

【 循证研究与数据挖掘 】

基于文献计量学的 3 种大戟科大戟属药用植物可视化分析

徐璐¹, 刘冰冰^{1,2,3*}, 郁红礼^{1,2,3*}, 吴皓^{1,2,3}

1. 南京中医药大学 药学院, 江苏南京 210023

2. 江苏省中药炮制重点实验室, 江苏南京 210023

3. 国家教育部中药炮制规范化及标准化工程研究中心, 江苏南京 210023

摘要: 目的 系统梳理 2000—2025 年大戟科大戟属 3 种药用植物(京大戟、狼毒大戟、月腺大戟)的研究热点与趋势, 为后续研究提供方向参考。方法 以中国学术期刊全文数据库(CNKI)、Web of Science(WOS)为数据源, 借助 Excel 整理文献, 运用 VOSviewer、Citespace 软件对发文量、研究机构、核心作者及关键词等维度进行计量分析与可视化呈现。结果 文献收录情况: 京大戟纳入中文文献 83 篇、英文文献 65 篇, 中文文献 2007 年后呈波动上升趋势, 英文文献则表现为间歇性活跃; 狼毒大戟纳入中文文献 213 篇、英文文献 63 篇, 中文文献 2012 年达发文峰值(19 篇), 英文文献 2012 年后趋于稳定; 月腺大戟纳入中文文献 78 篇、英文文献 28 篇, 中文文献 2012 年达峰值(11 篇)后逐步回落, 英文文献 2018 年达高峰(8 篇)。研究主体特征: 京大戟研究中, 南京中医药大学中、英文发文量均居首位, 中文核心作者为曹雨诞(12 篇), 英文领域以 Kim Jin Sook 发文最多(7 篇); 狼毒大戟研究中, 齐齐哈尔医学院中文发文 26 篇居首, 中、英文文献的核心作者均为刘吉成(中文 12 篇、英文 7 篇); 月腺大戟研究中, 南京中医药大学中文发文 11 篇领先, 英文领域以大连医科大学为核心形成合作网络, 中文核心作者为严小红(6 篇), 英文领域 Wang Chao 等 3 人发文均 ≥ 5 篇。研究热点差异: 京大戟中文核心关键词聚焦炮制工艺、化学成分解析及毒性机制, 英文文献侧重化学成分与药理作用机制; 狼毒大戟中文研究聚焦炮制对成分及药理活性的影响, 英文文献侧重成分挖掘与药理分子机制; 月腺大戟中文研究关注其与同属“狼毒”基原植物的成分鉴定及炮制影响, 英文文献同样以成分与分子机制为核心。3 种植物虽具分类与药用共性, 核心研究方向均集中于成分解析、活性评价、毒性探究及炮制优化; 成分上有共有类别但结构特异, 药理均具抗肿瘤等潜力但活性成分不同, 毒性均表现为肠道、肝肾及细胞毒性, 炮制减毒方法多样但技术标准化与量化关系仍待完善。结论 揭示 3 种大戟属药用植物的研究热点、发展现状及核心差异, 明确炮制与成分、活性及毒性的关联为该领域核心研究方向, 为后续深化物质基础解析、完善构效关系及推动炮制技术标准化提供思路。

关键词: 可视化分析; 文献计量学; 京大戟; 狼毒大戟; 月腺大戟; 炮制; 毒性; 构效关系

中图分类号: R282.71; G250.252 文献标志码: A 文章编号: 1674-6376(2026)01-0267-19

DOI:10.7501/j.issn.1674-6376.2026.01.024

Visual analysis of three medicinal plants of Euphorbiaceae *Euphorbia* based on bibliometrics

XU Lu¹, LIU Bingbing^{1,2,3}, YU Hongli^{1,2,3}, WU Hao^{1,2,3}

1. Pharmacology College, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China

2. Jiangsu Key Laboratory of Chinese Medicine Processing, Nanjing 210023, China

3. Engineering Center of State Ministry of Education for Standardization of Chinese Medicine Processing, Nanjing 210023, China

Abstract: Objective To systematically review the research hotspots and trends of three medicinal plants of the genus *Euphorbia* (*E. pekinensis*, *E. fischeriana*; *E. ebracteolata*) from 2000 to 2025, providing direction references for subsequent research. **Methods**

收稿日期: 2025-08-17

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(82130116); 国家自然科学基金项目(82204757); 南京中医药大学自然科学基金项目(XPT82204757)

作者简介: 徐璐, 硕士研究生, 研究方向为基于多组学技术的中药炮制机制研究。E-mail: xulu20021028@163.com

*通信作者: 刘冰冰, 讲师, 研究方向为基于多组学技术的中药炮制机制研究。E-mail: bbliu@njucm.edu.cn

郁红礼, 副教授, 研究方向为中药炮制研究。E-mail: yuhongli76@126.com

Using the China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Web of Science (WOS) as data sources, literature was collated with Excel, and bibliometric analysis and visualization were conducted on dimensions such as publication volume, research institutions, core authors, and keywords using VOSviewer and Citespace software. **Results** Literature inclusion: *E. pekinensis* was included in 83 Chinese and 65 English articles, with Chinese articles showing a fluctuating upward trend after 2007, while English articles were intermittently active; *E. fischeriana* was included in 213 Chinese and 63 English articles, with Chinese articles reaching a peak of 19 in 2012, and English articles stabilizing after 2012; *E. ebracteolata* was included in 78 Chinese and 28 English articles, with Chinese articles peaking at 11 in 2012 and gradually declining, and English articles reaching a peak of 8 in 2018. Research subject characteristics: In the research of *E. pekinensis*, Nanjing University of Chinese Medicine led in both Chinese and English publication volumes, with Chinese core authors being Cao Yudan (12 articles) et al., and Kim Jin Sook being the most productive in the English field; in the research of *E. fischeriana*, Qiqihar Medical University led with 26 Chinese articles, core author of both Chinese and English literature is Liu Jicheng (12 Chinese articles and seven English articles); in the research of *E. ebracteolata*, Nanjing University of Chinese Medicine led with 11 Chinese articles, and a cooperation network centered on Dalian Medical University was formed in the English field, with Chinese core authors being Yan Xiaohong (six articles) et al., and Wang Chao et al. (from the same team) published \geq five articles in the English field. Research hotspots differences: The core Chinese keywords of *E. pekinensis* focused on processing techniques, chemical component analysis, and toxicity mechanisms, while English literature emphasized chemical components and pharmacological mechanism of action; the Chinese research on *E. fischeriana* focused on the impact of processing on components and pharmacological activities, while English literature focused on component mining and pharmacological molecular mechanisms; the Chinese research on *E. ebracteolata* focused on the component identification and processing impact with the same genus "wolf-toxin" plants, and English literature also centered on components and molecular mechanisms. Although the three plants share classification and medicinal commonalities, the core research directions are all concentrated on component analysis, activity evaluation, toxicity exploration, and processing optimization; there are common categories of components but with structural specificity, all have anti-tumor potential in pharmacology but with different active components, and toxicity is manifested as intestinal, liver and kidney, and cytotoxicity, with diverse detoxification methods in processing but the relationship between technical standardization and quantification still needs to be improved. **Conclusion** Revealing the research hotspots, development status, and core differences of the three medicinal plants of the genus *Euphorbia*, clarifying the association between processing and components, activities, and toxicity as the core research direction in this field, providing key ideas for subsequent in-depth analysis of the material basis, improvement of structure-activity relationships, and promotion of processing technology standardization.

Key words: visual analysis; bibliometrics; *Euphorbia pekinensis* Rupr; *Euphorbia fischeriana* Steud; *Euphorbia ebracteolata* Hayata; processing; toxicity; structure-activity relationship

大戟科 *Euphorbiaceae* 为双子叶植物纲的重要类群, 其地理分布以长江以南地区为主要集中区域。该科内大戟属的物种最为丰富, 其中京大戟 *Euphorbia pekinensis* Rupr、狼毒大戟 *Euphorbia fischeriana* Steud、月腺大戟 *Euphorbia ebracteolata* Hayata 均隶属于该属^[1], 且这 3 种植物的药用价值蕴含巨大研究潜力。现代药理研究已证实, 大戟科大戟属植物具备抗肿瘤、泻下、抗炎等多重药理活性^[2]。不过, 此类植物药性峻猛, 含有多种刺激性成分, 对机体肠道、肝肾功能及细胞均具有显著毒性, 未经合理处理直接应用于临床的风险极高。因此, 为满足临床安全、有效用药的核心需求, 需通过炮制技术对其进行规范化加工处理。

文献计量学作为一门融合信息科学、图书馆学、情报学等多学科理论的交叉研究领域, 核心在于对学术文献开展系统定量分析, 深入挖掘并解析

文献数量、引用频次、主题相关性等关键指标。在实践研究中, 研究者常借助专业工具与软件提升分析效率, VOSviewer 与 CiteSpace 便是该领域的代表性工具^[3-4]。通过构建可视化网络图谱, 将复杂的文献数据关系转化为直观的视觉呈现, 助力研究者精准把握学术领域的发展脉络、核心研究热点及文献间的内在关联。

本研究采用文献计量学方法, 以中国学术期刊全文数据库 (CNKI) 和 Web of Science (WOS) 为国内外文献数据来源, 分别以京大戟、狼毒大戟、月腺大戟为关键词检索核心文献并进行统计分析。同时, 借助 VOSviewer 与 Citespace 软件, 对检索所得文献的研究机构、核心作者及关键词等维度开展可视化分析, 旨在明确该领域的未来研究趋势, 挖掘当前存在的关键问题与核心研究热点。

1 数据与方法

1.1 数据来源

本研究以 CNKI 作为中文文献检索平台, 检索条件的主题 OR 关键词分别设置为“京大戟”“狼毒大戟”“月腺大戟”, 进行高级检索, 设置时间 2000 年 1 月 1 日—2025 年 2 月 21 日, 语言设置为中文, 只选择学术期刊(SCI、EI、北大核心、CSSCI、CSCD 收录), 通过人为筛选, 除去重复文献, 作者未知, 时间未知等文献。

英文文献以 WOS 数据库作为英文文献检索平台, 检索词分别设置成 “*Euphorbia pekinensis* Rupr” “*Euphorbia fischeriana* Steud” “*Euphorbia ebracteolata* Hayata”, 设置时间 2000 年 1 月 1 日—2025 年 2 月 21 日, Database 选择 Web of Science Core Collection, 语言设置为英文, 文章类型为 article 和 review。

1.2 数据处理

将检索的文献以“Refworks”格式导出, 文件重命名为“download.txt”, 新建 input 和 output 文件夹, 转换为 CiteSpace 软件可以识别处理的格式, 确保软件可以识别处理。同时, 借助 Excel 软件分别对文献产出、发表文献时间等进行记录、排序和筛

选, 运用 CiteSpace 6.4.R1 和 VOSviewer 1.6.20 软件对上述所得到的文献分别对机构、作者、关键词等各节点类型进行可视化分析, 且合并机构的不同名称, 将机构二级单位合并至上一级机构, 绘制相应的知识图谱, 挖掘 3 种大戟属植物的研究热点及研究方向。

2 结果

2.1 京大戟的可视化分析

2.1.1 年发文量分析 由图 1 可知, 中文文献有 83 篇, 占总发文量的 56%, 英文文献有 65 篇, 占总发文量的 44%。中文文献在 2000—2006 年度发文量均 ≤ 1 篇, 表明京大戟相关研究处于初步阶段; 2007—2013 年发文量在波动中逐步提升; 2014—2019 年发文量呈现高位波动; 2020—2024 年度发文量有所起伏, 整体趋向平稳。2000—2006 年期间, 除了 2002 年英文年发文量达到 3 篇, 其余年份的发文量均 ≤ 1 篇; 2007—2016 年发文量开始出现波动性增长, 尤其在 2013 年达到最高的 8 篇, 然而在 2014 年骤降至 0 篇; 2017—2024 年进入间歇性活跃阶段, 说明该领域可能偶受国际阶段性关注, 但尚未形成长期、稳定的研究趋势。

