

基于 CiteSpace 和 VOSviewer 可视化知识图谱的龙胆属研究热点和趋势分析

赵一迈¹, 阿里穆斯^{1*}, 于红珍¹, 于媛媛¹, 许炜炜¹, 郭光瑛¹, 余姣能¹, 张玉霞¹, 郭蕊昕¹, 希吉日干¹, VANJIL Gundegmaa², BATTSEREN Tsambaa³, BATZAYA Gachmaa³, URTNASAN Mandakh⁴

1. 中央民族大学 民族医药教育部重点实验室, 北京 100800
2. 蒙古国立教育大学数学与自然科学学院, 蒙古国 乌兰巴托 14191
3. 蒙古科学院 植物园与研究所, 蒙古国 乌兰巴托 13330
4. 蒙古科学院 地理与生态研究所, 蒙古国 乌兰巴托 15170

摘要: **目的** 基于文献计量学方法, 运用 CiteSpace 和 VOSviewer 软件对国内外龙胆属领域研究现状进行可视化分析, 预测其未来研究热点和发展趋势。**方法** 以中国知网 (CNKI) 和 Web of Science (WOS) 核心合集数据库为数据来源, 检索 2005 年 1 月 1 日—2025 年 12 月 31 日龙胆属领域的相关文献。经人工剔除重复及不符合标准文献并统一规范关键词后, 利用 Excel、VOSviewer 及 CiteSpace 软件分别对龙胆属领域中英文文献的年发文量、期刊、机构、作者、国家、关键词等进行可视化分析。**结果** 检索得到符合要求的文献共 7 449 篇, 其中中文文献 6 121 篇, 英文文献 1 328 篇。中文文献年发文量呈波动趋势, 英文文献年发文量则呈上升趋势且增势迅速, 刊载龙胆属研究文献最多的中英文期刊分别是《中草药》(114 篇) 和 *Journal of Ethnopharmacology* (44 篇); 发文量最高的作者分别是王元忠 (61 篇) 和 Zhang Ji (27 篇); 发文量最多的机构分别为黑龙江中医药大学 (118 篇) 和 Chinese Academy of Sciences (110 篇); 发文量排名前 3 的国家分别是中国 (709 篇)、印度 (111 篇) 以及日本 (105 篇); 通过关键词分析发现, 当前研究热点主要集中于龙胆属复方分析、临床应用、物种鉴定、化学成分、药理作用和作用机制研究等方面。此外, 在新冠疫情期间, 含有龙胆的中药制剂也被用于治疗患者咳嗽、气喘等症状。**结论** 目前国内外对龙胆属领域的研究总体呈上升趋势, 近年来其研究正逐步从化学成分和药理作用的单一分析转向为“多组分、多靶点”协同机制的探讨, 深度融合基因组学、分子对接、网络药理学等现代技术方法, 为龙胆属物种的药效机制解析及创新应用提供了重要方向。未来对于该领域的研究也可通过加强国际化协作, 深化现代技术融合, 从而推动龙胆属领域研究向精准化和多层次发展。

关键词: 龙胆属; 龙胆苦苣; 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(2026)14-5628-20

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2026.14.023

Analysis of research hotspots and trends of *Gentiana* based on CiteSpace and VOSviewer visualized knowledge maps

ZHAO Yimai¹, BORJIGIDAI Almaz¹, YU Hongzhen¹, YU Yuanyuan¹, XU Weiwei¹, GUO Guangying¹, YU Jiaoneng¹, ZHANG Yuxia¹, GUO Ruixin¹, XORGAN Uranghai¹, VANJIL Gundegmaa², BATTSEREN Tsambaa³, BATZAYA Gachmaa³, URTNASAN Mandakh⁴

1. Key Laboratory of Ethnomedicine of Ministry of Education, Minzu University of China, Beijing 100800, China
2. School of Mathematics and Natural Sciences, Mongolian National University of Education, Ulaanbaatar 14191, Mongolia
3. Botanical Garden and Research Institute, Mongolian Academy of Science, Ulaanbaatar 13330, Mongolia
4. Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar 15170, Mongolia

收稿日期: 2026-03-14

基金项目: 国家自然科学基金项目 (32570457); 国家重点研发计划-政府间国际科技创新合作项目 (2022YFE0119300); 中央高校基本科研业务费

作者简介: 赵一迈 (2003—), 女, 回族, 硕士研究生, 研究方向为民族药资源保护与可持续发展研究。E-mail: 15066639720@163.com

*通信作者: 阿里穆斯 (1974—), 男, 蒙古族, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为民族药资源保护与可持续发展研究。

E-mail: almaz_b@muc.edu.cn

Abstract: Objective CiteSpace and VOSviewer softwares were used to conduct a visualized analysis of the current status of research on *Gentiana* worldwide, so as to predict its future research hotspots and developmental trends based on bibliometric methods. **Methods** Relevant literatures on *Gentiana* from January 1, 2005 to December 31, 2025 were retrieved from the China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Web of Science (WOS) Core Collection databases. After manually excluding duplicate and ineligible literatures and standardizing keywords, Excel, VOSviewer and CiteSpace were used to perform visualized analyses on the annual publication volume, publication journals, institutions, authors, countries and keywords of Chinese and English literatures in the field of *Gentiana*, respectively. **Results** A total of 7 449 eligible literature were retrieved, including 6 121 Chinese literature and 1 328 English literature. The annual publication volume of Chinese literature showed a fluctuating trend, while that of English literature presented a rapid upward trend. The Chinese and English journals publishing the most *Gentiana*-related studies were *Chinese Traditional and Herbal Drugs* (114 publications) and *Journal of Ethnopharmacology* (44 publications), respectively. The authors with the highest publication outputs were Wang Yuanzhong (61 publications) and Zhang Ji (27 publications). The institutions with the largest number of Chinese and English publications were Heilongjiang University of Chinese Medicine (118 publications) and Chinese Academy of Sciences (110 publications), respectively. The top three countries in terms of the number of articles published were China (709 publications), India (111 publications), and Japan (105 publications). The keyword analysis revealed that the current research hotspots mainly focused on the analysis of compound formulations, clinical applications, species identification, chemical composition, pharmacological effects, and mechanisms of action related to the *Gentiana* genus. In addition, traditional Chinese medicine preparations containing *Gentiana* have also been used to treat symptoms such as coughing and wheezing in patients during the COVID-19 pandemic. **Conclusion** Research on the *Gentiana* genus both domestically and internationally is currently showing an overall upward trend. In recent years, studies are gradually shifting from the single analysis of chemical components and pharmacological effects to the exploration of “multi-components and multi-targets” synergistic mechanisms. This research is deeply integrating modern technological methods such as genomics, molecular docking, and network pharmacology, providing important directions for the analysis of the efficacy mechanisms and innovative applications of *Gentiana*-related species. Future research in this field can also promote the precision and multi-layered development of *Gentiana* studies by strengthening international collaboration and deepening the integration of modern technologies.

Key words: *Gentiana* L.; gentiopicroside; CiteSpace; VOSviewer; visualized analysis; bibliometrics

龙胆属 *Gentiana* L. 是龙胆科 (Gentianaceae) 中的大属之一, 约有 400 种, 主要分布于亚洲、欧洲、非洲北部等地。在我国有 247 种, 大多数种类集中分布在西南山岳地区, 主要生长在高山流石滩、高山草甸和灌丛中^[1]。龙胆属植物包括多个组系, 各组系中均有多种植物可入药, 如龙胆草组中的条叶龙胆 *G. manshurica* Kitag.、三花龙胆 *G. triflora* Pall. 以及龙胆 *G. scabra* Bunge. 均为药用植物, 性味苦寒, 具有清热燥湿、泻肝胆火、保肝等功效, 用于治疗肝经热盛、黄疸、风湿、带状疱疹等疾病^[2]; 秦艽组是龙胆属中最大的组, 有 16 种植物, 其中秦艽 *G. macrophylla* Pall.、麻花艽 *G. straminea* Maxim.、粗茎秦艽 *G. crassicaulis* Duthie ex Burkill 等 12 种均可作药用, 性辛、微寒、味苦, 具有清热利尿、祛风湿、止痛、活血舒筋等功效, 用于治疗小便不利、风湿痹痛、筋骨拘挛等症^[1]。除我国常用的药用龙胆属植物外, 欧洲道地药材黄龙胆 *G. lutea* L. 也是该属的重要植物之一, 黄龙胆主要分布于欧洲、亚洲西部等地, 传统上多用于健胃、利胆和退热, 具

有减少胃胀、护肝利胆、抗动脉粥样硬化等功效^[3]。黄龙胆与我国的秦艽、龙胆等植物共同构成龙胆属植物代表药材中的重要部分, 在中西药用背景中形成了独具特色的格局。

随着现代研究的不断深入, 龙胆属植物在医疗、中药学以及化学领域的应用潜力不断受到关注。现代药理与化学研究表明, 龙胆属植物富含多种活性成分, 包括环烯醚萜及裂环环烯醚萜、黄酮类、吡啶类等, 其中龙胆苦苷和当药苷在该属植物中分布较广^[4]。这些活性成分使得龙胆属植物具有广泛的药理活性, 包括保肝利胆、抗炎、抗病毒、抗氧化以及免疫调节等, 尤其在肝胆疾病、炎症性疾病的治疗中展现出良好的应用前景^[5]。此外, 含有龙胆属植物的复方制剂 (如十味龙胆花颗粒) 在呼吸系统疾病中也发挥着重要作用, 文献记载此类复方制剂具有清肺热、止咳化痰的功效, 常用于气管炎、咽炎以及慢阻肺等呼吸系统疾病的治疗^[6]。现代药理与化学研究也逐渐表明, 龙胆苦苷等成分在缓解急性肺损伤及抑制肺纤维化进程等方面也

具有显著活性^[7]。值得注意的是,在感染新型冠状病毒疫情期间,以龙胆花为主的复方药物(如三味龙胆花片)可通过多靶点、多通路调控炎症反应,对其临床症状具有潜在干预价值,为龙胆属植物未来的研究提供了新的方向^[8]。

近年来,随着中医药现代化研究的不断推进,国内外关于龙胆属植物研究的文献数量逐年增加,研究内容已由早期的传统临床应用逐渐拓展至化学成分鉴定、药理机制探究以及质量控制等多个领域。然而,目前对于龙胆属领域的研究多集中于某一具体方向,缺乏整体性、系统性的数据梳理,尤其是对其研究热点的动态演变和发展趋势缺乏可视化综合分析。因此,有必要借助科学计量方法对相关研究进行系统分析,以全面把握该领域的发展现状与前沿热点,为后续龙胆属的深入研究提供参考依据。文献计量学作为数学、统计学与信息科学等多学科交叉的研究方法,通过对文献数量、作者、机构及关键词等信息进行定量分析和可视化展示,可有效揭示某一研究领域的发展规律及热点趋势^[9]。

基于此,本研究利用 CiteSpace 和 VOSviewer 可视化分析工具,系统检索并筛选整合中国知网(CNKI)和 Web of Science(WOS)核心合集数据库中关于龙胆属领域的相关文献,对年发文量、期刊、作者、作者合作网络图、国家、研究机构及关键词共现等进行分析,旨在全面揭示龙胆属植物近 20 年在现代中医药研究中的发展趋势,解析其研究热点的演变规律,为龙胆属植物的后续研究提供参考依据^[10]。

1 材料与方法

1.1 文献数据来源

中文文献数据源于 CNKI 数据库,以“龙胆属”“龙胆”和“秦艽”为关键词进行检索,将“龙胆苦苷”等化学成分仅作为结果分析中的关键词,检索时间设定为 2005 年 1 月 1 日—2025 年 12 月 31 日,检索式设定为主题=“龙胆属”OR“龙胆”OR“秦艽”。中文文献筛选遵循以下标准:(1)排除仅研究龙胆苦苷单体且未涉及龙胆药材、龙胆属植物或龙胆方剂的文献;(2)排除龙胆紫、结晶紫、孔雀石绿等染料或化学污染物文献;(3)排除动植物名中含“龙胆”但与中药龙胆无关的文献;(4)排除会议摘要、报纸、专利、重复文献等。经严格筛选,最终获得有效中文文献 6 121 篇。

英文文献数据源于 WOS 核心合集数据库,以

“*Gentiana*”“Longdan”为关键词,检索时间设定为 2005 年 1 月 1 日—2025 年 12 月 31 日,检索式设定为 Topic Search(TS)=*Gentiana* OR Longdan,将“swertiamarin”“gentiopicroside”等化学成分仅作为结果分析中的关键词。英文文献筛选遵循以下标准:(1)排除仅研究“swertiamarin”“gentiopicroside”等单一成分且未涉及任何龙胆属植物(如仅用标准品进行药动学、制剂制备等实验)的文献;(2)排除研究对象为龙胆科其他属(如獐芽菜属等)而非龙胆属的文献;(3)排除会议、摘要、新闻、重复文献等;(4)类型设定为“Article”和“Review Article”的文献。经严格筛选,最终获得有效英文文献 1 328 篇。

