

基于文献计量学的胶类中药研究热点与发展趋势的可视化分析

胡江山¹, 赵瀚年^{1,3}, 张梦婷¹, 吕婧^{1,2,3*}, 高燕^{1,2,3*}

1. 山东中医药大学 药物研究院(中医药健康产业技术研究院), 山东 济南 250355

2. 山东中医药大学 山东省胶类药物研究与开发重点实验室, 山东 济南 250355

3. 国家中医药管理局重点学科-中药药剂学 山东省黄河流域特色中药生态保护和高质量发展协同创新中心, 山东 济南 250355

摘要: **目的** 从文献计量学的角度对胶类中药的研究现状和热点进行可视化分析, 为未来胶类中药的深入研究提供理论指导。**方法** 检索中国学术期刊全文数据库(CNKI)、万方数据库(Wanfang Data)、维普生物医学数据库(VIP)、Web of Science(WOS) 4个数据库, 将文献导入Note Express文献管理软件中进行查重和筛选。使用Excel、CiteSpace等软件, 从发文趋势、发文机构、发文作者、关键词等维度出发, 对国内外胶类中药研究现状进行可视化分析。**结果** 共检索到符合条件的中文文献1124篇, 英文文献125篇。胶类中药研究呈现出持续发展态势, 发文国家以中国为主, 近些年国际关注度逐渐提高。胶类中药领域的核心团队已经初步形成, 相关合作多开展于机构内部或同一地区, 跨区域合作较少。胶类中药领域的中文文献与英文文献均重点关注胶类中药的质量控制、药理作用、作用机制、肠道菌群等方面。中文文献更多关注胶类中药的质量标准、工艺优化等方面, 英文文献则更多关注胶类中药的分子对接、特征肽等方面。**结论** 对胶类中药的质量控制、作用机制的关注度持续上升, 分子对接、体内外机制研究为胶类中药的研究提供新的突破口。未来应运用更加先进的研究技术, 深入探讨胶类中药作用机制, 并建立胶类中药国际化质量标准, 以推动胶类中药高质量发展。

关键词: 胶类中药; 文献计量学; 可视化分析; CiteSpace; 阿胶; 鹿角胶; 龟甲胶

中图分类号: R282.74 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-6376(2026)03-0971-14

DOI: 10.7501/j.issn.1674-6376.2026.03.021

Visual analysis of research hotspots and trends of gelatin-based traditional Chinese medicines based on bibliometrics

HU Jiangshan¹, ZHAO Bonian^{1,3}, ZHANG Mengting¹, LÜ Jing^{1,2,3}, GAO Yan^{1,2,3}

1. Institute of TCM Health Industrial Technology, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China

2. Shandong Key Laboratory of Gelatine Medicines Research and Development, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China

3. Collaborative Innovation Center for Ecological Protection and High Quality Development of Characteristic Traditional Chinese Medicine in the Yellow River Basin, High Level Traditional Chinese Medicine Key Disciplines of the State Administration of Traditional Chinese Medicine, Pharmaceutics of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China

Abstract: Objective To conduct a visual analysis of the research status and hotspots of gelatin-based traditional Chinese medicines from a bibliometric perspective, with the aim of providing theoretical guidance for future in-depth research and application of these medicines. **Methods** Four databases-China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang, VIP, and Web of Science (WOS) were searched and imported the literature into Note Express for deduplication and screening. Excel and CiteSpace were used to perform a visual analysis of domestic and international research on gelatin-based traditional Chinese medicines, focusing on publication trends, institutions, authors, and keywords. **Results** A total of 1 124 Chinese and 125 English publications meeting the criteria were retrieved. Research on gelatin-based traditional Chinese medicines has shown continuous development, with China being the primary

收稿日期: 2025-11-24

基金项目: 山东省重点研发计划资助项目(2025CXPT123)

作者简介: 胡江山, 男, 硕士研究生, 研究方向为中药分析。E-mail: hujiangshan1114@163.com

*通信作者: 高燕, 女, 教授, 研究方向为中药质量综合评价和新药研发。E-mail: gaoyaninyes@163.com

吕婧, 女, 讲师, 研究方向为中药质量综合评价和新药研发。E-mail: 13589056006@126.com

contributing country, though international attention has gradually increased in recent years. Core research teams in this field have begun to form, with collaborations mostly occurring within institutions or the same region, and cross-regional cooperation being relatively limited. Both Chinese and English literature in this field focus on quality control, pharmacological effects, mechanisms of action, and gut microbiota related to gelatin-based traditional Chinese medicines. Chinese literature places more emphasis on quality standards and process optimization, while English literature tends to focus more on molecular docking and characteristic peptides. **Conclusion** Interest in the quality control and mechanisms of action of gelatin-based traditional Chinese medicines continues to rise. Molecular docking and *in vivo* and *in vitro* mechanism studies have provided new breakthroughs for research in this field. In the future, more advanced research technologies should be applied to further explore the mechanisms of action of gelatin-based traditional Chinese medicines and establish international standards to promote their high-quality development.

Key words: gelatin-based traditional Chinese medicines; bibliometrics; visual analysis; CiteSpace; *Colla Corii Asini*; *Cervi Cornus Colla*; *Testudinis Carapacis et Plastris Colla*

胶类中药在我国用药历史悠久，以“胶”入药的记载，可以追溯到春秋战国时期的《五十二病方》一书中，用于治疗外伤、癃闭等症；西周时期的《周礼·考工记》中把胶类中药分为鹿胶、马胶、牛胶、鼠胶、鱼胶、犀胶等六类，并描述了其色泽和特性，为胶类药材的分类奠定了基础；《神农本草经》将阿胶列为上品，具有“主心腹内崩，劳极洒洒如疟状，腰腹痛，四肢酸疼，女子下血安胎。久服轻身益气”的功效；鹿角胶，别名“白胶”，始载于《神农本草经》，味甘、平，归肝、肾经，具有“主伤中劳绝，腰痛羸瘦，补中益气，妇人血闭无子，止痛，安胎。久服轻身延年”的功效；龟甲胶，别名龟板胶，始载于《临证指南医案》，性平，味甘、咸，用于滋阴，补血，止血。治阴虚血亏，劳热骨蒸，吐血衄血，烦热惊悸，肾虚腰痛，脚膝痿弱，崩漏带下。《中国药典》2025 年版收录了 3 种胶类中药，分别是阿胶、鹿角胶和龟甲胶^[1]。

目前以胶类中药作为主要研究对象的中英文文献众多，涉及质量控制、炮制工艺、药理作用等多个方面。然而，以往关于胶类中药的研究多局限于单味药材或特定生物活性的零散探讨，鲜有研究立足全球学术视野，系统性梳理其知识演进脉络及评价逻辑。本文通过整合中英文数据库，旨在研判胶类中药在国际化进程中，国内外研究范式是否存在显著的分野或收敛趋势；通过构建多维度的镜像化对比模型，深度解析由传统经验驱动向现代科学实证评价体系转型的内在逻辑，以期对胶类中药的标准化建设及高质量发展提供理论支撑与科学依据。

1 资料与方法

1.1 文献来源与检索策略

中文文献数据来源于中国学术期刊全文数据库 (CNKI)、万方数据库 (Wanfang Data)、维普生

物医学数据库 (VIP) 数据库，检索条件为：主题=胶类中药 OR 阿胶 OR 主题=鹿角胶 OR 主题=龟甲胶，精确检索；期刊来源类别设定为：北大核心、中国科学引文数据库 (CSCD) 及中文社会科学引文索引 (CSSCI) 期刊；文献分类：医药科技卫生；时间跨度为：1995 年 1 月 1 日—2025 年 7 月 31 日。

英文文献数据来源于 Web of Science (WOS) 数据库，检索式为：TS= (“gelatinous traditional Chinese medicine” OR “Guijiujiao” OR “Testudinis Carapacis et Plastris Colla” OR “Ejiao” OR “Asini Corii Colla” OR “Lujiaojiao” OR “Cervi Cornus Colla”)；时间范围：1995 年 1 月 1 日—2025 年 7 月 31 日；文章类型：论文或综述文章。

1.2 文献纳入与排除标准

纳入标准：研究对象为胶类中药、阿胶、鹿角胶、龟甲胶，研究内容为胶类中药活性成分、制备工艺、药理机制、临床应用和质量评价的相关文献；文献类型仅限学术期刊论文 (Article) 及综述 (Review)，以保证研究的学术代表性。