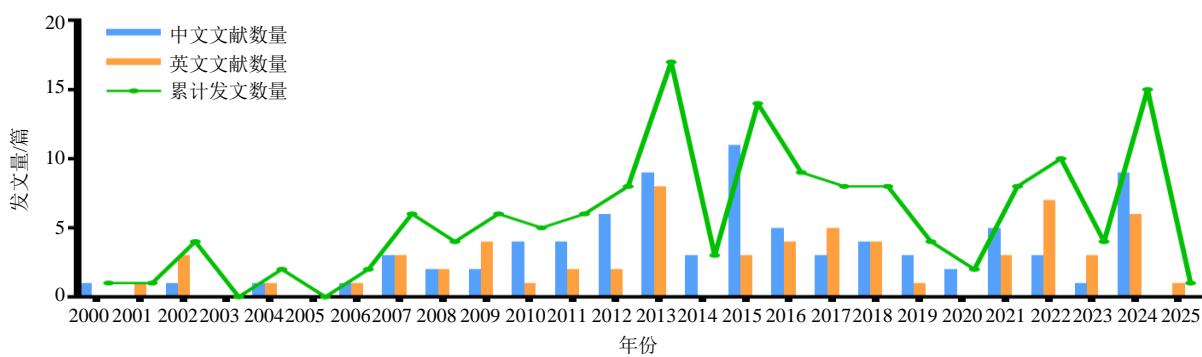


图 1 京大戟中文、英文文献年发文量

Fig. 1 Annual number of articles published in Chinese and English literature of *E. pekinensis*

2.1.2 机构分析 本研究采用 CiteSpace 和 VOSviewer 两种文献计量学工具。在生成的可视化图中, 节点的大小直观地表示了各个研究机构或作者的文献产出量, 即节点越大, 表示其文献产出量越高。此外, 节点之间的连线展示了不同研究机构或作者之间的合作网络, 而连线的粗细则进一步反映了合作关系的强度, 即连线越粗, 表明合作关系越密切。

京大戟的中文文献涉及 71 个研究机构, 英文文献涉及 75 个研究机构。标注发文量 ≥ 2 篇的机构研究, 主要有研究院、高校以及医院等, 发文量靠前的机构大部分为高校。对中文文献进行分析, 仅有 4 个

机构的累计发文量 ≥ 5 篇, 分别为南京中医药大学(21 篇)、山东省中医药研究院(10 篇)、中国药科大学(7 篇)以及沈阳药科大学(6 篇)。对英文文献分析, 有 3 个机构的英文文献的累计发文量 ≥ 5 篇, 分别为南京中医药大学(13 篇)、南京师范大学(7 篇)、韩国韩医学研究院(7 篇)。中文文献机构合作网络密度值为 0.023 3, 英文文献机构合作网络密度值为 0.029 2。由图 2 可以发现, 中文文献机构形成以高校为主的核心合作群, 各高校之间很少出现跨省合作。同样, 英文文献研究机构的交流大多限制在本国相关机构, 跨国机构间的交流相对不足。

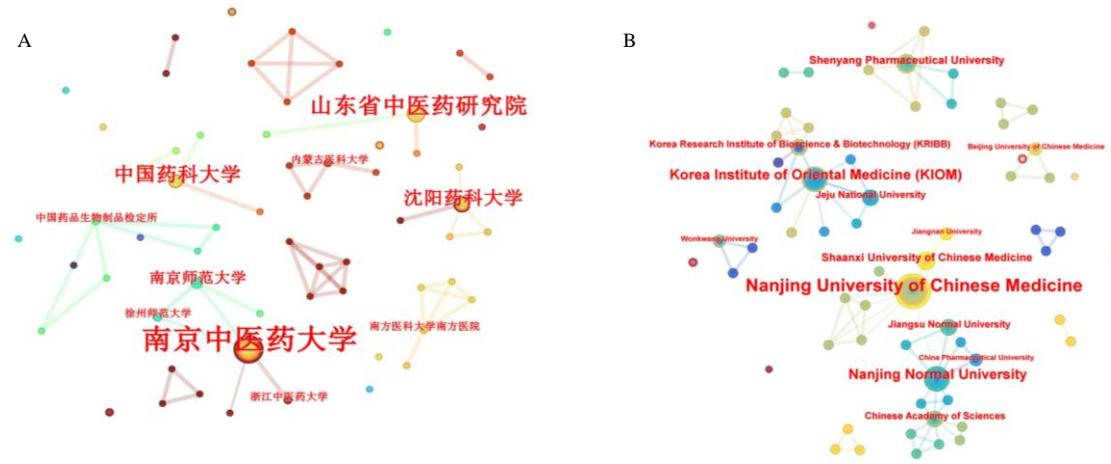


图 2 京大戟中文文献 (A)、英文文献 (B) 发文机构

Fig. 2 Chinese (A) and English (B) literature institutions of *E. pekinensis*

2.1.3 作者分析 利用 CiteSpace 6.4.R1 对中文文献发文作者进行可视化分析, 合作网络见图 3。共有 230 位作者参与了京大戟方面的研究, 发文量排名前 3 的作者为曹雨诞 (12 篇)、张丽 (10 篇)、张乐林 (9 篇)、孙立立 (9 篇)。节点度数排名前 3 的作者分别为吴皓 (19)、刘静 (18) 以及段金廒 (15), 较高的节点度数意味着作者与较多的其他学者建立了合作关系, 反映出其在学术交流活动中的活跃性以及涉足领域的广泛性。其中, 吴皓、曹雨诞以及张丽均隶属于南京中医药大学, 张乐林、孙立立隶属于山东省中医药研究院。这也表明南京中医药大学和山东省中医药研究院是国内研究京大戟的主力机构。分析英文文献可知, Kim Jin Sook 发文量最多 (7 篇), 其次是 Tang YuPing (5 篇)。节点

度数最高的作者分别为 Kim Jin Sook (16), 其次是 Kang Kyoung Ah (15) 和 Hyun Jin Won (15)。由图 3 可以看出, 各团队内部合作紧密, 合作局限于同机构成员, 但团队与团队间联系分散, 缺乏跨团、跨机构交流。

2.1.4 关键词共现分析 通过 VOSviewer 对搜集到的文献中的关键词进行共现网络图谱分析, 见图 4。图谱中每个节点代表一个特定的关键词, 节点的尺寸反映了该关键词在文献中的出现频, 节点之间的连线则表示这些关键词之间的关联性^[5]。采用 CiteSpace 进行关键词分析, 中、英文文献的关键词频次排名前 10 的关键词见表 1。中文文献共得到 125 个节点, 211 个连线, 主要包含炮制、化学成分、毒性等方面, 这表明中文研究主要聚焦于研究

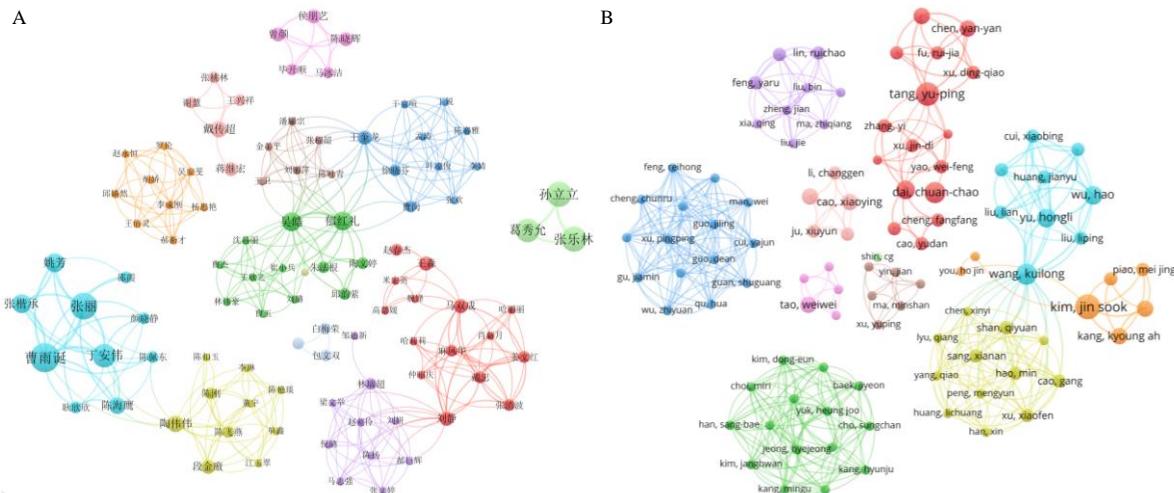


图 3 京大戟中文文献 (A) 和英文文献 (B) 作者

Fig. 3 Chinese (A) and English (B) literature authors of *E. pekinensis*

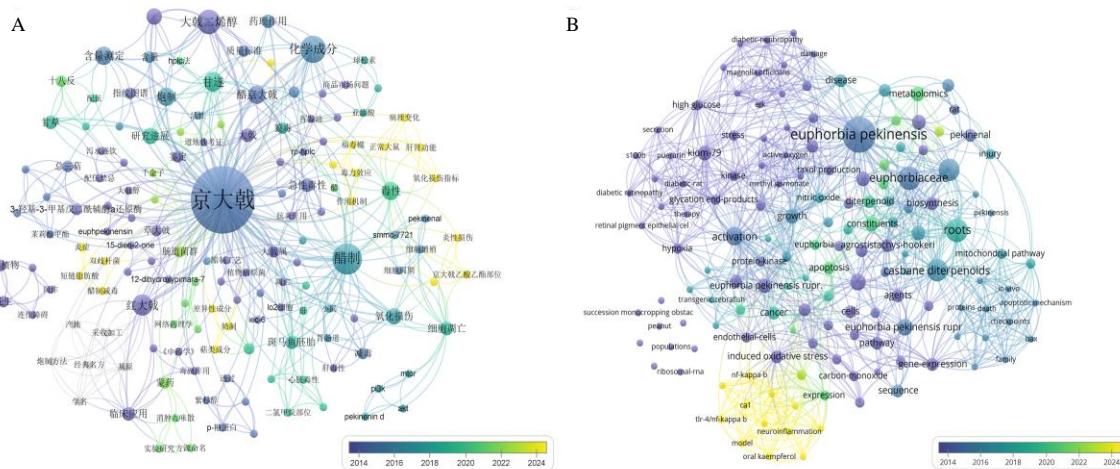


图 4 京大戟研究中文 (A) 与英文 (B) 文献关键词共现网络

Fig. 4 Co-occurrence network of keywords in Chinese (A) and English (B) literature on *E. pekinensis* research

表 1 京大戟排名前 10 的关键词

Table 1 Top 10 keywords of *E. pekinensis*

序号	中文文献			英文文献		
	关键词	中心性	频数	关键词	中心性	频数
1	京大戟	0.97	67	<i>Euphorbia pekinensis</i>	0.58	27
2	醋制	0.61	15	roots	0	10
3	化学成分	0.60	11	<i>Euphorbia pekinensis rupr</i>	0.47	9
4	红大戟	0.24	6	casbane diterpenoids	0.12	9
5	甘遂	0.18	6	activation	0.39	6
6	含量测定	0.24	5	growth	0.25	4
7	醋京大戟	0.13	5	acid	0.08	4
8	毒性	0.03	5	constituents	0.10	4
9	炮制	0.09	5	cytotoxic activity	0.10	4
10	氧化损伤	0.25	4	cells	0.20	3

炮制对化学成分以及毒性等方面的影响。英文文献共得到 306 个节点, 895 个连线, 主要包含化学成分、激活、细胞毒活性等方面, 这表明英文研究主要侧重于化学成分和药理作用机制的研究。

2.1.5 关键词聚类分析 利用 Citespace 文献计量学软件对文献的关键词进行聚类分析。聚类分析是根据数据结果之间的相似性和差异性, 将其划分成不同的簇 (cluster), 使得同一个簇内对象之间的相似度较高^[6]。聚类的数字越小表示该聚类包含的关键词越多。当其 S 值大于 0.3, Q 值大于 0.5, 说明其网络聚类的划分具有较高的显著性、准确性和可靠性^[7-8]。

中文关键词共分为 8 个聚类, 文献网络 Q 值为 0.761, S 值为 0.958 6, 见图 5-A, 分别是#0 醋制、#1 研究进度、#2 心脏毒性、#3 氧化损伤、#4 甘草、#5 草大戟、#6 急性毒性、#7 大戟属。#0 包含的关

键词最多, 侧重分析京大戟醋制对化学成分及毒性等方面的影响。研究发现, 对京大戟进行醋制, 可以起到减毒存效的效果^[9]。#2、#3、#6 主要聚焦于京大戟的毒性作用, 如胃肠道毒性、肝肾毒性、细胞凋亡毒性等^[10-12]。#4 涉及到中药配伍中的十八反, 研究表明京大戟与甘草配伍使用会抑制大戟的利尿和泻下作用^[13]。然而, 研究者也发现, 增大甘草的配伍比例可以降低大戟的肾毒性^[14]。可见甘草与大戟的配伍禁忌仍存在争议, 需要进一步的深入研究。