1.2 数据处理和分析方法

1.2.1 处理方法 中文文献从 CNKI 数据库中以 Refworks 格式导出,统一命名为“download_*.txt”格式,然后导入到 CiteSpace 软件中进行格式转换,所得数据用于后续分析。英文文献从 WOS 数据库中以纯文本格式导出,同样以“download_*.txt”格式命名,无需进行转换,所得数据可直接用于后续分析。

1.2.2 分析方法 采用 Excel 表格对所得文献数据进行基础统计分析,包括年度发文量趋势、发文期刊分析、关键词频次以及关键词聚类等。利用 VOSviewer 1.6.20 软件对文献进行作者合作网络图谱、发文机构网络图谱以及关键词共现网络图谱可视化分析,利用 CiteSpace 6.4.R1 软件进行机构合作网络分析及关键词聚类、时间线图谱、突现分析。

CiteSpace 软件参数设置:Time slicing 设为 2005 年 1 月—2025 年 12 月,term source 选择 title、abstract、author keywords(DE)、keywords plus(ID),node types 选择 institution、keyword、country,selection criteria 选择 g-index,其中 k 值设为 25^[11],pruning 选择 pathfinder 和 pruning sliced networks。

VOSviewer 软件参数设置:type of analysis 选择 co-authorship 和 co-occurrence,unit of analysis 选择 authors organizations 和 all keywords,counting method 选择 full counting。

2 结果

2.1 年度发文量统计分析

发文量一定程度上可反映某一学术领域或方向的发展速度和程度^[12]。采用 Excel 表格对文献数

据进行年度发文量趋势分析,中文文献的年均发文量为 291 篇,整体呈现波动态势。与中文文献相比,与龙胆属相关英文文献发文量较少,年均发文量仅有 63 篇,整体呈波动中快速增长趋势。

中文文献发文量具体分为 4 个时期(图 1),增长期(2005—2009 年),这一时期对应龙胆属领域的研究起步阶段,此时正值中药现代化战略深入推进时期,核心研究聚焦于龙胆属植物的基原鉴定、资源调查等方面,是龙胆属领域“奠基式”增长阶段。调整期(2010—2015 年),此阶段发文量维持在 280~300 篇的平稳区间,未出现明显增长,这表明前期基础资源类研究已初步完成,研究内容逐步转向更精细化的领域(如龙胆苦苷 HPLC 检测方法探索),研究节奏放缓。峰值期(2016—2017 年),

此阶段是发文量爆发的集中点,由多种力量共同推动形成。在国家层面,第 4 次全国药用植物普查的全面开展,极大地促进了资源学的研究;在研究范式层面,此阶段从单一化的传统药理学研究逐步转向数据挖掘与实验验证的双重模式,尤其是在网络药理学等新型技术的助力下,研究人员对复方中药的药效物质基础进行了深入解析,比如对于龙胆泻肝汤等复方的研究从临床总结转向为“数据挖掘与实验验证”的现代化模式,产出大量论文^[13]。回落期(2018—2025 年),这一时期发文量逐步下降,标志着龙胆属领域对于资源以及成分的研究已相对成熟,研究重心转向“作用机制、分子对接、代谢组学”等需要花费长期实验和复杂技术的领域,论文产出周期变长,因此导致发文量有所回落。

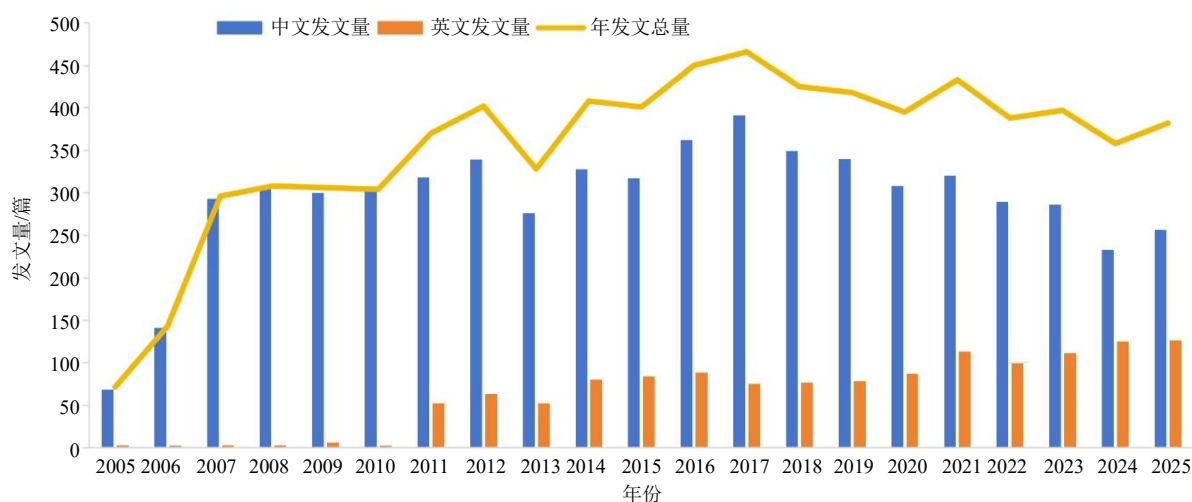


图 1 龙胆属领域相关文献年发文量变化趋势

Fig. 1 Variation trend of annual publication volume of literature in field of *Gentian*

英文文献年均发文量虽有 63 篇,但在 2011 年之前发文量近乎为 0,在 2011 年后发文量快速攀升并持续增长,2025 年达到峰值。原因可能在于早期的对于龙胆属植物的研究以国内团队为主,成果多发于中文期刊,国际学界关注度低,但是在 2010 年后中医药在国际化政策的推动下,将论文投往英文期刊的团队增多,从而带动了英文发文量的增长。此外,近年来国外研究机构对龙胆属植物药用价值的关注集中于其保肝、抗炎、抗病毒等药效作用的挖掘等方面,它们结合网络药理学和多靶点筛选等现代技术手段,也显著推动了英文文献的产出^[14]。目前对于该领域的研究内容更侧重于化学、药理方向以及分子对接、多组学、多靶点等相关前沿技

术,所获得的成果更符合英文期刊方法学标准,因此发文量也有所上升。

总体来看,年发文量由 2005 年的 71 篇增长至 2025 年的 382 篇,20 年间增长约 5.3 倍,表明龙胆属研究整体处于持续上升的趋势。从发文主体分析,2016 年前中文文献发文量占比较高,为研究主力,2016 年后英文文献发文量持续攀升,这一趋势也反映了龙胆属领域的研究正处于以国内中文发表为主,同时向国内外均衡发展,国际影响力不断提升的过渡阶段。

2.2 期刊发文量分析

利用 Excel 软件对中英文文献的发文期刊进行汇总统计,中文文献共发表在 851 种期刊上,排名

前 10 的中文期刊如表 1 和图 2 所示，在龙胆领域发文量最多的中文期刊是《中草药》（114 篇），其次是《中国实验方剂学杂志》（101 篇）、《中药材》（100 篇）。值得注意的是，在发文量前 10 的期刊中，《中草药》等核心期刊占比显著，表明龙胆属领域高质量的研究成果主要集中于比较权威的学术

平台，也充分说明了该研究领域在国内占据重要位置。这些期刊主要聚焦于龙胆的化学成分与药理机制研究（如龙胆苦苷等活性成分的分离鉴定，龙胆活性成分的抗炎、保肝等药理作用及其机制研究）、龙胆复方的配伍规律以及药效物质基础、药材资源与鉴定以及活性成分的检测技术等方面。

表 1 发文量前 10 的中英文期刊
Table 1 Top 10 Chinese and English journals by publication volume

序号	中文文献		英文文献	
	期刊名称	发文量/篇	期刊名称	发文量/篇
1	中草药	114	<i>Journal of Ethnopharmacology</i>	44
2	中国实验方剂学杂志	101	<i>Molecules</i>	32
3	中药材	100	<i>Industrial Crops and Products</i>	26
4	实用中医药杂志	100	<i>Frontiers in Pharmacology</i>	19
5	中国中药杂志	85	<i>Fitoterapia</i>	19
6	时珍国医国药	84	<i>Natural Product Research</i>	17
7	内蒙古中医药	82	<i>Mitochondrial DNA Part B-Resources</i>	17
8	中国民族民间医药	76	<i>Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis</i>	14
9	中成药	72	<i>Phytomedicine</i>	14
10	陕西中医	68	<i>Chemistry of Natural Compounds</i>	13

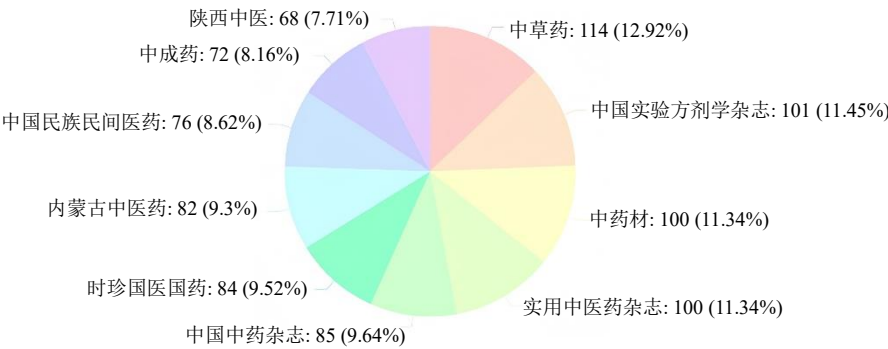


图 2 龙胆属领域发文量前 10 的中文期刊
Fig. 2 Top 10 Chinese journals by publication volume in field of *Gentiana*

英文文献共发表在 563 种期刊上，排名前 10 的英文期刊如表 1 和图 3 所示，在龙胆属领域发文量最多的英文期刊是 *Journal of Ethnopharmacology*（44 篇），其次是 *Molecules*（32 篇）、*Industrial Crops and Products*（26 篇）。在 Top10 期刊中，民族药理学、天然产物、药学类 SCI 核心期刊占比显著，这体现出了龙胆属研究在国际天然药物研究领域的重要性，也揭示了相关研究的国际化发展趋势。这些期刊主要聚焦于龙胆属植物的民族药用价值与药理机制、活性成分的分离鉴定、多组学技术与信号通路等方面。

发文期刊的差异进一步揭示了国内外对于龙

胆属领域在研究重点和方向上的差异，中文期刊的发文内容更多侧重于龙胆属植物的传统药学应用，如组方配伍、中药物质基础等；英文期刊的发文内容则更侧重分子机制、信号通路研究以及利用现代技术对龙胆属植物的药理活性进行深度挖掘。

2.3 发文作者分析

核心作者是推动学科发展的关键力量，在研究中发挥着重要的引领和导向作用^[15]。根据普赖斯定律 $m=0.749\sqrt{n_{\max}}$ 对高产作者进行分析，其中 $n_{\max}$ 表示所统计年限中发文量最多作者的发文数，发表论文数在 m 篇及以上者被认为是高产作者^[16]。基于 VOSviewer 软件构建作者合作网络，其中不同颜色

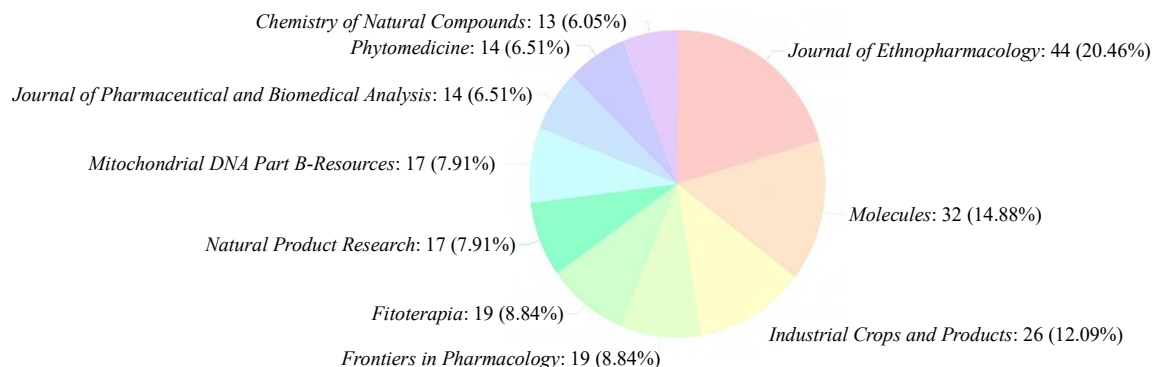


图 3 龙胆属领域发文前 10 的英文期刊

Fig. 3 Top 10 English journals by publication volume in field of *Gentiana*

代表不同聚类，该颜色分类的核心依据是“研究方向的一致性与合作网络的独立性”，节点代表作者发文数量，节点越大说明作者发文量越多，连接线的粗细表示作者之间的合作频率。