排除标准：与研究主题明显不相关的交叉学科文献；报纸、科普介绍、征稿启事、会议通知、新闻报道及各类非学术性通告；重复发表、数据雷同的文献；文献标题、作者、机构、关键词、期刊等关键信息缺失的文献。

通过 NoteExpress 和 CiteSpace 筛选和删除重复文献，最终纳入 1 124 篇中文文献和 125 篇英文文献。

1.3 应用软件及参数设置

本研究运用 CiteSpace 6.4.R1 对检索文献的机构合作网络、作者合作网络、关键词共现、关键词时区分布和突现性进行可视化分析，以对胶类中药的研究进展和发展趋势进行分析。

时间跨度 (Time Slicing) 设置为 1995 年 1 月—2025 年 8 月, 时间切片 (Time Slicing) 为 1 年; 节点类型 (Node Types) 选择作者 (Author)、机构 (Institution) 和关键词 (Keyword); g-index 设置为 25, Top N=50^[2-3]。通过可视化分析生成作者和机构合作网络, 关键词共现网络、聚类图谱、时间线图及突现词检测图, 以系统分析胶类中药研究的研究历程与演变趋势。

2 结果与分析

2.1 发文趋势

最终纳入中文文献 1 124 篇 (90.1%)、英文文献 125 篇 (9.9%), 共计 1 249 篇文献。如图 1 所示, 胶类中药领域文献数量呈现波动式起伏但总体具有向上增长的趋势。在 2004 年之前, 年均文献数量较少, 且无英文文献发表, 表明该阶段胶类中药研究领域在国内外并未受到重视; 2005 年—2014 年, 本阶段为文献数量明显增长阶段, 英文文献年发表数量逐年上升; 2015 年—2019 年, 本阶段形成胶类中药文献发表的一个平台期; 2020 年—2024 年, 本阶段文献发表数量呈现出显著式增长态势, 2024 年文献发表总量为 112 篇, 达到了胶类中药文献发表的顶峰, 显示在该阶段胶类中药研究热度较高; 因 2025 年数据不全面, 故不具有分析意义。

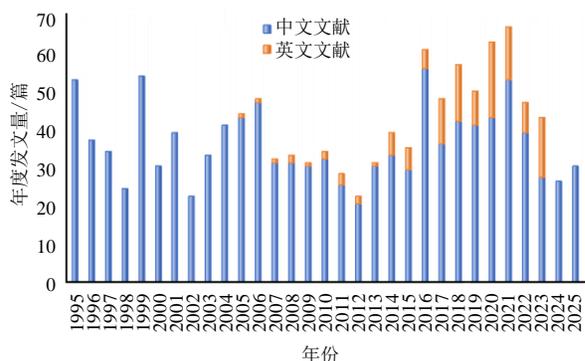


图 1 中、英文文献发文量趋势

Fig. 1 Publication trends of Chinese and English literature

2.2 合作网络共现分析

2.2.1 机构发文与合作 利用 Excel 和 CiteSpace 6.4.R1 对中、英文文献的发表机构进行可视化分析 (图 2、3)。可视化分析显示, 中文文献发文机构地域分布集中, 高校和企业合作紧密, 合作网络集中, 说明胶类中药在国内的研究热度较高, 英文文献发文机构以国内高校为主, 且机构之间合作并不十分紧密。



图 2 中文文献发文机构合作网络

Fig. 2 Institutional collaboration network of Chinese literature

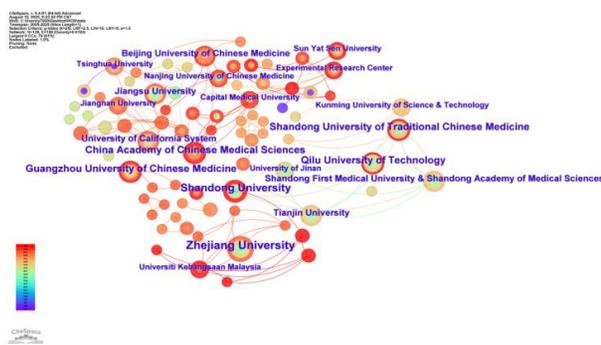


图 3 英文文献发文机构合作网络

Fig. 3 Institutional collaboration network of English literature

中文发文量排名前 10 的机构见表 1, 山东中医药大学发文 28 篇居于首位, 表明山东中医药大学在胶类中药研究领域具有强大的影响力, 中国食品药品检定研究院 (20 篇) 及湖南中医药大学 (16 篇) 紧随其后。

表 1 中文文献发文量前 10 位的机构

Table 1 Top 10 institutions by number of Chinese publications

序号	发文量/篇	机构
1	28	山东中医药大学
2	20	中国食品药品检定研究院
3	16	湖南中医药大学
4	13	东阿阿胶股份有限公司
5	13	东阿阿胶股份有限公司国家胶类中药工程技术研究中心
6	13	山东省中医药研究院
7	12	北京中医药大学
8	12	山东中医药大学药学院
9	12	中国中医科学院中药研究所
10	10	河南中医学院

英文文献发文量排名前 10 的机构见表 2, 其中包含 9 个国内机构和 1 所国外机构 University of California System, 且排名第 9, 英文文献发表数量排名前 3 的机构分别为浙江大学 (7 篇)、山东大学 (6 篇) 和中国中医科学院 (5 篇)。浙江大学发文量 7 篇, 居于英文文献的首位, 显示出浙江大学在胶类中药研究领域中具有显著的国际学术影响力。

表 2 英文文献发文量前 10 位的机构

Table 2 Top 10 institutions by number of English publications

序号	发文量/篇	机构
1	7	Zhejiang University
2	6	Shandong University
3	5	China Academy of Chinese Medical Sciences
4	5	Shandong University of Traditional Chinese Medicine
5	5	Qilu University of Technology
6	5	Guangzhou University of Chinese Medicine
7	5	East China University of Science & Technology
8	4	Beijing University of Chinese Medicine
9	4	University of California System
10	4	Shandong First Medical University & Shandong Academy of Medical Sciences

2.2.2 核心作者及合作 利用 CiteSpace 6.2.6 对纳入的中、英文核心作者分别进行可视化分析 (图 4、图 5)。运用 Excel 对中、英文文献发文量前 10 位的作者进行统计 (表 3、表 4), 在中文文献中, 张淹以发文 21 篇文献居于首位, 其次为何清湖 (19 篇)、王磊 (14 篇)。

总体上说, 中文作者的发文量普遍相对较高, 表明国内学者对胶类中药的关注度较高, 且已经形成了较明显的学者团体, 为胶类中药相关领域的研究积累了大量的文献资料。以张淹为核心的研究团队, 主要开展了胶类中药抗疲劳、抗氧化及止血作用研究^[4-6], 以及阿胶、复方阿胶浆等胶类中药及其复方制剂的质量控制方法研究^[7-9]和相关制备工艺优化研究^[10-15]; 以田守生为主的研究团队, 主要开展了胶类中药抗肿瘤作用相关研究^[16-21], 高效液相色谱 (HPLC) 法在胶类中药含量测定应用研究^[22-23], 在生产过程中阿胶低聚肽的脱苦技术研究^[24-28]。

英文文献作者合作共现图 (图 5) 显示, 英文文献发表作者共 332 位, 发文数量排名前 10 位的作者见表 4, 排名前 3 的分别是: Zhang, Yan, Zhou,

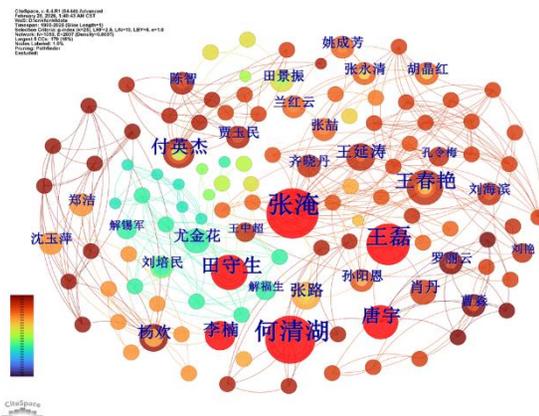


图 4 中文文献作者合作网络

Fig. 4 Author collaboration network of Chinese literature

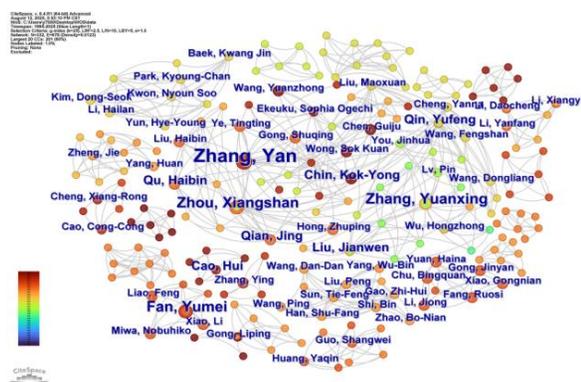


图 5 英文文献作者合作网络

Fig. 5 Author collaboration network of English literature

表 3 中文文献发文量前 10 位的作者

Table 3 Top 10 authors by number of Chinese publications

序号	发文量/篇	作者
1	21	张淹
2	19	何清湖
3	14	王磊
4	10	田守生
5	10	程显隆
6	10	王春艳
7	9	唐宇
8	9	张振凌
9	8	付英杰
10	8	魏锋