英文关键词共分成 8 个聚类, 文献网络 Q 值为 0.818 9, S 值为 0.946, 见图 5-B, 分别为#0 farnesyl diphosphate synthase (FPS, 法尼基二磷酸合酶)、#1 apoptotic mechanism (凋亡机制)、#2 triterpenoids (三萜类化合物)、#3 callus induction (愈伤组织诱导)、#4 medicinal plant extracts (药用植物提取物)、#5

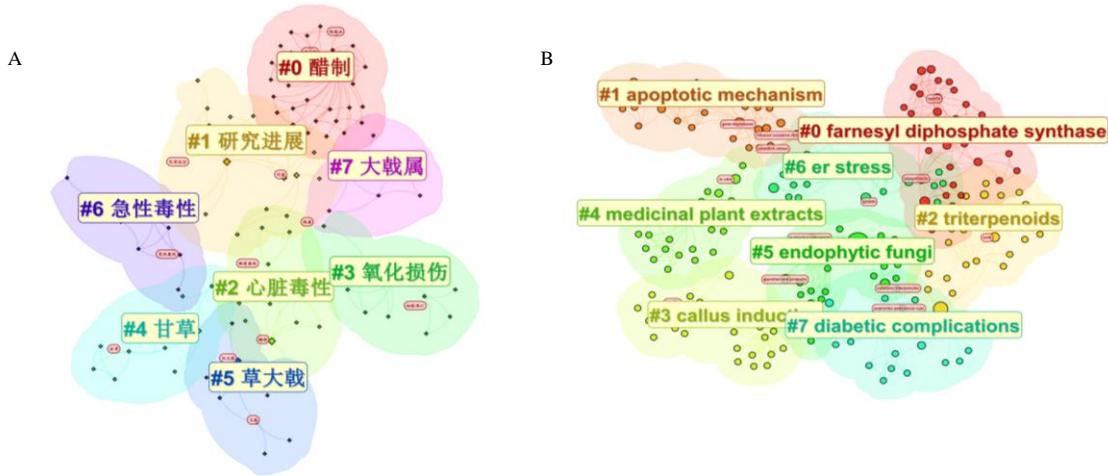


图 5 京大戟研究中文 (A) 与英文 (B) 文献关键词聚类图

Fig. 5 Cluster map of keywords in Chinese (A) and English (B) literature on *E. pekinensis* research

endophytic fungi (内生真菌)、#6 er stress (内质网应激)、#7 diabetic complications (糖尿病并发症)。#0 主要聚焦于 FPS, FPS 是萜烯代谢途径的关键酶, 是催化倍半萜化合物法尼基二磷酸(FPP)合成的前体, 在调节植物生长发育中发挥重要作用^[15]。#1、#6 侧重于研究京大戟的抗肿瘤作用。研究表明, 京大戟可调节免疫调节信号传导以引发肿瘤免疫原性, 诱导结肠癌细胞发生免疫原性细胞死亡^[16]。此外, 从京大戟中提取的卡司烷型二萜化合物 pekinenin E 可通过促进内质网应激抑制肝细胞癌生长^[17]。#7 揭示了京大戟活性成分在糖尿病并发症上的作用。京大戟根的 70%乙醇提取物可抑制晚期糖基化终末产物 (AGES) 的形成, 在一定程度上可延

缓糖尿病并发症的发生，同时从中提取的化合物还可以减少高糖诱导的玻璃膜-视网膜血管扩张^[18]。#2 主要是在研究京大戟的化学成分。目前对于京大戟三萜类化合物的研究主要集中在分离鉴定、含量测定、炮制影响等方面^[19-21]。

2.1.6 关键词研究热点分析 时间线视图以聚类标签为 Y 轴、关键词的出现年份为 X 轴，可直观呈现各聚类的时间跨度及聚类内关键词的时间分布特征。该可视化方法能清晰揭示研究主题的时间演变轨迹与动态发展脉络，为热点分析提供直观支撑。

结合时间线图(图6、7)分析可见,自2010年起,国内学界对京大戟化学成分及其活性的研究关注度呈显著上升趋势。近年来,国内研究的核心方

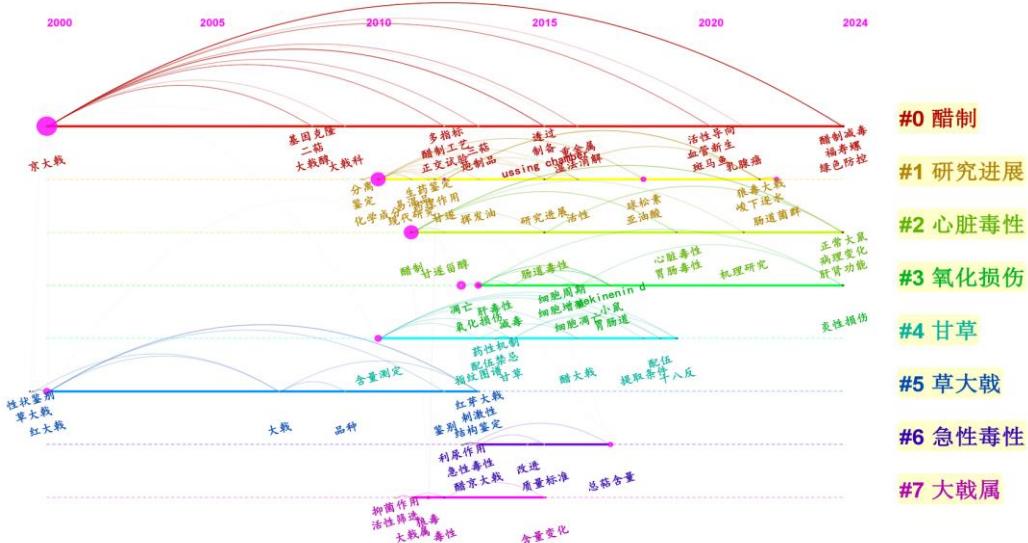


图 6 唐大典中文文献关键词时间线图

Fig. 6 Timeline of key words in Chinese Literature of *E. pekinensis*

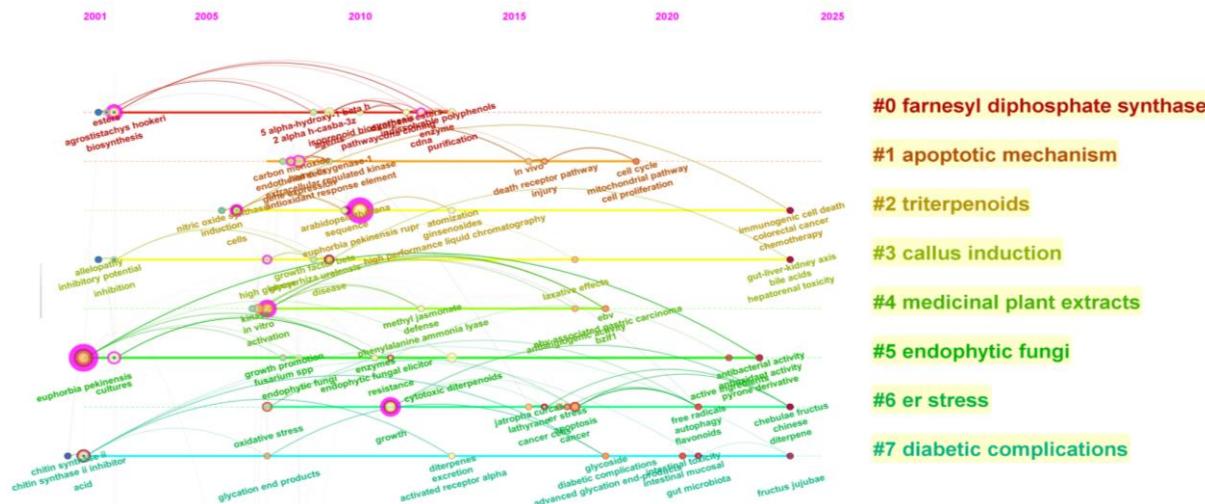


图 7 京大戟英文文献关键词时间线图

Fig. 7 Timeline of English literature keywords of *E. pekinensis*

向聚焦于京大戟的毒性机制，具体包括其对肝肾功能的损伤、炎性损伤效应，以及醋制等炮制工艺对其毒性的调控作用。与之形成对比的是，国际研究重心更集中于京大戟的化学成分解析及诱导细胞凋亡的分子机制。这一差异折射出不同的研究导向：国内研究紧扣中医药“减毒存效”的核心理论体系，侧重通过实证研究优化炮制工艺以实现安全用药；国际学界则更倾向于从天然产物中挖掘具有疾病治疗潜力的活性成分，聚焦其药理作用的分子机制探索。

2.2 狼毒大戟的可视化分析

2.2.1 年发文量分析 中文文献共 213 篇, 占总

发文量的 77%; 英文文献 63 篇, 占比 23%。2000—2008 年中文文献年发文量呈波动状态, 且均维持在 4 篇及以上; 2009—2016 年发文量呈现先升后降的态势, 2012 年达到峰值 (19 篇); 2017—2024 年发文量仍呈波动特征, 分别在 2017 年和 2023 年出现小高峰 (依次为 13 篇和 11 篇)。英文文献方面, 2000—2011 年年度发文量绝大多数年份 \leq 1 篇; 2012—2018 年, 年度发文量逐步稳定在 2~4 篇, 形成低位稳态格局; 2019—2024 年发文量呈现先升后降的变化, 2022 年达到峰值 (11 篇), 见图 8。

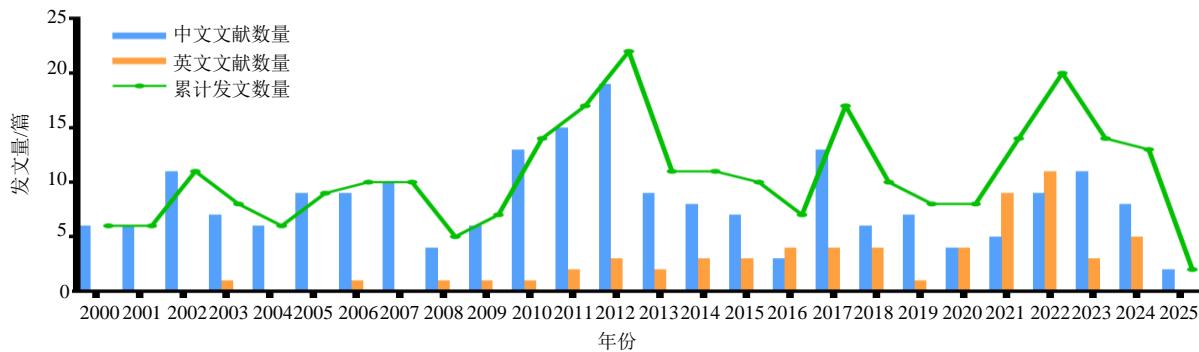


图 8 狼毒大戟中文、英文文献年发文量

Fig. 8 Annual number of articles published in Chinese and English literature of *E. fischeriana*

2.2.2 机构分析 发文机构合作网络见图 9。狼毒大戟的中文文献涉及 182 个研究机构, 英文文献涉及 73 个研究机构。对中文文献进行分析, 有 8 个机构的累计发文量 ≥ 5 篇, 排名前 3 的机构分别为齐齐哈尔医学院 (26)、南京中医药大学药学院 (13)、广州市药品检验所 (11)。对英文文献分析,

有 6 个机构的累计发文量 ≥ 5 篇, 分别有齐齐哈尔医学院 (18)、黑龙江中医药大学 (8)、中国科学院 (7)、暨南大学 (6)、沈阳药科大学 (6)、北京中医药大学 (5)。如图 9 所示, 图中显示了 10 个合作群体, 标注发文量 ≥ 2 篇的机构。中文文献机构合作网络密度值为 0.0076, 英文文献机构合作网络密度

