

五加属植物研究的知识图谱、全球专利及趋势前瞻探析

魏昕玥¹, 李思雅^{2,3}, 花海兵², 何润然⁴, 奚飞飞¹, 王进^{1,5*}, 张宇锋^{2,5*}

1. 南京中医药大学中医药文献研究院, 江苏 南京 210023
2. 南京中医药大学 江阴附属医院, 江苏 无锡 214400
3. 南京中医药大学药学院, 江苏 南京 210023
4. 南京中医药大学护理学院, 江苏 南京 210023
5. 江苏省中医流派研究院, 江苏 南京 210023

摘要: **目的** 基于 CiteSpace 与 VOSviewer 对五加属 *Eleutherococcus* 植物的研究现状进行文献计量与可视化分析, 并对其未来研究趋势进行预测; 通过分析五加属植物的专利布局, 评估其技术转化现状与发展趋势, 为后续的研发与产业化方向提供决策依据。 **方法** 在中国知网数据库 (CNKI)、维普中文科技期刊全文数据库 (VIP)、万方数据知识服务平台 (Wanfang)、Web of Science (WOS) 4 个数据库分别以五加属、*Eleutherococcus* 等为关键词进行检索, 将检索出的文献导入 NoteExpress 软件进行筛选并去重, 导出数据后用 CiteSpace 和 VOSviewer 可视化软件对文献的发文量分布, 作者、机构合作网络及关键词聚类 and 共现网络进行可视化分析。运用 Incopat 专利数据库的检索功能, 针对五加属植物所申请的全球专利趋势、全球地域分布、申请人排名及类型构成等方面进行分析与总结。 **结果** 共纳入中文文献 2 081 篇, 英文文献 462 篇。五加属近 10 年中文文献发文量大体呈波动下降后趋于平稳趋势, 英文文献呈现波动上升趋势。发文量较多的国家以中国为主, 作者合作网络多以团队内部合作为主, 团队间合作相对不足。借助 Incopat 专利数据库共检索到五加属植物相关专利数据 18 992 件, 国内专利有 9 942 件, 占比 52.35%, 占据全球此方面专利数的一半以上。 **结论** 五加属国内研究正处于波动下降阶段, 国外研究正处于上升阶段, 研究多以刺五加和无梗五加为主, 研究热点趋向于其活性成分、氧化应激、现代药理学及资源保护等方面。五加属植物专利在全球分布差距明显, 我国的专利申请量较多, 但近年来面临申请活跃度相对降低及创新性不足等问题。

关键词: 五加属; 刺五加; CiteSpace; VOSviewer; 可视化分析; 文献计量学; 知识图谱

中图分类号: G350; R282 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253 - 2670(2026)07 - 2655 - 19

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2026.07.019

Analysis of knowledge graph, global patents and trend prospect of *Eleutherococcus* plants

WEI Xinyue¹, LI Siya^{2,3}, HUA Haibing², HE Runran⁴, XI Feifei¹, WANG Jin^{1,5}, ZHANG Yufeng^{2,5}

1. Institute of Chinese Medical Literature, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China
2. Jiangyin Hospital Affiliated to Nanjing University of Chinese Medicine, Wuxi 214400, China
3. School of Pharmacy, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China
4. School of Nursing, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China
5. Jiangsu Provincial Research Institute of Chinese Medicine Schools, Nanjing 210023, China

Abstract: Objective To conduct a bibliometric and visual analysis using CiteSpace and VOSviewer on the current research, status of plants in the genus *Eleutherococcus* and predict future research trends. Additionally, by analyzing the patent landscape of *Eleutherococcus* plants, this study aims to evaluate the current status and development trends of its technological transformation,

收稿日期: 2025-12-11

基金项目: 江苏省中医疫病研究中心开放课题 (JSYB2024KF28); 江苏省中医流派研究院开放课题 (JSZYLP2024040); 无锡市中医药科技发展专项重点项目 (ZYZD202404); 无锡市卫生健康委科技计划项目 (T202549, M202329); 无锡市名中医工作室 (锡中医[2023]2号 (11)); 无锡市“双百”中青年医疗卫生拔尖人才培养计划 (HB2023106)

作者简介: 魏昕玥, 硕士研究生, 研究方向为中医药文献与文献计量学研究。E-mail: orchidxin25@126.com

*通信作者: 王进, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事中医药文献与中药药性诠释研究。E-mail: tulipeden@126.com

张宇锋, 博士, 主任医师, 硕士生导师, 从事中西医结合肺病与中医药文献研究。E-mail: yufengzhang@njucm.edu.cn

thereby providing a decision-making basis for subsequent research, development, and industrialization. **Methods** Literature searches were performed in four databases: China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Chinese Sci-Tech Journal Full-text Database (VIP), Wanfang Data Knowledge Service Platform (Wanfang), and Web of Science (WOS), using keywords such as “*Eleutherococcus*”. The retrieved literature was imported into NoteExpress software for screening and deduplication. The exported data were then visualized using CiteSpace and VOSviewer to analyze the distribution of the number of published papers, author and institutional collaboration networks, as well as keyword clustering and co-occurrence networks. The search function of the IncoPat patent database was utilized to analyze and summarize global patent trends, geographical distribution, applicant rankings, and applicant type composition related to *Eleutherococcus* plants. **Results** A total of 2 081 Chinese articles and 462 English articles meeting the criteria were included. Over the past decade, the number of Chinese publications on *Eleutherococcus* generally showed a fluctuating decline before stabilizing, while English publications exhibited a fluctuating upward trend. China was the leading country in terms of publication volume. Author collaboration networks were primarily based on intra-team cooperation, with relatively insufficient inter-team collaboration. Through the IncoPat patent database, 18 992 patent records related to *Eleutherococcus* plants were retrieved. Among these, 9 942 patents (52.35%) were domestic applications in China, accounting for more than half of the global patents in this field. **Conclusion** Domestic research on *Eleutherococcus* in China is currently in a phase of fluctuating decline, while international research is on the rise. Studies predominantly focus on *Acanthopanax senticosus* and *A. sessiliflorus*, with research hotspots trending toward active components, oxidative stress, modern pharmacology, and resource conservation. The global distribution of patents related to *Eleutherococcus* plants shows significant disparities. Although China has a relatively high number of patent applications, it faces challenges such as reduced application activity in recent years and insufficient innovation.

Key words: *Eleutherococcus* Maxim.; *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.) Maxim.; CiteSpace; VOSviewer; visualization analysis; bibliometrics; knowledge graph

五加属 *Eleutherococcus* Maxim. 植物是五加科 (Araliaceae) 下的较为重要的 1 个属, 大多为直立或蔓生灌木, 少数是乔木, 这属植物喜欢在林间潮湿的区域生长。当前全球共发现本属植物 35 种, 亚洲分布有 34 种, 是五加属主要分布地, 在我国共有 26 种五加属植物, 蜀五加与细刺五加等五加属植物为中国特有品种。五加属植物广泛分布于我国各省市, 以黄河长江流域分布最为密集。五加属中绝大部分种类其茎皮、叶等不同组织中含有三萜类皂苷、紫丁香苷、刺五加苷 E 及异嗪皮啶等化学成分, 其中部分成分具有益气健脾、补肾安神、抗炎、抗肿瘤的作用^[1-2]。现今, 对于该属植物研究多聚焦于其化学成分、药理作用及植物资源的开发利用途径, 而关于该属植物研究的文献计量学研究仍存在不足。文献计量学以文献体系和计量特征为研究对象, 通过运用数学、统计学等定量研究方法, 对已有文献进行深度分析和信息挖掘, 其核心目的在于探明并量化地呈现特定学科领域文献的分布结构、数量关系及其动态变化规律^[3]。本研究将借助 CiteSpace 和 VOSviewer 2 个文献计量分析软件对 1989 年 1 月 1 日—2025 年 10 月 31 日有关五加属植物中、英文文献进行可视化分析, 旨在系统梳理近 30 余年来五加属植物相关文献, 明确其研究热点, 研究其发展趋势, 以期为该领域的深入探索与

临床应用提供理论参考与实践指引。

1 资料与方法

1.1 文献来源与检索方法

借助中国学术期刊全文数据库 (CNKI)、中文科技期刊数据库 (VIP)、万方数据知识服务平台 (Wanfang) 以及 Web of Science (WOS) 4 个学术平台检索五加属植物相关文献。为获得高质量文献进一步精确聚焦于此领域研究, 在 CNKI、VIP、Wanfang 数据库进行检索时, 将文献来源设定为北大核心期刊、科学引文索引扩展版 (science citation index expanded, SCIE)、中国科学引文数据库 (Chinese science citation database, CSCD) 及中文社会科学引文索引 (Chinese social sciences citation index, CSSCI), 主题式检索, 检索式为“刺五加”或“五加属+五加属植物”或“五加”, 精确检索, 时间限定为 1989 年 1 月 1 日—2025 年 10 月 31 日, 学科限定以医药卫生科技为主进行检索, 以“Refwork”格式导出, 保存文件命名为“download.txt”。

WOS 平台检索其检索式为“主题 = [(*Eleutherococcus senticosus* (Topic) OR *Eleutherococcus* Maxim. (Topic) OR *Acanthopanax senticosus* (Topic) OR *Acanthopanax* (Topic) OR eleutheroside (Topic) OR *Siberian ginseng* (Topic) and article or review article (document types) and English

(languages)], 时间限定为 1989 年 1 月 1 日—2025 年 10 月 31 日。以“RIS (其他参考文献软件)”格式导出到建立的文件夹中。

1.2 文献整理及数据分析

将检索后的中、英文文献人工初筛后导入 NoteExpress 软件, 将其进行筛选, 剔除缺少关键词和年份信息的文献, 并将与本研究主题不相关的文献进行删除, 最终纳入文献 2 543 篇。利用 CiteSpace 6.2.R3 版本软件对机构合作网络、国家合作网络、作者合作网络、关键词聚类及关键词突现进行可视化分析, 借助 VOSviewer 1.6.20 软件制作关键词共现网络, 以进一步了解此领域的研究热点和未来发展趋势。

1.3 专利数据与分析

五加属植物相关专利数据来源于 Incopat 专利数据库, 通过检索式 (ALL = (五加属) OR ALL = (五

加属植物) OR ALL = (*Eleutherococcus*) OR ALL = (*Acanthopanax*) OR ALL = (*Siberian ginseng*) OR ALL = (*Eleutherococcus senticosus*) AND (AD = [19890101 to 20251031]) 进行检索, 经过简单同族合并后共得到 18 992 件专利, 其中中国共有 9 942 件专利, 占全球此方面专利数的 52.35%, 国外专利占比 47.65%。

2 结果

2.1 发文量分析

对某一领域年度发文数量的分析被视为观测其发展活力与受关注程度的重要维度, 该数据能在一定程度上反映出学科发展的进度及其遵循的规律^[4]。本研究共纳入五加属植物相关医学方面的中、英文文献共计 2 543 篇, 其中中文文献 2 081 篇, 英文文献 462 篇, 且绘制饼状图与柱状图进行分析, 见图 1。