Xiangshan、Zhang, Yuanxing。Zhang, Yan (张淹), 以 7 篇文献的发文量居于首位, 其团队聚焦于阿胶抗衰老的药理作用研究^[29], 微量热法用于阿胶质量控制的研究, 以及 UPLC-Q-TOF-MS 和 UPLC-QQQ-MS 应用于复方阿胶浆质量控制的研究^[30]。Zhou, Xiangshan 发文 4 篇紧随其后, 其研究团队, 聚焦

表 4 英文文献发文章前 10 位的作者

Table 4 Top 10 authors by number of English publications

序号	发文章/篇	作者
1	7	Zhang, Yan
2	4	Zhou, Xiangshan
3	4	Zhang, Yuanxing
4	4	Fan, Yumei
5	3	Qu, Haibin
6	3	Qian, Jing
7	3	Liu, Jianwen
8	3	Qin, Yufeng
9	3	Chin, Kok-Yong
10	3	Cao, Hui

于研究运用现代新技术如超快速气相电子鼻与 GC-FID/QTOF 联用技术等快速检验阿胶等胶类中药质量^[31]及阿胶补血作用的研究。

2.3 关键词

2.3.1 关键词共现分析 关键词作为文献核心内容的概括,可作为分析胶类中药领域研究热点与前沿方向的切入点,对文献关键词进行共现图分析,可以快速了解特定研究领域的前沿问题和热点问

题^[32-33],其中出现频次和中心性是衡量关键词重要性的 2 个重要指标。

利用 CiteSpace 6.2.6 对纳入的中、英文文献进行分析,获得的关键词共现图谱见图 6,高频关键词见表 5、6。本研究纳入分析的中文文献关键词共有 620 个,阿胶、鹿角胶、龟甲胶均占据中文文献关键词出现频率前 10 名的位置,“阿胶”以 149 次的出现频次位于榜首,反映阿胶在胶类中药研究领域的核心地位和重要性;“鹿角胶”作为胶类中药的另一重要品种,以 46 次的高频率居于第 2,“龟甲胶”以 27 次的高频率居于第 4,这 3 种胶类中药的高频次反映了胶类中药相关研究的集中性,并且“医案”“名医经验”和“临床应用”均位于前 10 名,反映了近几年对胶类中药的研究热点聚焦于胶类中药的经典名方和临床应用开发,为胶类中药的临床应用提供理论依据。频次和中心性值的大小反映了关键词的热度,中心性数值越大则说明关键词的影响力越高。阿胶(0.60)、鹿角胶(0.15)、名义经验(0.17)中心性均大于 0.1,说明胶类中药在传统医学研究中具备广泛的研究价值与实用意义。

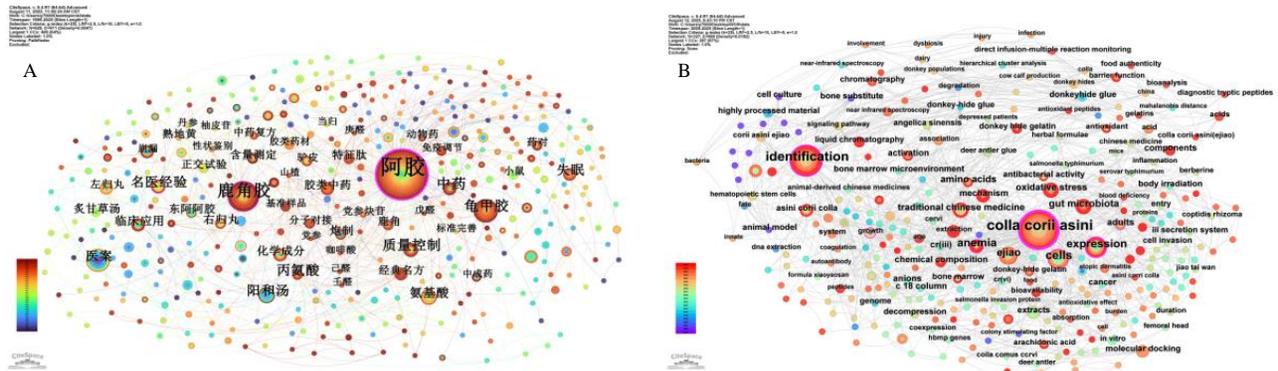


图 6 中文 (A)、英文 (B) 关键词共现图

Fig. 6 Keyword co-occurrence map in Chinese (A) and English (B) literature

表 5 中文文献高频关键词

Table 5 High-frequency keywords in Chinese literature

序号	关键词	中心性	频次
1	阿胶	0.60	149
2	鹿角胶	0.15	46
3	医案	0.09	28
4	龟甲胶	0.04	27
5	中药	0.05	17
6	名医经验	0.17	17
7	失眠	0.07	17
8	阳和汤	0.06	13
9	氨基酸	0.03	12
10	临床应用	0.05	10

表 6 英文文献高频关键词

Table 6 High-frequency keywords in English literature

序号	关键词	中心性	频次
1	<i>Colla Corii Asini</i>	0.78	40
2	identification	0.59	30
3	expression	0.57	10
4	cells	0.52	10
5	Ejiao	0.11	9
6	gut microbiota	0.20	6
7	traditional Chinese medicine	0.16	6
8	oxidative stress	0.24	6
9	extracts	0.08	5
10	mechanism	0.02	5

在英文文献关键词的分析中，出现频次较高的关键词为“*Colla Corii Asini*”（40 次），这表明国际学者的研究同样聚焦于对阿胶的研究。“identification”（30 次）的高频率表明国际研究者关注胶类中药的成分及真伪鉴别；关键词“expression”（10 次）、“cells”（10 次）、“gut microbiota”（6 次）引起注意，显示出国际学者对胶类中药现代药理学研究已深入到基因和细胞水平，说明国际学术界对胶类中药更深层次机制的关注。

共现图左下角颜色条带表示关键词出现时间，节点时间越接近红色，说明该关键词出现时间与当前时间越接近。中、英文文献关键词共现图（图 6）

显示，中文文献近几年研究方向聚焦于质量控制、名医经验和临床应用，研究通过对胶类中药中含有的氨基酸类及多肽类等多种成分进行含量测定，并且通过动物实验对其作用进行验证，但英文文献对“identification”“expression”“cells”“gut microbiota”更加关注，研究多通过体外细胞实验探讨胶类中药对氧化应激等过程的调控。

2.3.2 关键词聚类分析 对中、英文文献的关键词利用对数似然法（LLR）进行聚类分析，见图 7。中文文献关键词聚类图谱（图 7-A）共形成 15 个聚类标签（表 7），聚类模块值（ Q ）=0.9348（ >0.3 ），表明聚类分析的结构是显著的；聚类平均轮廓值

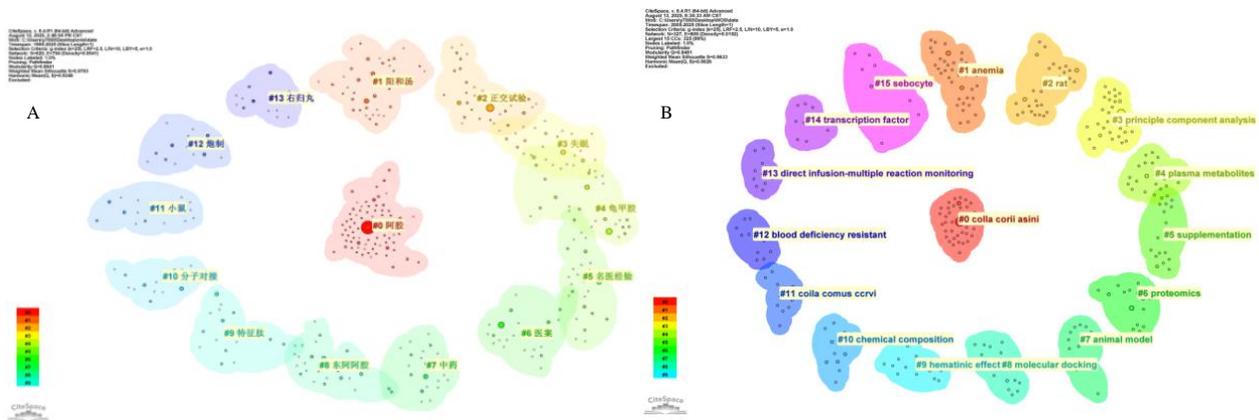


图 7 中文 (A)、英文 (B) 文献关键词聚类分析图

Fig. 7 Keyword clustering analysis diagram of Chinese (A) and English (B) literature.