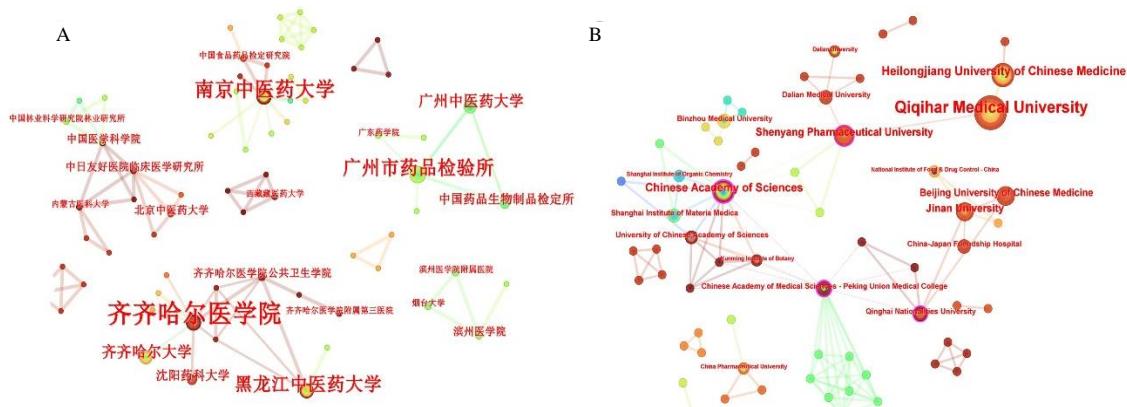


图 9 狼毒大戟中文文献 (A)、英文文献 (B) 发文机构分析

Fig. 9 Chinese (A) and English (B) literature institutions of *E. fischeriana*

值为 0.0422。国内机构形成以齐齐哈尔医学院、广州市药品检验所以及南京中医药大学为主的核心合作群，国内机构之间的合作与交流往往局限于内部协作，缺乏跨城市乃至跨省份的广泛交流。这种现象在一定程度上限制了学术资源的共享与知识的传播。与此形成鲜明对比的是，英文文献中所提及的机构合作模式显示出更为紧密的合作关系和更为频繁的交流互动。

2.2.3 作者分析 中文文献分析显示，共有 473 位作者参与狼毒大戟相关研究，其中文献产出 ≥ 5 篇的作者有 19 位，发文量最多的为刘吉成 (12 篇)，其次是严小红 (11 篇)、江英桥 (10 篇)。如图 10-A 所示，国内研究团队中研究规模较为突出的是刘吉成团队，该团队已构建起相对稳定的合作网络，包含若干紧密

相连的子网络，子网络中核心作者间展现出显著的学术互动与协作关系。英文文献方面，共有 264 位作者参与研究，仅 Liu Jicheng (刘吉成) 的文献产出 ≥ 5 篇 (7 篇)，表明英文文献中狼毒大戟研究的连续性较弱，缺乏系统性深入探索。同时，英文文献作者的合作多集中于单一机构内部，跨机构合作相对匮乏，这一现象限制了知识共享与资源整合的广度和深度，可能是导致英文文献产出量较少的原因之一。

2.2.4 关键词共现分析 狼毒大戟中英文文献的关键词频次排名前 10 的关键词如表 2 所示。中文文献关键词共现网络 (图 11-A) 中共有 260 个节点，464 个连线，主要包括化学成分、药理作用、炮制等方面，这表明中文文献的研究焦点集中于炮制方法对药材化学成分的影响及其与药理作用之

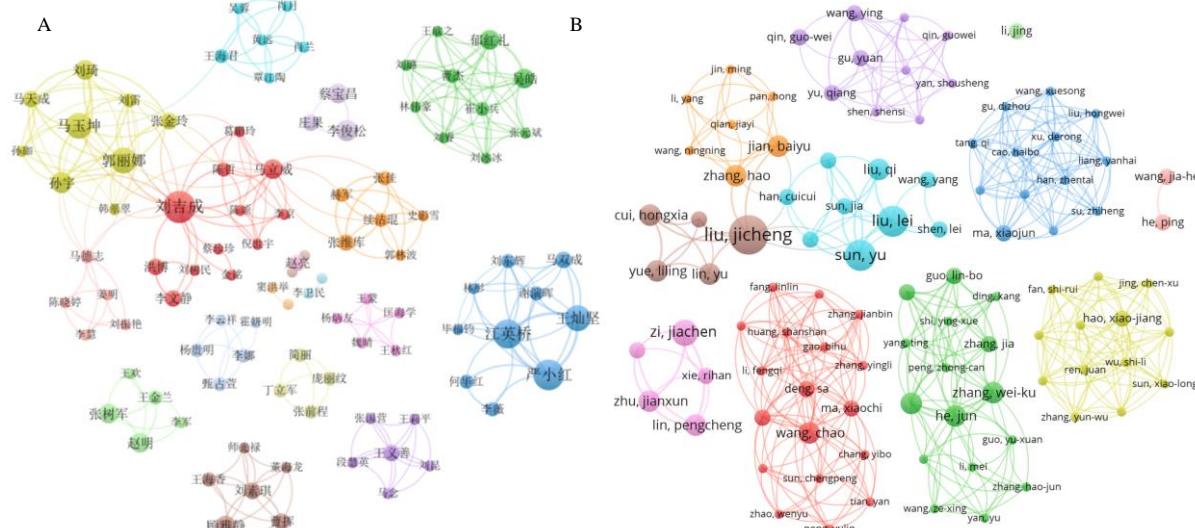


图 10 狼毒大戟中文文献 (A) 作者、狼毒大戟英文文献 (B) 作者

Fig. 10 Chinese (A) and English (B) literature authors of *E. fischeriana*

表 2 狼毒大戟排名前 10 的关键词
Table 2 Top 10 keywords of *E. fischeriana*

序号	中文文献			英文文献		
	关键词	中心性	频数	关键词	中心性	频数
1	狼毒大戟	0.75	114	<i>Euphorbia fischeriana</i> steud	0.16	25
2	狼毒	0.65	37	jolkinolide b	0.15	22
3	化学成分	0.80	27	roots	0.09	18
4	月腺大戟	0.23	21	diterpenoids	0.32	16
5	狼毒乙素	0.11	11	<i>Euphorbia fischeriana</i>	0.30	13
6	抗肿瘤	0.10	8	apoptosis	0.38	10
7	大戟狼毒	0.20	8	activation	0.22	9
8	瑞香狼毒	0.10	8	inhibition	0.06	8
9	炮制	0.17	7	expression	0.41	7
10	药理作用	0.02	7	cells	0.11	5

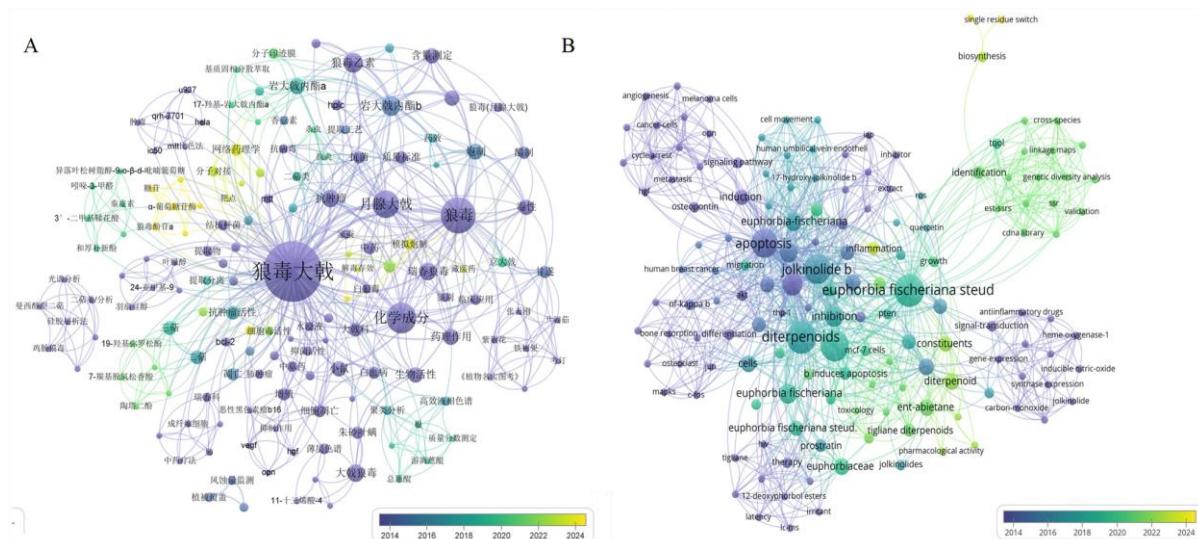


图 11 狼毒大戟研究中文 (A) 与英文 (B) 文献关键词共现网络

Fig. 11 Co-occurrence network of keywords in Chinese (A) and English (B) literature on *E. fischeriana* research

间的关联性。英文文献关键词共现网络 (图 11-B) 共有 247 个节点, 796 个连线, 主要包括化学成分、细胞凋亡、抑制等方面, 表明英文文献的研究聚焦于狼毒大戟中化学成分发挥药理作用的分子机制。

2.2.5 关键词聚类分析 由图 12-A 可知, 中文关键词聚类的网络 Q 值为 0.787 8, S 值为 0.959 8, 关键词分为 8 大类, 分别为 #0 狼毒、#1 化学成分、#2 甘遂、#3 小鼠、#4 大戟狼毒、#5 炮制、#6 狼毒乙素、#7 调亡。#0 包含的关键词最多, 中药材狼毒为大戟科植物月腺大戟或狼毒大戟的干燥根^[22], 说明狼毒大戟与月腺大戟的有较大的相似之处。#1、#6 主要聚焦于狼毒大戟的化学成分。#5 侧重研究对狼毒大戟的炮制, 研究表明炮制能改变狼毒大戟

的化学成分。

由图 12-B 可知, 英文关键词聚类的网络 Q 值为 0.719 9, S 值为 0.920 4, 关键词分为 8 大聚类, #0 transcription (转录)、#1 bone resorption (骨吸收)、#2 hepg2 (HepG2 肝癌细胞)、#3 euphorbiaceae (大戟科)、#4 *Euphorbia fischeriana* (狼毒)、#5 pharmacological activity (药理活性)、#6 identification (标识)、#7 cytokines (细胞因子)。#0、#2、#7 主要聚焦于狼毒大戟的抗肿瘤的作用。岩大戟内酯 B (JB) 是从狼毒大戟中分离的二萜类化合物, 它可通过激活共济失调-毛细血管扩张症与 Rad3 相关蛋白 (ATR) - 检查点激酶 1 (CHK1) - 细胞分裂周期蛋白 25A (CDC25A) - 细胞周期蛋白依赖性激酶 2 (Cdk2)

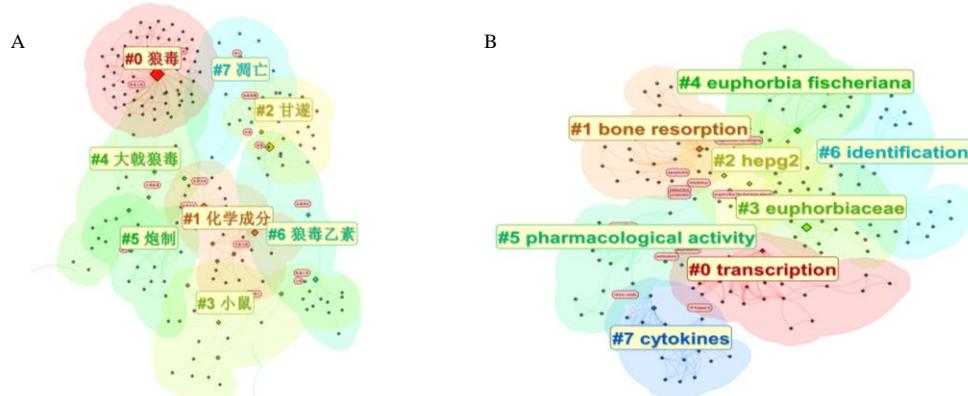


图 12 狼毒大戟研究中文 (A) 与英文 (B) 文献关键词聚类图

Fig. 12 Cluster map of keywords in Chinese (A) and English (B) literature on *E. fischeriana* research

信号通路诱导 S 周期停滞, 从而抑制胃癌细胞生长^[23]。JB 还通过抑制细胞的增殖、迁移和侵袭, 促进细胞凋亡发挥抗肿瘤作用^[24-25]。此外, 通过网络药理学可以发现, 狼毒大戟醇提物可以通过调控蛋白酪氨酸激酶 2 (JAK2) /信号传导及转录激活蛋白 3 (STAT3) 信号通路, 抑制肝癌细胞生长^[26]。

2.2.6 关键词研究热点分析 结合中文文献关键词时间线图 (图 13) 可见, 狼毒大戟的相关研究自 2000 年起持续开展并延续至今。近年来研究焦点集中于其毒性机制, 具体涵盖肠道毒性、炎症反应诱导、细胞毒活性等核心方向, 与此同时, 基于炮制工艺的减毒机制研究也取得了突破性进展。随着现代科技的迭代, 多组学技术、网络药理学及分子对接技术为中药研究提供了全新视角与技术支撑, 不仅助力深度解析狼毒大戟的药效物质基础与作用