在纳入分析的 6 121 篇中文文献中共有 13 035 位作者，计算得出 $n_{\max}=65$ （王元忠）， $m\approx 6.03$ ，按照四舍五入原则以发文量 ≥ 6 篇者为核心作者，共筛选出 319 人。1 328 篇英文文献涉及 5 613 位作者，计算得出 $n_{\max}=27$ （Zhang Ji）， $m\approx 3.89$ ，按照四舍五入原则以发文量 ≥ 4 篇者为核心作者，共筛选出 91 人。中英文文献中发文量排名前 10 的作者如表 2 所示。

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		英文文献	
	作者	发文量/篇	作者	发文量/篇
1	王元忠	61	Zhang Ji	27
2	李福安	34	Nishihara Masahiro	22
3	金航	31	Wang Yuanzhong	18
4	张霁	27	Shen Tao	13
5	王峥涛	25	Fu Pengcheng	12
6	张晓东	24	Favre Adrien	12
7	晋玲	23	Takahashi Hideyuki	11
8	倪梁红	22	Hikage Takashi	10
9	张金渝	22	Zhao Yanli	10
10	赵志礼	21	Savikin Katarina	10

中文核心作者合作网络（图 4）显示存在 6 个主要研究团队聚类。红色聚类以金航、张金渝等作者为主要成员，该聚类中作者的研究内容与发文方向主要聚焦于药用植物（如滇龙胆）的资源调查、主要化学成分与主要药理作用研究等方面^[17]。绿色

聚类以王元忠、赵艳丽等作者为主要成员，该聚类主要聚焦于药用植物的种质资源表型多样性、环境因子对品质的影响等方面^[18-19]。蓝色聚类以夏鹏飞、赵磊等作者为主要成员，该聚类主要聚焦于药用植物的化学成分分离、加工工艺优化等方面，发文主题包括“滇龙胆化学成分鉴定”等^[20]。黄色聚类以晋玲等作者为主要成员，该聚类主要集中于秦艽、麻花艽等龙胆属秦艽组植物的资源调查、质量评价、化学成分以及抗炎等药理作用研究等方面^[21-22]。紫色聚类以高慧琴等作者为主要成员，该聚类主要聚焦于秦艽不同配伍药对的化学成分与药理作用研究等方面，包括秦艽中龙胆苦苷等活性成分的分离鉴定及其抗炎药理机制的研究^[23]。粉色聚类以龚成文等作者为主要成员，该聚类主要聚焦于秦艽的品种资源创新以及不同栽培因子对秦艽产量的影响等方面^[24-25]。

英文核心作者合作网络图（图 5）显示存在 11 个主要研究团队聚类。红色聚类以 Zhang Ji、Wang Yuanzhong 等作者为主要成员，该聚类中的作者在关于龙胆的中文文献中发文量同样保持在前列，发文内容主要围绕滇龙胆、龙胆苦苷等裂环烯醚萜类核心活性成分展开^[26]。绿色聚类以 Qi Jianhua、Cheng Lihong 等作者为主要成员，该聚类中的作者主要为国内中医药院校天然药物药理研究团队中的成员，研究核心主要为龙胆活性成分的药理筛选，研究方向聚焦于龙胆苦苷、裂环烯醚萜苷等活性成分在抗炎、抗氧化及肝保护等药理活性方面的作用，以及分子通路机制、体外细胞模型验证等^[27]方面。深蓝色聚类以 Niu Yang、Duan Baozhong 等作者为主要成员，该聚类中的作者主要来自西北或

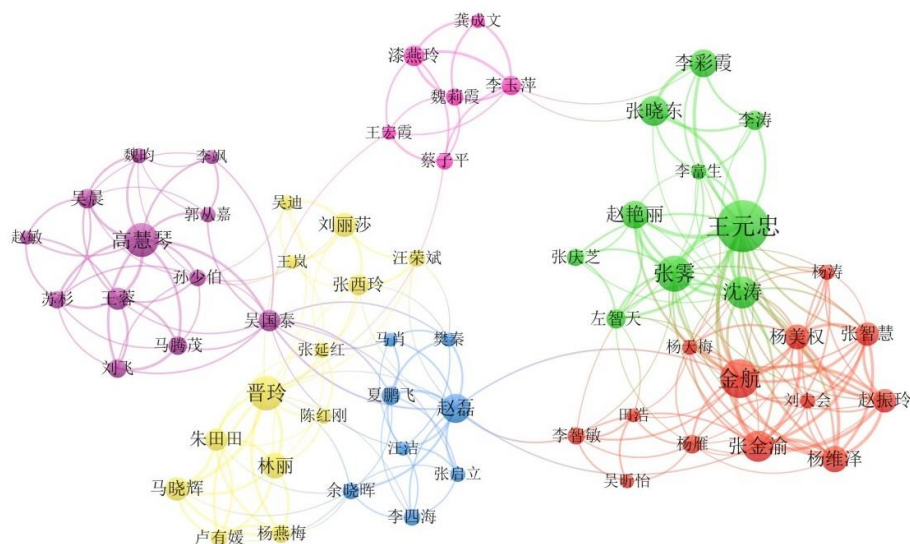


图 4 中文文献作者共现网络图谱

Fig. 4 Author co-occurrence network map of Chinese literature

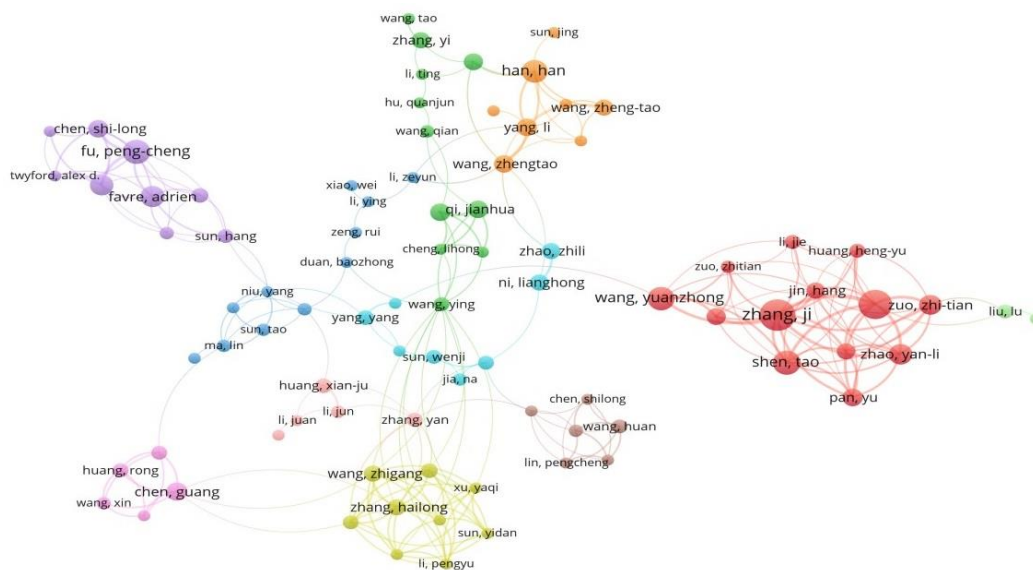


图 5 英文文献作者共现网络图谱

Fig. 5 Author co-occurrence network map of English literature

西南高校药用植物分子生物学团队，主要探究干旱、低温胁迫下龙胆的基因表达差异，结合实时荧光定量 PCR (quantitative real-time PCR, qPCR)、转录组学等开展分子生物研究^[28]。

2.4 发文机构分析

研究机构的分析有助于了解龙胆属领域的研究力量分布情况^[29]，运用 CiteSpace 软件构建机构共现网络分析图谱，用于分析机构学术影响力以及合作特征。结果显示，6 121 篇中文文献中共涉及 666

家研究机构，生成网络参数节点 666 个，连线 414 条；1 328 篇英文文献中共涉及 392 家研究机构，生成网络参数节点 392 个，连线 517 条。在可视化图谱中，节点大小与机构发文量成正比，连线的粗细代表机构合作的密切程度，连线越粗代表合作越密切^[30]。

利用 VOSviewer 对龙胆属相关研究的中英文文献研究机构进行合作网络分析。在中文文献中发文机构以医药类大学及研究所为主，黑龙江中医药

大学发文量最多（118 篇），其次是云南省农业科学院药用植物研究所（96 篇）和甘肃中医药大学（85 篇）。英文文献发文机构以中国、日本及欧洲各国的综合类高校、中医药院校、科学院及专业植物研究机构为主，Chinese Academy of Sciences 发文量最多（110 篇），其次是 University of Belgrade（60 篇）和 Yunnan Academy of Agricultural Sciences（56 篇）。中英文文献中发文量排名前 10 的机构如表 3 所示。

根据中文文献发文机构合作与共现网络图谱（图 6）所示，不同发文机构在龙胆属领域的研究内容不同。例如，黑龙江中医药大学的发文内容主要是龙胆药理机制、抗炎、保肝活性的分子通路解析等，研究方向主要聚焦于龙胆药理活性的研究进展、尖叶假龙胆相关化学成分研究进展^[31]等方面。甘肃中医药大学作为西北地区龙胆属研究的重要力量，研究对象主要为秦艽、黄管秦艽等物种，研

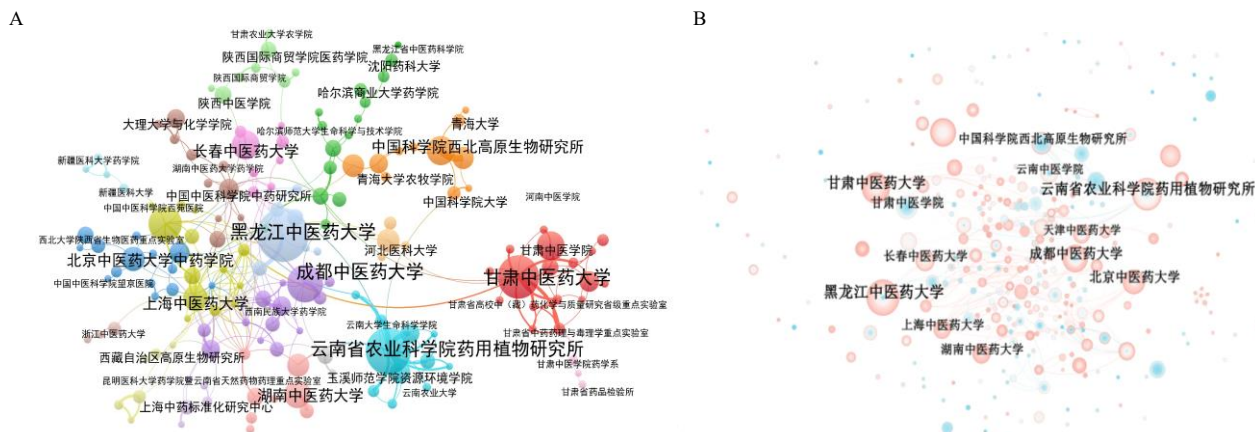
究内容涵盖甘肃地区药用植物资源现状、化学成分分析及抗炎等药理作用研究^[32-33]。北京中医药大学与中国中医科学院中药研究所合作密切，该机构对龙胆的研究主要聚焦于数据挖掘以及龙胆复方的研究等方面，发文内容主要包括龙胆经典方剂的药效物质基础、复方药理机制的研究等^[34-35]。

根据英文文献发文机构合作与共现网络图谱（图 7）所示，发文量最多的是 Chinese Academy of Sciences，该机构主要与 Huazhong University of Science and Technology、Qinghai University 等机构联系密切，这些机构研究方向聚焦于青藏高原龙胆属植物区系、次生代谢产物合成以及逆境生理等方面，以西北或青藏高原特有龙胆为研究对象，主要侧重于基础植物学、分子演化与代谢组学等方面的研究^[36]。University of Belgrade 是塞尔维亚规模最大、学术地位最高的综合性公立大学，是东南欧地