表 7 中文文献关键词聚类信息

Table 7 Keyword clustering information of Chinese literature

聚类序号	S 值	聚类名称	聚类包含关键词
#0	1.000	阿胶	阿胶、乳腺增生、代谢组学、元素、分光光度法
#1	0.965	阳和汤	阳和汤、基准样品、经典名方、哮喘、特征图谱
#2	0.987	正交试验	正交试验、鹿角胶、总有效率、炮制工艺、当归
#3	1.000	失眠	失眠、人参、经方、药对、施今墨
#4	0.962	龟甲胶	龟甲胶、免疫调节、巨噬细胞、氨基酸、环磷酸胺
#5	0.988	名医经验	名医经验、不孕症、张志远、用药经验
#6	0.973	医案	医案、炙甘草汤、温病条辨、吴鞠通、复脉汤
#7	0.948	中药	中药、成骨细胞、细胞培养、双歧杆菌、人工神经网络
#8	0.922	东阿阿胶	东阿阿胶、胶类药材、性状鉴别、胶原蛋白、特征波段
#9	0.989	特征肽	特征肽、胶类中药、鳖甲胶、超高效液相色谱-串联质谱法、应用
#10	0.986	分子对接	分子对接、入血成分、阿胶、复方阿胶浆、偏最小二乘法-判别分析
#11	1.000	小鼠	小鼠、中药疗法、动物、喘证、天然
#12	0.946	炮制	炮制、鹿角、鹿角霜、驴皮、鹿角脱盘
#13	0.990	右归丸	右归丸、左归丸、胸痹、张介宾、川牛膝
#14	0.993	铅	铅、原位杂交、总抗氧化能力、一氧化氮、学习记忆

(S) = 0.979 3 (>0.7), 表明聚类分析结果具有较高的可信度。#0 (阿胶)、#8 (东阿阿胶)、#9 (特征肽)、#12 (炮制) 主要针对胶类中药的现代化质量控制与评价体系进行研究^[34]; #1 (阳和汤)、#3 (失眠)、#5 (名医经验)、#6 (医案)、#13 (胸痹) 聚焦于阳和汤等经典名方在治疗哮喘、胸痹、失眠^[35-37]等病症的临床应用; #4 (龟甲胶)、#7 (中药)、#10 (分子对接)、#11 (小鼠) 主要涉及龟甲胶免疫调节、促进骨再生等药理作用研究^[38-39], 利用分子对接、偏小二乘法-判别分析 (PLS-DA) 等方法探究药效物质基础及作用机制研究^[40]; #14 (铅) 关注胶类中药中重金属铅的安全性及其对学习记忆、抗氧化能力等生物指标的潜在影响^[41-44]。

英文文献关键词聚类图谱(图 7-B), 共形成 16 个聚类模块(表 8), $Q=0.8491$ (>0.3)、 $S=0.9723$ (>0.7), 表明聚类结果具有较高可信度。#1 (anemia)、#2 (rat)、#6 (proteomics)、#9 (hematinic effect)、#12 (blood deficiency resistant)、#15 (transcription factor) 聚焦于药效物质基础与作用机制的研究; #3 (principle component analysis)、#8

(molecular docking)、#10 (chemical composition)、#13 (direct infusion-multiple reaction) 研究主题为运用前沿分析技术与质量控制的创新; #0 (*Colla Corii Asini*)、#4 (plasma metabolites)、#5 (supplementation)、#7 (animal model) 聚焦于探讨胶类中药作为膳食补充剂在改善抑郁、肠道菌群失调等作用营养补剂和大健康产品开发的潜力。

2.3.3 关键词时间线分析 利用 CiteSpace 6.2.6 对中、英文文献的关键词构建时间线图并进行可视化分析(图 8、9)。中文文献的阿胶(#0)、阳和汤(#1)、正交试验(#2)、失眠(#3)、鹿角胶(#4) 涵盖的关键词较多, 在传统胶类中药研究中占据核心地位, 其中阿胶(#0)和鹿角胶(#4)的时间跨度从 1995 年至今, 是该领域内的持续焦点。

英文文献的关键词时间线图(图 9)显示, *Colla Corii Asini* (#0)、anemia (#1)、rat (#2)、principle component analysis (#3) 涵盖的关键词较多, 是国际学者比较热点的研究内容。从时间跨度上看, 阿胶和成分鉴定仍是英文文献的研究热点。

表 8 英文文献关键词聚类信息

Table 8 Clustering information of English literature

聚类序号	S 值	聚类名称	聚类包含关键词
#0	0.958	<i>Colla Corii Asini</i>	<i>Colla Corii Asini</i> 、traditional Chinese medicine、polycaprolactone、dermatan sulfate、cyclophosphamide
#1	0.959	anemia	anemia、salmonella typhimurium、 <i>Asini Corri Colla</i> 、peptidomics、cell invasion
#2	0.966	rat	rat、 <i>D</i> -galactose、bone regeneration、signature peptide fragments、 <i>Colla Corii Asini</i> (ejiao)
#3	0.984	principle component analysis	principle component analysis、zhi-gan-cao-tang、biological assay、DNA extraction、iron homeostasis
#4	0.977	plasma metabolites	plasma metabolites、gut microbiota、Chinese medicine、herbal formulae、immune indices
#5	1.000	supplementation	supplementation、injury、depressed patients、dysbiosis、amino acids
#6	0.953	proteomics	proteomics、adulteration、intratracheal instillation、antiproliferative activity、LC-MRM-MS
#7	0.979	animal model	animal model、cell culture、osteogenesis、gui-lu-jiao、biodegradable
#8	1.000	molecular docking	molecular docking、HPLC、experimental pharmacology、hemorrhagic anemia、Q-ToF-Ms
#9	0.981	hematinic effect	hematinic effect、active constituents、steamed <i>Panax Notoginseng</i> 、multivariate data analyses、wrinkle formation
#10	0.962	chemical composition	chemical composition、pharmacological activity、quality assurance、modern applications、laser-induced breakdown spectroscopy
#11	0.992	<i>Coila Comus Cervi</i>	<i>Coila Comus Cervi</i> 、treatment、osteogenic differentiation、BMP7、avascular necrosis of the femoral head
#12	0.978	blood deficiency resistant	blood deficiency resistant、 <i>Angelica Sinensis</i> 、metabonomics、GC-MS、 <i>Colla Corii Asini</i>
#13	0.963	direct infusion-multiple reaction monitoring	direct infusion-multiple reaction monitoring、food authenticity、widely targeted biomics、 <i>Colla Corii Asini</i> (ejiao)、diagnostic tryptic peptides
#14	0.967	hematinic effect	<i>Asini</i> (ejiao)、 <i>Angelica Sinensis</i> 、pharmacological activity
#15	1.000	transcription factor	transcription factor、melanogenesis、ceramide、MITF、ERK activation