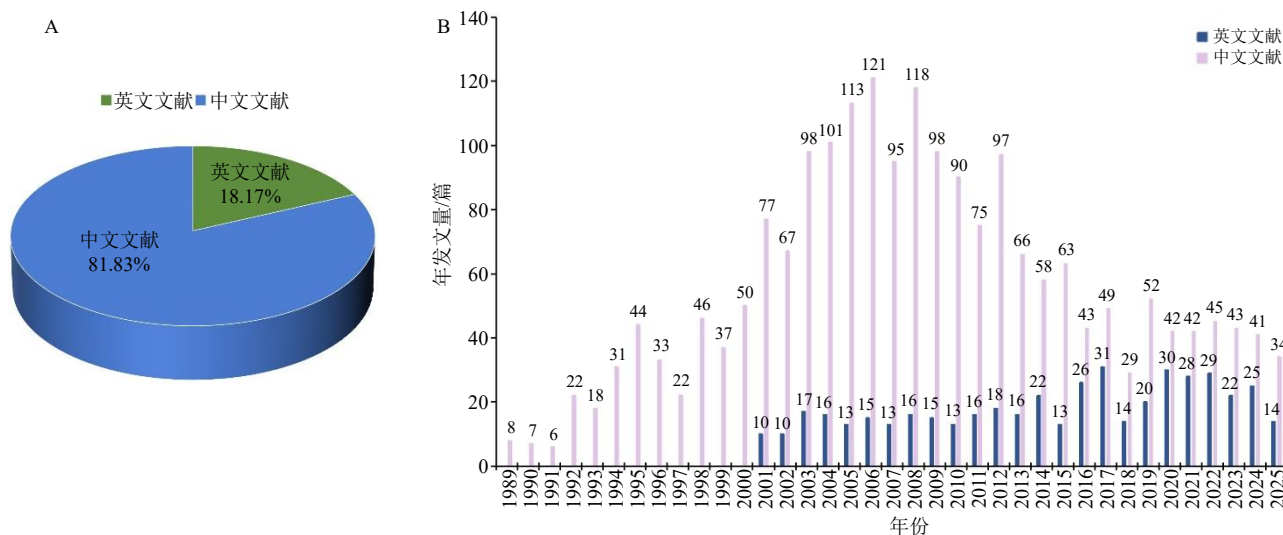


图 1 1989—2025 年五加属植物中英文文献年发文量 (A) 与发文趋势 (B)

Fig. 1 Annual volume (A) and trend (B) of Chinese and English literature on *Eleutherococcus* plants from 1989 to 2025

由图 1-A 所示, 中文文献占总发文量的 81.83%, 英文文献占总发文量的 18.17%, 可见此领域国内研究占主导优势。发文趋势见图 1-B, 2025 年发文量数据不完整故本研究不纳入分析范围。结果显示, 中文文献年均发文量为 56 篇, 整体呈现波动趋势, 1989—2006 年发文量呈整体上升趋势, 此 17 年间, 五加属植物研究热点主要聚焦于其治疗脑梗死、糖尿病等的疗效观察; 2007—2011 年发文量出现波动且略下降后, 2012 年短暂回升, 2013 年后发文量持续下降但基本保持在 40 篇左右, 相对稳定。英文文献是从 2001 年开始出现, 相比于国内起

步较晚, 其年均发文量为 10 篇, 2001—2014 年发文量处于稳定波动较小阶段, 2015—2017 年出现小幅增长, 2018 年回落至 14 篇, 而后至 2024 年出现 1 个小高峰, 整体呈现增长态势, 标志相关研究成果的国际影响力日益提升, 研究热度连年增加, 近 10 年研究热点主要聚焦于五加属植物中的不同化学成分的药理作用研究。

2.2 发文作者合作网络分析

作者合作共现网络能够清晰呈现研究者的学术方向、贡献程度及其合作关联, 为客观衡量学者的学术影响提供可靠依据。在该网络中, 每个节点

对应 1 位作者，节点尺寸与字体大小与其出现频次呈正相关；节点间的连线粗细则直观反映合作密切程度^[3]。

使用 CiteSpace 6.2R3 软件对发文作者合作网络进行可视化分析，2 081 篇中文文献发文作者共 1 167 位，合作连线 1 486 条（图 2-A）；462 篇英文文献发文作者共 695 位，累计 918 条合作连线（图 2-B），图 2 仅展示主要作者集群及连线。五加属植

物中、英文文献发文量前 10 的作者如表 1 所示。根据普莱斯定律公式 ($N=0.749\sqrt{n_{max}}$ ，其中 n_{max} 为所统计年限内发表文章数量最多的作者的发文数量^[5]) 计算核心作者发文量阈值，得出中文文献 $N=5.30$ ，英文文献 $N=2.37$ ，即中文文献发文量 ≥ 5 篇，英文文献发文量 ≥ 2 篇判定为核心作者。统计可知，中、英文核心作者分别有 56 位和 138 位，所发文献占中、英文文献总发文量的 24.65%和 72.73%。

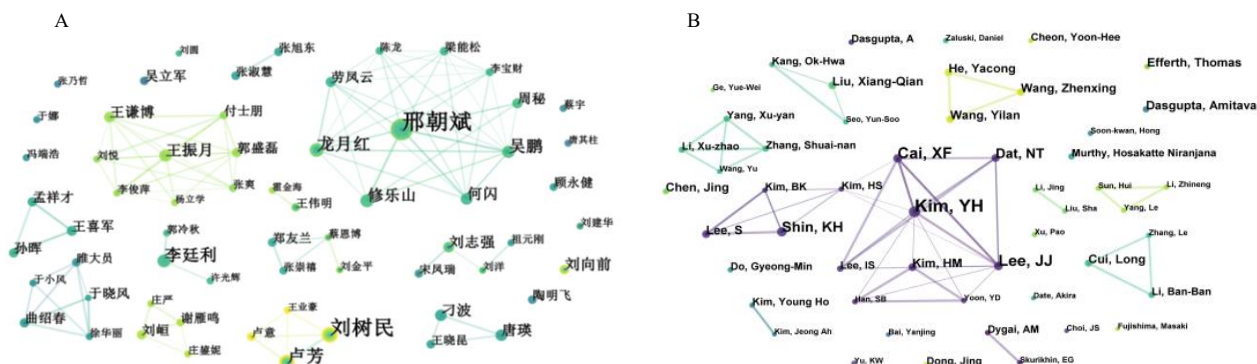


图 2 五加属植物中文 (A) 和英文 (B) 文献作者合作网络

Fig. 2 Cooperation networks of authors in Chinese (A) and English (B) literature on *Eleutherococcus* plants

表 1 五加属植物中英文文献发文量前 10 的作者

Table 1 Top 10 authors by publications number in Chinese and English literature on *Eleutherococcus* plants

序号	中文文献		英文文献	
	作者	发文量/篇	作者	发文量/篇
1	邢朝斌	50	Kim Younghun	10
2	刘树民	34	Lee Jeongjin	7
3	卢芳	21	Cai Xingfu	7
4	龙月红	18	Shin Kuk Hyun	6
5	李廷利	17	Dat Nguyen Tien	5
6	吴鹏	16	Chen Jing	4
7	修乐山	14	Wang Zhenxing	4
8	王振月	13	Kim Hyungmin	4
9	何闪	12	Efferth Thomas	4
10	刘向前	12	Wang Yilan	4

在中文文献中，发文量排名前 3 的作者依次为邢朝斌、刘树民与卢芳。其中，邢朝斌以 50 篇的发文量位居首位，其团队自 2005 年起便聚焦五加属植物研究，研究范围横跨农作物、中药学、生物学及林业等多个学科领域，呈现出鲜明的学科交叉特性，这种跨学科研究不仅催生了新的交叉学科方向，更为原有学科的可持续发展提供了有力支撑。在医学研究领域，该团队近年来的核心研究内容包

括刺五加光系统 II PsbP 蛋白 (*Eleutherococcus senticosus* photosystem II PsbP protein, EsPsbP) 蛋白与光系统 II 亚基蛋白 Q (photosystem II subunit Q, PsbQ) 蛋白的结合方式^[6]、五加属植物基因的克隆及序列分析^[7-8]，以及刺五加中化学成分的含量测定^[9]等。

排名第 2、3 位的刘树民与卢芳为同一研究团队成员，均隶属于黑龙江中医药大学，二者存在密

切的合作关系。其团队的研究重点主要围绕刺五加的药理作用及机制展开，具体包括刺五加提取物治疗帕金森病的潜在作用机制^[10-11]、刺五加多糖的药理活性及其对大鼠心脏内源性物质代谢的影响^[12-13]，以及刺五加多糖对免疫性肝损伤的保护作用^[14]等方向。

695 位英文文献发文作者中发文量排名第 1 的是 Kim Younghun，共发文 10 篇，其所在研究团队主要研究内容包括刺五加神经抗炎作用与细胞保护作用的机制^[15]和刺五加不同部位的抗氧化活性及咖啡酸含量的测定^[16]等，紧密联合药物化学成分作用，其研究所建立的测定方法能够帮助提升刺五加的质量控制。Lee Jeongjin 和 Cai Xingfu 与 Kim

Younghun 存在密切合作关系，他们共同合作研究刺五加茎中的成分能否减轻肝功能衰竭^[17]。

2.3 机构合作网络分析

通过构建机构合作共现网络图谱能够直观呈现特定研究领域中机构间的协作态势，并清晰展示不同机构在科研产出与学术影响力上的分布情况。图中节点的大小对应各机构的发文数量，节点间的连线则体现机构之间合作关系的紧密程度。机构合作网络如图 3 所示，排名前 10 的中、英文文献发文机构见表 2。2 081 篇中文文献共涉及 655 家研究机构（图 3-A），合作连线达 342 条，网络密度 0.001 5；发文量前 3 的研究机构分别是黑龙江中医药大学（119 篇）、吉林大学（66 篇）和东北林业大学（41 篇）。

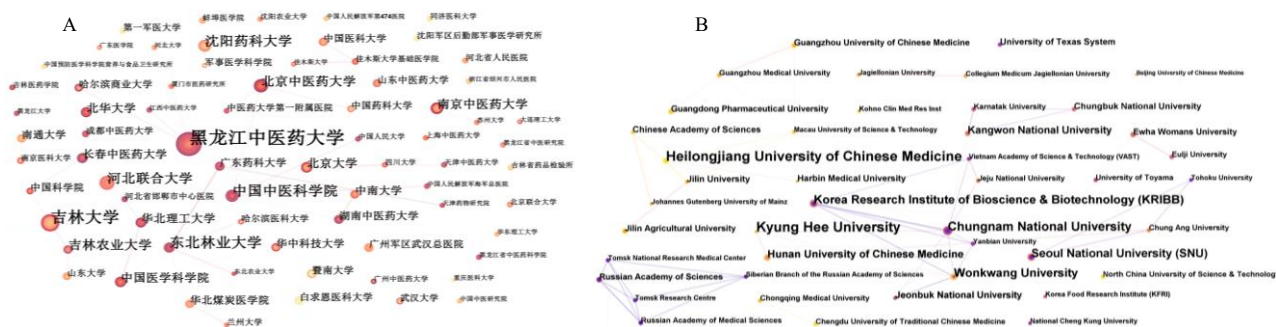


图 3 五加属植物中文 (A) 和英文 (B) 文献机构合作网络

Fig. 3 Cooperation networks of institutions in Chinese (A) and English (B) literature on *Eleutherococcus* plants

表 2 五加属植物中、英文文献发文量前 10 的机构

Table 2 Top 10 institutions by publications number in Chinese and English literature on *Eleutherococcus* plants

序号	中文文献		英文文献	
	机构	发文量/篇	机构	发文量/篇
1	黑龙江中医药大学	119	Kyung Hee University	26
2	吉林大学	66	Heilongjiang University of Chinese Medicine	26
3	东北林业大学	41	Chungnam National University	19
4	中国中医科学院	37	Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology (KRIBB)	15
5	沈阳药科大学	33	Wonkwang University	15
6	河北联合大学	29	Seoul National University (SNU)	14
7	吉林农业大学	27	Hunan University of Chinese Medicine	11
8	北京中医药大学	24	Kangwon National University	10
9	南京中医药大学	21	Jeonbuk National University	8
10	中国医学科学院	19	University of Texas System	7

462 篇英文文献共涉及 397 家机构，合作连线达 452 条（图 3-B），网络密度 0.005 8 可知其机构间联系紧密。发文量前 3 的研究机构分别是 Kyung Hee University（韩国庆熙大学）、Heilongjiang

University of Chinese Medicine（黑龙江中医药大学）、Chungnam National University（韩国忠南大学），黑龙江中医药大学作为对外协作节点，重点关联韩国庆熙大学、韩国生物科学与生物技术研究所

(Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, KRIBB), 庆熙大学在韩方传统药用植物研究领域经验丰富, 如与我国中南大学合作发表于《中草药》杂志的关于细柱五加皮化学成分研究^[18]。同时, 机构合作网络还涉及到泰国、印度等国的高校, 这类机构的参与多围绕五加属近缘物种的区域资源挖掘、药用文化差异比较展开, 既体现了五加属作为东亚传统药用植物的区域研究共识, 也反映出国际协作基于资源分布与研究优势的互补性。但国内外机构合作关系薄弱, 尚未形成联系紧密的机构间合作群体, 未来为深化五加属植物资源开发与药用机制研究, 应积极促进跨国机构的学术交流与协作项目。

2.4 国家合作网络及发文量分析

国家间的合作很大程度上也能推动五加属植

物的研究进程, 将 462 篇英文文献导入 CiteSpace 软件中生成网络共现图谱, 共计 44 个国家, 合作连线 99 条, 图中仅展示部分发文量较多的国家, 如图 4 所示。英文文献国家合作网络图谱密度值为 0.104 7, 显示各国家间关于五加属植物的研究合作较为密切。发文量前 10 的国家见表 3, 中心性排名见表 4。其中中国发文量与中心性均位列第 1, 共计为此领域贡献了 232 篇文献, 中心性为 0.67, 占英文文献总发文量的 50.22% (图 4-B)。其次是韩国 (137 篇)、日本 (37 篇) 分别占总发文量的 29.65% 和 8.01%, 由此来看中国在该领域研究处于优势地位, 显著领先于其他国家, 各国的合作积极性较高, 国家间的合作日渐紧密。如表 4 所示, 发文量前 10 的国家中心性均 > 0.1, 表明这些国家在五加属植物研究方面都有较高影响力。

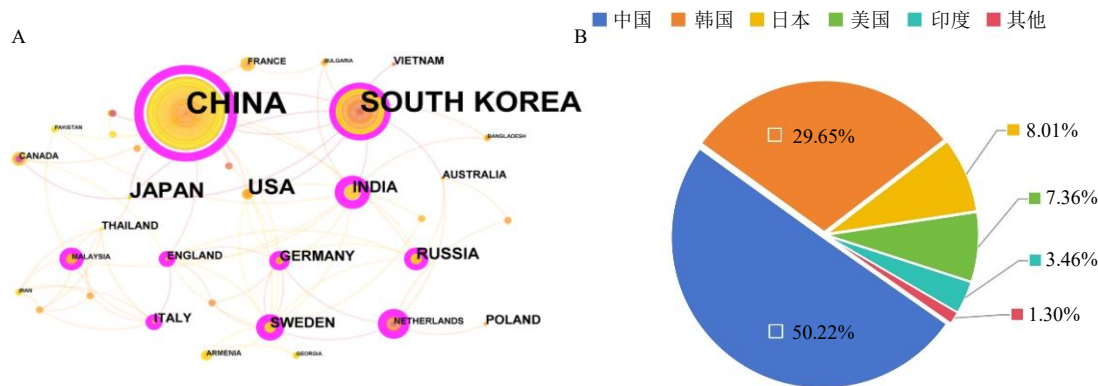


图 4 五加属植物英文文献国家合作网络 (A) 及占比 (B)

Fig. 4 National cooperation network (A) of English literature on *Eleutherococcus* plants and percentage (B)

表 3 五加属植物英文文献发文量前 10 的国家

Table 3 Top 10 countries by publications number in English literature on *Eleutherococcus* plants

序号	国家	文献数量	中心性	最早发文年份
1	中国	232	0.67	2001
2	韩国	137	0.18	2001
3	日本	37	0.08	2001
4	美国	34	0.03	2001
5	印度	16	0.40	2003
6	俄罗斯	15	0.13	2002
7	瑞典	12	0.37	2005
8	德国	9	0.14	2001
9	意大利	8	0.12	2002
10	波兰	7	0.09	2008

表 4 五加属植物英文文献中心性前 10 的国家

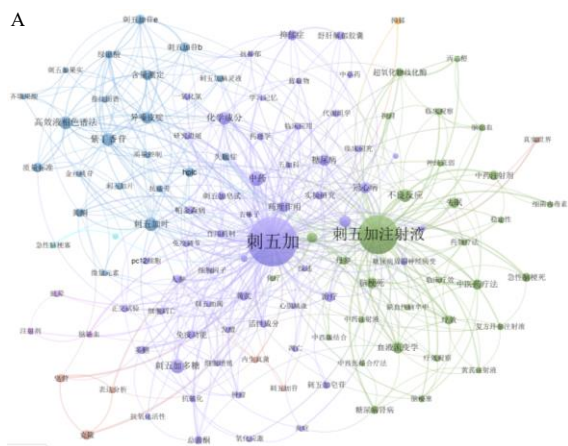
Table 4 Top 10 countries by centrality in English literature on *Eleutherococcus* plants

序号	国家	文献数量	中心性	最早发文年份
1	中国	232	0.67	2001
2	印度	16	0.40	2003
3	瑞典	12	0.37	2005
4	英国	6	0.22	2005
5	荷兰	4	0.21	2009
6	韩国	137	0.18	2001
7	马来西亚	3	0.18	2018
8	德国	9	0.14	2001
9	俄罗斯	15	0.13	2002
10	意大利	8	0.12	2002

五加属植物研究的国家合作网络呈现以中、韩为双核心的集聚特征，这与东亚地区对五加属传统药用资源的开发利用及相关科研布局密切相关，为区域内及跨区域的研究合作搭建了基础框架。日本、印度等国家的相关研究目前处于稳步拓展阶段，后续合作潜力较大；而美国、德国等欧美国家虽发文规模相对有限，但凭借在合作网络中的高参与度，以及在五加属分类学、活性成分挖掘等热点方向的深度协作，进一步强化了其在网络中的枢纽地位，有效推动了该领域的跨国研究联动。

2.5 关键词分析

文献的关键词是作者用于标示研究主题、方法及核心观点的重要知识标签，其集中体现了研究内容的精髓。对关键词的出现频率及其共现关系进行分析，有助于揭示某一学科的研究范围与热点，并能够进一步挖掘相关主题及学科的知识脉络与演进趋势^[19]。



2.5.1 关键词共现网络图谱 基于 VOSviewer 软件对五加属植物中、英文文献关键词进行可视化分析，并以此来探究本领域的研究热点及未来发展趋势，具体见图 5，出现频次排名前 14 的关键词见表 5。如图 5-A 所示，中文文献中主要以刺五加（643 次）、刺五加注射液（385 次）、紫丁香苷（73 次）、化学成分（55 次）、中药（53 次）、异嗪皮啶（49 次）、刺五加叶（40 次）等为中心，可知中文文献对于五加属植物的研究主要围绕中药药理作用及其活性成分研究，体现了五加属植物在中医药领域的品种与道地药材研究特点。其中紫丁香苷又称刺五加苷 B，在抗糖尿病、心脑血管疾病、保护神经系统、抗肿瘤、抗炎、免疫调节等领域极有潜力^[20]，异嗪皮啶对脂质过氧化和肿瘤细胞具有抑制作用^[21]。近年来出现新变种——太白白毛五加 *Acanthopanax senticosus* (Rupr. et Maxim.) Harms var. *taibeiensis* X. Q. Liu, S. K. Ko, J. Luo et C. S. Yook^[22]可能会成为未来研究热点。

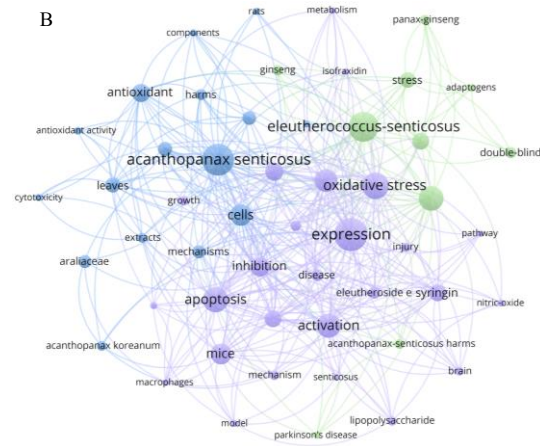


图 5 五加属植物中文 (A) 和英文 (B) 文献关键词共现网络

Fig. 5 Co-occurrence networks of keywords in Chinese (A) and English (B) literature on *Eleutherococcus* plants

如图 5-B 所示，英文文献关键词包括 *Acanthopanax senticosus*（刺五加，85 次）、expression（基因表达，46 次）、oxidative stress（氧化应激，37 次）、activation（活性作用，37 次）、extract（提取液，32 次）、cells（细胞，29 次）、apoptosis（细胞凋亡，25 次）等，而英文文献的侧重点则在于现代药理学的成分分析、有效成分分离提取工艺、免疫功能和含量测定等方面，如刺五加水提取物能够通过激活核因子 E2 相关因子 2（nuclear factor erythroid-2-related factor 2, Nrf2）信号通路并促进下游抗氧化酶的表达，从而发挥对氧化应激的防护作用^[23]。英文文献更加侧重于微观层面的分析，通

过细胞分子模型深度研究五加属植物的药理作用，为其传统药用价值的临床转化提供现代循证依据，加强对该属植物资源的保护，实现为其永续利用与健康发展提供多维支撑。

2.5.2 关键词突现分析 特定关键词在某一时间段内的出现频次显著增加说明此关键词为该时期领域的研究热点，此类关键词可称为突现词，关键词突现可反映研究热点的演化趋势^[24]。五加属植物相关研究中、英文文献突现排名前 20 关键词见图 6。

中文文献关键词突现图谱见图 6-A，突现强度最大的是紫丁香苷数值达到 10.74。对该属研究可

表 5 五加属植物中、英文文献关排名前 14 的关键词

Table 5 Top 14 keywords in Chinese and English literature on *Eleutherococcus* plants

序号	中文文献		英文文献	
	关键词	频次	关键词	频次
1	刺五加	643	<i>Acanthopanax senticosus</i>	85
2	紫丁香苷	73	<i>Eleutherococcus senticosus</i>	72
3	化学成分	55	expression	46
4	中药	53	oxidative stress	37
5	异嗪皮啶	49	activation	37
6	刺五加叶	40	extract	32
7	不良反应	36	cells	29
8	大鼠	34	apoptosis	25
9	含量测定	27	<i>acanthopanax senticosus</i> harms	24
10	糖尿病	23	mice	23
11	冠心病	23	inhibition	23
12	凋亡	22	acid	22
13	小鼠	22	NF-κB	21
14	抗疲劳	22	<i>in vitro</i>	20

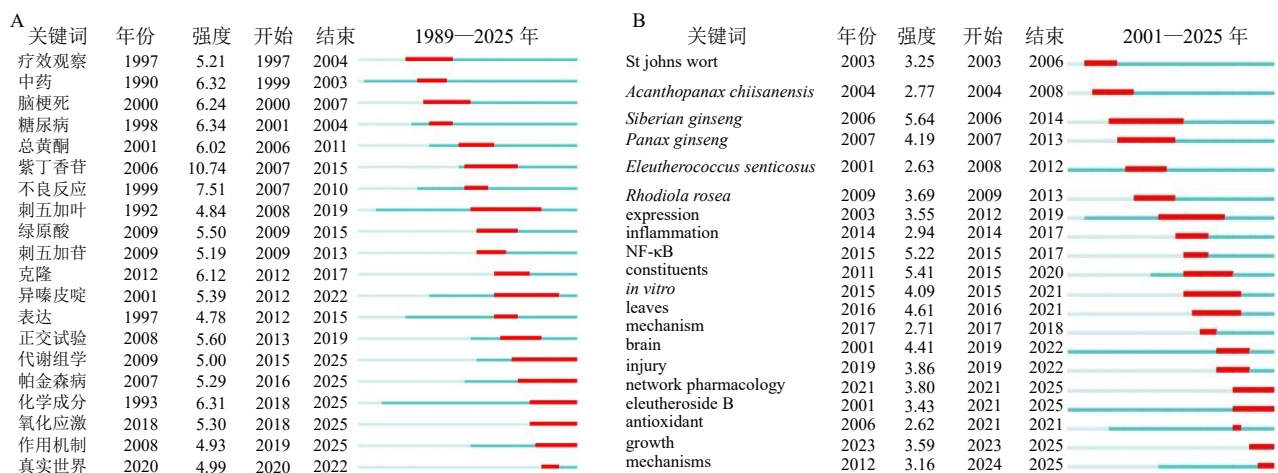


图 6 五加属植物中文 (A) 和英文 (B) 文献关键词突现图谱 (top 20)