表 3 Top10 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		英文文献	
	发文机构	发文量/篇	发文机构	发文量/篇
1	黑龙江中医药大学	118	Chinese Academy of Sciences	110
2	云南省农业科学院药用植物研究所	96	University of Belgrade	60
3	甘肃中医药大学	85	Yunnan Academy of Agricultural Sciences	56
4	山东中医药大学	69	Shanghai University of Traditional Chinese Medicine	45
5	成都中医药大学	67	University of Chinese Academy of Sciences	39
6	北京中医药大学	58	Yunnan University of Chinese Medicine	37
7	甘肃中医学院	45	Iwate Biotechnology Research Center	35
8	中国科学院西北高原生物研究所	43	Northwest University Xi'an	20
9	辽宁中医药大学	43	Council of Scientific & Industrial Research (CSIR)-India	19
10	长春中医药大学	42	Luoyang Normal University	19

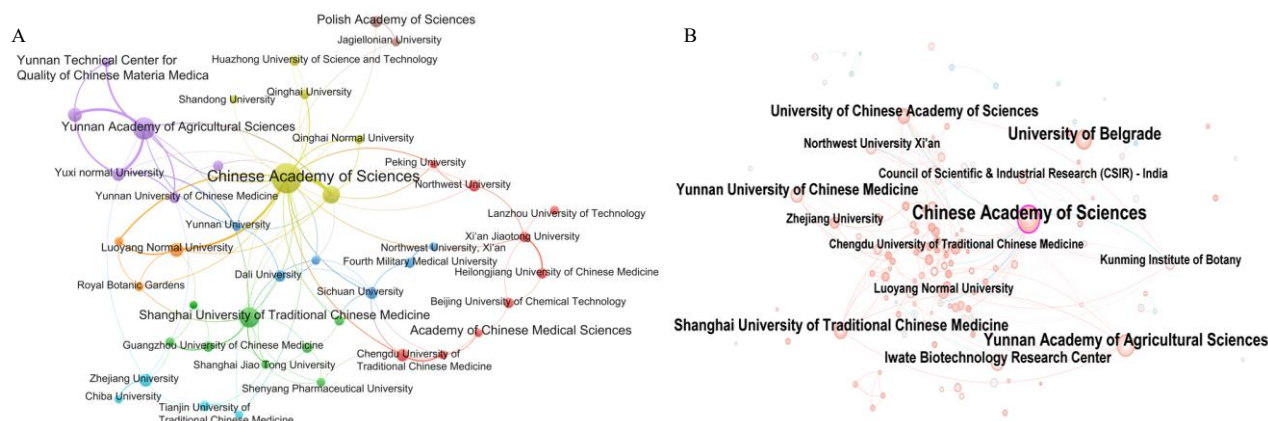


A-中文文献发文机构合作网络图谱；B-中文文献发文机构共现网络图谱。

A-cooperation network map of publishing institutions for Chinese literature; B-co-occurrence network map of publishing institutions for Chinese literature.

图 6 中文文献发文机构合作与共现网络图谱

Fig. 6 Cooperation and co-occurrence network maps of publishing institutions for Chinese literature



A-英文文献发文机构合作网络图谱; B-英文文献发文机构共现网络图谱。

A-cooperation network map of publishing institutions for English literature; B-co-occurrence network map of publishing institutions for English literature.

图 7 英文文献发文机构合作与共现网络图谱

Fig. 7 Cooperation and co-occurrence network maps of publishing institutions for English literature

区龙胆属植物研究的核心机构, 其与多个机构保持学术合作, 主要研究欧洲本土龙胆(如黄龙胆)的分类鉴定、濒危物种保护等内容, 进一步完善了国际龙胆研究中欧洲区域生态保护与经典分类的研究分支^[37]。

从整体上来看, 中文文献发文机构图谱网络密度仅为 0.001 9, 英文文献发文机构图谱网络密度仅为 0.006 7, 均处于较低水平, 表明国内外机构之间的合作均呈现分散状态, 需进一步加强跨地区、跨团队交流合作, 从而推动龙胆属相关研究领域的发展^[38]。

2.5 发文国家分析

通过 VOSviewer 软件对龙胆属相关英文文献的发文国家进行分析, 共有 81 个国家发表过相关文章。发文国家合作图谱如图 8-A 所示, 图 8-B 则展示了英文文献发文量前 10 的国家。在可视化图谱中, 不同颜色代表合作发文关系紧密的国家或者地区形成的子网络^[39]。其中英文文献发文量最多的是中国(709 篇), 其次为印度(111 篇)、日本(105 篇)。中国与美国、日本等多个国家建立了广泛合作, 节点间连线密集, 这表明中国对于龙胆属领域的研究已融入国际学术体系。

通过查阅不同文献可知, 中国的研究主要聚焦于龙胆属植物资源调查、药理机制研究^[40]、化学成分分离提取^[41]等方面, 随着新兴技术的不断发展, 中国对于龙胆属领域的研究也逐渐转向基因组测序等更深层次的研究^[42]。印度的研究主要聚焦于龙胆属植物的活性成分药理作用筛选和植物资源开发等方面^[43], 特别是其抗炎、抗氧化以及保肝等功

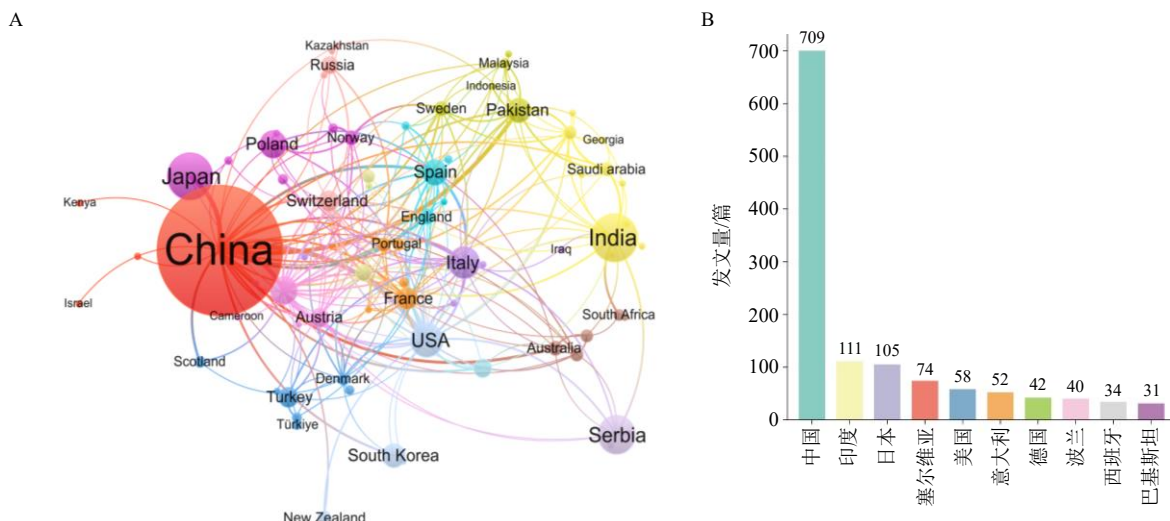
效^[44]。日本的研究主要以三花龙胆等物种为研究对象, 更侧重龙胆属植物活性成分合成的分子途径探究及龙胆草根提取物在药物开发中的应用^[45]。塞尔维亚的研究重点则是欧洲本土龙胆属植物(如黄龙胆)的传统应用、化学成分鉴定及药理作用等^[46]。美国的研究则是结合生物技术对龙胆属植物的药理机制展开深入分析, 重视基于分子药理学研究, 内容多涉及抗炎、抗癌等高价值研究领域^[47]。

2.6 关键词分析

2.6.1 关键词共现分析 关键词是文献的核心, 通过分析论文的关键词可以窥探文献的主题, 发现特定研究领域的热点^[48]。在 CiteSpace 软件中, 以关键词为节点, 对于中文文献, 生成了包含 707 个节点和 1 629 条连线的关键词共现网络图(图 9-A); 对于英文文献, 生成了包含 481 个节点和 1 889 条连线的关键词共现网络图(图 9-B)。中英文文献中出现频次前 10 的关键词如表 4 所示。

在该网络图中, 每个节点代表 1 个关键词, 节点的大小代表关键词在文献数据集中出现的频次, 节点越大表示这个关键词在所有文献的标题或摘要中出现的次数越多; 节点越小表示该关键词出现的次数较少, 可能是相对边缘、新兴或非常具体的研究点。节点间的连线表明 2 个关键词在同一篇文献中出现, 连线的粗细代表共现强度, 连线越粗说明这 2 个关键词在同一篇文献中同时出现的频率越高, 关联越紧密。

在分析的 6 121 篇中文文献中, 出现频率>50% 的关键词共有 20 个(图 9-A), 出现频次最多的关

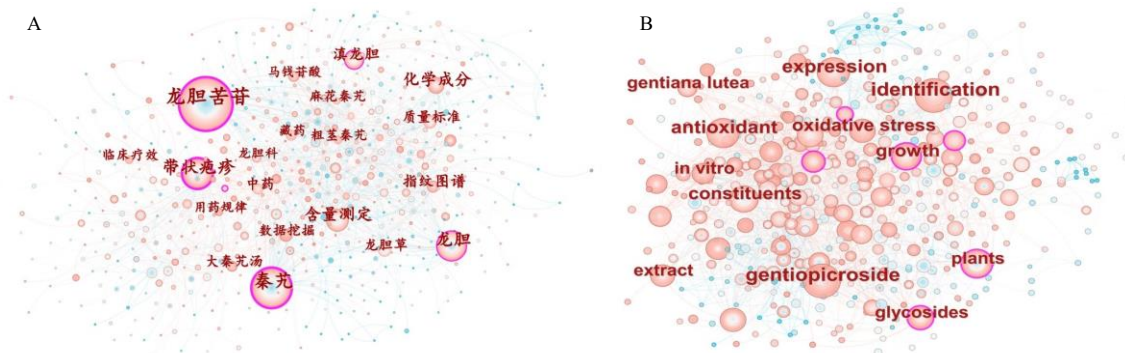


A-发文国家合作图谱; B-英文文献发文量前 10 国家柱形图。

A-cooperation map of publishing countries; B-bar chart of top 10 countries in English literature publication volume.

图 8 英文文献发文国家分析

Fig. 8 Analysis of publishing countries in English literature



A-中文文献; B-英文文献。

A-Chinese literature; B-English literature.

图 9 中英文文献关键词共现网络

Fig. 9 Co-occurrence networks of keywords in Chinese and English literature

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		英文文献	
	关键词	频次	关键词	频次
1	龙胆苦苷	760	identification	104
2	秦艽	464	gentiopicroside	100
3	龙胆	291	expression	88
4	带状疱疹	289	antioxidant	76
5	含量测定	196	growth	66
6	化学成分	169	constituents	65
7	滇龙胆	134	oxidative stress	62
8	指纹图谱	112	extract	58
9	质量标准	90	glycosides	54
10	龙胆草	82	plants	54

关键词为“龙胆苦苷”(760 次), 其次是“秦艽”(464 次)、“龙胆”(291 次)、“带状疱疹”(289 次)等。这些关键词的高频出现, 表明了龙胆属主要的研究方向: 一是以“含量测定、质量标准”为代表的龙胆药材质量评价体系构建; 二是以“湿疹、带状疱疹”为相关靶点的药效活性挖掘; 三是在“中药、藏药”等传统用药体系下, 以“龙胆、秦艽”等龙胆属重要药材为主要研究对象, 围绕龙胆苦苷等主要活性成分开展民族药资源相关研究。

在分析的 1 328 篇英文文献中, 出现频率>50% 的关键词共有 12 个(图 9-B), 出现频次最多的关键词为“identification”(104 次), 其次是“gentiopicroside”(100 次)、“expression”(88 次)等。这些高频关键词

的出现表明，国际上对于龙胆的研究与国内有着明显的不同，在核心成分方面，国际上同样以龙胆苦苷为核心，但重点侧重于裂环烯醚萜苷等苷类成分的分离鉴定、结构表征以及相关活性研究等方面；在药理活性机制方面，国际上更关注龙胆的抗氧化活性，深入探索其对氧化应激通路的调控机制；在物种资源基础研究方面，国际上更关注当地地道药材的生长发育与分子表达，拓宽了龙胆属物种的资源多样性研究。

2.6.2 关键词聚类分析 采用 CiteSpace 软件中的对数似然比 (log-likelihood ratio, LLR) 算法提取聚类标签^[49]，在生成的关键词聚类可视化图谱中，采用颜色编码区分不同研究主题，其中节点大小与关键词的出现频率呈正相关，节点间连线的粗细表征关键词之间的共现强度，将聚类标签按关键词出现频次进行排序。其中中文文献关键词共生成 10 个

