基于文献计量学与全球专利的中药材道地性研究可视化分析

张　颖[1, 2]，陈　脉[1]，张继芬[2]，陈一龙[1]，阳　勇[1, 3]，张小梅[1, 3*]，王计瑞[1, 2, 3*]

1. 重庆中医药学院，重庆市中药研究院，中药新药创制川渝重点实验室，重庆　400065
2. 西南大学药学院 中医药学院，重庆　400715
3. 中国中医科学院 中药资源中心重庆分中心，重庆　400065

摘　要：目的　对 2006 年 1 月—2026 年 1 月发表的关于中药材道地性的中英文文献进行可视化分析，并梳理相关专利情况，为未来中药材道地性相关领域的深入研究提供参考。**方法**　通过中国知网（CNKI）和 Web of Science（WOS）数据库搜集中药材道地性研究领域的中英文文献，利用 CiteSpace 6.4.R1 软件对中英文文献的发文量、作者、研究机构、国家以及关键词等进行可视化分析，运用 Incopat 专利数据库对专利申请趋势、地域分布、申请人、技术主题等进行统计分析。**结果**　共筛选出 1 990 篇中文文献，1 050 篇英文文献，621 项专利族。中国是中药材道地性相关研究发文量最多的国家，科研院所与中医药院校是中药材道地性研究的核心机构，中国中医科学院的中英文发文量均最多。黄璐琦与 Yang Jian 分别是中英文发文量最多的作者。中药材道地性领域研究的核心团队已初步形成，但团队间合作有待加强。中文文献的研究热点主要为经典名方、本草考证、药理作用、基原、栽培等方面，英文文献更偏向于遗传多样性、人工智能、物候生境、生物合成等交叉学科领域的应用。中国专利的申请量占比为 93.08%，近年来申请量保持在 20 项以上，但存在授权率偏低的问题。山东省申请量位居榜首，中国中医科学院中药研究所与中国科学院东北地理与农业生态研究所申请的专利最多，企业为主要申请人类型。中药材道地性专利主要集中于医疗制剂（A61K）与化合物或药物制剂（A61P）领域，面临着技术同质化较高的问题。**结论**　中药材道地性的文献研究热度持续增长，而专利布局却遭遇瓶颈。未来研究应立足于中医药经典古籍，积极融合交叉学科技术，诠释中药材道地性的科学内涵，加强对创新理论及技术的保护。

关键词：道地性；中药材；文献计量学；CiteSpace；专利分析；可视化分析

中图分类号：G350；R282　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**0253 - 2670(2026)21 - 8636 - 14

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2026.21.020

Visualization analysis of genuineness of Chinese medicinal materials based on bibliometrics and global patents

ZHANG Ying[1, 2], CHEN Mai[1], ZHANG Jifen[2], CHEN Yilong[1], YANG Yong[1, 3], ZHANG Xiaomei[1, 3], WANG Jirui[1, 2, 3]

1. Sichuan-Chongqing Joint Key Laboratory of Innovation of New Drugs of Traditional Chinese Medicine, Chongqing Academy of Chinese Materia Medica, Chongqing College of Traditional Chinese Medicine, Chongqing 400065, China
2. College of Pharmaceutical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China
3. Chongqing Sub-center of National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Chongqing 400065, China

Abstract: Objective　The Chinese and English literatures on the genuineness of medicinal materials published from January 2006 to January 2026 were visually analyzed, and the related patents were reviewed to provide reference for further research in the field of genuineness of Chinese medicinal materials in the future. **Methods**　Chinese and English literatures in the field of genuineness of medicinal materials were collected through China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Web of Science (WOS) databases.