Fig. 6 Emergence maps of keywords in Chinese (A) and English (B) literature on *Eleutherococcus* plants (top 20)

分为 3 个阶段：1990—2000 年是基础临床研究初步探索期，核心突现关键词有中药（1990 年）、疗效观察（1997 年）、不良反应（1999 年）、糖尿病（1998 年）、表达（1997 年）、刺五加叶（1992 年）、脑梗死（2000 年），此期间研究聚焦于中药的基础临床应用，“疗效观察”与“不良反应”是主要方向，体现对中药临床安全性与有效性的初步验证。疾病关联集中于糖尿病等慢性病，如刺五加叶纯化物及乙醇提取物均具有降低模型大鼠的空腹血糖、调血脂等功能，可明显增强自由基清除能力，起到抗氧化应激、防止氧化损伤的效果，达到抗糖尿病、改善胰岛

素抵抗的作用^[25]，体现中药在慢性病干预中的早期探索。出现“刺五加叶”等具体药材和“表达”等基础分子概念，表明五加属植物的研究开始从单纯的临床应用向药材与其初步作用机制进行过渡。

2001—2010 年是成分、工艺及机制的拓展期，核心突现关键词有总黄酮（2001 年）、异嗪皮啶（2001 年）、紫丁香苷（2006 年）、帕金森病（2007 年）、正交试验（2008 年）、作用机制（2008 年）、刺五加苷（2009 年）、绿原酸（2009 年）、代谢组学（2009 年），此阶段活性成分研究成为热点，具体成分的突现标志研究逐渐细化，如从 2016 年活跃至

今的帕金森病,高澳等^[26]研究表明,在 α -突触核蛋白过表达的转基因帕金森病模型小鼠中,采用刺五加提取物进行干预后,小鼠的行为学表现与多项血清指标均出现明显好转,同时神经受损程度也有所下降。“正交试验”在工艺优化方面登上舞台,“代谢组学”引入多组学分析推动研究从经验型向科学验证型转变。研究维度在这几年也有所拓展,疾病领域方面延伸至脑梗死、帕金森病等复杂疾病。“作用机制”关键词突现,表明研究从“知其然”向“知其所以然”过渡。

2011—2025年是分子技术与真实世界深化期,核心突出关键词出现克隆(2012年)、氧化应激(2018年)、真实世界(2020年),随着科技的快速发展,分子生物技术的深入,关键词“克隆”出现,研究进入基因层面的精准探索。机制研究聚焦于生理过程,“氧化应激”作为关键病理机制成为重要作用靶点的核心研究方向。“真实世界”关键词突现体现研究从基础实验、小样本临床向大规模真实临床的转型,强调研究成果的实际应用价值。

英文文献关键词突现图谱见图6-B,划分为基础资源梳理阶段、功能机制探索阶段、前沿技术融合阶段。第1阶段:2001—2009年,*Eleutherococcus senticosus*(2001年)、eleutheroside B(刺五加苷B,2001年)、St johns wort(圣约翰草,2003年)、expression(2003年)、*Acanthopanax chisanensis*(日本五加,2004年)、*Siberian ginseng*(西伯利亚人参,2006年)、antioxidant(抗氧化,2006年)、*Panax ginseng*(人参,2007年)、*Rhodiola rosea*(红景天,2009年)成为核心关键词,此阶段研究聚焦药用植物的物种资源定位,关键词以“*Siberian ginseng*”“*Panax ginseng*”等药用植物为主,体现对药用资源的基础分类与鉴定;同时涉及基础功能以及初步机制探索,为后续研究搭建资源与基础信息框架。第2阶段:2010—2019年,研究从资源描述转向功能与机制验证方面, inflammation(炎症)、NF- κ B(核因子- κ B)的突现,标志对药用植物作用靶点的聚焦; *in vitro*(体外实验)体现研究方法的升级; constituents(成分)与 mechanism(机制)的关联,推动研究向成分如何起作用深化。第3阶段:研究向多学科交叉与更加精准的靶向拓展, network pharmacology(网络药理学)的突现体现大数据、系统生物学在药用植物研究中的应用; brain(大脑)、injury(损伤)聚焦与特定组织脑与病理损伤,研究

更具临床靶向性; growth(生长)等关键词拓展新研究方向,同时前期核心成分、机制类关键词持续活跃,表明研究在探索前沿的同时,延续对核心主题的深化,且部分关键词如 network pharmacology 仍处于活跃期至2025年。

2.5.3 关键词聚类分析与时间线图谱 应用对数似然比算法(log-likelihood ratio, LLR)对五加属植物的中、英文文献关键词进行聚类分析,在其基础上绘制时间线图谱(图7)。通过关键词聚类分析可以呈现不同聚类之间的结构关系,进而梳理出一个知识领域内的研究主题及其发展脉络,聚类编号越小意味着相关文献的集中度越高,也代表了该领域的研究热度越高。中文文献关键词节点共802个,连线1059条;英文文献关键词节点共570个,连线1197条,中、英文文献关键词聚类图中的聚类模块值(Q)分别为0.8851和0.7644,均 >0.3 ,表明聚类结构显著。且二者的平均轮廓值(S)分别是0.9768和0.9043,均 >0.7 ,聚类结果具有高度可靠性。

排名前10的中文关键词热点聚类(表6)分别是#0(刺五加)、#1(抗疲劳)、#2(紫丁香苷)、#3(大鼠)、#4(不良反应)、#5(刺五加叶)、#6(凋亡)、#7(代谢组学)、#8(化学成分)、#9(失眠),其中#0(刺五加)聚类的节点数最多,达到91个,构成五加属植物研究的核心主题,其关键词覆盖五加、活性成分及相关药理应用方面;#1(抗疲劳)则聚焦于功效机制及生理功能调节方面;#2(紫丁香苷)与五加属不同物种细柱五加等进行关联,并研究其标志性成分。当前研究呈现出以刺五加为核心,契合近年中药现代化与慢性病防治政策导向的多维度格局,其核心研究领域既涵盖刺五加、细柱五加等物种资源及紫丁香苷等标志性活性成分的基础研究,也包含抗疲劳、肺纤维化干预等药理功效与器官层面作用机制的解析,同时以大鼠、果蝇等生物构建实验模型,向刺五加注射液联合用药等临床策略转化,并开展中药注射剂的不良反应、稳定性等安全评估;当前主要着眼于刺五加活性成分(多糖、皂苷等)借助代谢组学技术探讨慢病(糖尿病、帕金森病)的具体机制,以及实验模型与真实世界临床应用的衔接研究,这刚好适配了中药产业高质量发展与国家慢病管理的政策需求,成为近年天然药物领域的重点方向之一。

英文文献研究热点(表7)为#0 herbal medicine(中草药)、#1 high-fat diet(高脂饮食)、#2 hispidus

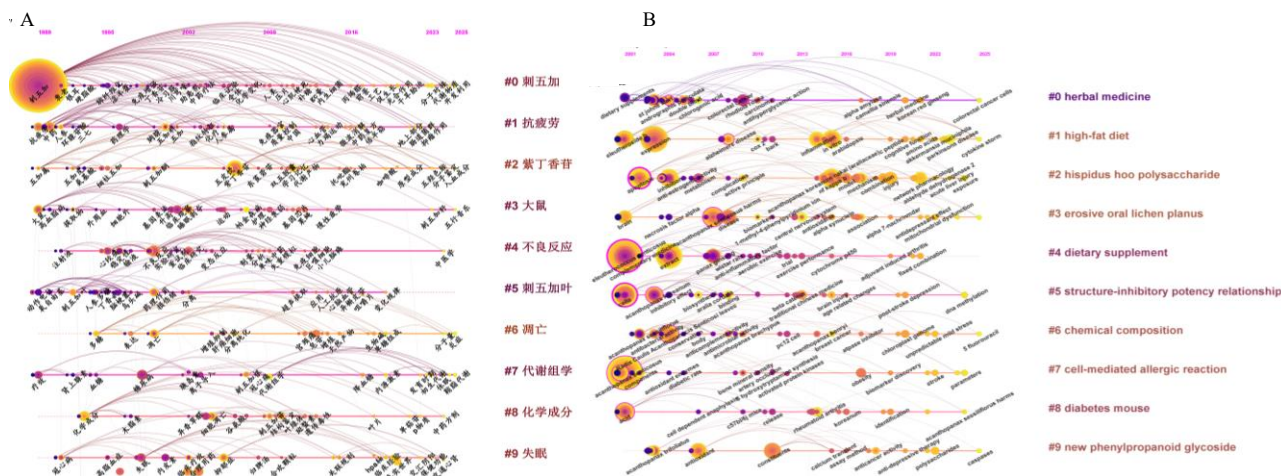


图 7 五加属植物中文 (A) 和英文 (B) 文献关键词时间线图谱

Fig. 7 Timeline maps of keywords in Chinese (A) and English (B) literature on *Eleutherococcus* plants

表 6 五加属植物中文文献关键词聚类

Table 6 Keyword clustering of Chinese literature on *Eleutherococcus* plants

聚类名称	S	节点个数	主要关键词
#0 刺五加	1.000	91	刺五加、丁香苷、刺五加叶、肺纤维化、庆大霉素
#1 抗疲劳	0.967	58	抗疲劳、人参、放射损伤、骨髓、免疫功能
#2 紫丁香苷	0.965	44	紫丁香苷、五加属、五加皮、细柱五加、刺五加
#3 大鼠	0.953	41	大鼠、睡眠剥夺、提取物、果蝇、运动
#4 不良反应	0.996	40	不良反应、临床研究、中药注射剂、实验研究、稳定性
#5 刺五加叶	0.988	35	刺五加叶、药理作用、动作电位、皂苷、乌头碱
#6 凋亡	0.987	35	凋亡、多糖、宫颈癌、皂苷、表达
#7 代谢组学	0.988	34	代谢组学、糖尿病、帕金森病、四氧嘧啶、初生代谢
#8 化学成分	0.947	32	化学成分、一氧化氮、神经元、刺五加苷、细胞凋亡
#9 失眠	0.965	29	失眠、真实世界、刺五加注射液、联合用药、冠心病

hoo polysaccharide (红毛五加多糖)、#3 erosive oral lichen planus (糜烂型口腔扁平苔藓)、#4 dietary supplement (膳食补充剂)、#5 structure-inhibitory potency relationship (结构-抑制活性关系)、#6 chemical composition (化学成分)、#7 cell-mediated allergic reaction (细胞介导过敏反应)、#8 diabetes mouse (糖尿病小鼠)、#9 new phenylpropanoid glycoside (新型苯丙素苷)。2001—2010 年研究聚焦于五加属植物的草药属性，核心围绕其化学成分如红毛五加多糖、苯丙素苷类的分离与鉴定，同时初步关联了膳食补充剂应用；2011—2018 年研究向药理活性与实验场景拓展，出现高脂饮食、糖尿病小鼠模型等实验载体，同时开始分析其成分的构效关系，如从短柄五加和藤五加茎皮中分离出新的水溶性多糖 (ABPS-21 和 ALP-1)、短柄五加叶黄酮提取液具有较强的抑菌活性以及化感物质细胞毒性^[27]；

2019—2025 年应用场景进一步延伸至临床相关方向，涉及侵蚀性口腔扁平苔藓、细胞介导的过敏反应，如刺五加黄芪联合雷公藤片能够显著提升口腔扁平苔藓的临床疗效等^[28]。且各主题间的连线密集，体现出研究的交叉融合趋势。其中节点大小对应主题的研究热度，如“chemical composition”“polysaccharide”节点较大，是领域核心热点，色彩渐变则直观体现了时间演进。从时间跨度来讲，五加属植物的化学成分、多糖及次生代谢物依旧是未来研究热点。