聚类 (图 10-A)，英文文献关键词共生成 11 个聚类 (图 10-B)。聚类模块化值 (Q) 和平均轮廓值 (S) 是评价聚类效果的指标，通过量化指标评估，中文文献关键词 $Q=0.5668$, $S=0.8436$ ；英文文献关键词 $Q=0.4932$, $S=0.7805$ ，其中 $Q>0.3$ 说明聚类情况有效， $S>0.5$ 说明网络同质性很高，关键词之间的联系紧密，聚类情况合理^[39]，因此中英文文献关键词聚类情况均有效，网络同质性都较高。

排名前 10 的中文关键词聚类如表 5 所示，其主要内容为带状疱疹、麻花苳、指纹图谱、龙胆苦苷等，表明国内对龙胆属的研究跨越多个领域，涵盖药材资源、化学成分、质量控制、药理机制等多个维度，反映了该领域从基础资源调查到机制深化研究的演进逻辑。

聚类#0 和#9 聚焦于著名方剂“龙胆泻肝汤”等龙胆类制剂的临床疗效规律与药效物质基础研究

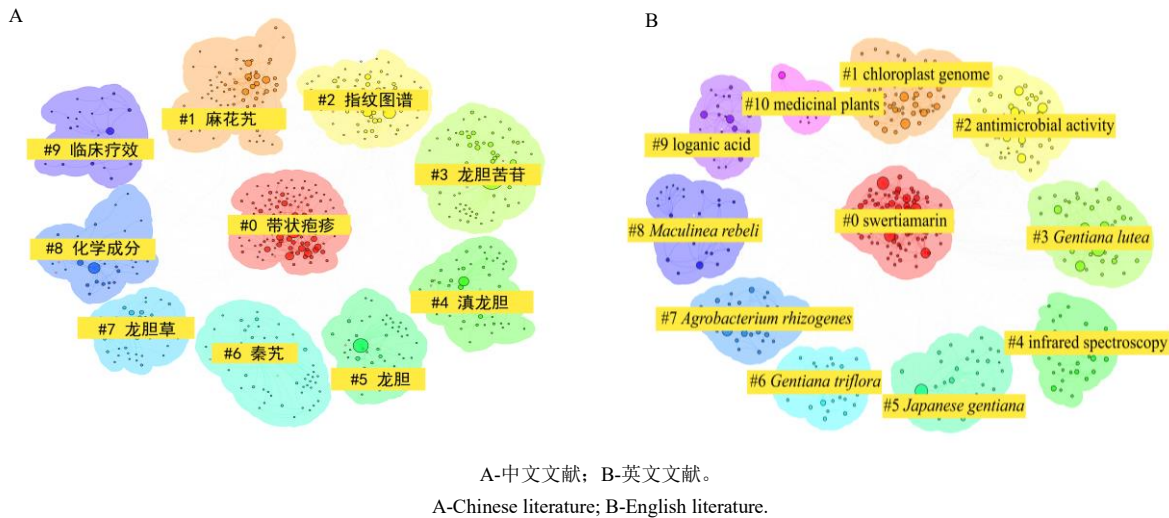


图 10 中英文文献关键词聚类网络

Fig. 10 Clustering networks of keywords in Chinese and English literature

表 5 中文文献排名前 10 的关键词聚类分析

Table 5 Clustering analysis of Top 10 keywords in Chinese literature

聚类名称	节点数	S	年份	主要关键词
#0 带状疱疹	125	0.910	2012	带状疱疹、龙胆泻肝汤、数据挖掘、用药规律、龙胆苦苷
#1 麻花苳	80	0.753	2012	麻花苳、麻花秦苳、粗茎秦苳、龙胆科、藏药
#2 指纹图谱	79	0.812	2013	指纹图谱、含量测定、质量标准、质量控制、制备工艺
#3 龙胆苦苷	71	0.883	2013	龙胆苦苷、氧化应激、肺纤维化、细胞凋亡、多靶点
#4 滇龙胆	51	0.860	2014	滇龙胆、基因克隆、原核表达、黄酮、生物信息学分析
#5 龙胆	50	0.716	2010	龙胆、代谢组学、东北龙胆、组织培养、条叶龙胆
#6 秦苳	48	0.834	2011	秦苳、中药材、神经痛、粗颈秦苳、栽培技术
#7 龙胆草	37	0.816	2011	龙胆草、提取工艺、分离、多糖、响应面法
#8 化学成分	36	0.847	2011	化学成分、药理作用、结构鉴定、抗炎活性、临床应用
#9 临床疗效	25	0.963	2014	临床疗效、龙胆泻肝汤、中医内科、炎症因子、肝胆湿热

等方面。#0 中的“龙胆泻肝汤、用药规律”等关键词表明,该聚类研究焦点集中于复方在湿热证相关皮肤病^[50]等特定疾病中的临床疗效评价与处方规律挖掘;#9 中的“中医内科、肝胆湿热、炎症因子”等关键词表明,该聚类研究更倾向结合炎症因子指标与中医辨证论治方法,对龙胆泻肝汤等经典方剂的临床功效进行多层次的评价研究^[51]。

#1、#4、#5 和#6 聚焦于龙胆属植物的物种鉴定、资源分布及近缘物种比较等方面的研究。#1 中的关键词表明,该聚类主要集中于龙胆属药用植物麻花艽资源的分布调查、有效成分(尤其是环烯醚萜苷类成分)的提取及活性研究等方面^[52],对在青藏高原地区麻花艽的药用价值以及麻花艽在传统藏药中的作用机制也进行了深入探讨^[53]。#4 借助“基因克隆、原核表达”等分子生物学技术,以云贵高原龙胆属植物(如滇龙胆)为靶向种质,解析其功能基因组学^[54]并研究其相关药理作用^[55],表明龙胆属领域不断加强对分子机制的研究。#5 聚焦于龙胆属药用植物的分类、组织培养等基础研究,其中关键词“代谢组学、组织培养、东北龙胆”等反映该领域研究也重点关注新物种的发现^[56]、代谢组学等新型技术在龙胆属领域的应用等方面^[57]。#6 以龙胆属秦艽组植物为对象,深度挖掘獐牙菜苷等特征成分,对“粗颈秦艽”等特定资源类型展开研究。

#2、#7 和#8 则重点关注龙胆属药材的质量控制与物质基础表征等研究方向。#2 中的“质量标准、制备工艺”等关键词表明,其研究内容既包括对提取工艺、成品质量控制标准等的探索,也包含基于现代分析技术(如 HPLC)建立标准化的指纹图谱,用于龙胆苦苷等物质的检测。#7 重点研究龙胆草中多糖类成分的提取、分离与纯化工艺以及龙胆特色非环烯醚萜苷类成分的开发利用。#8 中的“抗炎活性、结构鉴定”等关键词则表明,该聚类重点侧重对龙胆中不同的化学成分进行结构解析与相关性筛选,明确龙胆药用的物质基础。

#3 重点关注龙胆标志性活性成分的药理机制与检测技术。其关键词“肺纤维化、细胞凋亡”表明,该聚类研究焦点不只是局限于肝胆疾病,更拓展至呼吸系统疾病领域。进一步分析该聚类下的文献可知,用醋酸乙酯从龙胆粗提物中萃取得到的组分,经实验验证可显著抑制成纤维细胞的增殖,拮抗转化生长因子 β (transforming growth factor- β , TGF- β) 等细胞因子诱导的胶原合成,经 HPLC 比

对鉴定出的主要活性物质为龙胆苦苷。此外,龙胆苦苷的抗炎作用也被认为是龙胆治疗呼吸系统疾病的关键药效物质基础之一^[58]。其关键词“多靶点、氧化应激”也表明,目前对于龙胆属药材的研究并不局限于单一靶点,而是通过多靶点及代谢组学等相关技术,解析其活性成分调控氧化应激的分子机制,尤其是肝损伤模型中针对氧化应激相关通路的调控效应^[59]。

排名前 11 的英文关键词聚类如表 6 所示,其核心聚类包括#0、#3 和#7 等,这表明国际研究领域对龙胆属药材的研究同样涵盖多个方向,主要包括其化学成分分析、物种资源研究、质量评价以及生态保护等内容。

#0、#2 和#9 均围绕龙胆属核心化学成分与药理机制展开研究,核心方向为龙胆属活性成分的分离鉴定、药理活性验证与分子作用机制解析。其中#0 中的“gentiopicroside、inflammation”等关键词表明,在国际上探究龙胆核心活性成分对氧化应激以及炎症反应的调控效应仍是重点。此外,目前临床对慢性支气管炎的治疗主要采用的是抗菌药物,但其长期使用可能会引起菌群失衡进而引发其他并发症,并且其对肺纤维化的治疗选择也非常有限。以往的研究证明,龙胆苦苷的抗炎、抗纤维化效应对急慢性呼吸道炎症引起的肺纤维化具有治疗作用,表明龙胆属药材有望成为炎症性呼吸系统疾病的新型治疗药物^[60]。

#1、#5 和#6 主要利用叶绿体基因组测序等现代技术,解决龙胆属近缘物种的分类混淆问题。这些研究分析了特殊生境对龙胆属药材的演化历程及遗传多样性的影响,并针对日本龙胆、三花龙胆等特定物种开展了分子鉴定^[61]与育种研究^[62]等,重点致力于解决龙胆属物种分类混乱、种质资源利用不足等关键问题。其中聚类#5 中“AFLP”(扩增片段长度多态性)等关键词的出现,表明该聚类还涉及分子标记技术在龙胆属遗传多样性分析和育种等研究中的应用。#3 和#4 中的关键词表明,该聚类聚焦于道地龙胆的品质评价与现代分析技术在龙胆研究中的应用,结合 LC-MS/MS、红外光谱等现代分析技术,开展药动学与质量控制等研究,核心目标是实现道地龙胆资源的品质标准化与高值化利用。#7、#8 和#10 则围绕龙胆属药材资源的可持续利用、生态保护与传统价值转化展开研究,重点解决龙胆属药材野生资源短缺与生态退化等问题。

表 6 英文文献排名前 11 的关键词聚类分析
Table 6 Clustering analysis of Top 11 keywords in English literature

聚类名称	节点数	S	年份	主要关键词
#0 swertiamarin	109	0.618	2017	swertiamarin, oxidative stress, gentiopicroside, inflammation, carbon tetrachloride
#1 chloroplast genome	70	0.660	2016	chloroplast genome, Qinghai-Tibetan plateau, evolution, gentiopicroside, hybridization
#2 antimicrobial activity	50	0.734	2014	antimicrobial activity, polysaccharides, antioxidant, activity, swertiamarin, xanthones
#3 <i>Gentiana lutea</i>	48	0.718	2016	<i>Gentiana lutea</i> , secoiridoids, yellow <i>Gentian</i> , LC-MS/MS, pharmacokinetics
#4 infrared spectroscopy	33	0.802	2018	infrared spectroscopy, <i>Gentiana rigescens</i> , <i>Gentiana rigescens</i> Franch, chemometrics, data fusion
#5 <i>Japanese Gentiana</i>	31	0.788	2014	<i>Japanese Gentian</i> , AFLP, rare species, breeding, <i>Arabidopsis thaliana</i>
#6 <i>Gentiana triflora</i>	31	0.866	2012	<i>Gentiana triflora</i> , <i>Gentiana scabra</i> , <i>Gentiana rigescens</i> , fourier transform infrared spectroscopy, anthocyanin
#7 <i>Agrobacterium rhizogenes</i>	30	0.824	2016	<i>Agrobacterium rhizogenes</i> , <i>Gentiana kurroo</i> , <i>Gentiana dinarica</i> , plant growth regulators, correlation analysis
#8 <i>Maculinea rebeli</i>	29	0.883	2012	<i>Maculinea rebeli</i> , host specificity, dispersal, habitat fragmentation, cryptic diversity
#9 loganic acid	27	0.922	2009	loganic acid, <i>Gentiana loureirii</i> , glucosides, <i>Gentiana rhodantha</i> , glycoside
#10 medicinal plants	14	0.987	2007	medicinal plants, traditional Iranian medicine, human ecology, quercetin, phenolic contents

2.6.3 关键词聚类时间线分析 基于 CiteSpace 的关键词时间线图谱，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，节点大小代表该时期内的研究活动或主题突出程度，节点从内到外的颜色变化代表节点研究的时间变化^[49]。

中文文献关键词聚类时间线图谱（图 11）分析显示，关键词聚类#3 的首个节点规模最大，并且该聚类的持续时间贯穿龙胆领域的全阶段，表明其在该领域具有持久的影响力。该聚类对龙胆属领域的研究在早期重点关注质量控制，后期则明确转向肺纤维化、细胞凋亡等方向，表明目前对龙胆属领域的研究进入了深度机制阐释的新阶段。#0 时间跨度长，节点自早期至今持续存在且体积较大，表明其始终是该领域的重点研究主题。#2、#7 和#8 早期的节点密集且比较突出，表明在龙胆研究的早期奠基时期，其研究内容与相关学术活动主要聚焦于药材