机理, 更为其现代化研究转化及临床合理应用拓展了路径。英文文献中狼毒大戟相关关键词自 2005 年起显著增多 (图 14), 其研究热点则聚焦于抗肿瘤作用机制及对应的活性化学成分解析。这种研究侧重的差异, 既体现了不同区域研究者的关注方向与学术偏好, 也为系统开展狼毒大戟跨区域综合研究提供了多元维度与完整视角。

2.3 月腺大戟的可视化分析

2.3.1 年发文量分析 月腺大戟与狼毒大戟同为狼毒药材的核心植物基源, 针对月腺大戟的研究文献呈现明显的区域分布特征。其中中文文献共计 78 篇, 占月腺大戟总发文量的 74%; 英文文献 28 篇, 占比 26%。如图 15 所示, 从时间维度来看, 中文文献发文量在 2000—2012 年期间呈波动上升态势, 并于 2012 年达到峰值, 年度发文量达 11 篇; 此后

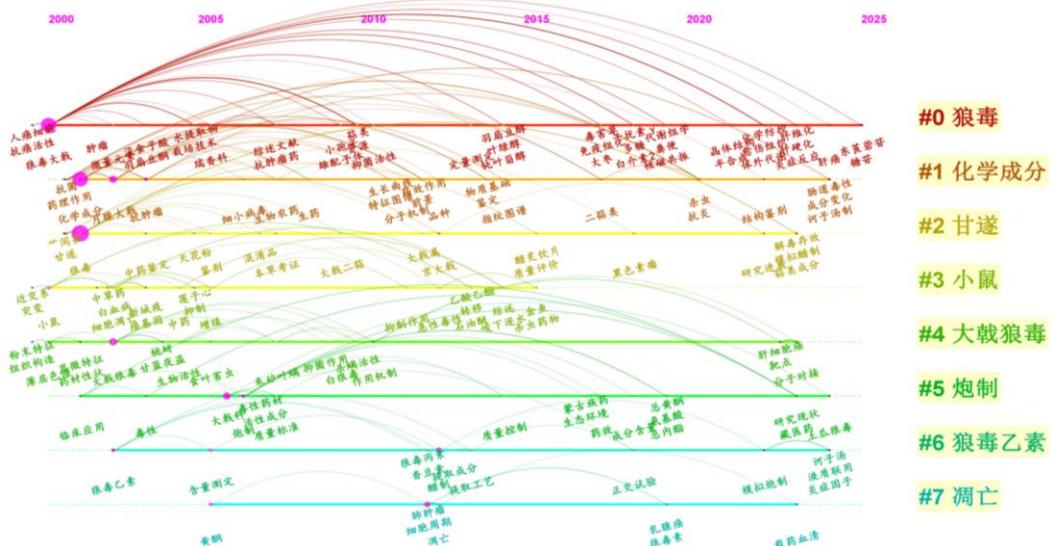


图 13 狼毒大戟中文文献关键词时间线图

Fig. 13 Timeline of key words in Chinese literature of *E. fischeriana*

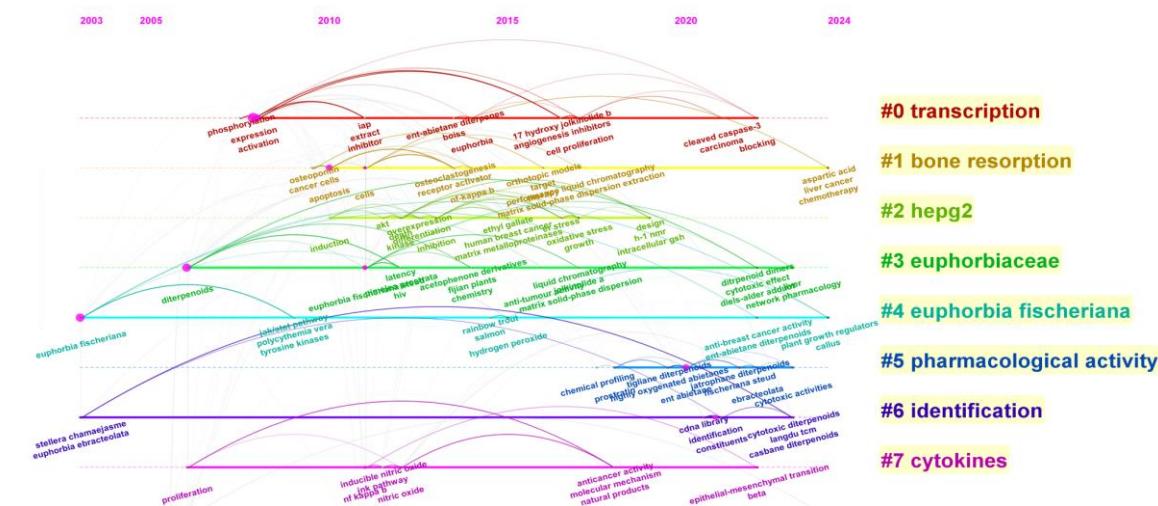


图 14 狼毒大戟英文文献关键词时间线图

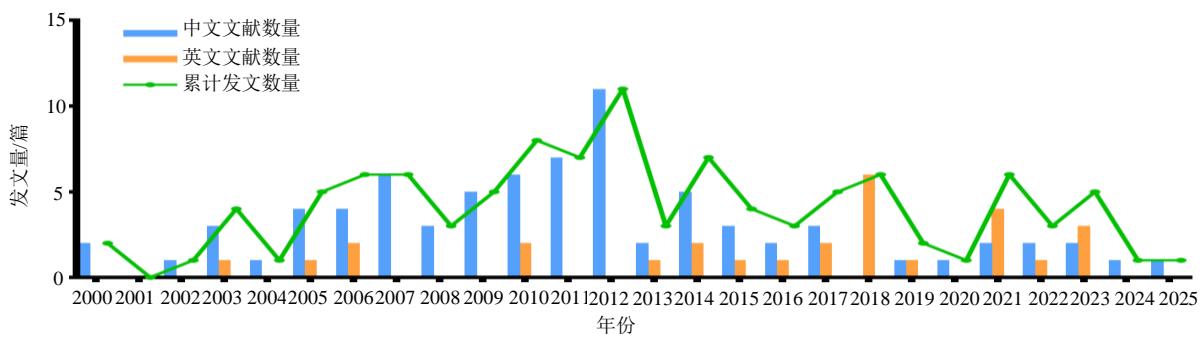
Fig. 14 Timeline of English literature keywords of *E. fischeriana*

图 15 月腺大戟中文、英文文献年发文量

Fig. 15 Annual number of articles published in Chinese and English literature of *E. ebracteolata*

研究热度显著回落, 2013—2024年期间研究活跃度持续处于低位, 年发文量长期在0~5篇内波动。英文文献的发文趋势则呈现不同特征, 2000—2017年期间年发文量始终维持在0~2篇的较低水平; 2018年研究热度骤升, 年度发文量达8篇, 创下历史新高; 2019—2024年期间发文量则呈波动趋势, 值得注意的是, 2000年与2024年2个时间节点未检索到相关英文文献发表。

2.3.2 机构分析 月腺大戟的中文文献涉及75个研究机构, 英文文献涉及39个研究机构。中文文献中, 仅有南京中医药大学(11)和广州市药品检验所(6)的累计发文量≥5篇。英文文献中, 有3个机构的累计发文量≥5篇, 分别是大连医科大学(7)、沈阳药科大学(6)、中国科学院(5)。结果见图16, 中文文献机构合作网络密度值为0.0173, 英

文文献机构合作网络密度值为0.0688。中文文献机构主要形成了以南京中医药大学、广州市药品检验所为主的合作群。英文文献机构形成了以沈阳药科大学、中国科学院以及中国药科大学为主的合作群。其中大连医科大学、沈阳药科大学、中国科学院三者之间具有合作交流, 文献产出也较多。说明通过合作交流, 科研人员可以获取新的信息、观点和方法, 有助于他们扩展视野, 从而提高科研产出的质量和创新性, 还能够优化资源配置, 提高科研效率。

2.3.3 作者分析 中文文献分析结果显示(图17-A), 共有226名作者参与月腺大戟相关研究, 其中累计发文量≥5篇的作者共6名, 发文量排名前3的作者分别为严小红(6篇)、李俊松(6篇)、孟娜(6篇)。中文文献作者群体已形成以吴皓、林瑞超、

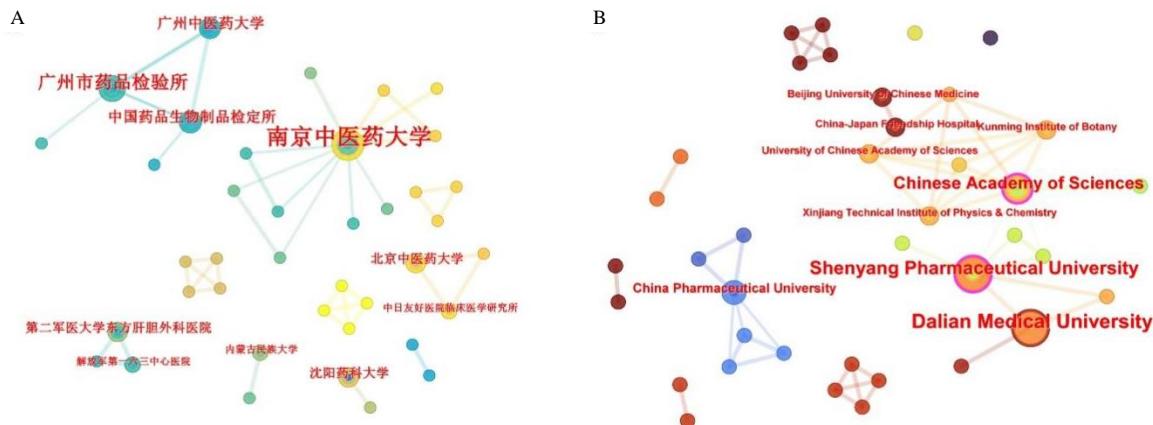


图 16 狼毒大戟中文文献 (A)、英文文献 (B) 发文机构分析
Fig. 16 Chinese (A) and English (B) literature institutions of *E. ebracteolata*

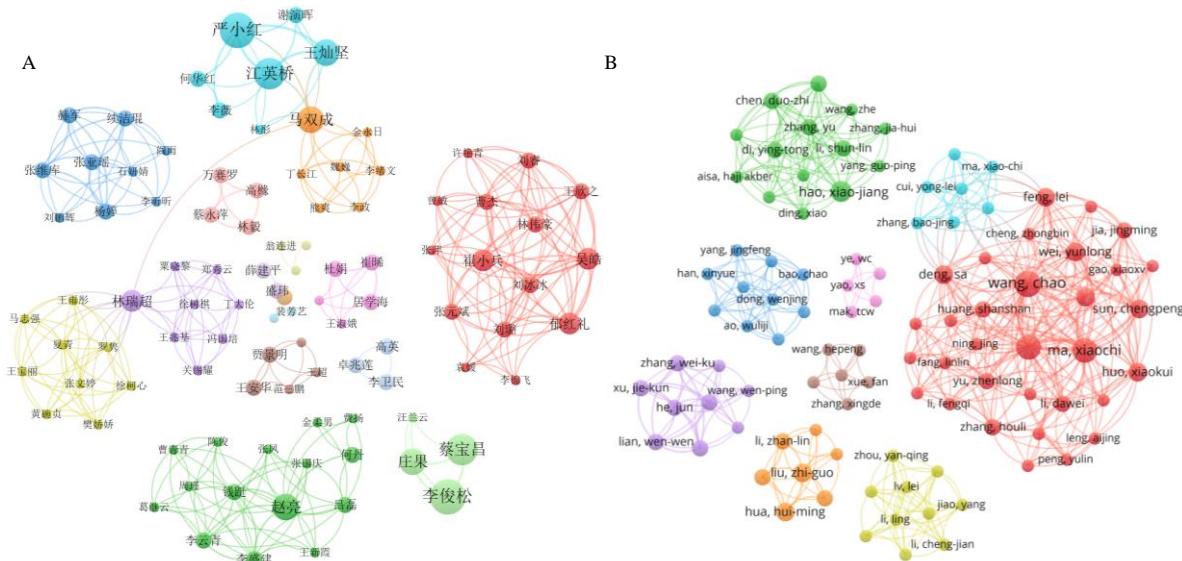


图 17 月腺大戟中文文献 (A)、英文文献 (B) 作者分析
Fig. 17 Chinese (A) and English (B) literature authors analysis of *E. ebracteolata*