2.6 专利分析

2.6.1 专利申请趋势 1989 年 1 月 1 日—2025 年 10 月 31 日相关五加属植物专利申请数量共计 18 992 件，其专利申请趋势分析如图 8 所示，因 2025 年数据不完整，故不纳入分析范围内。整体而言，五加属植物专利申请可分为 3 个阶段，在早期阶段

表 7 五加属植物英文文献关键词聚类

Table 7 Keyword clustering of English literature on *Eleutherococcus* plants

聚类名称	S	节点个数	主要关键词
#0 herbal medicine	0.962	50	herbal medicine, abnormal laboratory test result, toxic effect, herbal formula, metastatic breast cancer mouse model
#1 high-fat diet	0.882	46	high-fat diet, natural compound, age-related disorder, potential use, cortical neuron
#2 hispidus hoo polysaccharide	0.854	42	hispidus hoo polysaccharide, possible mechanism, human gastric cancer cell line, eletheroside B-loaded poly, renal fibrosis
#3 erosive oral lichen planus	0.838	38	erosive oral lichen planus, human serum metabolome, potential biomarkers identification, pathogenesis research, urine metabolic
#4 dietary supplement	0.936	35	dietary supplement, placebo-controlled study, knee osteoarthritis patient, potential benefit, 3T3-L1 adipocyte
#5 structure-inhibitory potency relationship	0.925	35	structure-inhibitory potency relationship, breast cancer resistance protein, therapeutic intervention, post-stroke depression, Jieyu Decoction
#6 chemical composition	0.879	35	chemical composition, essential oil, anticomplement activity, harms suppresses methicillin resistance, staphylococcus aureus
#7 cell-mediated allergic reaction	0.928	31	cell-mediated allergic reaction, neuro2a cell, chiral HPLC, cell-dependent anaphylaxis, neurological disorder
#8 diabetes mouse	0.875	30	diabetes mouse, membrane fluidity, antioxidative defense system, human intestinal bacteria, biological activities
#9 new phenylpropanoid glycoside	0.962	50	stem bark, new phenylpropanoid glycoside, gastroprotective effect, extrusion process, acute gastric mucosal lesion

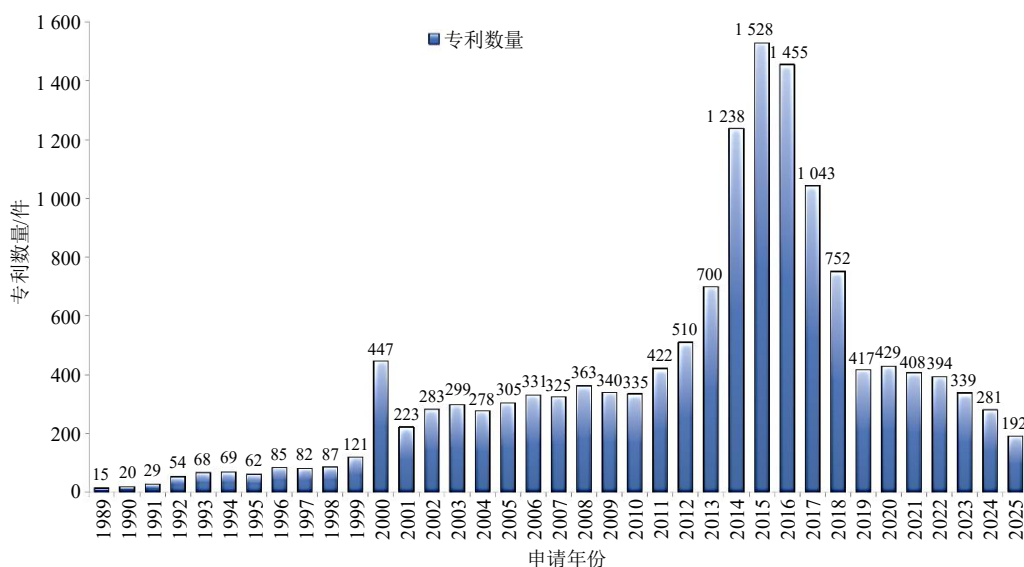


图 8 1989—2025 年五加属植物全球专利年申请趋势

Fig. 8 Global patent application trend of *Eleutherococcus* plants from 1989 to 2025

(1989—1998 年), 专利申请量始终处于较低水平, 年申请量大多维持在 100 件以下, 其中 1989 年仅为 15 件, 后续数年虽有小幅波动, 但整体增长节奏较为平缓, 反映出这一时期五加属植物相关技术的研发关注度相对有限; 进入 2000 年后, 专利申请开

始进入逐步增长阶段, 年申请量从 2000 年的 447 件逐步波动上升, 后续年份虽在 2001 年降至 223 件, 但整体扩容趋势明显, 体现出行业对五加属植物技术创新的关注度持续提升; 而 2015—2016 年则成为专利申请的集中爆发阶段, 年申请量分别达到

1 528 件和 1 455 件，创下该领域专利申请的历史峰值，直观展现出这一阶段五加属植物相关技术研发与成果转化的热度达到高点；2017 年之后，专利申请量虽呈现波动下降的趋势（如 2017 年 1 043 件、2018 年 752 件），但年申请量基本保持在 200 件以上，说明该领域的研发创新并未停滞，只是从爆发式增长转向了相对理性、平稳的发展状态。

2.6.2 全球专利地域分布分析 对其专利的全球地域分布进行分析，如图 9-A 所示，就全球地域分布来看，中国占据绝对主导地位，取专利件数前 10 的国家及组织，中国在五加属植物专利中的占比高达 70.91%，是全球五加属植物专利布局的核心区域，这既反映了中国在五加属植物资源开发、药用价值研究等领域的先发优势，也体现了国内对本土特色药用植物知识产权保护的重视程度。东亚区域形成次级集群，韩国以 17.11% 的占比成为第 2 大专利持有区域，结合中国的主导地位，显示出东亚地区在五加属植物的传统应用基础上，形成了专利布局的区域集聚效应。其他国家或组织占比分散且占比较低：俄罗斯（4.14%）、美国（2.94%）、日本（2.14%）等国家的占比均不足 3%，而世界知识产

权组织（world intellectual property organization, WIPO）、乌克兰、德国、欧洲专利局等国家或国际组织的占比均低于 0.5%，反映出五加属植物的专利布局在全球范围内呈现局部集中、多数分散的特征，非东亚区域对该类植物的专利重视程度相对较低。这一格局既与五加属植物在东亚地区的传统应用基础相关，也体现了中国在该类植物资源开发与知识产权保护领域的领先地位。

从五加属植物专利的区域分布来看，中国各省市的专利数量呈现出显著的层级差异（图 9-B）。山东省以 1 865 件的专利数位居首位，远超其他地区；安徽省以 1 116 件位列第 2，二者共同构成专利数量的第 1 梯队；广东省（760 件）、黑龙江省（663 件）、江苏省（534 件）形成第 2 梯队，专利数处于 500~800 件；而广西壮族自治区（452 件）、浙江省（418 件）、河南省（406 件）、北京（401 件）、辽宁省（376 件）则属于第 3 梯队，专利数集中在 300~500 件。这一分布特征既体现了山东、安徽在五加属植物资源开发与技术创新方面的领先优势，也反映出不同地区在该领域研发投入与成果转化层面的不均衡性。

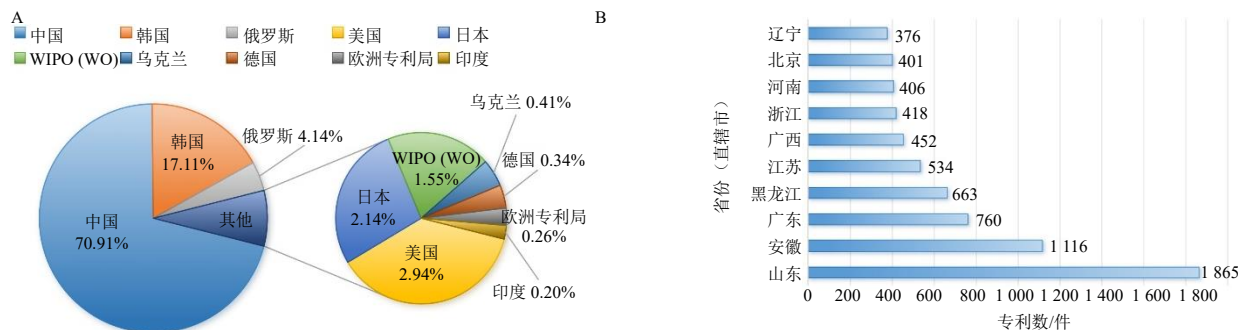


图 9 五加属植物申请专利全球地域分布 (A) 及中国省市分布排名 (B)

Fig. 9 Global geographical distribution (A) and ranking of Chinese provinces and cities (B) of patent application of *Eleutherococcus* plants

2.6.3 专利申请人分析 从专利申请人结构（图 10-A）来看，五加属植物相关专利的申请人类型呈现多元分布特征。个人申请人占比最高，达 30.64%，反映出五加属植物相关技术研发中个体创新行为的活跃性；企业主体次之，占 29.55%，体现了市场主体对该领域技术转化与应用的关注；学校、机关团体、科研单位及其他类型申请人占比则相对较低，分别为 4.97%、2.51%、2.29%与 0.22%。

从申请人具体排名（图 10-B）来看，五加属植物专利申请量的头部聚集效应显著：Nauchno-

issledovatel'skij Institut Pishchekonsentratnoj Promyshlennosti I Spetsial'noj Pishchevoj Tekhnologii 以 126 件的申请量位居首位，远超其他主体，凸显其在该领域的研发优势与专利布局力度；Vserossijskij Nauchno-issledovatel'skij Institut Konservnoj Iovoshchesushil'noj Promyshlennosti（73 件）、Kubanskij Gosudarstvennyj Tekhnologicheskij Universitet（58 件）等科研机构均主要聚焦于五加属植物在食品方面的加工制备专利申请，以及青岛华仁技术孵化器有限公司（45 件）、山东新希望六

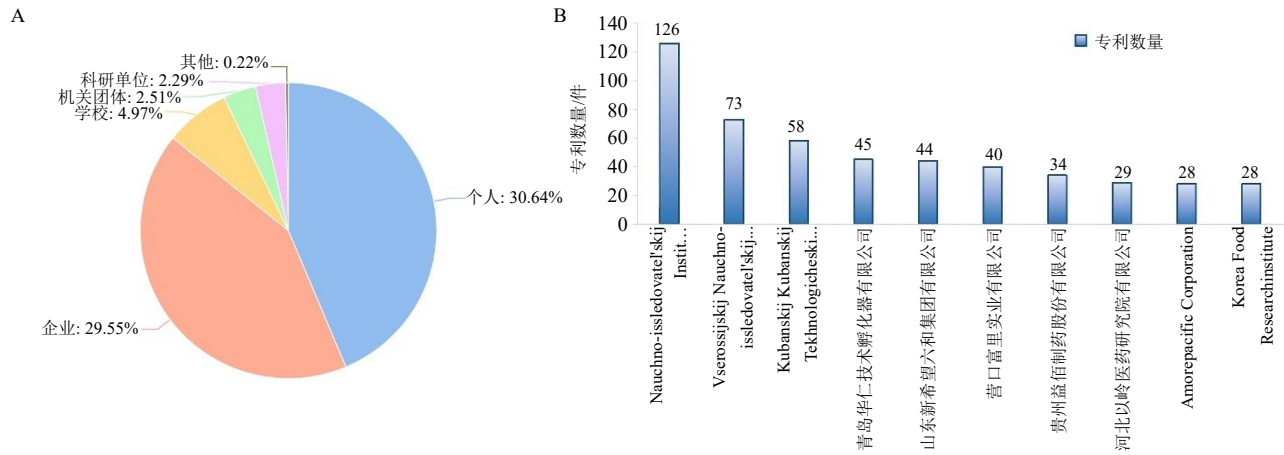


图 10 五加属植物专利申请人类型 (A) 及排名 (B) 分析

Fig. 10 Analysis of patent applicant type (A) and ranking (B) of *Eleutherococcus* plants