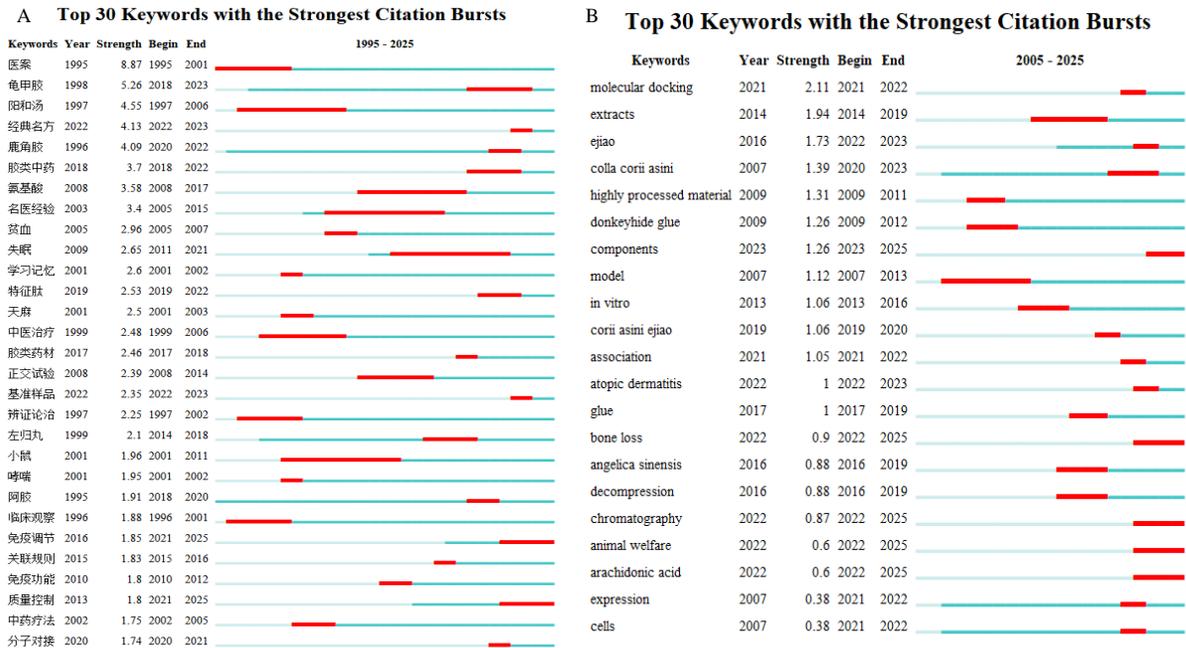


图 10 中文 (A)、英文 (B) 文献关键词突现图谱 (前 30)

Fig. 10 Keyword burst visualization for Chinese (A) and English (B) literature (top 30)

3 研究热点与趋势

3.1 质量控制与标准提升

胶类中药的原料为驴皮、龟甲、鹿角等动物药，故药材中含有丰富的氨基酸、蛋白质、肽类等成分，数字聚合酶链反应 (dPCR) 因其能够绝对定量目标核酸而无需任何校准品，受到了越来越多的关注^[45]，研究表明 dPCR 技术对阿胶中羟脯氨酸的绝对定量相较于传统的 HPLC 法在准确性方面具有一定的优势。在基源鉴定方面，基于特征肽的 UPLC-MS/MS 方法有独特的优势，杨帅等^[46]通过建立坤泰胶囊中阿胶及其异源性成分 (猪皮、牛皮、马皮等) 的检测方法，实现了多物种同时筛查与定量；伍勋等^[47]则针对同一物种不同部位的掺伪问题，建立了乌鸡白凤丸中鹿皮源特征肽 GIAGVTGAR 的检测方法。在成分含量测定方面，UPLC-MS/MS 技术可同时测定多种成分，提高了检测效率和准确性。蒲健等^[48]建立了同时测定阿胶中 20 种氨基酸的方法，并结合化学计量学筛选出异亮氨酸、丙氨酸、谷氨酰胺等 7 种标志性氨基酸；张雄等^[49]通过 UHPLC 特征图谱结合游离氨基酸含量测定，进一步验证甲硫氨酸 (Met)、亮氨酸 (Leu)、甘氨酸 (Gly) 为影响阿胶质量差异的关键指标。

3.2 补血作用

胶类中药在补血方面拥有悠久的用药历史，尤

其在治疗血虚证和贫血等相关疾病中具有良好的治疗效果。研究表明，阿胶可以通过促进促红细胞生成素 (EPO)、粒细胞集落刺激因子 (G-CSF) 等正向造血因子的分泌，并抑制肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素 (IL) -6 等负向调控因子，改善造血环境，提高血虚小鼠模型的外周血红细胞 (RBC)、白细胞 (WBC)、血红蛋白 (Hb) 及淋巴细胞数量，从而发挥治疗作用^[50]；阿胶可通过上调早期生长反应因子 2 (EGR2) 表达、促进珠蛋白转录调控，提高血红蛋白水平，治疗 β -地中海贫血^[51]。

3.3 调节免疫作用

胶类中药单味药和复方制剂，在补益方面具有良好的疗效，现代药理学表明阿胶、龟甲胶等胶类中药具有一定的免疫调节作用。研究表明，阿胶口服液能通过增强 ConA 诱导的小鼠脾淋巴细胞转化能力，促进迟发型变态反应 (DTH)，提高外周血 CD₄⁺T 淋巴细胞比例，从而增强 T 淋巴细胞介导的细胞免疫应答^[52]；龟鹿二仙胶通过调节 1 型辅助性 T 细胞 (Th1) / 2 型辅助性 T 细胞 (Th2) 与辅助性 T 细胞 17 (Th17) / 调节性 T 细胞 (Treg) 细胞因子平衡，抑制树突状细胞成熟及 B 细胞向浆细胞分化，发挥免疫调节作用^[53]；巨噬细胞是固有免疫的关键效应细胞^[54]，阿胶中相对分子质量为 $1.0 \times 10^4 \sim 3.0 \times 10^4$ 的蛋白可通过与 Toll 样受体 4 抗体 (TLR4)

受体结合, 激活丝裂原活化蛋白激酶 (MAPK) 信号通路, 激活 RAW264.7 巨噬细胞, 促进一氧化氮 (NO)、TNF- α 、IL-6、活性氧 (ROS) 的释放, 并上调 TNF- α 、IL-6、诱导型一氧化氮合酶 (iNOS)、TLR4 的基因表达, 从而发挥免疫调节作用^[55]。

3.4 调节肠道微生物菌群

近年来, 肠道菌群可以提供丰富的生物信息, 所以在研究其多种疾病机制与疾病发展中的作用成为研究热点^[56]。现代药理学研究表明, 阿胶及其复方能调节肠道菌群结构。黄连阿胶汤能显著增加有益菌的相对丰度, 同时抑制机会性病原菌的生长, 促进肠道菌群的 α 多样性和 β 多样性的恢复, 改善肠道屏障功能, 上调闭锁小带蛋白-1 (ZO-1) 等紧密连接蛋白的表达, 从而减轻肠道炎症反应^[57]; Qiu 等^[58]在研究阿胶与龟甲胶对子宫肌瘤模型裸鼠肠道菌群的影响时发现, 阿胶与龟甲胶均可降低厚壁菌门的相对丰度, 提高拟杆菌门和变形菌门的丰度, 降低厚壁菌/拟杆菌 (F/B) 比值, 影响激素代谢和免疫平衡; 在男性不育模型中, 龟甲胶能恢复肠道菌群多样性, 增加罗姆布氏菌等有益菌的丰度, 减少瘤胃球菌等有害菌, 并降低血清脂多糖 (LPS) 水平、抑制 IL-1 β 、单核细胞趋化蛋白-1 (MCP-1) 等炎症因子的表达, 改善精子质量和睾丸功能^[59]。

4 讨论

本研究利用 CiteSpace 软件, 从发文量、发文明作者、发文机构、关键词共现、聚类和突现性分析等方面, 对 1995 年—2025 年胶类中药研究领域中的中英文文献进行可视化分析, 系统梳理该领域的趋势和焦点。通过对国内外文献的综合对比, 发现其研究热点呈现出明显的差异性与互补性:

中文文献聚焦于产业化与临床传承。中文文献的高频关键词多集中于“质量标准”“工艺优化”及“名医经验”等领域, 这主要受到《中国药典》标准提升及国内庞大市场需求的强力驱动。此类研究的核心逻辑在于通过规范炮制工艺与完善质控体系, 解决生产端的一致性与合规性问题; 同时, 通过对阳和汤等经典名方临床疗效的系统归纳, 深度体现了中医药“源于临床、指导临床”的实证特色。

英文文献偏向于物质基础解析与科学实证。英文文献更关注“identification (鉴定)”“expression (表达)”“molecular docking (分子对接)”等关键词。针对国际市场对胶类中药成分复杂性及基源掺伪