收稿日期：2026-04-12

基金项目：重庆市技术创新与应用发展专项面上项目（CSTB2024TIAD-GPX0021）；重庆市卫生健康委中医药科研项目（2024ZYQN004）；重庆市技术创新与应用发展专项重点项目（CSTB2025TIAD-QQZDQXXCZXBFFX0007）

作者简介：张　颖，硕士研究生，研究方向为中药资源开发与品质评价。E-mail: 13885418110@163.com

***通信作者：**张小梅，博士，研究员，博士生导师，主要从事中药新药研发、中药炮制及品质评价研究。E-mail: ZXM761@163.com

王计瑞，硕士，副研究员，硕士生导师，从事中药资源评价与产品开发研究。E-mail: wangjiruizyy@163.com

CiteSpace 6.4.R1 software was used to visually analyze the number of articles, authors, research institutions, countries and keywords of Chinese and English literatures, and Incopat patent database was used to statistically analyze patent application trends, geographical distribution, applicants and technical topics. **Results** A total of 1 990 Chinese literatures, 1 050 English literatures and 621 patent families were screened out. China was the country with the largest number of publications. Scientific research institutions and traditional Chinese medicine colleges and universities were the core institutions of research on the genuineness of medicinal materials. The Chinese Academy of Chinese Medical Sciences had the largest number of Chinese and English publications. Huang Luqi and Yang Jian were the authors with the largest number of published papers in Chinese and English, respectively. The core team in the field of genuineness of medicinal materials had been initially formed, but the cooperation between the teams needed to be strengthened. The research hotspots of Chinese literature were mainly classical prescriptions, herbal textual research, pharmacological effects, origin, cultivation and so on. English literature was more inclined to the application of interdisciplinary fields such as genetic diversity, artificial intelligence, phenology and habitat and biosynthesis. The proportion of patent applications in China was 93.08%. In recent years, the number of applications had remained above 20, but there was a problem of low grant rate. Shandong Province ranked first in the number of applications. The Institute of Traditional Chinese Medicine of the Chinese Academy of Chinese Medical Sciences and the Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology of the Chinese Academy of Sciences applied for the most patents, and enterprises were the main applicant types. The genuine patents of medicinal materials were mainly concentrated in the fields of A61K (medical preparations) and A61P (compounds or pharmaceutical preparations), facing the problem of high technical homogeneity. **Conclusion** Research interest in the genuineness of medicinal materials continues to grow, while patent layout has encountered bottlenecks. Future research should be based on the classic ancient books of traditional Chinese medicine, actively integrate interdisciplinary technology, interpret the scientific connotation of the genuineness of medicinal materials, and strengthen the protection of innovative theories and technologies.

Key words: genuineness; Chinese medicinal materials; bibliometrics; CiteSpace; patent analysis; visual analysis

道地性是评价中药质量的综合指标，是历代医家长期用药实践凝练而成的宝贵经验[1]。从《神农本草经》中“土地所出，真伪新陈”[2]，到《本草品汇精要》的“道地”专列[3]，再到现代生态学和基因组学的科学解码[4]，道地性理论始终是确保中药材质量的核心，优质的中药材是中药资源可持续发展的重要保障。道地性的形成受中药材本身的品种、遗传物质、生态环境、产地加工与炮制等多重因素影响，这些因素均会影响药材品质，进而影响临床疗效[5]。伴随中药材大规模集约化种植的推进，药材品种与质量备受重视，道地性作为评价产地与质量的代名词日益成为消费者关注的焦点[1]。随着全球健康意识的提升和中医药国际化的推进，中药材道地性相关研究的论文及专利成果也日益丰富，胡双飞等[6]利用 CiteSpace 对 2000—2021 年发表的中药材道地性相关的中文文献进行了归纳分析，而关于英文文献以及专利部分的可视化分析却鲜有报道，这难以体现国内外报道差异以及从学术研究到技术保护的成果链条。

以 CiteSpace 为代表的文献计量学已被广泛应用于梳理中医药文献研究热点和预测未来趋势[7]，而 IncoPat 数据库因具有收录专利全、覆盖范围广、数据权威等优势被用于专利成果的统计分析[8]。基于此，本研究以“文献＋专利”综合视角出发，运用 CiteSpace 6.4.R1 软件对 2006 年 1 月—2026 年 1 月发表在中国知网（CNKI）、Web of Science（WOS）核心集数据库的中英文文献的发文量、国家、机构、作者及关键词进行可视化分析，同时引入 Incopat 专利数据库梳理相关领域专利成果，对比中英文报道差异，探讨从学术研究到核心技术保护的传导机制，以期加深对中药材道地性研究的系统认识，为道地性理论的深化与产业实践提供参考，进一步推动道地药材产业蓬勃发展。