马双成为核心的合作网络。英文文献方面, 参与研究的作者共计 148 人, 累计发文量 ≥ 5 篇的作者有 3 名, 分别为 Wang Chao (7 篇)、Zhang Baojing (6 篇)、Ma Xiaochi (6 篇), 且该 3 人隶属于同一研究团队。由图 17 可见, 无论是中文还是英文文献的研究群体, 各团队的学术交流均局限于内部成员之间, 尚未形成跨团队的有效合作。这种团队间的交流壁垒可能制约不同研究群体间的观点碰撞与知识共享, 进而对该领域整体的科研创新活力及发展进程产生一定影响。

2.3.4 关键词共现分析

月腺大戟中、英文文献的关键词频次排名排前 10 的关键词如表 3 所示。中

文文献关键词共现网络 (图 18-A) 中共有 110 个节点, 209 个连线, 主要包含到狼毒大戟、化学成分、炮制等方面, 这表明中文研究主要聚焦于鉴定“月腺大戟”与“狼毒大戟”这 2 种狼毒基原植物的化学成分, 并系统探究不同炮制方法对其化学成分组成与含量的影响。英文文献关键词共现网络 (图 18-B) 中共有 95 个节点, 259 个连线, 主要包含化学成分和细胞毒活性等方面, 这表明英文研究主要侧重于化学成分、分子机制的相关研究。

2.3.5 关键词聚类分析 由图 19-A 可知, 中文关键词聚类的网络 Q 值为 0.690 4, S 值为 0.912 9, 关键词分为 8 类, 分别为#0 月腺大戟、#1 大戟科、

表 3 月腺大戟排名前 10 的关键词
Table 3 Top 10 keywords of *E. ebracteolata*

序号	中文文献			英文文献		
	关键词	中心性	频数	关键词	中心性	频数
1	月腺大戟	0.94	44	<i>Euphorbia ebracteolata</i>	0.61	14
2	狼毒	0.85	23	hayata	0.14	9
3	化学成分	0.34	13	<i>Euphorbia ebracteolata</i> Hayata	0.46	7
4	狼毒大戟	0.13	13	derivatives	0.27	7
5	大戟属	0.18	7	roots	0.42	6
6	瑞香狼毒	0.08	5	diterpenoids	0.59	5
7	结构鉴定	0.11	5	fischeriana	0	5
8	大戟科	0.26	4	glycosides	0.24	4
9	生物活性	0.29	4	cytotoxic activity	0.15	3
10	炮制	0.18	4	ebracteolatain a	0.41	2

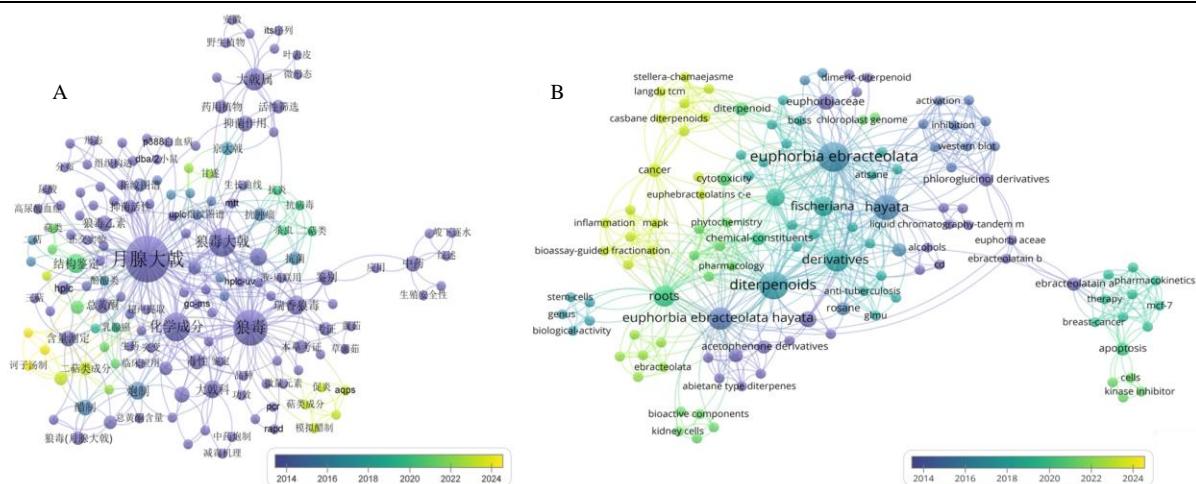


图 18 月腺大戟研究中文 (A) 与英文 (B) 文献关键词共现网络

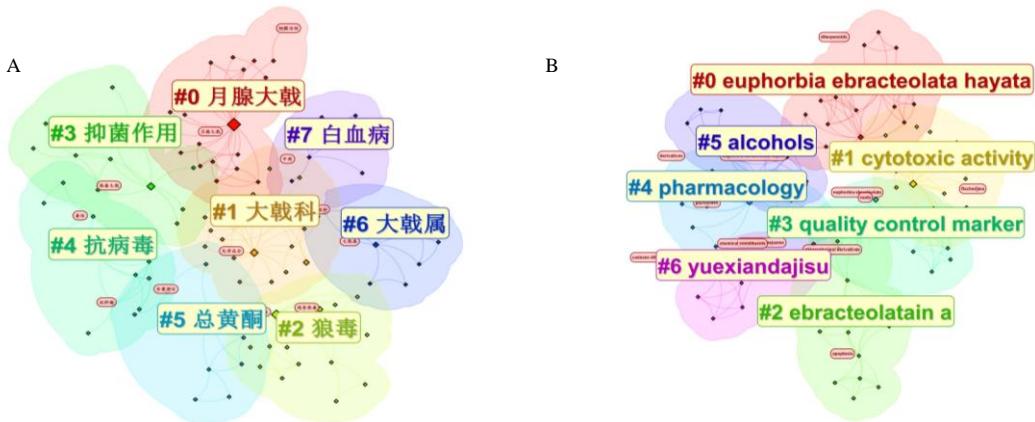
Fig. 18 Co-occurrence network of keywords in Chinese (A) and English (B) literature on *E. ebracteolata* research

图 19 月腺大戟研究中文 (A) 与英文 (B) 文献关键词聚类图

Fig. 19 Cluster map of keywords in Chinese (A) and English (B) literature on *E. ebracteolata* research

#2 狼毒、#3 抑菌作用、#4 抗病毒、#5 总黄酮、#6 大戟属、#7 白血病。#0、#1、#6 主要聚焦于大戟科

大戟属植物的分析，通过采用广泛、全面且对比性的分析方法，探讨大戟属植物的多样性、药理特性，

并为大戟属植物的进一步研究和应用提供了新的视角和科学依据。#3、#4、#7 主要聚焦于月腺大戟的药理作用, 研究表明从月腺大戟中提取出的 3-乙酰基- α -香树脂醇可以抑制常见的植物病原真菌^[27]。长脂肪链取代基可以增强从月腺大戟根中分离得到的 ingenane 二萜类化合物的抗 HIV 活性^[28]。同时, 从月腺大戟中获得的阿替烷型二萜化合物对人鼻细胞 3 (HRV3) 和肠道病毒 71 (EV71) 具有抗病毒活性^[29]。此外, 月腺大戟的水提取物具有治疗白血病的作用^[30]。

由图 19-B 可知, 英文关键词聚类的网络 Q 值为 0.7089, S 值为 0.9476, 关键词分为 7 类, 分别为#0 *Euphorbia ebracteolata* hayata (月腺大戟)、#1 cytotoxic activity (细胞毒活性)、#2 ebracteolatain a (狼毒乙素)、#3 quality control marker (质量控制标记)、#4 pharmacology (药理学)、#5 alcohols (醇)、#6 yuexiandajisu (月腺大戟素)。#1 聚焦于月腺大戟

的细胞毒活性, 研究表明月腺大戟在抗肿瘤活性方面具有巨大的潜力^[31-35]。#2、#6 侧重于月腺大戟的化学成分, 狼毒乙素是一种乙酰间苯三酚衍生物, 提取自传统中药狼毒的根部, 该物质可通过抑制蛋白激酶 D1 (PKD1) 在丝裂原活化蛋白激酶激酶 (MEK) / 细胞外信号调节激酶 (ERK) 磷脂酰肌醇-3-激酶 (PI3K) / 蛋白激酶 B (Akt) 信号通路中发挥抗增殖作用^[36], 此外, 狼毒乙素还可通过诱导 G₁ 期细胞周期阻滞从而抑制肺癌细胞生长^[37]。

2.3.6 关键词研究热点分析 对时间线图 (图 20) 进行观察, 自 2015 年起, 月腺大戟的中文关键词出现频率呈现下降态势, 这在一定程度上表明该领域的研究活动有所减少。近年来, 关于月腺大戟的研究主要聚焦于炮制对其化学成分和药效毒性的影晌。与之形成对比的是, 英文文献在近年来更加侧重于探究月腺大戟细胞毒性作用的化学成分及分子机制, 见图 21。

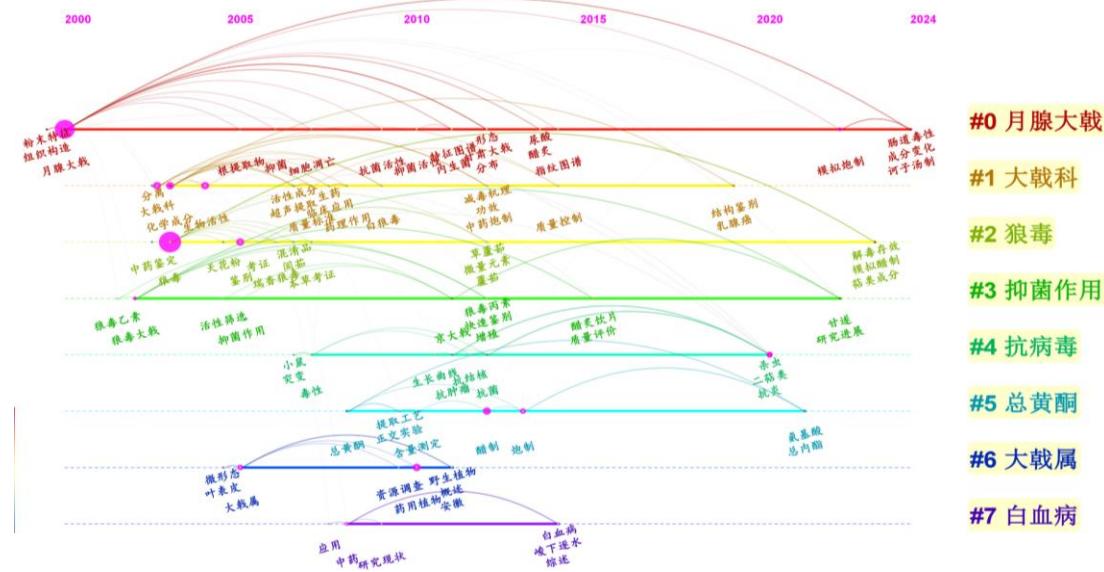


图 20 月腺大戟中文文献关键词时间线图

Fig. 20 Timeline of key words in Chinese Literature of *E. ebracteolata*

3 讨论

基于 3 种大戟属植物的相关文献计量学分析可见, 中国学者在该领域的研究产出占据核心主导地位, 这一现象与我国深厚的中医药文化积淀及对中药资源开发利用的持续重视密切相关。京大戟、狼毒大戟与月腺大戟同属大戟科大戟属, 在植物分类学特征与药用价值层面呈现一定共性, 但受物种遗传多样性及生态适应性影响, 三者在生态分布格局、化学成分谱及生物活性特征等方面存在显著差异, 为针对性研究提供了理论依据。

从 3 种大戟属植物的年文献产出量及关键词时间序列分析结果来看, 2010 年以来京大戟相关研究关键词呈现显著增长趋势, 但年文献产出量波动明显, 推测其研究仍处于数据积累与理论体系构建的初期阶段, 尚未形成稳定的研究框架, 导致文献产出稳定性不足。与之形成鲜明对比的是狼毒大戟, 自 2000 年起便成为学术界持续关注的热点, 年文献产出量保持平稳态势, 年均发表量维持在 5 篇以上, 这一稳定产出得益于其明确的应用领域与持续的研究动力, 为领域发展提供了坚实的内容支撑。