质量标准建立、化学成分分离与鉴定等相关领域。#1、#2 和#6 在时间轴中段活跃显现，表明在龙胆领域的研究中期，研究重点逐渐转向对龙胆属物种的基原鉴定对比研究。#9 的相关研究在 2014 年显示出爆发趋势。结合关键词分析，该聚类主要围绕“龙胆泻肝汤”在中医临床中的应用及其对炎症因子的调控作用展开研究，推动了基于现代医学指标的中医方剂疗效验证。

值得注意的是，2011—2022 年的第 4 次全国中药资源普查显著推动了以#1、#4 和#6 为代表的资源与基原研究领域的发展。具体而言，在普查期间与物种资源直接相关的聚类表现出节点密集化、研究活动强度显著提升的特征，“新纪录”等与资源调查相关的关键词节点在普查启动后迅速涌现并持续活跃，而“药用植物”作为资源与基原研究领域的基础性关键词，始终贯穿整个研究周期，直接反映了普查工作对全国范围内龙胆属植物资源的全面调查，以及对物种发现与地理分布厘清的系统性推动。同时，#4 与#6 的研究焦点从传统的生药鉴定转向结合分子标记（如基因克隆、表达分析）的精准物种鉴定与遗传多样性研究，体现了普查工作对研究方法现代化、标准化的内在要求。

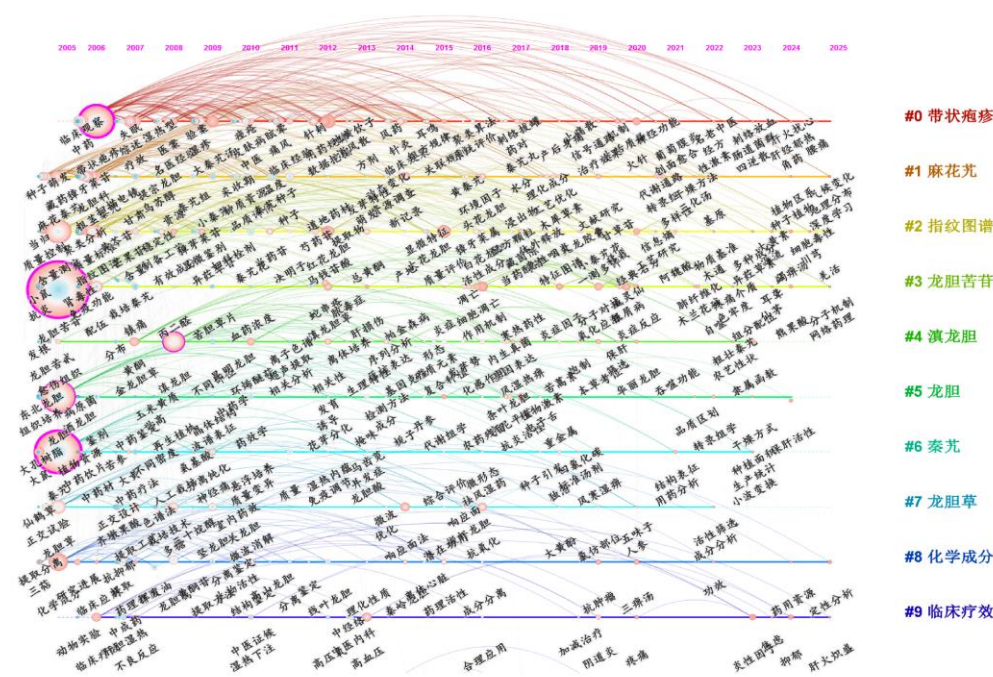


图 11 中文文献关键词聚类时间线图

Fig. 11 Timeline diagram of keyword clustering in Chinese literature

英文文献关键词聚类时间线图 (图 12) 分析显示,国际上对于龙胆领域的研究呈现“早期基础奠基、中期爆发增长、后期深化拓展”的三阶段规律,早期聚焦基础成分与传统药用,中期重点关注成分机制、生物技术等研究,后期向精准化、高值化方向延伸。

#2、#3 和 #6 的时间跨度最长,说明对龙胆中相关活性成分、特定物种等研究内容的时间长,且近年来研究热度持续不减。#0、#1、#4、#5 和 #9 在时间轴中段活跃显现,反映了对龙胆的研究重点仍旧是龙胆苦苳、獐芽菜苦苳等活性成分的相关药理作用研究,红外光谱、叶绿体基因组等现代技术的应用,以及对特定物种的分类与育种研究。#7、#8 和 #10 的相关节点较少,研究围绕龙胆资源的可持续利用、生态保护等相关内容展开,这表明实现龙胆资源的可持续化利用也曾是研究重点。

2.6.4 关键词突现分析 关键词突现反映了关键词在某一时间段内的出现频次大量增加,在该时间段内研究关注度高,也反映了研究热点的历史演变轨迹及未来变化趋势^[63]。中文文献关键词突现图谱如图 13-A 所示,早期阶段 (2005—2007 年),关键词“龙胆”与“关木通”呈现高强度涌现,但是突现时间仅有 2~3 年,体现了对龙胆领域的初步探索。“关木通”并非龙胆药材,但与方剂“龙胆泻肝

汤”高度相关,其涌现可能与早期龙胆泻肝汤方剂所导致的肾毒性有关,有文献指出该方剂中关木通大剂量短期使用或小剂量长期使用均会造成肾损伤^[64],因此“关木通”作为突现词可能并不是龙胆本身的研究热点,而是含龙胆复方安全性事件驱动的研究热点。在“关木通肾毒性事件”的时代背景下,确保中药用药安全性以及进行中药品种鉴定显得尤为重要,因此引起了早期对龙胆基原、品种规范和质量控制的重视。中期阶段 (2008—2017 年),研究焦点主要呈现多元化与系统化。该时期的研究重点主要转向龙胆属的资源分类以及滇龙胆等特定物种。同时,“栀子苷、绿原酸、决明子”等关键词的突现表明在该领域对于龙胆复方的研究仍旧是重点,也体现了研究重心逐渐向复方配伍、物质基础及多组分协同发挥药效转移。近期阶段 (2018 年至今) 对龙胆属领域的研究方式发生显著变化,“数据挖掘”和“用药规律”成为最强、最持久的突现前沿,其中“数据挖掘”的突现强度在 18 个关键词中位居第 1,这表明针对龙胆经典复方的研究已经从经验总结转为基于人工智能和大数据技术的临床规律智能发现。2020 年“氧化应激”的涌现实质依托代谢组学、转录组学等多组学技术,通过现代技术手段解析龙胆属药材中有效成分发挥药效的基础。而在 2021 年突现的“分子对接”等网络药

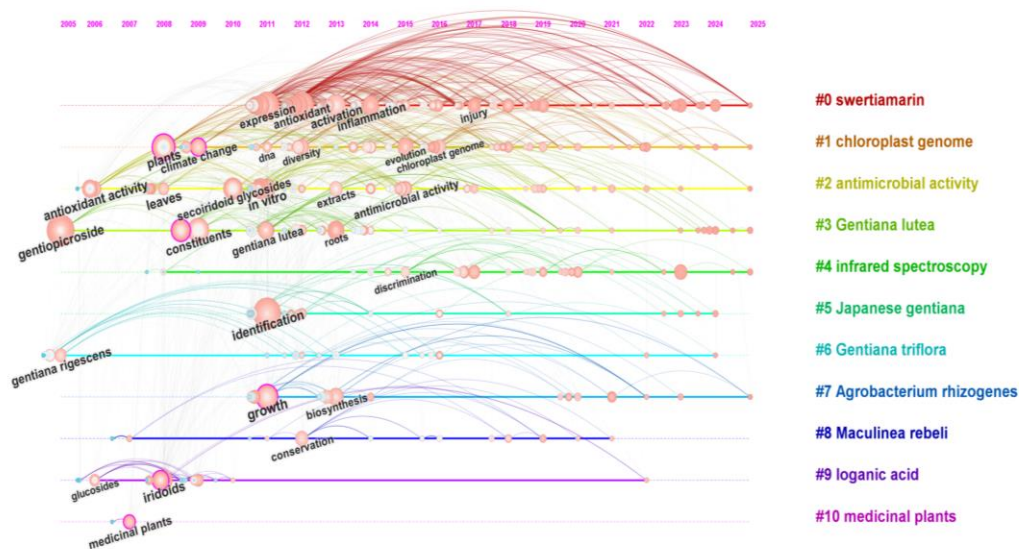


图 12 英文文献关键词聚类时间线图

Fig. 12 Timeline diagram of keyword clustering in English literature

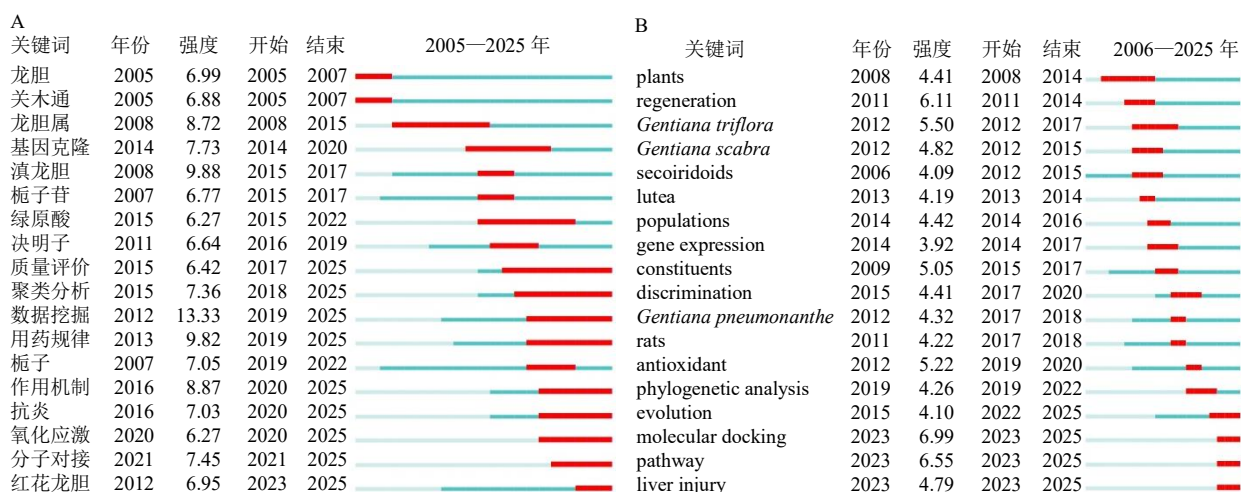


图 13 中文文献 (A) 和英文文献 (B) 关键词突现图谱 (Top 18)

Fig. 13 Emergence diagrams of keyword in Chinese (A) and English (B) literature (Top 18)

理学内容，则是通过当下前沿技术实现对龙胆属药材研究从早期的现象描述和单一通路探索，转向以系统生物学数据为基础，以计算模拟为方法，以精准实验为最终验证的现代化研究模式。

英文文献关键词突现图谱如图 13-B 所示，早期阶段（2006—2011 年），关键词“plants、regeneration、secoiridoids”的突现表明在该时期研究内容聚焦于龙胆属物种的基础资源调查与核心成分的初步鉴定等方面。中期阶段（2012—2018 年），“*Gentiana triflora*、gene expression、discrimination、rats”等关键词的突现表明在该时期研究重点聚焦于物种鉴定、基因表

达等方向，同时借助动物模型验证龙胆抗氧化、抗炎等生物活性。近期阶段（2019 年至今），“molecular docking、pathway、antioxidant、liver injury”等成为研究热点，其中“molecular docking”与“pathway”的突现强度位居前列，表明系统生物学与网络药理学等通过现代技术精准解析活性成分靶点与通路的方法逐渐成为主流方向，国际龙胆研究进入了一个精准化、前沿化的新阶段。