1 资料与方法

1.1 文献数据

中文文献数据来源于 CNKI 数据库。以“道地”和“中药材”为主题词进行查询，设置时间范围为 2006 年 1 月 1 日—2026 年 1 月 31 日，通过人工剔除和筛选无关文献和重复文献后得到 1 990 篇文献组成中药材道地性的中文数据集，将数据转化为 Refworks 格式后导出，保存文件命名为“download.txt”并导入 CiteSpace 6.4.R1 软件。

英文文献数据通过 WOS 数据库获得。以“geo-authentic”or“dao di”or“di dao”or“TCM”or“herb”or“Chinese medic”or“traditional Chinese medicine”or“medicinal plant”and“quality formation”or“quality

development”or“accumulation of active ingredient”or“geographic origin”or“ecological factors”or“chemical component”为主题进行筛选，设置时间范围为 2006 年 1 月 1 日—2026 年 1 月 31 日，通过人工剔除和筛选无关文献和重复文献后得到 1 050 篇文献组成中药材道地性的英文数据集，将数据转化为 Refworks 格式后导出，保存文件命名为“download.txt”并导入 CiteSpace 6.4.R1 软件。

本研究运用 CiteSpace 6.4.R1 软件对中英文文献的发文量、国家、机构、作者及关键词进行可视化分析。其中，时间设置为 2006 年 1 月—2026 年 1 月，时间切片为 1 年，网络修剪选择“Pathfinder”“Pruning sliced network”“Pruning the merged network”，节点类型分别勾选“Author”“Institution”“Country”“Keywords”，其他参数保持默认选项。

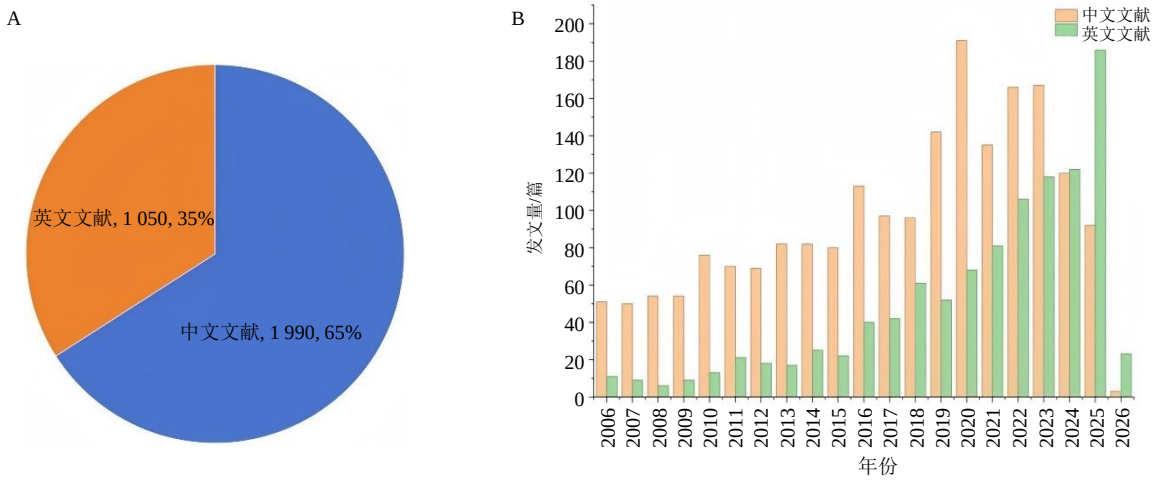
1.2 专利数据

专利数据来源于 Incopat 数据库，通过设置检索式为 Title/Abstract（TIAB）＝“道地药材”或“地道药材”或“优质中药材”或“特色中药材”或“药材道地性”或“道地产区”或“主产地”或“dao-di herbs”或“didao herbs”或“geoherbalism”或“genuine medicinal materials”或“authentic chinese medicine”或“genuine origin”，时间设置为 2006 年 1 月 1 日—2026 年 1 月 31 日，累计筛选出 787 项专利，简单同族合并后最终获得 621 项专利族，通过 Incopat 自带分析工具对专利数据进行计量学分析。