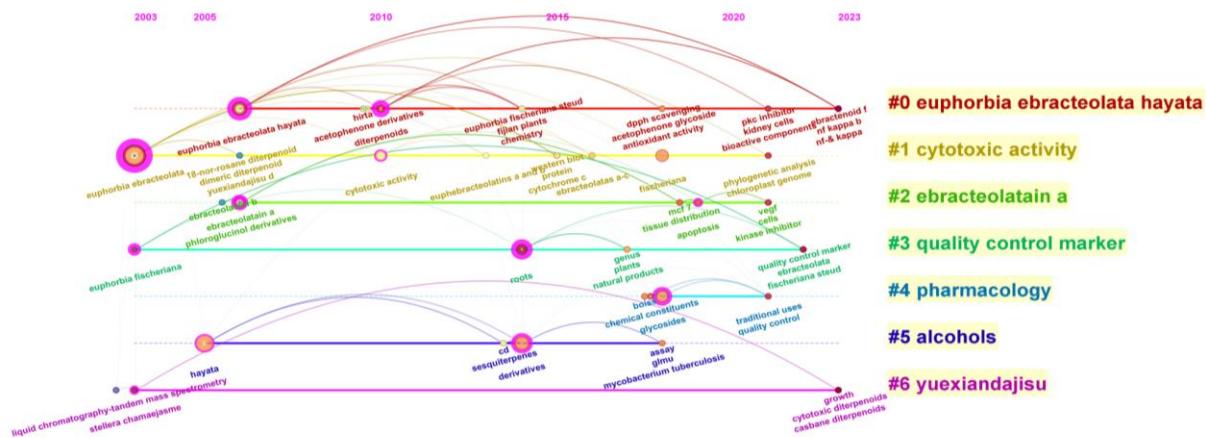


图 21 月腺大戟英文文献关键词时间线图

Fig. 21 Timeline of English literature keywords of *E. ebracteolata*

月腺大戟的研究态势则呈现不同特征,2012年后其年文献产出量及相关关键词出现频次均呈逐步下降趋势,反映出该物种的研究热度正持续回落,亟需挖掘新的研究切入点以激活领域发展。

关键词的共现网络、聚类分析及时间线可视化结果显示,3种大戟属药用植物的研究热点高度集中于化学成分解析、生物活性评价、毒性机制探究及炮制工艺优化4大核心领域,构成了当前大戟属植物研究的主体框架。在化学成分研究方面,萜类、黄酮及鞣质等类别为3种植物的共有成分^[38],但细分结构存在物种特异性:京大戟富含西松烷型与半日花型二萜类化合物,且卡司烷型二萜含量显著富集;狼毒大戟以松香烷型及瑞香烷型二萜为主要特征成分,缺失卡司烷型萜类结构;月腺大戟则含有丰富的玫瑰烷型二萜及多种苯乙酮衍生物^[39],其中新型芳香A环玫瑰烷型二萜类化合物的发现^[40-41],进一步丰富了大戟属植物的化学结构数据库,为生物活性物质基础研究提供了新的靶点。

药理作用研究方面,3种大戟属植物均在抗肿瘤、抗菌及利尿等领域展现出研究潜力。抗肿瘤活性方面,二萜类成分被推测为共有活性物质基础,但由于二萜类化合物结构多样,各物种特有的抗肿瘤活性成分仍需进一步明确。抗菌与抗病毒研究中,狼毒大戟与月腺大戟的相关报道更为集中^[41],二者均表现出抗HIV活性^[28,42],且共有的松香烷型二萜类化合物具有强效抗菌活性^[43],而京大戟在该领域的研究相对薄弱,亟待拓展。利尿祛腹水作用机制研究表明,三种植物的药效均可能与肾脏水通道蛋白(AQP)表达调控相关^[44-45],但药效部

位存在差异：狼毒大戟的祛腹水活性主要集中于二氯甲烷萃取部位，而京大戟的有效部位为非二氯甲烷组分^[45]，这一差异为临床用药选择提供了重要参考。

毒性研究显示，3种大戟属植物均属于峻下逐水类有毒中药，主要表现为肠道毒性、肝肾毒性及细胞毒性。肠道毒性是三者共有的主要毒性特征^[11,46-47]，其机制涉及炎症反应激活、肠道菌群失衡及肠道上皮细胞凋亡诱导等多个通路^[48-50]。肝肾毒性方面，京大戟与狼毒大戟的活性成分可通过干扰代谢通路引发肝肾组织损伤^[51-52]，其中京大戟的肝肾毒性研究较为系统，而月腺大戟相关研究仍显匮乏。细胞毒性研究中，狼毒大戟的相关机制探究最为深入，其活性成分通过调控细胞增殖与凋亡通路展现出显著的细胞毒性，这也为其抗肿瘤应用提供了重要理论支撑^[53-54]。

炮制减毒是有毒中药质量控制的关键技术手段,现代研究已证实特定炮制工艺可有效降低中药毒性^[55]。《中国药典》2025年版已规范醋制这一传统炮制方法的操作标准,而蒙医、藏医传承的牛奶制、诃子汤制等特色工艺,通过牛奶的温润特性缓冲毒性、诃子的协同增效作用实现减毒,与主流炮制技术形成互补^[56-57],为大戟属植物的安全应用提供了多元路径,具有重要的挖掘价值与传承意义。炮制减毒机制的核心与化学成分的动态变化密切相关,且该变化进一步影响生物活性:醋制可改变毒性成分的化学结构,奶制能降低毒性成分含量,诃子汤炮制则通过减少二萜类化合物、提高或新增鞣质酚酸类成分,借助鞣质酚酸类成分的拮抗作用

降低肠道毒性。当前大戟属植物炮制研究虽取得初步进展,但仍存在不足:炮制过程中化合物转化的动力追踪技术有待完善,化学成分变化与毒性、药效调控的量化关系尚未完全明确。因此,未来需整合多学科交叉技术手段,系统揭示炮制减毒增效的内在机制,为有毒中药的安全有效应用奠定理论基础,进而推动中医药现代化、产业化与国际化进程,拓展大戟属植物在医药领域的应用前景。

4 结论

本研究借助 Citespace 与 VOSviewer 软件,对京大戟、狼毒大戟及月腺大戟的相关文献进行可视化分析,直观揭示了近年来该领域的研究热点与发展现状。通过关键词对比分析发现,3 种大戟属植物的研究核心均聚焦于化学成分、生物活性、毒性及炮制 4 大领域,既存在物种共性特征,又展现出显著的特异性差异。其中,炮制过程与化学成分、生物活性及毒性之间的内在关联,是本课题组的核心研究方向。后续将持续深化对 3 种大戟属植物的系统性研究,不断完善相关理论认知与技术方法,以期为该领域的科学发展与实际应用提供坚实的理论支撑与实践参考。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 杨舜伊,袁纯红,陈业高.大戟属植物二萜化学成分和药理活性研究新进展 [J].中国野生植物资源,2020,39(6): 53-60.
Yang S Y, Yuan C H, Chen Y G. New advance on the research of chemical constituents and pharmacological activities of diterpenoids from the plants of genus *Euphorbia* [J]. Chin Wild Plant Resour, 2020, 39(6): 53-60.
- [2] 包勒朝鲁,那生桑.大戟属植物现代药用的研究进展 [J].世界中医药,2018,13(8): 2090-2094.
Bao L, Na S S. Advances on modern medicinal researches on plants of *Euphorbia* L [J]. World Chin Med, 2018, 13(8): 2090-2094.
- [3] Chen C M. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [J]. J Am Soc Inf Sci, 2006, 57(3): 359-377.
- [4] van Eck N J, Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping [J]. Scientometrics, 2010, 84(2): 523-538.
- [5] 何国浩,杨云,曾琳,等.基于 Citespace 和 VOSviewer 可视化分析沉香研究的发展态势 [J].中草药,2024,55(20): 7033-7046.
- [6] He G H, Yang Y, Zeng L, et al. Visual analysis on development trend of *Aquilariae lignum resinatum* based on CiteSpace and VOSviewer [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2024, 55(20): 7033-7046.
- [7] 凌娜,郭春秋,田海燕,等.基于文献计量学的沙棘多糖研究现状与发展动态的可视化分析 [J].中草药,2024,55(20): 7047-7061.
Ling N, Guo C Q, Tian H Y, et al. Visualized analysis of research status and development trend of *Hippophae rhamnoides* polysaccharides based on bibliometrics [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2024, 55(20): 7047-7061.
- [8] 刘博文,马贵萍,仪凡,等.基于 CiteSpace 中医药防治慢性乙型病毒性肝炎文献计量学分析 [J].中西医结合肝病杂志,2023,33(11): 1007-1011.
Liu B W, Ma G P, Yi F, et al. Bibliometric analysis of TCM prevention and treatment of chronic viral hepatitis B based on CiteSpace [J]. Chin J Integr Tradit West Med Liver Dis, 2023, 33(11): 1007-1011.
- [9] 朱蕊,李娜,任晓亮,等.基于文献计量学的中药复方辨治化疗相关性恶心呕吐的进展分析 [J].天津中医药大学学报,2024,43(11): 1008-1016.
Zhu R, Li N, Ren X L, et al. Bibliometrics-based analysis of progress of traditional Chinese medicine compound in the treatment of chemotherapy-induced nausea and vomiting [J]. J Tianjin Univ Tradit Chin Med, 2024, 43(11): 1008-1016.
- [10] 邵霞,曹睿贞,姚芳,等.京大戟醋制前后对正常大鼠毒性的研究 [J].环球中医药,2024,17(7): 1306-1312.
Shao X, Cao R Z, Yao F, et al. Study on the toxicity in normal rats of *Euphorbiae Pekinensis Radix* before and after processing with vinegar [J]. Glob Tradit Chin Med, 2024, 17(7): 1306-1312.
- [11] Cao Y D, Cheng F F, Yao W F, et al. Toxicity of pekinenin C from *Euphorbia pekinensis Radix* on rat small intestinal crypt epithelial cell and its apoptotic mechanism [J]. Int J Mol Sci, 2016, 17(6): 850.
- [12] Yu H L, Liu L, Wang K L, et al. Upregulation of aquaporin 3 expression by diterpenoids in *Euphorbia pekinensis* is associated with activation of the NF-κB signaling pathway in the co-culture system of HT-29 and RAW 264.7 cells [J]. Biochimie, 2018, 144: 153-159.
- [13] Zhang Y Y, Liu Z Y, Zhang R W, et al. Nephrotoxicity evaluation of a new cembrane diterpene from *Euphorbiae pekinensis Radix* with HEK 293T cells and the toxicokinetics study in rats using a sensitive and reliable UFLC-MS/MS [J]. J Pharm Biomed Anal, 2016, 119: 159-165.

