 中成药, 2005, 27(2): 243-245.
- [82] 佟彬良, 吴梦琦, 颜文, 等. UPLC 法测定川芎定痛胶囊中四种成分 [J]. 河北医药, 2021, 43(22): 3498-3501.
- [83] 施婷婷, 王建新, 李希. 延胡索总生物碱提取工艺的试验研究 [J]. 中药与临床, 2014, 5(3): 14-16.
- [84] 刘涛, 周雪莲, 冯晶晶, 等. 醋用量对延胡索中延胡索乙素提取转移率的影响研究 [J]. 时珍国医国药, 2015, 26(9): 2150-2151.
- [85] 曹怡鸿, 刘倩, 杨孜, 等. 基于数据挖掘探讨药食同源方药治疗痛经用药规律 [J]. 新中医, 2022, 54(21): 20-25.
- [86] 赵宏兴, 王鑫, 刘有平, 等. LC-MS/MS 法研究加味左金丸在大鼠体内的药动学 [J]. 沈阳药科大学学报, 2021, 38(7): 668-674.
- [87] 王聪颖, 曹蕾, 贺宝莹, 等. 正交试验优选盆炎康栓提取工艺 [J]. 中药与临床, 2015, 6(2): 30-33.
- [88] Nussberger J, Wuerzner G, Jensen C, et al. Angiotensin II suppression in humans by the orally active renin inhibitor Aliskiren (SPP100): Comparison with enalapril [J]. *Hypertension*, 2002, 39(1): E1-E8.
- [89] Milenković M, Arsenović-Ranin N, Vucićečić D, et al. Beneficial effects of dimethyl fumarate on experimental autoimmune myocarditis [J]. *Arch Med Res*, 2008, 39(7): 639-646.
- [90] Zhang J, Jin Y, Liu Y F, et al. Two-dimensional RPLC-RPLC system with different pH in two dimensions for separation of alkaloids from *Corydalis yanhusuo* W. T. Wang [J]. *J Sep Sci*, 2009, 32(12): 2084-2089.
- [91] Liao C R, Chang S, Yin S L, et al. A HPLC-MS/MS method for the simultaneous quantitation of six alkaloids of *Rhizoma Corydalis Decumbentis* in rat plasma and its application to a pharmacokinetic study [J]. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*, 2014, 944: 101-106.
- [92] Ntranos A, Ntranos V, Bonnefil V, et al. Fumarates target the metabolic-epigenetic interplay of brain-homing T cells in multiple sclerosis [J]. *Brain*, 2019, 142(3): 647-661.
- [93] Eprintsev A T, Fedorin D N, Dobychnina M A, et al. Expression and promoter methylation of succinate dehydrogenase and fumarase genes in maize under anoxic conditions [J]. *J Plant Physiol*, 2017, 216: 197-201.
- [94] Huang Q, Chen J, Zhang W, et al. Alkaloids from *Corydalis decumbens* suppress neuronal excitability in primary cultures of mouse neocortical neurons [J]. *Phytochemistry*, 2018, 150: 85-92.
- [95] Li L F, Lyu X Y, Qiu Y L, et al. Potential molecular mechanisms of QiZhenYuanDan in treatment of atherosclerosis based on network pharmacology [J]. *Chinese J Appl Physio*, 2022, 38(3): 273-278.
- [96] Li H Z, Yang W W, Shang Z C, et al. Dehydrocorydaline attenuates myocardial ischemia-reperfusion injury via the FoXO signalling pathway: A multimodal study based on network pharmacology, molecular docking, and experimental study [J]. *J Ethnopharmacol*, 2025, 337(Pt1): 118738.

[责任编辑 潘明佳]