2 结果

2.1 发文趋势分析

近 20 年关于中药材道地性研究的中英文文献总发文量见图 1-A，中文总发文量 1 990 篇，占比 65%；英文总发文量 1 050 篇，占比 35%。中英文文献年发文趋势见图 1-B，中文年发文量从 2006—2020 年呈现周期性波动增长，至 2020 年达到顶峰，2020 年后发文量波动明显，整体呈回落趋势，但年发文量仍在 50 篇以上；英文年发文量整体呈上升趋势，在 2006—2023 年英文发文量均低于中文发文量，至 2024 年实现首次反超，且在 2025 年激增，发文量约为中文的 2 倍。



2026 年数据仅统计至 1 月 31 日，不代表全年完整趋势。

The data for 2026 is only tallied up to January 31 and does not represent the complete trend for the entire year.

图 1 中药材道地性中、英文文献总发文量占比 (A) 和年发文趋势 (B)

Fig. 1 Proportion of total publications (A) and annual publication trend (B) of Chinese and English literature on genuineness of Chinese medicinal materials

2.2 国家分析

中药材道地性英文文献发文量前 10 的国家见表 1。中国以 815 篇的发文量占据全球首位，在该领域研究中有绝对的主导性，其次是印度（44 篇）、伊朗（42 篇）。发文量前 10 的国家绝大多数来自亚洲，如中国、印度、伊朗、韩国、土耳其和马来西亚等，其他则来自北美、欧洲、非洲等地区。中心度越高，它在合作网络中的地位就越突出，影响力也越大[9]。中国以中心度 0.86 位居榜首，在国家合作网络中占据核心地位。发文国家合作网络见图 2，中国与美国、新加坡、日本等多国保持紧密联系，是连接各国研究力量的关键枢纽，这与国内在传统中医药应用及科研方面的持续投入密切相关。伊朗与意大利虽然发文量远不及中国，但呈现出较高的

表 1 中药材道地性英文文献发文量前 10 的国家

Table 1 Top 10 countries by publication volume on genuineness of Chinese medicinal materials in English literature

序号	国家	发文量/篇	中心度
1	中国	815	0.86
2	印度	44	0.15
3	伊朗	42	0.24
4	韩国	29	0.05
5	美国	19	0.04
6	土耳其	14	0.06
7	意大利	14	0.19
8	巴西	11	0.00
9	埃及	10	0.00
10	马来西亚	9	0.04

中心度，表明它们在国际合作中有较高的参与度。

2.3 机构发文与合作分析

研究机构合作网络可视化分析是用于反映特定领域内各机构间合作关系、科研实力及影响力的关键载体，能够直观呈现该领域的核心研究力量构成[10]。中英文发文量前 10 的机构见表 2。中文发文量排名前 3 的机构依次是中国中医科学院、北京中医药大学、安徽中医药大学，其中中国中医科学院断档领先，发文量大于后两者发文量的总和。发文机构主要为中医药院校和国字号科研院所，中医药院校依托其在中药学方面的特色优势，成为中药材道地性研究的基础力量。英文发文量排名前 3 的机



图 2 中药材道地性英文文献发文国家合作网络

Fig. 2 National cooperation network on genuineness of Chinese medicinal materials in English literature