和集团有限公司 (44 件) 等企业紧随其后, 申请量均处于 40 件以上的较高区间; 而营口益安实业有限公司 (40 件)、贵州益佰制药股份有限公司 (34 件) 等主体的申请量则逐步递减, 且排名稍后的河北以岭医药研究院有限公司、Amorepacific Corporation 等主体申请量均稳定在 28~29 件。

2.6.4 专利技术用途分布分析 五加属植物专利技术分布如图 11-A 所示, 五加属植物的专利应用涉及多领域。其中用途 1 级中占比最大的是“疾病”, 共申请 5 695 件专利, 如中国中医科学院中药研究所申请的“一种中药组合物在制备治疗心肌梗死合并急性肾损伤的药物中应用”、大连理工大学盘锦产业技术研究院申请的“一种抗衰老、抗疲劳的中药配方及其制作方法”等均被归类为用途 1 级。医

药医疗领域以专利数量 5 270 件紧随其后, 涉及较多的有缓释药物制剂、疫苗的制备方法及控制高尿酸血症和氧化应激的健康食品补充剂和抗氧化剂的开发等。用途 2 级中药物 (3 540 件) 稳居第 1, 神经系统疾病 (1 682 件)、制备方法 (1 791 件)、烹饪食品 (1 074 件) 申请专利数量均大于 1 000 件, 可知五加属植物在这些领域的作用及创新点种类繁多。其中中药 (570 件)、疗效 (891 件) 等传统医药用途占比突出, 同时延伸至生产方法、制剂等技术环节体现了五加属植物在资源综合利用中的多元化价值。

五加属植物专利技术的地域分布 (图 11-B) 呈现“中韩双核心、其他国家边缘化”的格局。中国在制备生产 (1 133 件制备方法专利)、医药医疗 (中

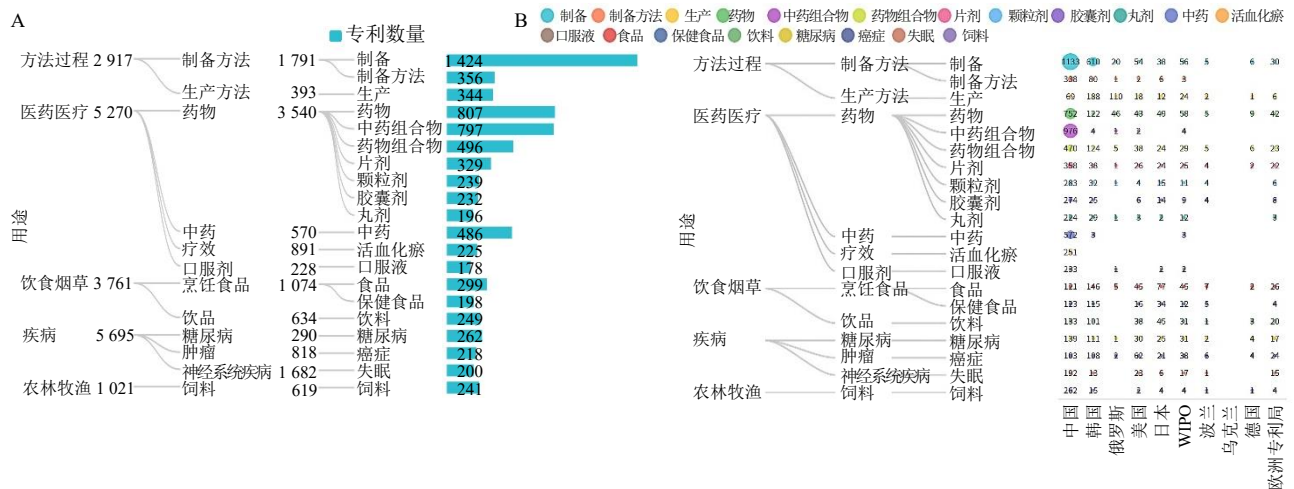


图 11 五加属植物专利技术用途 (A) 和地域 (B) 分布

Fig. 11 Patented technical use (A) and geographical distribution (B) of *Eleutherococcus* plants

药组合物 976 件、药物 752 件、中药 572 件)、农林牧渔(饲料 262 件)等领域专利规模居首,且以中医药为核心形成全链条开发布局,对应其作为原产地的资源优势与中医药现代化研究支撑;韩国为第 2 大技术持有国,在食品(146 件)、生产(188 件)领域略超中国,契合其功能性食品的产业导向;俄罗斯、美国、日本等国家仅在失眠、癌症等领域有零星布局(如美国癌症专利 62 件),未形成规模化优势。这一分布既源于中韩的资源与产业政策驱动,也与中国中医药基础研究、韩国功能性食品活性研究的投入密切相关,未来中韩将深化各自领域布局,其他国家短期内难以撼动其主导地位。

3 讨论

3.1 研究概况

本研究利用 NoteExpress、CiteSpace 及 VOSviewer 软件对从 CNKI、VIP、Wanfang 和 WOS 数据库查找的 1989 年 1 月 1 日—2025 年 10 月 31 日的五加属植物相关中、英文研究文献进行筛选归纳整理,并对此领域的年发文量趋势、作者、机构、国家和关键词进行可视化分析。结果显示 1989—2000 年,该领域的中英文发文量均处于较低规模,其中英文文献年发文量长期维持在个位数或 20 篇以下的水平,可能由于当时对于五加属植物的挖掘不论是技术还是兴趣都处于较低的水平,中文文献虽有缓慢增长但整体体量有限;2001 年后中文文献进入快速攀升阶段,2006 年达到 121 篇的年度峰值,此后虽有波动,但多数年发文量仍保持在 40 篇以上,始终维持较高产出水平,此期间五加属植物的研究呈现出从传统药用经验向现代科学系统化解析的转变,研究内容主要集中在资源化学、药理学和临床应用等方面。在化学成分研究方面,已基本梳理出该属植物的主要活性成分,包括挥发油、萜类(特别是羽扇豆烷型和齐墩果烷型三萜皂苷)、木脂素以及酚类化合物(如紫丁香苷)等;药理学研究证实了其广泛的生物活性,包括抗炎、抗应激、抗疲劳、免疫调节、抗血小板聚集以及对心脑血管和神经系统的保护作用。部分研究开始向临床应用转变,如魏鹏路等^[29]系统评价了刺五加制剂治疗不稳定型心绞痛的有效性与安全性;秦腾腾等^[30]提出在心血管疾病的治疗中,刺五加注射液常与抗心绞痛药物、抗心律失常药、心血管扩张剂及中药祛瘀剂联合使用,该方案在适宜患者中表现出显著疗效,同时也符合当前临床指南的推荐,具备在实际

诊疗中推广的应用价值。此外,对此属植物的研究范围也从刺五加等明星物种扩展到其他物种,如对短柄五加的群落生态学特征进行了分析。英文文献的增长相对滞后且幅度平缓,2010 年前年度发文量基本未突破 20 篇,2010 年后虽逐步提升,但长期显著低于中文文献,不过到 2017 年,英文文献发文量达到 31 篇,创历史新高。中文文献自 2013 年后开始下降而后保持平稳。因刺五加是药用价值极高的植物,近 20 年来对其开发利用过度且环境恶化导致刺五加被列为濒危植物,五加属中的细柱五加、红毛五加和无梗五加等成为新的研究方向,但五加属植物中的化学成分大都相似,研究文献故而减少,近 5 年中文文献年发文量平均保持在 40 篇左右。整体而言,五加属植物研究的文献成果以中文产出为主导,英文文献则处于逐步追赶的状态。

作者合作分析中邢朝斌和 Kim Younghun 是此领域主要核心作者。刘树民、卢芳、Lee Jeongjin 及 Cai Xingfu 等作者也对五加属植物的研究贡献了很多优秀成果,作者所在团队间合作密切,目前已形成了多个稳定且庞大的团队,联系的密切性可促进相互交流进步,加强此领域创新点的不断产生。参与本领域的机构分布于黑龙江、北京、吉林、南京等多个省市,有极强的地域特征,多集中于此类植物产量较大且科研资源背景雄厚的地域;国外对于此领域的研究多集中于韩国、日本及印度等东亚具有丰厚五加属植物资源的国家。总而言之,五加属植物的主要研究机构还是集中于各大学及其附属医院偏向于医药领域,应当加强各作者及机构间的合作,促进学术交流,进一步提高科研水平,更好地开发此领域。

从研究整体来看,中英文文献均对五加属植物的活性成分、药理机制及临床应用等有所重视,中文文献偏向于中药药理作用及其活性成分研究,英文文献偏向于利用细胞模型研究药理作用机制,各有偏重,稳中有进,发展稳定。

3.2 研究热点与趋势

3.2.1 化学成分及药理作用

(1) 化学成分:20 世纪 50 年代以来,诸多研究人员已从 17 种五加属植物的根、茎、叶、果实及种子等不同部位中提取并鉴定了超过 380 种化学成分。这些成分主要涵盖萜类、木脂素、黄酮、酚酸酯、醛酮醌、芪类、生物碱、甾醇和香豆素等类别。目前,该属植物中已发现的萜类及其皂苷成分达

182种,包括三萜、二萜和倍半萜等多种类型。其中三萜类化合物数量最多,共158种,是当前研究较为集中的一类物质,它们以五环结构为主,并可细分为羽扇豆烷型、3,4-开裂羽扇豆烷型以及齐墩果烷型等结构亚型。二萜与倍半萜类共有24种,在结构上多属于贝壳杉烷衍生物。

此外,从五加属植物中还分离出木质素类35种、黄酮类31种、酚类22种(其中多数为吡喃葡萄糖苷形式),以及有机酸38种(以烷基碳烯酸和芳香酸为主)。酯类成分共14种,常见类型包括长链碳酸酯和苯甲酸酯。醛、酮、醌类成分数量较少,分别为8种、2种和1种。萜类化合物共13种,其结构常以白藜芦醇或二苯乙烯单元聚合形成。其他已鉴定的化学成分还包括生物碱10种、甾醇6种、香豆素5种,以及其他类型化合物14种^[31]。

(2) 抗肿瘤作用:三萜类化合物中的chiisanoside、chiisanogenin有很好的抗肿瘤活性。Bian等^[32]对chiisanoside的抗肿瘤作用进行研究,发现其能够有效抑制肿瘤细胞生长,且对免疫器官没有副作用。其抗肿瘤机制可能与其对免疫调节、抗血管生成以及促进肿瘤细胞凋亡有关。Bae等^[33]研究了chiisanoside、chiisanogenin对肿瘤细胞的体外细胞毒性,研究发现chiisanogenin对肿瘤细胞的抑制作用比chiisanoside强^[1],sessiligenin抑制肿瘤细胞的机制可能是通过控制多靶点抑制磷脂酰肌醇-3-羟激酶(phosphatidylinositol-3-hydroxykinase, PI3K)/蛋白激酶B(protein kinase B, Akt)信号通路实现的^[34-35]。从五加属植物中提取的异嗟皮啶对人宫颈癌HeLa细胞、肺癌A549细胞和前列腺癌PC-3细胞具有一定的抗肿瘤活性,另外异嗟皮啶对实体瘤的生长具有一定的抑制作用^[21]。体外实验研究表明,紫丁香苷显示出抗肝癌和抗宫颈癌作用,能够诱导人肝癌SMC-7721细胞和HeLa细胞发生凋亡,其作用机制包括上调B淋巴细胞瘤-2相关X蛋白(B-cell lymphoma-2 associated X protein, Bax)基因表达并下调B淋巴细胞瘤-2(B-cell lymphoma-2, Bcl-2)基因表达,诱导肿瘤细胞线粒体功能障碍,促进线粒体膜电位发生改变和细胞色素C的释放,触发线粒体凋亡途径。与此同时,紫丁香苷诱导了上述细胞株细胞自噬的发生,具有良好抗肿瘤新药候选化合物潜力^[36]。