问题的关注, 研究多借助特征肽段、蛋白组学等高精度检测技术, 致力于提升物质基础的透明度与鉴别手段的可靠性。在机制探讨方面, 英文文献倾向于绕过传统中医术语的宏观描述, 尝试从基因调控、信号通路及肠道菌群交互等现代分子生物学视角, 为胶类中药的药理效应提供生物学证据。

总体而言, 中文文献已形成较为成熟的“工艺-质量-药效”产业评价模式。而英文文献则呈现出由基础的“物质鉴别”向“活性组分-分子对接-作用机制”现代化评价范式的转型趋势。这种区别揭示了中医药国际化进程中从经验描述向分子实证跨越的必要性。未来研究应尝试将国内深厚的临床应用积淀与国际前沿的分子评价体系深度融合, 以推动胶类中药的高质量协同发展。

尽管胶类中药研究不断发展, 但目前仍面临一些挑战: ①胶类中药国际学术影响力较低, 核心作者和机构尚未形成稳定的合作关系网络; ②中文文献研究范式仍以“工艺-质量-药效”的传统研究模式进行, 缺乏如英文文献的“活性成分-分子对接-作用机制”现代化研究模式; ③中英文文献共同聚焦质量控制, 但未形成国际化标准, 影响胶类中药的进一步研究和开发。

针对上述挑战, 未来胶类中药的研究与发展应聚焦于以下 3 个维度。

(1) 重塑研究范式: 构建“组分-靶点-疗效”关联网络。未来的研究不应仅停留在单一的工艺优化或成分测定, 应借鉴国际前沿的“反向药理学”思维, 利用多组学技术与网络药理学手段, 深度解析胶类中药复杂体系中的“多成分-多靶点”协同机制。特别应加强对阿胶补血、龟鹿二仙胶免疫调节等传统功效的现代生物学诠释, 通过分子对接与细胞通路验证, 将经验描述转化为国际认可的科学证据。

(2) 升级质控体系: 建立“化学-生物”双重评价标准。鉴于胶类中药基源的特殊性, 单一的理化指标难以全面反映其质量。建议构建“特征肽指纹图谱+生物效价检测”相结合的综合质量评价模式。一方面, 利用液质联用技术 (LC-MS) 精准锚定不同胶类的种属特异性肽段, 解决真伪鉴别难题; 另一方面, 引入基于药效的生物活性测定法, 实现从“控成分”到“控药效”的跨越, 为制定国际化的质量标准奠定基础。

(3) 深化国际合作: 提升学术影响力的全球化水平。针对目前跨区域合作较少的现状, 国内核心

研究机构应主动搭建国际科研合作平台,与海外高校或实验室开展联合攻关。通过设立开放课题等形式,推动中医药理论与现代生命科学的交叉融合,从而培育具有国际视野的高水平研究成果,提升胶类中药在国际学术界的认可度与话语权。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2025.
Pharmacopoeia of the People's Republic of China [S]. Volume I. 2025.
- [2] 史雅红, 王敏, 王一鑫, 等. 基于文献计量学的中药材质量评价研究现状与发展趋势的可视化分析 [J]. 中草药, 2025, 56(9): 3222-3233.
Shi Y H, Wang M, Wang Y X, et al. Visualized analysis of research status and development trend on quality evaluation of traditional Chinese medicinal materials based on bibliometrics [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2025, 56(9): 3222-3233.
- [3] 蔡晓翠, 郭君婷, 赵婷婷, 等. 基于文献计量学的硬尖神香草知识图谱构建和可视化分析 [J]. 中国药理学杂志, 2025, 60(18): 1980-1994.
Cai X C, Guo J T, Zhao T T, et al. Bibliometrics-based knowledge graph construction and visualisation of *Hyssopus cuspidatus* Boriss [J]. Chin Pharm J, 2025, 60(18): 1980-1994.
- [4] 姜一朴, 邸志权, 王延涛, 等. 小分子阿胶抗疲劳、抗氧化及止血作用研究 [J]. 中国药理学通报, 2019, 35(2): 203-208.
Jiang Y P, Di Z Q, Wang Y T, et al. Study on anti-fatigue, anti-oxidative and hemostatic effects of small molecule *Asini Corii Colla* [J]. Chin Pharmacol Bull, 2019, 35(2): 203-208.
- [5] 邸志权, 胡金芳, 张路, 等. 阿胶补血、抗疲劳以及止血作用研究 [J]. 药物评价研究, 2018, 41(4): 562-566.
Di Z Q, Hu J F, Zhang L, et al. Study on hematopoiesis, antifatigue and hemostatic effects of *Asini Corii Colla* [J]. Drug Eval Res, 2018, 41(4): 562-566.
- [6] 张路, 朱海芳, 陈慧慧, 等. 复方阿胶浆对小鼠抗疲劳能力的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(19): 254-257.
Zhang L, Zhu H F, Chen H H, et al. Anti-fatigue effect of Fufang Ejiao Jiang on mice [J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2013, 19(19): 254-257.
- [7] 窦琳琳, 张淹, 刘海滨, 等. 便携式近红外光谱仪用于东阿阿胶鉴定及特征波长筛选研究 [J]. 中草药, 2023, 54(9): 2925-2930.
Dou L L, Zhang Y, Liu H B, et al. Identification of Dong'e Ejiao and its characteristic wavelength selecting using portable NIR spectrometers [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2023, 54(9): 2925-2930.
- [8] 许啸, 张淹, 任雪阳, 等. 基于特征图谱、化学计量学和分子对接的复方阿胶浆质量标志物研究 [J]. 中草药, 2021, 52(23): 7148-7161.
Xu X, Zhang Y, Ren X Y, et al. Study of quality markers of Fufang E'jiao Jiang based on characteristic spectrum, chemometrics and molecular docking [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2021, 52(23): 7148-7161.
- [9] 许啸, 张淹, 刘晓云, 等. 复方阿胶浆质量标准提升研究 [J]. 中草药, 2021, 52(20): 6226-6233.
Xu X, Zhang Y, Liu X Y, et al. Promotion on quality standard of Fufang E'jiao Jiang [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2021, 52(20): 6226-6233.
- [10] 孙阳恩, 李民, 史兆松, 等. 黄连阿胶汤加减方喷雾干燥工艺优化研究 [J]. 世界中西医结合杂志, 2018, 13(3): 353-356.
Sun Y E, Li M, Shi Z S, et al. Optimization of the spray-drying process for the modified Huanglian Ejiao Decoction [J]. World J Integr Tradit West Med, 2018, 13(3): 353-356.
- [11] 李民, 王春艳, 张路, 等. 正交试验优化鹿角胶的晾胶工艺 [J]. 现代药物与临床, 2015, 30(12): 1443-1445.
Li M, Wang C Y, Zhang L, et al. Optimization of air-curing of *Cervi Cornus Colla* by orthogonal test [J]. Drugs Clin, 2015, 30(12): 1443-1445.
- [12] 胡永水, 郝向慧, 张淹, 等. 喷雾干燥法制备阿胶粉工艺 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(20): 48-50.
Hu Y S, Hao X H, Zhang Y, et al. Preparation of Ejiao Powder by spray drying process [J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2014, 20(20): 48-50.
- [13] 田守生, 孙四海, 张淹, 等. 阿胶颗粒干法制粒工艺研究 [J]. 中草药, 2014, 45(12): 1714-1717.
Tian S S, Sun S H, Zhang Y, et al. Study on dry granulation technology for Ejiao Granules [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2014, 45(12): 1714-1717.
- [14] 田守生, 牛伟霞, 张淹, 等. 阿胶颗粒薄膜包衣前后的理化性质研究 [J]. 现代药物与临床, 2014, 29(3): 248-250.
Tian S S, Niu W X, Zhang Y, et al. Physicochemical properties of Ejiao Granules before and after film-coating [J]. Drugs Clin, 2014, 29(3): 248-250.
- [15] 周祥山. 胶类中药产业升级关键技术研发: 中国 201710159586.X [P]. 2019-01-22.
Zhou X S. Research and development of key technologies for industrial upgrading of gelatin-based traditional Chinese medicines: China 201710159586.X [P]. 2019-01-22.