3 讨论

3.1 研究现状概况

本研究通过 VOSviewer 和 CiteSpace 软件对

CNKI 和 WOS 核心合集数据库中 2005—2025 年龙胆领域的中英文文献进行可视化分析。结果显示, 这 20 年间龙胆研究领域的中文文献年发文量呈波动趋势, 2008—2017 年增长较为显著, 2018—2025 年呈回落趋势。其中 2016—2017 年出现发文高峰, 这一时期的研究内容主要集中于龙胆泻肝汤等相关复方的应用、龙胆属植物主要活性成分的化学检测、龙胆属植物的资源学研究等方面。通过分析文献数据及背景驱动发现, 该发文高峰可能是以下因素共同作用的结果: (1) 国家政策推动研究深度发展。2016—2017 年, 中国正处于“第 4 次全国中药资源普查”全面开展时期, 该国家级工作极大地促进了龙胆属资源的系统调查、药材质量标准的提升以及相关方剂的临床药效验证研究。同时, 在该时期中国中药现代化战略进入深度发展阶段, 对传统道地药材基础性研究及其应用开发的需求显著增加, 直接带动了龙胆泻肝汤等复方临床应用及安全性评价研究的快速发展^[65]。(2) 新型技术助力活性成分研究。2016—2017 年, 针对龙胆苦苷、獐芽菜苦苷等化学成分的研究达到了一个高峰, 在此期间指纹图谱、红外光谱等多种技术的应用, 显著提升了这些活性成分的检测精准度^[66]及质量控制标准研究^[67]的系统性。此外, 研究人员围绕龙胆苦苷的抗炎、抗氧化、保肝利胆等作用机制进行了分子水平的深度解析^[68], 这一技术方法的革新为龙胆属的研究带来了新的增长点。(3) 研究范式的转变推动文章产出。此阶段的研究范式从单一化的传统药理学逐步转向数据挖掘与实验验证的双重模式, 尤其在网络药理学等新型技术的助力下, 研究人员对复方中药的药效物质基础进行了深入解析。英文文献年发文量在前期增长相对缓慢, 自 2011 年开始迅速增长, 至 2025 年达到峰值。这一趋势可能归因于中医药现代化理念的提出, 使得国内外研究人员对龙胆属药材的药用价值关注度日益增加。同时, 政府对中医药发展的支持及道地药材特色产业的推动也起到了重要作用。

从发文期刊分布分析, 中文文献主要刊载在《中草药》《中药材》等中医药领域的综合性期刊; 英文文献则主要刊载在 *Journal of Ethnopharmacology*、*Molecules* 等天然产物和药理药剂学领域的高质量国际期刊。中文期刊研究主题更关注龙胆属药材资源、化学成分与药理机制的研究以及临床复方的应用(如龙胆泻肝汤)等, 英文期刊则更加注重龙胆

属植物活性成分的分离鉴定、化学成分结构解析及其多靶点机制验证等。

根据作者合作网络分析, 中英文文献各有高产作者群体。中文文献中高产作者包括王元忠、金航、晋玲等, 这些作者以高校或研究院为核心群体, 形成了紧密的合作网络, 其研究内容包括龙胆属的资源调查、化学成分的提取分离以及分子机制解析等。英文文献中的高产作者则包括 Zhang Ji、Cheng Lihong、Niu Yang 等, 其研究热点集中于分子生物学、相关活性成分靶点作用机制等方面。国内研究团队在药效物质基础与复方研究方面具优势, 而国外团队则在分子机制、大数据挖掘等领域有显著优势。未来不同国家和团队之间可增加深层次合作, 促进龙胆属研究的进一步发展。

在机构合作方面, 中文文献中的黑龙江中医药大学、甘肃中医药大学等机构形成了紧密的合作网络, 发文量位居前列, 这些机构的研究主要集中于龙胆属传统道地药材的资源分布及药材质量控制等方面。英文文献中的 Chinese Academy of Sciences、University of Belgrade 等机构发文量突出, 表明龙胆属研究的国际化程度正逐步提升。国外机构主要聚焦于基因组与活性成分筛选等新兴领域, 逐步将龙胆属植物研究扩展至分子生物学与基因调控方向。总之, 国内机构主要依托丰富的药材资源和复方临床经验, 国际机构则更擅长利用先进技术对龙胆属植物进行系统性研究。未来双方可加强合作, 推动龙胆属的保护与国际化开发利用。

国家间发文数量的差异反映了各国在龙胆属研究领域投入的侧重点与研究方向的差异, 其中中国发文量最多, 体现了龙胆属作为重要药用植物在中医药领域的研究优势。不同区域的国家在龙胆属领域的研究也不同, 欧洲国家(如塞尔维亚等)更多研究龙胆属领域特有物种的分类保护与道地药材的化学成分、药理作用等。亚洲国家(如中国、印度等)的研究则更侧重于传统药用价值挖掘、资源调查、化学成分等多个层面。未来可加强跨国合作, 优化资源整合, 结合现代技术和传统知识, 丰富全球药用植物的研究成果。

3.2 研究热点与未来趋势

3.2.1 核心研究热点 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^[63]。关键词共现及聚类分析显示, 龙胆属领域研究的核心热点主要集中于化学成

分与质量控制、药理作用及其机制研究、临床应用与复方研究、资源与道地性等多个方向。其中“化学成分与质量控制”方向主要是以龙胆苦苷、獐芽菜苦苷等环烯醚萜类^[69]成分为核心,主要研究其提取工艺、含量测定及质量标准构建。“药理作用及其机制研究”方向主要聚焦于龙胆属的保肝利胆^[70]、抗炎镇痛^[71]、抗氧化^[5]活性研究等方面。其中,重点关注龙胆苦苷通过调控氧化应激^[59]和炎症通路^[72]发挥作用的分子机制。“临床应用与复方研究”方向则是围绕“龙胆泻肝汤”等相关复方,探讨龙胆属药材在肝胆、炎症性疾病中的应用,探究复方配伍与临床疗效^[73]。“资源与道地性”方向则重点关注龙胆属的道地药材产区^[74]、资源分类等方面。

关键词突现反映了龙胆属领域的研究热点与发展动态,中文文献中“作用机制、氧化应激、抗炎”等关键词的突现,表明活性成分及药理作用仍是龙胆属研究的核心议题。“关木通”并非龙胆属药材,但与经典方剂“龙胆泻肝汤”密切相关,其突现并非直接反应龙胆属本身的研究热点,而是由外部事件或安全性问题等驱动。在2000年代初期,含关木通的龙胆泻肝汤导致肾毒性的病例被陆续报道,研究表明关木通中的马兜铃酸具有肾毒性,其大剂量短期或小剂量长期使用均可造成肾损伤,这一事件引发了对龙胆泻肝汤组方合理性与中药材使用安全性的高度关注,因此“关木通”这一关键词在2005—2007年高强度突现。“氧化应激、分子对接”等关键词的突现则表明对龙胆属领域的研究不再局限于单一通路分析,而是借助多组学等技术解析龙胆属植物的药理机制。英文文献中早期“plants、*Gentiana triflora*”等关键词突现表明对于龙胆属领域国际上的研究从广泛的资源调查逐步转向特定物种的研究。“molecular docking、pathway”等关键词的突现则表明现代技术在中药作用机制探索中的重要性。总体而言,目前对龙胆属领域的研究从传统的单一成分、单一靶点的实验模式逐渐转向数据驱动、多靶点的网络化药理研究。

3.2.2 未来研究趋势 通过对龙胆属领域中英文文献的可视化分析,整体分析结果表明目前国内外对龙胆属的研究正逐步从单一成分或单一药理作用的研究,向多组分、多靶点的综合研究方向转变。通过对关键词等方面的分析,未来可加强抗炎、氧化应激等多靶点机制的研究,从分子层面挖掘龙胆

属植物活性成分的作用靶点与组学特征;也可引入人工智能等新型技术,提升药物研究效率,推动以网络药理学为基础的作用机制分析;也可聚焦区域特色药材(如黄龙胆、红花龙胆、麻花艽等)的开发研究,通过生态学、药效学、基因组学等多学科交叉,推动龙胆属植物药用价值的转化。在后续的研究发展中,除了深入挖掘龙胆属植物传统的药用价值以及药理机制外,还需借助多组学技术、分子对接等现代化手段,实现药材与应用的有效融合,通过国家与机构间的合作增强研究前沿性,推动龙胆属现代化药物开发,扩展国际市场,从而加强中医药国际化进程。

值得注意的是,龙胆属在呼吸系统疾病的治疗中展现出独特潜力。传统藏药制剂(如十味龙胆花颗粒)具有解热镇痛、化痰止咳的功效,在急性气管-支气管治疗中发挥了重要作用^[7]。在新型冠状病毒肺炎疫情期间,含龙胆属药材的复方制剂(如三味龙胆花片)作为清热药物,可通过抗炎等药理作用缓解咳嗽、气喘等症状,体现了其在呼吸道病毒性疾病中的应用价值^[8]。因此,未来可结合新型技术,解析龙胆活性成分(如龙胆苦苷)在慢阻肺、肺纤维化等呼吸系统疾病中的作用,从而为感染新型冠状病毒和类似的呼吸道疾病提供创新性的预防和治疗措施。

3.3 研究局限性

3.3.1 龙胆属领域研究局限性 尽管龙胆属领域的研究正逐步深入,但仍存在一定的局限性。现有研究多集中于体外细胞实验和动物模型实验,缺乏对龙胆属物种及其制剂的临床疗效验证和安全性评价研究,导致研究成果难以有效转化为临床应用。目前龙胆属药材的药效评价及其机制研究多以单一成分(如龙胆苦苷)为研究对象,未能反映其多成分协同作用的特点。此外,虽已发现龙胆属植物的多种药理活性成分,但对其体内代谢过程、信号通路调控等研究仍不够系统,复方配伍的协同作用机制也尚未明确。根据作者合作共现网络图可知,目前该领域仍存在团队间缺乏大规模合作的问题,尚不具备完整有效的协作网络,这在一定程度上影响了对龙胆属领域研究的深度和广度。因此,未来可针对以上问题进行深入研究,从而推动该领域的进一步发展。

3.3.2 本研究局限性 本研究主要依赖于CNKI和WOS核心合集数据库中的数据,数据来源未能覆盖

国内外对龙胆属领域研究的全部数据。本研究所使用的 CiteSpace 和 VOSviewer 软件只能反映相关文献的表面特征,比如发文量、作者、机构、关键词等,不能深入到研究的具体内容和质量,比如实验设计是否合理、结论是否可靠等。龙胆作为传统的道地药材,其资源分布以及道地性研究可能多见于地方文献,未被主流数据库收录,这导致本研究对龙胆属物种差异的分析不够全面。同时,中英文文献侧重点的不同,可能会导致不同语言之间相互比较的准确性下降。

4 结论

本研究运用 CiteSpace 和 VOSviewer 软件并结合 Excel 对 2005—2025 年龙胆属领域的中英文文献进行了系统性梳理和多方面解读,用可视化图谱和表格的形式展示了龙胆属的主要发文量、核心作者、发文国家、机构、期刊以及关键词共现、聚类、时间线、突现等概况,探究了龙胆属领域近 20 年的发发现状、研究热点与未来发展趋势。

从发文现状分析,该领域研究整体呈波动上升趋势。中文文献发文量虽占主体但近几年有回落现象,英文文献则自 2011 年后快速增长,反映出龙胆属领域的国际关注度不断提升。从研究热点分析,目前龙胆属研究热点集中于化学成分、药理作用及临床复方等方面。药理作用方面,主要以传统的肝胆疾病、炎症性疾病为主要研究方向,然而值得注意的是,一些研究开始探讨龙胆属中相关药用植物在呼吸系统疾病中的潜在应用,这为其进一步研究做了铺垫,但关于呼吸系统疾病研究的证据仍需进一步充实,新冠疫情背景为该领域研究的拓展提供了启示。从未来趋势方面分析,龙胆属领域的研究重点正从单一成分分析逐步转向“多组分、多靶点”协同机制探究,深度融合代谢组学、分子对接及网络药理学等前沿技术方向。在未来,可通过跨机构协作,推动龙胆属领域的研究向现代化、精准化和国际化方向进一步发展。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 车彦云,梁敬钰.龙胆属植物研究进展[J].海峡药学,2008,20(3):1-4.
- [2] Jiang M, Cui B W, Wu Y L, et al. Genus *Gentiana*: A review on phytochemistry, pharmacology and molecular mechanism[J]. *J Ethnopharmacol*, 2021, 264: 113391.
- [3] Ponticelli M, Lela L, Moles M, et al. The healing bitterness of *Gentiana lutea* L., phytochemistry and biological activities: A systematic review[J]. *Phytochemistry*, 2023, 206: 113518.
- [4] 王彩君,王智民,王维皓,等.龙胆属植物中的化学成分及药理活性研究进展[J].中国中药杂志,2009,34(23):2987-2994.
- [5] 李生浩,李俊义,武昆利,等.龙胆苦苷的药理作用及分子机制研究进展[J].昆明医科大学学报,2020,41(1):158-162.
- [6] 张居文,刘娟,于凡雅,等.十味龙胆花颗粒/胶囊治疗支气管炎有效性与安全性的系统评价与 Meta 分析[J].中国中药杂志,2026,51(3):880-889.
- [7] 陈骋.龙胆苦苷对急性肺损伤及慢性肺纤维化的防治作用研究[D].云南:昆明医科大学,2018.
- [8] 赵芃,张英睿,李轩豪,等.基于网络药理学和分子对接技术的藏药三味龙胆花片用于新型冠状病毒肺炎(COVID-19)的作用机制探讨[J].中药药理与临床,2020,36(3):35-41.
- [9] 李仙仙,邓清月,和映玉,等.基于 CiteSpace 和 VOSviewer 可视化分析药食同源中药罗汉果的发展态势[J].中草药,2023,54(17):5671-5683.
- [10] 韩昕,李莎莎,陈曦,等.基于 CiteSpace 和 VOSviewer 对女贞子的研究现状与热点分析[J].特产研究,2024,46(3):47-55.
- [11] 凌金忠,李珊珊,朱国旗,等.人参的文献计量学研究:热点与趋势分析[J].中草药,2024,55(17):5952-5963.
- [12] 胡鹏杰,杜彦铭,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.
- [13] 冯梅,钟志兵,周欣欣.近五年龙胆泻肝汤临床应用研究概况[J].亚太传统医药,2016,12(16):90-92.
- [14] Falcone G, Di Matteo G, Mannina L, et al. Phytochemical profiling and anti-inflammatory activity of *Gentiana lutea* roots from Pollino National Park[J]. *J Ethnopharmacol*, 2025, 353: 120430.
- [15] 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:社会科学版,2023,17(2):80-89.
- [16] 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.
- [17] 褚博文,张霁,李智敏,等.滇龙胆化学成分和药理作用研究进展[J].中国实验方剂学杂志,2016,22(13):213-222.
- [18] 张霁,王元忠,杨绍兵,等.不同胁迫条件对滇龙胆种子萌发的影响[J].南方农业学报,2013,44(10):1629-1633.
- [19] 杨维泽,金航,杨美权,等.云南滇龙胆居群表型多样性及其与环境关系研究[J].西北植物学报,2011,31(7):1326-1334.