(3) 抗炎作用:五加属植物所含的多种活性成分表现出明显的抗炎效果。如五加皮中的二萜化

物被证实具有较好的抗炎功能,羽扇豆烷型三萜化合物acankoreanogenin A和acankoreoside A均有一定的抗炎活性,acankoreanogenin A对高迁移率族蛋白B1(high mobility group box 1 protein, HMGB1)有较好的抑制效果,有望成为一种新型抗HMGB1药物^[37-38]。五加属植物中的chiisanoside与isochiisanoside可浓度梯度抑制一氧化氮和前列腺素E₂的生成;chiisanoside还能明显下调诱导型一氧化氮合酶(inducible nitric oxide synthase, iNOS)和环氧合酶-2(cyclooxygenase-2, COX-2)的蛋白表达,并减少iNOS、COX-2、肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)以及白细胞介素-1 β (interleukin-1 β , IL-1 β)的mRNA表达水平,该作用主要源于其对核因子- κ B(nuclear factor- κ B, NF- κ B)活化及核转位的阻断,以及对细胞外调节蛋白激酶和c-Jun氨基末端激酶磷酸化的抑制。Chiisanoside和chiisanogenin能够缓解类风湿性关节炎症状并降低C反应蛋白,这再次说明其抗炎作用与调控NF- κ B和丝裂原活化蛋白激酶信号通路有密切关联^[39]。紫丁香苷及其结构类似物亦具有抗炎、免疫调节作用^[40],其能够下调IL-1 β 、IL-6、TNF- α 等促炎细胞因子,并抑制iNOS和COX-2等与氧化应激相关的炎性介质,从而缓解肠上皮细胞的炎症反应。从机制方面来看,紫丁香苷通过阻断NF- κ B抑制蛋白 α (inhibitory of NF- κ B α , I κ B α)的磷酸化,减弱NF- κ B p65信号通路的活化,进而抑制炎症进程。此外,丁香脂素(syringaresinol, SYR)还可激活转录因子核因子E2相关因子2(nuclear factor erythroid-2-related factor 2, Nrf2)介导的抗氧化信号通路,增强组织的抗氧化能力,减轻氧化损伤,共同发挥对结肠炎的治疗作用^[20]。

(4) 神经保护作用:五加属植物所含的次生代谢产物对神经系统具有多方面的调节作用,包括保护神经元、改善学习与记忆功能以及产生镇静效果等。其中,酚酸类成分如eleutheroside B与香豆素类物质异嗟皮啶均显示出对抗轴突萎缩的良好保护作用;同时,木脂素eleutheroside E及甾醇类成分豆甾醇-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷也对轴突形态的维持具有显著效果。在黄酮类化合物中,槲皮素可通过调节神经递质系统,提升大脑损伤模型大鼠的乙酰胆碱酯酶活性;柚皮素则能促进年轻大鼠的认知与学习记忆能力。此外,芹菜素可以上调神经通路相关蛋白及激酶的表达,从而进一步增强神经保

护作用^[1,41]。无梗五加叶中所含的活性成分 *chiisanoside* 能够缓解抑郁模型小鼠的抑郁样行为,刺五加注射液可明显改善结扎双侧颈总动脉所致血管性痴呆 (vascular dementia, VD) 大鼠的学习记忆功能,并可减轻 VD 大鼠皮层及海马的病理损害^[42]。郑静等^[43]在研究中提到刺五加所含的活性成分及其提取物具有保护神经元、扩张脑血管、降低血液黏度以及抑制血小板聚集的作用,还能协助缺血受损的组织进行修复并提升脑组织在缺氧环境下的适应能力。因此,针对脑血管疾病伴随的抑郁症状,刺五加不仅有助于修复神经损伤,也能发挥抗抑郁的协同效果。酚酸类化合物紫丁香苷、木脂素类化合物 *eleutheroside E* 具有抗氧化和抗老化方面的作用,黄酮类化合物柚皮素、黄芩苷亦具有抗氧化作用,并且由于其构效关系,黄芩苷抗氧化活性较强,而柚皮素的抗氧化活性则较弱。

(5) 抗糖与抗血小板聚集作用: α -葡萄糖苷酶抑制剂能够通过抑制 α -葡萄糖苷酶的活性,从而延缓或改善糖尿病相关并发症的进展。在 *chiisanoside* 和 *22 α -hydroxychiisanoside* 的生物活性研究中,发现 *22 α -hydroxychiisanoside* 对 α -葡萄糖苷酶表现出显著的抑制效果,这提示该化合物可能具备潜在的降血糖作用。*Chiisanogenin* 与 *chiisanoside* 均能抑制由二磷酸腺苷、胶原、肾上腺素、花生四烯酸和血栓素 A_2 受体激动剂 (U46619) 诱导的血小板聚集,且抑制活性呈剂量相关性。*Chiisanogenin* 抑制血小板聚集的活性比乙酰水杨酸强,故能够防止血栓及心肌梗死的形成,对于改善血流动力学有推进作用。

3.2.2 植物栽培及资源保护 五加属植物作为五加科重要的资源类群,在全球约有 35 种,其中中国分布有 26 种,是极具价值的药食同源植物。其代表性物种如刺五加、短梗五加等,因富含苯丙素类、三萜皂苷、黄酮等多种生物活性成分,在医药、保健食品及功能性食品开发领域展现出广阔前景。然而,随着市场需求激增与生态环境变化,野生资源面临巨大压力,部分物种如刺五加已被列为国家 II 级濒危珍稀保护植物^[44]。国内现有药材产能已远不能匹配市场需求,直接推动刺五加药材价格持续走高。值得关注的是,刺五加的药用核心部位为根茎,受市场需求扩容与价格上涨的影响,药农对野生刺五加根茎的破坏性采挖行为日益加剧,导致野生刺五加资源遭到毁灭性破坏,资源储量急剧下降。尽

管目前已开展刺五加人工栽培实践,但因栽培规模极为有限,远不足以弥补野生根茎采挖造成的资源损耗。基于此,野生刺五加资源的系统性保护与可持续利用已成为亟待相关管理部门重点关注的关键议题^[45]。系统研究其科学栽培技术、精确评估野生资源现状,并制定综合保护策略,对于实现该属植物的资源可持续利用与产业健康发展具有至关重要的理论与现实意义。

当前,人工栽培技术^[46]的系统化突破为资源替代提供了现实路径。李敏等^[47]通过研究明确了适宜打破刺五加种子休眠的温度条件与时间窗口,为该属植物的人工培育提供了重要依据;王金阁等^[48]随后对栽培方法作了进一步细化与补充,使相关技术体系更趋完善,其研究表明长白山及其周边林区已开展较大规模的林下刺五加抚育工作。其作为第 3 纪孑遗植物对环境变化的敏感性,以及持续存在的非法采挖压力,人工栽培使其增长模式极为脆弱,种群长期生存前景堪忧。因此,可通过大力发展并推广生态栽培产业,通过政策引导与技术扶持,使高品质的林下栽培产品成为市场主流,利用刺五加、短梗五加的嫩芽作为高端山野菜,叶片开发保健茶,果实用于酿酒或提取色素,实现全株综合利用等多部位价值。政府层面,应增加资金投入用于支持五加属植物资源的保护、繁殖栽培技术研究,并对参与种植的农民提供补偿与技术培训,以激励其扩大栽培面积与分布区。此外,需进一步加强五加属植物在保健饮料、食品及饲料添加剂等多元产品领域的研发,通过提升整体经济效益,使资源保护内化为产业发展的自觉需求。

综上所述,五加属植物的未来是一个将保护生物学理念、现代农业技术和产业经济思维深度融合的过程。唯有将野生资源的庇护置于绝对优先地位,并以科技创新驱动人工栽培成为优质资源的高效、绿色供给主体,同时通过价值挖掘实现生态效益与经济收益的良性循环,才能真正扭转其资源衰减的趋势。

3.3 专利热点与趋势

利用 *Incopat* 专利数据库检索五加属植物相关的申请专利,通过简单同族合并共检索出 18 995 件专利,包含 14 332 个专利族。其中,国内共有 9 942 件,占全球此领域申请专利数的 52.35%,国外共有 9 053 件,占比 47.65%,中国在五加属植物研究的领域所占比例超过 50%,处于领先地位,且其专利

有效率约 44%，活跃度仍处于中等水平，但由于此属植物中的一些品种被列入濒危物种，故我国对五加属植物的保护仍需努力。五加属植物作为人参、三七、西洋参等传统中药材的基原物种，凭借益气补虚、扶正固本、活血通络的核心功效，成为体虚调理与心脑血管养护领域的常用中药。在此背景下，五加属植物相关专利申请的技术热点亦主要聚焦于中药复方制剂研发、保健产品创新及活性成分提取工艺优化等方向，这类领域技术创新集中度高且功能定位重叠显著，反映出该属植物相关技术研发的同质化特征突出，需进一步拓展其在现代医药研发、功能食品创制及生物技术应用等方面的研究深度与应用领域。从地域分布特征来看，五加属植物专利申请展现出显著的地域集聚性，核心布局集中在中国、韩国、日本等亚洲国家，在全球专利竞争格局中仍存在明显短板。为提升我国在五加属植物资源开发利用领域的产业竞争力与国际话语权，强化跨国专利保护体系构建与战略性专利布局已成为亟待推进的关键举措。

五加属植物因药用、食用等多元价值，其相关专利研发已形成较为成熟的布局，结合申请趋势、技术用途分布、地域分布等数据来看，其呈现出核心领域聚焦、热度持续较高的特征，但也存在布局失衡、创新不足等短板，未来需向多元拓展与全球协同方向升级。从技术维度看，医药医疗与疾病治疗是绝对研发热点，其中医药医疗领域专利量达 5 270 件，药物、中药组合物等细分领域专利数分别达 3 540、797 件，片剂、颗粒剂等剂型也形成规模化布局；疾病领域专利量 5 695 件，聚焦失眠、癌症、糖尿病等慢病与疑难病症，体现出五加属植物在医疗领域的研发侧重，同时制备、生产方法相关专利达 2 917 件，反映工艺优化是研发重点之一。从地域维度而言，中国是全球专利申请的核心主体，覆盖几乎所有技术领域，韩国占比位居第 2，其余国家（如美国、日本）占比均低于 5%，形成“中国主导、中韩集中”的地域格局。在发展趋势上，五加属植物专利申请呈现持续升温、高位维持的走向，2016 年后虽略有回落，但年申请量仍稳定在 700 件以上，体现了早期基础工艺与核心功效的探索，也反映出 2010 年后产业端需求推动下的应用转化（如剂型开发、组合物创新）对专利申请的规模化带动。

但当前五加属植物专利布局仍存明显短板：

（1）地域布局严重失衡，中国占比超 7 成，韩国外的其他国家参与度极低，国际专利布局薄弱，限制了技术的全球推广与市场竞争能力；（2）技术领域集中度过高，医药医疗、疾病治疗领域专利占比超 60%，饮食烟草（如保健食品）、农林牧渔（如饲料）等领域应用场景存在多元化不足；（3）技术创新领域较窄，剂型集中于传统形式，新型递送系统与绿色高效制备工艺的专利储备不足；（4）国际参与度与合作欠缺，跨国技术合作的专利成果稀缺，不利于全球协同创新。针对这些不足，未来五加属植物专利研发可向多方向拓展，一是强化国际专利布局，依托 WIPO 等渠道在欧美、东南亚等市场构建全球保护网络，提升技术国际影响力；二是拓展多元应用场景，加大功能性食品、保健饮品、饲料添加剂等非药用领域的研发投入，挖掘更多产业价值；三是升级技术创新维度，聚焦新型剂型、绿色制备工艺等方向，提升产品有效性与产业化效率；四是深化国际研发合作，与海外机构联合开展功效验证、工艺优化等研究，推动技术的全球协同创新。整体而言，五加属植物专利已形成以中国为核心、医药医疗为重点的研发格局，且热度长期处于高位，但地域失衡、领域集中等问题限制了其产业价值的充分释放，未来通过拓展国际布局、丰富应用场景、升级技术维度，有望推动其专利从“国内主导”向“全球协同”、从“单一医疗”向“多元应用”升级，实现研发价值与产业效益的双重提升。