- [16] 许海玉, 王松松, 杨洪军, 等. 基于网络药理学探析复方阿胶浆辅助治疗肿瘤的作用机制研究 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(16): 3148-3151.
Xu H Y, Wang S S, Yang H J, et al. Study on action mechanism of adjuvant therapeutic effect compound Ejiao slurry in treating cancers based on network pharmacology [J]. China J Chin Mater Med, 2014, 39(16): 3148-3151.
- [17] 刘培民, 田守生, 尤金花, 等. 复方阿胶浆对体外培养人肺癌 PG 细胞的凋亡作用实验 [J]. 时珍国医国药, 2006, 17(1): 40.
Liu P M, Tian S S, You J H, et al. Experimental study on apoptosis of compound Ejiao slurry on human lung cancer PG cells cultured *in vitro* [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2006, 17(1): 40.
- [18] 刘培民, 蔡宝昌, 解锡军, 等. 阿胶含药血清对白血病 K562 细胞 P53 基因表达的影响 [J]. 中药药理与临床, 2005, 21(6): 33-35.
Liu P M, Cai B C, Xie X J, et al. Effect of Ejiao medicated serum on P53 gene expression in leukemia K562 cells [J]. Pharmacol Clin Chin Mater Med, 2005, 21(6): 33-35.
- [19] 刘培民, 蔡宝昌, 尤金花, 等. 复方阿胶浆对 Lewis 肺癌的抑瘤作用研究 [J]. 中药药理与临床, 2005, 21(5): 44-45.
Liu P M, Cai B C, You J H, et al. Inhibitory effect of compound Ejiao slurry on Lewis lung cancer [J]. Pharmacol Clin Chin Mater Med, 2005, 21(5): 44-45.
- [20] 郑筱祥, 李小龙, 王彦刘, 等. 东阿阿胶对体外培养的癌症放疗病人外周血淋巴细胞的影响 [J]. 中国现代应用药学, 2005, 22(4): 267-270.
Zheng X X, Li X L, Wang Y Y, et al. Effect of donkey-hide gelatin on the cultured peripheral blood lymphocytes of cancer patients treated by radio-therapy *in vitro* [J]. Chin J Mod Appl Pharm, 2005, 22(4): 267-270.
- [21] 刘培民, 尤金花, 田守生, 等. 阿胶含药血清诱导肺癌 PG 细胞凋亡的动物实验 [J]. 实用医药杂志, 2005, 22(5): 426-427.
Liu P M, You J H, Tian S S, et al. Animal experiment on apoptosis of lung cancer PG cells induced by serum containing donkey-hide gelatin [J]. Pract J Med, 2005, 22(5): 426-427.
- [22] 范晓磊, 石岩, 肖新月, 等. 市售龟甲胶质量分析研究 [J]. 中国药事, 2013, 27(4): 398-404.
Fan X L, Shi Y, Xiao X Y, et al. Quality analysis of glue of tortoise plastronin market [J]. Chin Pharm Aff, 2013, 27(4): 398-404.
- [23] 石岩, 范晓磊, 肖新月, 等. 鹿角胶中 4 个主要氨基酸的测定研究 [J]. 药物分析杂志, 2012, 32(5): 783-787.
Shi Y, Fan X L, Xiao X Y, et al. Research on determination of 4 main amino acids in deerhorn glue [J]. Chin J Pharm Anal, 2012, 32(5): 783-787.
- [24] 魏芳, 周祥山, 田守生, 等. 4 种大孔吸附树脂对阿胶低聚肽的脱苦效果研究 [J]. 食品研究与开发, 2018, 39(13): 1-6.
Wei F, Zhou X S, Tian S S, et al. Debitting effect of *Colla Corii Asini* oligopeptides using four different macroporous adsorptive resins [J]. Food Res Dev, 2018, 39(13): 1-6.
- [25] 郭兴峰, 魏芳, 周祥山, 等. 苦味肽的形成机理及脱苦技术研究进展 [J]. 食品研究与开发, 2017, 38(21): 207-211.
Guo X F, Wei F, Zhou X S, et al. Review on the formation mechanism and debittering technology of bitter peptides [J]. Food Res Dev, 2017, 38(21): 207-211.
- [26] 张守平, 朱海芳, 王春艳, 等. 液体混合密度公式在煎膏剂制备中的应用 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(5): 51-53.
Zhang S P, Zhu H F, Wang C Y, et al. Application of liquid mixture density formula in preparing of decoction agent [J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2012, 18(5): 51-53.
- [27] 汪冰, 肖新月, 程显隆, 等. 凝胶排阻色谱法研究阿胶中蛋白质及多肽相对分子质量分布规律 [J]. 药物分析杂志, 2009, 29(11): 1886-1891.
Wang B, Xiao X Y, Cheng X L, et al. Study on relative molecular mass distribution of protein and peptide in donkey-hide glue by gel exclusion chromatography [J]. Chin J Pharm Anal, 2009, 29(11): 1886-1891.
- [28] 张贵锋, 刘涛, 王前, 等. 阿胶生产工艺中胶原蛋白降解过程研究 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34(10): 1211-1215.
Zhang G F, Liu T, Wang Q, et al. Investigation on degradation process of collagens during manufacturing procedure of E'jiao [J]. China J Chin Mater Med, 2009, 34(10): 1211-1215.
- [29] Wang D L, Liu M X, Cao J C, et al. Effect of *Colla corii Asini* (E'jiao) on D-galactose induced aging mice [J]. Biol Pharm Bull, 2012, 35(12): 2128-2132.
- [30] Li W, Wang Y P, Han J B, et al. UPLC-Q-TOF-MS and UPLC-QQQ-MS were used for the qualitative and quantitative analysis of oligosaccharides in Fufang Ejiao Syrup [J]. J Pharm Biomed Anal, 2023, 224: 115193.
- [31] 穆传辉, 嵇传良, 段小波, 等. 基于超快速气相电子鼻与 GC-FID/Qtof 联用鉴定阿胶中关键香气化合物的研究 [J]. 皮革科学与工程, 2025, 35(4): 9-16.
Mu C H, Ji C L, Duan X B, et al. Identification of key aroma-active compounds in Ejiao by joint application of ultra-fast gas phase electronic nose and GC-FID/Qtof [J]. Leather Sci Eng, 2025, 35(4): 9-16.