- [20] 赵磊, 李智敏, 白艳婷, 等. 滇龙胆地上部分的化学成分研究 [J]. 云南中医学院学报, 2009, 32(2): 27-31.
- [21] 何微微, 韦翡翠, 吕蓉, 等. 秦艽的资源现状和可持续利用 [J]. 时珍国医国药, 2019, 30(7): 1754-1756.
- [22] 杨燕梅, 马晓辉, 卢有媛, 等. UPLC 法测定 7 种秦艽中 7 种指标成分的量 [J]. 中草药, 2016, 47(11): 1968-1973.
- [23] 葛珊, 魏昀, 吴晨, 等. 秦艽、威灵仙主要成分龙胆苦苷、木兰花碱对 RA 模型大鼠抗炎作用机制研究 [J]. 中药药理与临床, 2022, 38(4): 62-67.
- [24] 魏莉霞, 王国祥, 漆燕玲, 等. 秦艽新品种‘陇秦 1 号’和‘陇秦 2 号’ [J]. 园艺学报, 2018, 45(3): 609-610.
- [25] 魏莉霞, 漆燕玲, 赵玮, 等. 栽培因子对秦艽产量和龙胆苦苷含量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(23): 10022-10023.
- [26] Liu Z M, Shen T, Zhang J, *et al.* A novel multi-preprocessing integration method for the qualitative and quantitative assessment of wild medicinal plants: *Gentiana rigescens* as an example [J]. *Front Plant Sci*, 2021, 12: 759248.
- [27] Liu Y N, Liu Q, Chen D N, *et al.* Inokosterone from *Gentiana rigescens* Franch. extends the longevity of yeast and mammalian cells via antioxidative stress and mitophagy induction [J]. *Antioxidants*, 2022, 11(2): 214.
- [28] Liang Y, Meng X X, Mu Z J, *et al.* The complete chloroplast genome and phylogenetic analysis of *Gentiana manshurica* Kitag from China [J]. *Mitochondrial DNA Part B*, 2020, 5(2): 1625-1626.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 庞宇航, 管伟, 胡晓阳, 等. 尖叶假龙胆的化学成分及药理作用研究进展 [J]. 中草药, 2018, 49(22): 5468-5476.
- [32] 郭从嘉. 秦艽一威灵仙组分配伍对 RA 模型大鼠抗炎作用机制研究 [D]. 兰州: 甘肃中医药大学, 2023.
- [33] 杨燕梅. 秦艽商品规格等级与其质量的相关性研究 [D]. 兰州: 甘肃中医药大学, 2016.
- [34] 李明秀, 李青松, 杨晓彤, 等. 龙胆苦苷作用于疾病的分子机制 [J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2025, 27(4): 950-961.
- [35] 朱广伟, 李西文, 李琦, 等. 基于传统煎药工艺的龙胆饮片标准汤剂制备及质量评价方法研究 [J]. 中草药, 2017, 48(20): 4253-4260.
- [36] Zhang J, Wang Y Z, Cai C T. Multielemental stoichiometry in plant organs: A case study with the Alpine herb *Gentiana rigescens* across southwest China [J]. *Front Plant Sci*, 2020, 11: 441.
- [37] Mladenović Ž, Kuzmanović N, Lakušić D, *et al.* Comparative leaf anatomy of Balkan representatives of *Gentiana* L. sect. *ciminalis* (Adans.) Dum. (Gentianaceae): Implications for species delimitation [J]. *Plants*, 2025, 14(19): 2977.
- [38] 杨钰莹, 全云云, 尤晓舟, 等. 中药麝香研究现状与趋势: 基于 CiteSpace 和 VOSviewer 的文献计量学分析 [J]. 中药药理与临床, 2023, 39(4): 106-115.
- [39] 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.
- [40] He M L, Zhou J, Wang R R, *et al.* Exploration of the therapeutic mechanism of *Gentiana scabra* Bunge for gouty arthritis based on network pharmacology and molecular docking technology [J]. *Asian J Surg*, 2023, 46(12): 5666-5668.
- [41] Yang A M, Han H, Li J Y, *et al.* Triterpenoids from *Gentiana algida* [J]. *Chem Nat Compd*, 2015, 51(2): 381-382.
- [42] Ya H Y, Miao Y W. Complete plastid genome of *Gentiana leucomelaena* Maxim. (Gentianaceae) and phylogenetic analysis [J]. *Mitochondrial DNA Part B*, 2021, 6(10): 2953-2954.
- [43] Anilkumar K A, Kumar K M P, Udayan P S. *Gentiana kurumbae*, a new species of Gentianaceae from the Western Ghats of Kerala, India [J]. *Taiwania*, 2015, 60(2): 81-85.
- [44] Mubashir K, Ganai B A, Ghazanfar K, *et al.* Evaluation of antiarthritic potential of methanolic extract of *Gentiana kurroo* Royle [J]. *Arthritis*, 2014, 2014(1): 810615.
- [45] Takase T, Shimizu M, Takahashi S, *et al.* De novo transcriptome analysis reveals flowering-related genes that potentially contribute to flowering-time control in the Japanese cultivated gentian *Gentiana triflora* [J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(19): 11754.
- [46] Kitić N, Živković J, Šavikin K, *et al.* Spasmolytic activity of *Gentiana lutea* L. root extracts on the rat ileum: Underlying mechanisms of action [J]. *Plants*, 2024, 13(3): 453.
- [47] Hamza A A, Gamel M, Abdalla A, *et al.* *Gentiana lutea* attenuates hepatotoxicity induced by ketoconazole in rats by fortifying the cellular antioxidant defense system [J]. *J Basic Appl Zool*, 2023, 84(1): 1.
- [48] Ai Y Z, Xing Y X, Yan L M, *et al.* Atrial fibrillation and depression: A bibliometric analysis from 2001 to 2021 [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 775329.
- [49] 王小娟, 吴伟, 刘云鹤, 等. 基于 CiteSpace 和 VOSviewer 的赤芍研究现状及研究热点可视化分析 [J]. 中草药, 2025, 56(19): 7146-7156.

- [50] 张战胜, 张晒. 龙胆泻肝汤对带状疱疹患者临床疗效及血清 CGRP、5-HT、ICAM-1 水平的影响 [J]. 实验与检验医学, 2018, 36(1): 85-87.
- [51] 朱芳, 漆涛, 吴丹, 等. 龙胆泻肝汤联合耳穴揸针治疗带状疱疹急性期患者的临床疗效及对其血清炎症因子、相关细胞因子、免疫功能指标的影响 [J]. 世界中西医结合杂志, 2025, 20(12): 2408-2414.
- [52] 雷琼, 王芝林, 白雪. 胶束毛细管电泳法测定龙胆属藏药中环烯醚萜类成分 [J]. 中药材, 2018, 41(8): 1929-1932.
- [53] 巩红冬. 青藏高原东缘龙胆属藏药植物资源调查 [J]. 北方园艺, 2011(7): 104-105.
- [54] 李彩霞, 王元忠, 王梅媛, 等. 龙胆苦苷生物合成候选调控基因 GrbHLH1 的挖掘、克隆与表达分析 [J]. 生命科学研究, 2020, 24(2): 118-126.
- [55] 张延智, 刘佳乐, 杜一民, 等. 滇龙胆化学成分和药理作用的研究进展 [J]. 山东化工, 2019, 48(16): 71-74.
- [56] 许亮, 石达理, 谢明, 等. 龙胆本草考证与东北龙胆属一新变型: 白花粗糙龙胆 [J]. 中华中医药学刊, 2017, 35(7): 1658-1661.
- [57] 武文雅, 吴可心, 张迈, 等. 基于 GC-MS 的 3 种龙胆属植物的代谢差异分析 [J]. 西北林学院学报, 2023, 38(6): 203-210.
- [58] 耿铮. 蓝玉簪龙胆治疗呼吸系统疾病的有效组分研究 [D]. 西安: 第四军医大学, 2010.
- [59] 李志芳, 贺晓云, 许孟霞, 等. 龙胆苦苷对 CCl₄ 诱导的肝纤维化大鼠肝损伤、肝纤维化、氧化应激和 Nrf2 通路的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(6): 1405-1410.
- [60] Li Y, Zhang J, Fan J Y, *et al.* Tibetan medicine Bang Jian: A comprehensive review on botanical characterization, traditional use, phytochemistry, and pharmacology [J]. *Front Pharmacol*, 2023, 14: 1295789.
- [61] Nakatsuka T, Saito M, Yamada E, *et al.* Isolation and characterization of GtMYBP3 and GtMYBP4, orthologues of R2R3-MYB transcription factors that regulate early flavonoid biosynthesis, in gentian flowers [J]. *J Exp Bot*, 2012, 63(18): 6505-6517.
- [62] Zhao R, Yin S Y, Xue J N, *et al.* Sequencing and comparative analysis of chloroplast genomes of three medicinal plants: *Gentiana manshurica*, *G. scabra* and *G. triflora* [J]. *Physiol Mol Biol Plants*, 2022, 28(7): 1421-1435.
- [63] 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.
- [64] 张娜, 谢鸣. 龙胆泻肝汤中关木通配伍的肾毒性研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2006, 12(5): 58-61.
- [65] 桑滨生. 《中医药发展战略规划纲要(2016—2030 年)》解读 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2016, 18(7): 1088-1092.
- [66] 雷慧博, 吴立宏, 王峥涛, 等. 龙胆中龙胆苦苷和落干酸含量的高效液相色谱法测定 [J]. 时珍国医国药, 2016, 27(10): 2397-2399.
- [67] 关皎, 朱鹤云, 尹树铸, 等. HPLC 法同时测定龙胆泻肝丸中 8 个活性成分的含量 [J]. 药物分析杂志, 2017, 37(12): 2253-2259.
- [68] 张启立. 龙胆苦苷衍生物的合成及其抗炎活性研究 [D]. 兰州: 甘肃中医药大学, 2017.
- [69] 曹悦, 左代英, 吴晓兰, 等. 超高效液相色谱法测定龙胆药材中的獐芽菜苦苷和龙胆苦苷 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(5): 1079-1080.
- [70] 周春巧, 文君, 陈宇. 龙胆泻肝汤的药理作用及其临床应用研究进展 [J]. 临床合理用药杂志, 2018, 11(33): 180-181.
- [71] 陈雷, 王海波, 孙晓丽, 等. 龙胆苦苷镇痛抗炎药理作用研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20(5): 903-906.
- [72] 区淑雅, 李灿涛, 邵颖颖, 等. 龙胆苦苷基于尿酸转运蛋白和 NLRP3 炎性小体信号通路改善小鼠高尿酸血症和肾脏炎症 [J]. 中南药学, 2021, 19(11): 2334-2340.
- [73] 哈申其木格, 道日娜. 浅谈龙胆泻肝丸临床应用 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2016, 16(97): 163.
- [74] 任雪. 龙胆道地性形成生境机制研究 [D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2021.

[责任编辑 潘明佳]