4 结论

本研究为系统梳理五加属植物研究领域的文献，采用 NoteExpress 对文献进行去重筛选整理，用 CiteSpace 和 VOSviewer 软件对筛选文献进行可视化分析，从年发文趋势，作者、机构合作及关键词等方面进行可视化分析，以展示此领域相关研究进展、存在的问题，并对未来发展方向进行预测，促进五加属植物相关研究，为其所涉及的产业及领域提供有益参考。关于此领域的研究脉络清晰但国家间协作有待加强。中国在此属研究中占据核心地位，主要以各大学及其附属医院为主，各机构间联系紧密，合作频繁。但跨领域、跨学科及跨国机构间的合作网络并不密切，限制了其领域价值的完全释放。近年来，国内外对五加属植物的研究持续深入且呈现互补态势。国内研究以“刺五加”及五加属植物核心成分“紫丁香苷”为焦点，而英文文献则更多关注其在基因表达与生长调控方面的研究。

当前研究热点广泛覆盖有效成分的挖掘与鉴定、抗氧化等多种药理活性的实验验证、分子作用机制的深入解析,以及临床疗效观察、安全性评估和植物生长相关研究。总体而言,该领域的研究重点已明确聚焦于五加属植物有效成分,特别是其活性成分的药理作用机制探讨。国内外研究形成的合力与优势互补,显著推动了该学科领域的整体发展。今后需加强跨机构合作与交流,推动数据、材料等资源的共享,并着力培养和引进高层次专业人才。

展望未来,对五加属植物的学术探索与专利布局应扎根于中医药传统理论,融合现代科研方法与全球知识产权规范,从而建立一套具备前瞻视野与整体性的研究框架^[49]。五加属植物作为药食同源植物的特性备受关注,其在心血管疾病、糖尿病及养生保健品领域仍持续研究热度,药理活性的分子机制及其在疾病干预中的潜在应用正成为新兴前沿方向。同时,如何将基础研究中已证实或潜在的有效活性转化为切实的临床实践,并实现五加属植物资源的科学、可持续开发利用,是未来值得重点关注与突破的核心议题。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 王成霖,薛哲勇,刘娟,等.五加属植物资源与次生代谢物的研究进展[J].中国中药杂志,2024,49(22):6048-6065.
- [2] 倪娜,刘向前.五加科五加属植物的研究进展[J].中草药,2006,37(12):1895-1900.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 姚雪,徐川平,李杰,等.基于普赖斯定律和二八定律及在线投稿系统构建某科技期刊核心作者用户库[J].编辑学报,2017,29(1):64-66.
- [6] 焦孟赢,李畅,赵雪颖,等.刺五加PsbP基因的鉴定、适应性进化及分子动力学模拟[J].中草药,2025,56(1):248-258.
- [7] 邢朝斌,龙月红,何闪,等.刺五加法尼基焦磷酸合酶基因的克隆、生物信息学及表达分析[J].中国中药杂志,2012,37(12):1725-1730.
- [8] 邢朝斌,曹蕾,陈龙,等.刺五加鲨烯环氧酶基因cDNA的克隆及序列分析[J].中国中药杂志,2012,37(2):172-175.
- [9] 劳风云,李小娜,邢朝斌,等.HPLC法测定刺五加中刺五加苷B和刺五加苷E的含量[J].现代预防医学,2008,35(12):2280-2281.
- [10] 王业豪,卢意,王宇,等.刺五加提取物通过影响小脑代谢组学治疗帕金森病的作用机制[J].中药药理与临床,2025,41(8):73-77.
- [11] 郑洪,卢意,于栋华,等.基于DIA蛋白质组学探讨刺五加提取物治疗转基因帕金森小鼠的作用机制[J].中国实验方剂学杂志,2025,31(8):40-50.
- [12] 卢芳,杨晓丹,井月娥,等.运用代谢组学方法初筛刺五加多糖的药理作用及机制[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(22):150-153.
- [13] 卢芳,杨晓丹,井月娥,等.基于代谢组学的刺五加多糖对大鼠心脏内源性物质代谢的影响[J].中药材,2015,38(5):1004-1008.
- [14] 卢芳,杨晓丹,张颖,等.基于代谢组学方法探讨刺五加多糖对免疫性肝损伤小鼠的保护作用[J].中药新药与临床药理,2016,27(6):823-829.
- [15] Jin M L, Park S Y, Kim Y H, et al. *Acanthopanax senticosus* exerts neuroprotective effects through HO-1 signaling in hippocampal and microglial cells [J]. *Environ Toxicol Pharmacol*, 2013, 35(2): 335-346.
- [16] Kim Y H, Cho M L, Kim D B, et al. The antioxidant activity and their major antioxidant compounds from *Acanthopanax senticosus* and *A. koreanum* [J]. *Molecules*, 2015, 20(7): 13281-13295.
- [17] Park E J, Nan J X, Zhao Y Z, et al. Water-soluble polysaccharide from *Eleutherococcus senticosus* stems attenuates fulminant hepatic failure induced by D-galactosamine and lipopolysaccharide in mice [J]. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 2004, 94(6): 298-304.
- [18] 刘向前,陆昌洙,张承焯.细柱五加皮化学成分的研究[J].中草药,2004,35(3):250-252.
- [19] 张芳,吴昌键,张霞,等.基于Web of Science文献计量分析的宁夏枸杞研究现状和发展态势[J].中草药,2022,53(16):5128-5141.
- [20] 白殊同,邓颖.紫丁香苷药理作用及机制研究进展[J].中国野生植物资源,2025,44(1):74-79.
- [21] 汪琢,姜守刚,郭晓帆,等.刺五加中异嗟皮啶提取工艺优化及其抗肿瘤、抗氧化活性研究[J].天然产物研究与开发,2015,27(6):1092-1098.
- [22] 罗姣,陈杨,陆昌洙,等.中国五加属(五加科)一新变种:太白白毛五加[J].贵州科学,2024,42(2):14-15.
- [23] Wang X, Hai C X, Liang X, et al. The protective effects of *Acanthopanax senticosus* Harms aqueous extracts against oxidative stress: Role of Nrf2 and antioxidant enzymes [J]. *J Ethnopharmacol*, 2010, 127(2): 424-432.
- [24] 陈琼如,夏清青,张宇锋,等.基于知识图谱和全球专

- 利的贝母属植物研究现状与发展趋势的可视化分析 [J]. 中草药, 2025, 56(22): 8296-8314.
- [25] 潘景芝, 金莎, 崔文玉, 等. 刺五加的化学成分及药理活性研究进展 [J]. 食品工业科技, 2019, 40(23): 353-360.
- [26] 高澳, 徐晓敏, 卢柠霞, 等. 基于多脑区非靶向脂质代谢组学的刺五加提取物对 PD 小鼠的作用研究 [J]. 中国中药杂志, 2026, 51(2): 472-481.
- [27] 杨建霞, 范小峰, 邵姜伟, 等. 短柄五加叶黄酮抑菌活性及对洋葱的化感效应 [J]. 西北植物学报, 2024, 44(9): 1402-1410.
- [28] 张沁. 研究刺五加黄芪片和雷公藤片治疗口腔扁平苔藓前后的血小板聚集率和血液流变性变化及临床疗效 [J]. 中国实用医药, 2016, 11(15): 180-181.
- [29] 魏鹏路, 邢文龙, 李享, 等. 基于网状 Meta 分析的中药注射液治疗不稳定性心绞痛的有效性及安全性 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(5): 197-210.
- [30] 秦腾腾, 张平, 刘岷, 等. 基于真实世界中刺五加注射液应用于心血管病的复杂网络分析 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2021, 23(2): 526-535.
- [31] 韩明虎, 胡浩斌, 芦娅妮, 等. 五加属植物化学成分的研究进展 [J]. 中药材, 2019, 42(11): 2720-2729.
- [32] Bian X B, Zhao Y, Guo X, *et al.* Chiisanoside, a triterpenoid saponin, exhibits anti-tumor activity by promoting apoptosis and inhibiting angiogenesis [J]. *RSC Adv*, 2017, 7(66): 41640-41650.
- [33] Bae E A, Yook C S, Oh O J, *et al.* Metabolism of chiisanoside from *Acanthopanax divaricatus* var. *albeofructus* by human intestinal bacteria and its relation to some biological activities [J]. *Biol Pharm Bull*, 2001, 24(5): 582-585.
- [34] 孙悦, 杜锐, 赵岩. 无梗五加叶化学成分和药理作用的研究进展及质量标志物的预测分析 [J]. 华西药学杂志, 2023, 38(6): 728-732.
- [35] Wang H H, Yu W L, Zhang D F, *et al.* Cytotoxic and anti-tumor effects of 3, 4-seco-lupane triterpenoids from the leaves of *Eleutherococcus sessiliflorus* against hepatocellular carcinoma [J]. *Nat Prod Res*, 2022, 36(4): 1062-1066.
- [36] Sun S F, Zhang Y, Xu W L, *et al.* Mitochondrial dysfunction is involved in the cellular activity inhibition by eleutheroside B in SMMC-7721 and HeLa cells [J]. *Hum Exp Toxicol*, 2022, 41: 9603271221089006.
- [37] 倪娜. 细柱五加叶及其同属植物活性成分研究 [D]. 长沙: 中南大学, 2008.
- [38] Li X, Wang L K, Wang L W, *et al.* Cisplatin protects against acute liver failure by inhibiting nuclear HMGB1 release [J]. *Int J Mol Sci*, 2013, 14(6): 11224-11237.
- [39] 肖瑾, 肖珊, 罗姣, 等. 3,4-裂环羽扇豆烷型三萜化合物及其生物活性研究进展 [J]. 中草药, 2021, 52(6): 1834-1843.
- [40] Dong H B, Wu M, Wang Y Y, *et al.* Total syntheses and anti-inflammatory activities of syringin and its natural analogues [J]. *J Nat Prod*, 2021, 84(11): 2866-2874.
- [41] 汪海峰, 刘沁源. 黄酮类化合物药理活性及其治疗效果研究新进展 [J]. 西南国防医药, 2020, 30(6): 593-595.
- [42] 谢湘林, 邹洪斌, 李晔, 等. 刺五加注射液对血管性痴呆大鼠的治疗作用 [J]. 中国老年学杂志, 2010, 30(9): 1245-1247.
- [43] 郑静, 范文涛. 中药刺五加活性成分抗抑郁作用机制研究进展 [J]. 中药新药与临床药理, 2025, 36(7): 1214-1222.
- [44] 中国政府网. 国家重点保护野生植物名录 [EB/OL]. (2021-09-07) [2025-12-19]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-09/09/content_5636409.htm.
- [45] 韩玉林. 刺五加野生资源的合理开发利用与保护途径 [J]. 中国林副特产, 2008(6): 84-86.
- [46] 叶强, 张阳, 张玉姣, 等. 国内五加属植物资源人工栽培的研究现状及展望 [J]. 黑龙江农业科学, 2018(11): 163-166.
- [47] 李敏, 金基万, 梁焕起, 等. 刺五加种胚生长发育规律的分析 [J]. 延边大学农学学报, 2007, 29(2): 107-110.
- [48] 王金阁, 孟宪清, 王法武. 刺五加生物特性及栽培要点 [J]. 吉林农业: 学术版, 2012(1): 94.
- [49] 商素菲, 王进. 基于文献计量学和全球专利的半夏研究现状与发展趋势的可视化分析 [J]. 中草药, 2025, 56(14): 5151-5168.

[责任编辑 潘明佳]