- [13] 丁鹏敏, 乔姗姗, 刘斯琪, 等. 甘草-大戟配伍对大戟峻下逐水作用的影响 [J]. 药物评价研究, 2020, 43(11): 2163-2167.
- Ding P M, Qiao S S, Liu S Q, et al. Influence of concomitant using *Glycyrrhiza Radix* on drastic diuretic effect of *Euphorbiae Pekinensis Radix* [J]. Drug Eval Res, 2020, 43(11): 2163-2167.
- [14] Chen M, Geng D, Yang X, et al. In vitro nephrotoxicity induced by herb-herb interaction between *Radix Glycyrrhiza* and *Radix Euphorbiae Pekinensis* [J]. Oxid Med Cell Longev, 2020, 2020: 6894751.
- [15] Zhang D R, Tang X, Chen L L, et al. Functional characterization and transcriptional activity analysis of *Dryopteris fragrans* farnesyl diphosphate synthase genes [J]. Front Plant Sci, 2023, 14: 1105240.
- [16] Chen Y Y, Zeng X T, Gong Z C, et al. *Euphorbia Pekinensis* Rupr. sensitizes colorectal cancer to PD-1 blockade by remodeling the tumor microenvironment and enhancing peripheral immunity [J]. Phytomedicine, 2024, 135: 156107.
- [17] Fan L, Xiao Q L, Chen Y Y, et al. Pekinenin E inhibits the growth of hepatocellular carcinoma by promoting endoplasmic reticulum stress mediated cell death [J]. Front Pharmacol, 2017, 8: 424.
- [18] Lee I S, Jung S H, Kim J S. Polyphenols from *Euphorbia pekinensis* inhibit AGEs formation *in vitro* and vessel dilation in larval zebrafish *in vivo* [J]. Planta Med, 2018, 84(3): 176-181.
- [19] Fang F H, Li W H, Han Z Z, et al. Terpenoids from *Euphorbia pekinensis* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2015, 17(12): 1213-1219.
- [20] Zhang P X, Jin Y R, Chen J F, et al. Ultrasonic-assisted nebulization extraction coupled with SPE and HPLC for the determination of triterpenoids in root of *Euphorbia pekinensis* Rupr [J]. Chromatographia, 2013, 76(15): 967-974.
- [21] 李兴华, 陈侨, 姜杉. 京大戟醋制前后总三萜类成分的含量比较 [J]. 今日药学, 2015, 25(10): 691-693.
- Li X H, Chen Q, Jiang S. Contents comparison of total triterpenes in *Euphorbiae Pekinensis Radix* before and after processing with vinegar [J]. Pharm Today, 2015, 25(10): 691-693.
- [22] 中国药典 [S].一部. 2025.
- Pharmacopoeia of the People's Republic of China [S]. Volume I. 2025.
- [23] Zhang H, Qian J Y, Jin M, et al. Jolkinolide B induces cell cycle arrest and apoptosis in MKN45 gastric cancer cells and inhibits xenograft tumor growth *in vivo* [J]. Biosci Rep, 2022, 42(6): BSR20220341.
- [24] Dong L, Liu F F, Liu D W, et al. Jolkinolide B attenuates laryngeal cancer cell growth and induces apoptosis via PTEN/PI3K/Akt signaling pathway [J]. In Vitro Cell Dev Biol Anim, 2021, 57(8): 786-794.
- [25] Wang Y, Shen S Y, Liu L, et al. Jolkinolide B inhibits proliferation or migration and promotes apoptosis of MCF-7 or BT-474 breast cancer cells by downregulating the PI3K-Akt pathway [J]. J Ethnopharmacol, 2022, 282: 114581.
- [26] 田辛晨, 王浩辰, 张一鸣, 等. 基于网络药理学和实验验证探究狼毒大戟醇提物治疗肝细胞癌的分子机制 [J]. 中国药理学通报, 2023, 39(7): 1354-1361.
- Tian X C, Wang H C, Zhang Y M, et al. Mechanisms of *Euphorbia fischeriana* Steud. alcohol extracts in treatment of HCC based on network pharmacology and experiment verification [J]. Chin Pharmacol Bull, 2023, 39(7): 1354-1361.
- [27] 陈学文, 吴文君. 月腺大戟抑菌活性成分的研究 [J]. 江苏农业科学, 2010, 38(2): 118-119.
- Chen X W, Wu W J. Study on antibacterial active components of *Euphorbia ebracteolata* Hayata [J]. Jiangsu Agric Sci, 2010, 38(2): 118-119.
- [28] Huang Y S, Lu Y, Chen C H, et al. Potent anti-HIV ingenane diterpenoids from *Euphorbia ebracteolata* [J]. J Nat Prod, 2019, 82(6): 1587-1592.
- [29] Wang B, Wei Y L, Zhao X Y, et al. Unusual ent-atisane type diterpenoids with 2-oxopropyl skeleton from the roots of *Euphorbia ebracteolata* and their antiviral activity against human rhinovirus 3 and enterovirus 71 [J]. Bioorg Chem, 2018, 81: 234-240.
- [30] 杜娟, 徐瑞军, 崔晞, 等. 月腺大戟水提物诱导 P388 白血病细胞的凋亡 [J]. 中国医院药学杂志, 2007, 27(4): 454-458.
- Du J, Xu R J, Cui X, et al. Apoptosis in P388 lymphocytic leukemic cells induced by water extract of *Euphorbia ebracteolata* Hayata [J]. Chin J Hosp Pharm, 2007, 27(4): 454-458.
- [31] Dong W J, Han X Y, Bao C, et al. Inhibitory effects of *Euphorbia ebracteolata* Hayata extract ECB on melanoma-induced hyperplasia of blood vessels in zebrafish embryos [J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2021, 2021: 5543259.
- [32] Hong D E, Yu J E, Lee J W, et al. A natural CHI3L1-targeting compound, ebractenoid F, inhibits lung cancer cell growth and migration and induces apoptosis by blocking CHI3L1/Akt signals [J]. Molecules, 2022, 28(1): 329.

- [33] Chun J, Mah S Y, Kim Y S. Anti-inflammatory effect of ebractenoid F, a major active compound of *Euphorbia ebracteolata* Hayata, through inhibition of nuclear factor- κ B activation [J]. *Plants (Basel)*, 2023, 12(15): 2845.
- [34] Liu Z G, Li Z L, Bai J, et al. Anti-inflammatory diterpenoids from the roots of *Euphorbia ebracteolata* [J]. *J Nat Prod*, 2014, 77(4): 792-799.
- [35] Ding K, Zhang Y Y, Yang T, et al. New rosane diterpenoids and their analogs from *Euphorbia ebracteolata* Hayata [J]. *Chem Biodivers*, 2023, 20(3): e202300013.
- [36] Li C J, Wang Y, Wu C X, et al. Ebracteolatain A exerts anti-proliferation of breast cancer by inhibiting protein kinase D1 in MEK/ERK and PI3K/Akt signaling pathways [J]. *Phytomedicine*, 2023, 109: 154588.
- [37] Zhao W L, Zhang L, Li M, et al. Ebracteolatain A inhibits lung cancer growth via p21 and p27 mediated cell-cycle arrest [J]. *Nat Prod Commun*, 2023, 18(6): 1934578X231180083.
- [38] 李娟, 濩社班. 大戟属二萜类化学成分和生物活性研究进展 [J]. 中国野生植物资源, 2017, 36(6): 36-44.
- Li J, Pu S B. Research progress on chemical constituents and biological activity of diterpenoids from genus *Euphorbia* [J]. *Chin Wild Plant Resour*, 2017, 36(6): 36-44.
- [39] 江恩赐, 郁红礼, 张舒睿, 等. 同科属有毒中药炮制解毒共性规律——以大戟科京大戟、月腺大戟、狼毒大戟炮制研究为例 [J]. 中国中药杂志, 2025, 50(13): 3615-3675.
- Jiang E N, Yu H L, Zhang S R, et al. Common rules of processing for detoxification of toxic traditional Chinese medicines from the same family and genus: A case study on processing of *Euphorbia pekinensis*, *Euphorbia ebracteolata* and *Euphorbia fischeriana* in Euphorbiaceae [J]. *China J Chin Mater Med*, 2025, 50(13): 3615-3675.
- [40] Li L, Li D W, Wang C R, et al. Aromatic rosane diterpenoids from the roots of *Euphorbia ebracteolata* and their inhibitory effects against lipase [J]. *Bioorg Chem*, 2020, 94: 103360.
- [41] 王栋, 周志华, 郭宝凤, 等. 4 种大戟科大戟属根类中药的研究进展 [J]. 内蒙古医科大学学报, 2022, 44(4): 437-441.
- Wang D, Zhou Z H, Guo B F, et al. Research progress of four kinds of root traditional Chineses medicine of *Euphorbia* [J]. *J Inn Mong Med Univ*, 2022, 44(4): 437-441.
- [42] Pan L L, Fang P L, Zhang X J, et al. Tiglane-type diterpenoid glycosides from *Euphorbia fischeriana* [J]. *J Nat Prod*, 2011, 74(6): 1508-1512.
- [43] Du K C, Zhang Y, Sun L, et al. Insights into *Euphorbia* diversity: Probing the contrasts between *Euphorbia fischeriana* Steud and *Euphorbia ebracteolata* Hayata [J]. *J Pharm Anal*, 2024, 14(5): 100896.
- [44] Zhang Y B, Liu D F, Xue F, et al. Anti-malignant ascites effect of total diterpenoids from *Euphorbia ebracteolatae Radix* is attributable to alterations of aquaporins via inhibiting PKC activity in the kidney [J]. *Molecules*, 2021, 26(4): 942.
- [45] 张元斌. 大戟属有毒中药狼毒和京大戟醋制解毒存效机制研究 [D]. 南京: 南京中医药大学, 2021.
- Zhang Y B. Mechanistic investigations into detoxification and efficacy preservation of vinegar-processed toxic traditional Chinese medicines *Euphorbia fischeriana* and *Euphorbia pekinensis* [D]. Nanjing: Nanjing University of Chinese Medicine, 2021.
- [46] 王霞, 徐灿, 吴秀园, 等. 核磁共振代谢组学研究狼毒大戟对大鼠粪便代谢物的影响 [J]. 分析化学, 2019, 47(5): 669-677.
- Wang X, Xu C, Wu X Y, et al. Nuclear magnetic resonance-based metabonomic for study of feces from rats treated with root of *Euphorbia fischeriana* steud extract [J]. *Chin J Anal Chem*, 2019, 47(5): 669-677.
- [47] 陈倩琳, 郁红礼, 吴皓, 等. 基于蛋白质组学的狼毒(月腺大戟)诃子汤制降低肠道毒副作用机制研究 [J]. 中国中药杂志, 2025, 50(12): 3214-3222.
- Chen Q L, Yu H L, Wu H, et al. Mechanism of Hezi Decoction in reducing toxic side effects of *Euphorbia ebracteolata Radix* on intestine based on proteomics [J]. *China J Chin Mater Med*, 2025, 50(12): 3214-3222.
- [48] 徐晓芬, 郁红礼, 吴皓, 等. 京大戟醋制改善肠道菌群紊乱降低肠毒性作用研究 [J]. 中国中药杂志, 2022, 47(5): 1243-1252.
- Xu X F, Yu H L, Wu H, et al. Vinegar-processed *Euphorbiae Pekinensis Radix* improves intestinal flora disorder and reduces colon toxicity [J]. *China J Chin Mater Med*, 2022, 47(5): 1243-1252.
- [49] 曹雨诞, 颜晓静, 张丽, 等. 醋制降低京大戟对大鼠小肠隐窝上皮细胞 IEC-6 毒性研究 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(6): 1069-1074.
- Cao Y D, Yan X J, Zhang L, et al. Study on detoxication of *Euphorbia Pekinensis Radix* processed with vinegar on rat small intestinal crypt epithelial cells IEC-6 [J]. *China J Chin Mater Med*, 2014, 39(6): 1069-1074.
- [50] 叶凌俊, 徐晓芬, 陈赛雅, 等. 京大戟醋制调节双歧杆菌-短链脂肪酸代谢改善肠毒性作用研究 [J]. 中国中药杂志, 2024, 49(23): 6331-6341.
- Ye L J, Xu X F, Chen S Y, et al. Regulation of bifidobacterium-short chain fatty acid metabolism and

- improvement of intestinal toxicity of vinegar-processed *Euphorbiae Pekinensis Radix* [J]. *China J Chin Mater Med*, 2024, 49(23): 6331-6341.
- [51] Wang Y F, Man H X, Gao J, et al. Plasma metabolomics study on toxicity biomarker in rats treated with *Euphorbia fischeriana* based on LC-MS [J]. *Biomed Chromatogr*, 2016, 30(9): 1386-1396.
- [52] Wang K L, Xu X F, Shan Q Y, et al. Integrated gut microbiota and serum metabolomics reveal the protective effect of oleanolic acid on liver and kidney-injured rats induced by *Euphorbia pekinensis* [J]. *Phytother Res*, 2024, 38(10): 4877-4892.
- [53] Bailly C. Yuexiandajisu diterpenoids from *Euphorbia ebracteolata* Hayata (Langdu roots): An overview [J]. *Phytochemistry*, 2023, 213: 113784.
- [54] 葛继芸, 周艳卿, 邱彦, 等. 狼毒大戟的化学成分及细胞毒活性研究 [J]. 中南药学, 2022, 20(6): 1226-1231. Ge J Y, Zhou Y Q, Qiu Y, et al. Chemical constituents and cytotoxic activity of *Euphorbia fischeriana* Steud [J]. *Cent South Pharm*, 2022, 20(6): 1226-1231.
- [55] 武天元. 中药毒性药材炮制研究进展 [J]. *中国中医药科技*, 2022, 29(1): 170-173. Wu T Y. Research progress on processing toxic herbs of traditional Chinese medicine [J]. *Chin J Tradit Med Sci Technol*, 2022, 29(1): 170-173.
- [56] 田华咏. 中国民族药炮制集成 [M]. 北京: 中医古籍出版社, 2000: 42-43. Tian H Y. *Integration of Processing of Ethnic Medicinal Materials in China* [M]. Beijing: Ancient Books Press of Traditional Chinese Medicine, 2000: 42-43.
- [57] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草-蒙药卷 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2004: 261-262. Editorial Board of Zhonghua Bencao, State Administration of Traditional Chinese Medicine. *Zhonghua Bencao-Mongolian Medicine Volume* [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2004: 261-262.

[责任编辑 孙英杰]