- [32] Zeng X H, Shu B, Zeng Q F, et al. A bibliometric and visualization analysis of global research status and frontiers on autophagy in cardiomyopathies from 2004 to 2023 [J]. *Int J Surg*, 2024, 110(12): 7687-7700.
- [33] Liu X C, Zhao S, Tan L L, et al. Frontier and hot topics in electrochemiluminescence sensing technology based on CiteSpace bibliometric analysis [J]. *Biosens Bioelectron*, 2022, 201: 113932.
- [34] 李娜, 王一村, 苟艳萍, 等. 阿胶含量定量检测中 digital PCR 的应用研究 [J]. *中国标准化*, 2025(13): 206-210.
Li N, Wang Y C, Gou Y P, et al. Application of digital PCR in quantitative detection of Ejiao content [J]. *China Stand*, 2025(13): 206-210.
- [35] 王钰, 张惠勇, 陈林锦, 等. 加味阳和汤联合布地奈德福莫特罗粉吸入剂对轻中度慢性持续期支气管哮喘患者的临床疗效 [J]. *中成药*, 2025, 47(1): 81-86.
Wang Y, Zhang H Y, Chen L J, et al. Clinical effects of Jiawei Yanghe Decoction combined with Budesonide and Formoterol Fumarate Powder for Inhalation on patients with mild to moderate bronchial asthma in chronic and persistent period [J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2025, 47(1): 81-86.
- [36] 王新民. 阳和汤临床新用举隅 [J]. *吉林中医药*, 1993, 13(6): 31.
Wang X M. Examples of new clinical use of Yanghe decoction [J]. *Jilin J Tradit Chin Med*, 1993, 13(6): 31.
- [37] 王忠明, 邱勇, 张建斌. 阳和汤内科临床运用体会 [J]. *河北中医*, 1992, 14(5): 26-27.
Wang Z M, Qiu Y, Zhang J B. Clinical application of Yanghe Decoction in internal medicine [J]. *Hebei J Tradit Chin Med*, 1992, 14(5): 26-27.
- [38] 肖丹, 唐宇, 何清湖, 等. 龟甲胶对不同年龄不同性别免疫低下型大鼠的调节作用研究 [J]. *时珍国医国药*, 2022, 33(6): 1322-1325.
Xiao D, Tang Y, He Q H, et al. Study on the regulatory effect of tortoise plastron on immunocompromised rats of different ages and sexes [J]. *Lishizhen Med Mater Med Res*, 2022, 33(6): 1322-1325.
- [39] 唐宇, 肖丹, 何清湖, 等. 龟甲胶对环磷酰胺所致免疫低下大鼠免疫功能的影响 [J]. *中华中医药杂志*, 2021, 36(8): 4681-4686.
Tang Y, Xiao D, He Q H, et al. Effects of tortoise shell glue on the immune function of immunocompromised rats induced by cyclophosphamide [J]. *China J Tradit Chin Med Pharm*, 2021, 36(8): 4681-4686.
- [40] 陈巧巧, 唐皓, 王芬, 等. 基于 UHPLC-QTRAP-MS/MS 结合网络药理学探讨不同厂家龟甲胶中氨基
酸含量差异及其抗骨质疏松的潜在机制 [J]. *天然产物研究与开发*, 2023, 35(12): 2154-2167.
Chen Q Q, Tang H, Wang F, et al. Difference of amino acid content in *Testudinis Carapacis et Plastris Colla* from different manufacturers and its potential mechanism of anti-osteoporosis based on UHPLC-QTRAP-MS/MS combined with network pharmacology [J]. *Nat Prod Res Dev*, 2023, 35(12): 2154-2167.
- [41] 胡俊峰, 李国珍, 李茂进. 天麻和阿胶对铅所致大鼠海马结构及功能损害的保护作用 [J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2003, 21(2): 124-127.
Hu J F, Li G Z, Li M J. Protective effect of *Gastrodia elata* and E-gelatin on lead-induced damage to the structure and function of rat hippocampus [J]. *Chin J Ind Hyg Occup Dis*, 2003, 21(2): 124-127.
- [42] 胡俊峰, 李国珍, 李茂进. 天麻和阿胶对铅致大鼠脑 c-Fos 表达下降的拮抗作用 [J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2003, 21(2): 128-131.
Hu J F, Li G Z, Li M J. The antagonistic action of *Gastrodia elata* combined with E-gelatin on lead-induced down regulation of c-Fos expression in rat brain [J]. *Chin J Ind Hyg Occup Dis*, 2003, 21(2): 128-131.
- [43] 李茂进, 胡俊峰, 张春玲, 等. 天麻阿胶联合对染铅鼠脑一氧化氮及学习记忆的影响 [J]. *中国公共卫生*, 2002, 18(3): 284-286.
Li M J, Hu J F, Zhang C L, et al. Joint effects of *Gastrodia elata* Blume and donkey-hide gelatin on decrease of nitric oxide in cerebellum and impairment of learning and memory induced by taking lead in rats [J]. *China Public Health*, 2002, 18(3): 284-286.
- [44] 李茂进, 胡俊峰, 张春玲, 等. 天麻和阿胶联合对染铅大鼠海马一氧化氮含量及学习记忆的影响 [J]. *中国职业医学*, 2002, 29(1): 10-12.
Li M J, Hu J F, Zhang C L, et al. Joint effect of *Gastrodia elata* Blume and Donkey-hide gelatin on the content of nitric oxide in hippocampus and the ability of learning and memory during lead administration in rats [J]. *China Occup Med*, 2002, 29(1): 10-12.
- [45] Cui X, Wu L, Wu Y, et al. Fast and robust sample self-digitization for digital PCR [J]. *Anal Chim Acta*, 2020, 1107: 127-134.
- [46] 杨帅, 郑林, 迟明艳, 等. UPLC-MS/MS 法检测坤泰胶囊中阿胶及其异源性成分 [J]. *中成药*, 2024, 46(11): 3851-3856.
Yang S, Zheng L, Chi M Y, et al. Determination of *Colla Corii Asini* and its heterogenous components in Kuntai Capsules by UPLC-MS/MS [J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2024, 46(11): 3851-3856.

- [47] 伍勋, 刘宇文, 谌宇, 等. UPLC-MS/MS 检测乌鸡白凤丸中鹿皮源成分掺伪 [J]. 中国现代应用药学, 2025, 42(9): 1510-1515.
Wu X, Liu Y W, Shen Y, et al. Detection of counterfeit components from deer skin in Wuji Baifeng Pills by UPLC-MS/MS [J]. Chin J Mod Appl Pharm, 2025, 42(9): 1510-1515.
- [48] 蒲健, 杨帅, 祝扬帆, 等. UPLC-MS/MS 法同时测定阿胶中 20 种氨基酸含量及其化学模式识别分析 [J]. 中国药业, 2024, 33(22): 87-94.
Pu J, Yang S, Zhu Y F, et al. Simultaneous determination of 20 amino acids in *Asini Corii Colla* by UPLC-MS/MS and its chemical pattern recognition [J]. China Pharm, 2024, 33(22): 87-94.
- [49] 张雄, 杨帅, 袁红飞, 等. 基于 UHPLC 特征图谱结合化学计量学及游离氨基酸含量测定的阿胶质量评价研究 [J]. 中草药, 2025, 56(10): 3668-3676.
Zhang X, Yang S, Yuan H F, et al. Quality evaluation of *Colla Corii Asini* based on establishment of UHPLC characteristic spectrum combined with chemometrics and content determination of free amino acid [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2025, 56(10): 3668-3676.
- [50] 宋国超, 高云霄, 安峰鹏, 等. 不同工艺的阿胶对血虚证小鼠的血细胞成分及相关细胞因子影响的比较研究 [J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2024, 26(7): 1888-1898.
Song G C, Gao Y X, An F P, et al. A comparative study on the effects of different processing methods of *Asini Corii Colla* on blood cell components and related cytokines in mice with blood deficiency syndrome [J]. World Sci Technol Mod Tradit Chin Med, 2024, 26(7): 1888-1898.
- [51] 杨焯耀, 罗迪, 王颖, 等. 阿胶治疗 β -地中海贫血孕妇疗效及对 EGR2 表达的影响 [J]. 广州中医药大学学报, 2024, 41(6): 1464-1471.
Yang Y Y, Luo D, Wang Y, et al. Efficacy of *Asini Corii Colla* for the treatment of pregnant women with β -thalassemia and its effect on early growth response 2 expression [J]. J Guangzhou Univ Tradit Chin Med, 2024, 41(6): 1464-1471.
- [52] 李志, 陈壁锋, 黄俊明, 等. 阿胶口服液对小鼠细胞免疫和体液免疫功能的影响 [J]. 中国卫生检验杂志, 2008, 18(7): 1426-1427, 1437.
Li Z, Chen B F, Huang J M, et al. Effects of *Gelatina Nigra* on cytoimmunity and humoral immunity function in mice [J]. Chin J Health Lab Technol, 2008, 18(7): 1426-1427, 1437.
- [53] 沈童. 龟鹿二仙胶对 EAMG 小鼠神经-肌肉接头的影响及免疫调节机制探讨 [D]. 郑州: 河南中医药大学, 2022.
Shen T. Effects of tortoise deer glue on the neuro-muscular junction of EAMG mice and its immunoregulatory-mechanism [D]. Zhengzhou: Henan University of Chinese Medicine, 2022.
- [54] Yan J W, Horng T. Lipid metabolism in regulation of macrophage functions [J]. Trends Cell Biol, 2020, 30(12): 979-989.
- [55] 张国伟, 马俊华, 梁玉景, 等. 不同分子质量阿胶组分对 RAW264.7 小鼠巨噬细胞的免疫调节作用 [J]. 食品与发酵工业, 2022, 48(14): 125-131.
Zhang G W, Ma J H, Liang Y J, et al. Immunomodulatory effects of different molecular weight fractions of *Colla Corii Asini* on RAW264.7 mouse macrophages [J]. Food Ferment Ind, 2022, 48(14): 125-131.
- [56] Adak A, Khan M R. An insight into gut microbiota and its functionalities [J]. Cell Mol Life Sci, 2019, 76(3): 473-493.
- [57] Tang J Y, Hu Y N, Fang J T, et al. Huanglian Ejiao Decoction alleviates ulcerative colitis in mice through regulating the gut microbiota and inhibiting the ratio of Th1 and Th2 cells [J]. Drug Des Devel Ther, 2025, 19: 303-324.
- [58] Qiu J R, Yang M Y, Ma Y L, et al. Effect of Ejiao (*Asini Corii Colla*) and turtle carapace glue on gut microbiota in nude mice with uterine fibroids based on high-throughput sequencing of 16SrRNA gene [J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2022, 2022: 3934877.
- [59] Sheng W, Xu W J, Ding J, et al. Gujijiajiao (*Colla Carapacis et Plastris*, CCP) prevents male infertility via gut microbiota modulation [J]. Chin J Nat Med, 2023, 21(6): 403-410.

[责任编辑 齐静雯]