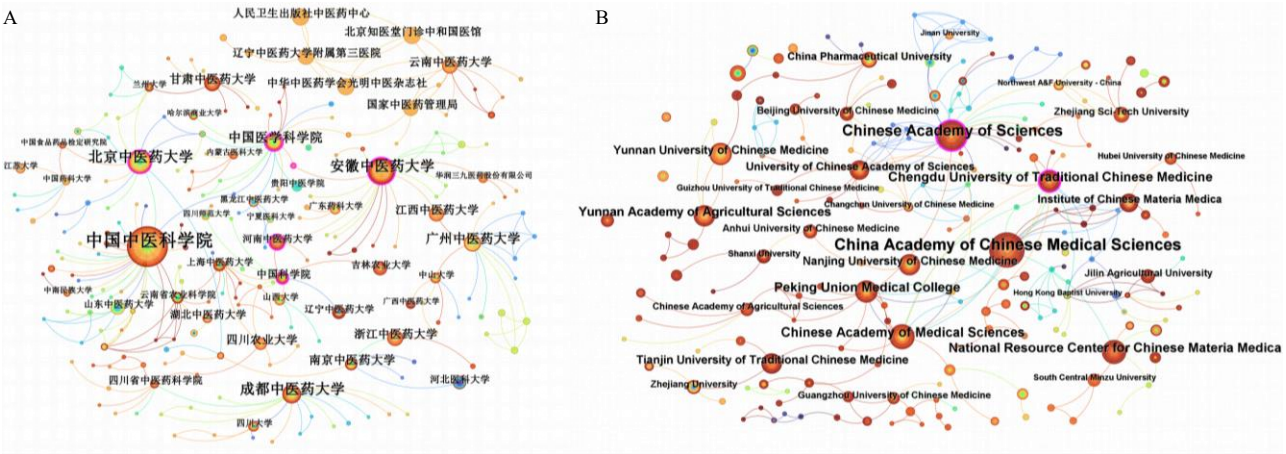
表 2 中英文文献发文量前 10 的机构

Table 2 Top 10 institutions in terms of publication volume in Chinese and English literature

序号	中文文献		英文文献	
	机构	发文量/篇	机构	发文量/篇
1	中国中医科学院	185	China Academy of Chinese Medical Sciences	102
2	北京中医药大学	78	China Academy of Sciences	71
3	安徽中医药大学	76	China Academy of Medical Sciences	42
4	成都中医药大学	70	National Resource Center for Chinese Materia Medica	38
5	广州中医药大学	46	Chengdu University of Traditional Chinese Medicine	36
6	中国医学科学院	45	Peking Union Medical Sciences	36
7	甘肃中医药大学	32	Yunnan Academy of Agricultural Sciences	32
8	南京中医药大学	29	Yunnan University of Chinese Medicine	24
9	浙江中医药大学	27	Nanjing University of Chinese Medicine	23
10	云南中医药大学	26	Tianjin University of Chinese Medicine	22

构分别是 China Academy of Chinese Medical Sciences、China Academy of Sciences、China Academy of Medical Sciences，排名前 10 的均为国内机构。值得注意的是，云南有 2 所省属高校（Yunnan Academy of Agricultural Sciences 和 Yunnan University of Chinese Medicine）的英文发文量名列前茅。中文发文机构合作网络见图

3-A，形成了以中国中医科学院、安徽中医药大学、北京中医药大学、中国医学科学院、成都中医药大学等为核心的关系网络。其中，中国中医科学院与中南民族大学、山东中医药大学、云南省农业科学院等均有合作。地方院校中安徽中医药大学与省外机构合作较多，成都中医药大学则与省内的四川省中医药科学院、四川大学等合作密切。英文发文机构合作网络见图 3-B，Zhejiang Sci-Tech University、Yunnan Academy of Agricultural Sciences、Jilin Agricultural University 等非中医药类地方机构的加入使得合作关系更加丰富多样，但整体上 China Academy of Chinese Medical Sciences 和 China Academy of Sciences 仍处于合作关系的核心地位。



A-中文文献；B-英文文献。

A-Chinese literature; B-English literature.

图 3　发文机构合作网络

Fig. 3　Cooperation networks of institutions

2.4　发文作者分析

作者合作网络图能够揭示作者的研究方向、发文频次与合作关系，有助于发现该领域的核心团队并追踪其研究前沿[11]。中英文文献发文量前 10 的作者见表 3，中文发文量排名前 3 的作者分别是黄璐琦（49 篇）、詹志来（48 篇）、彭华胜（42 篇），他们均来自中国中医科学院，分别在探索道地药材形成理论[12-14]、本草考证与品质评价[15-19]、本草考古[20-22]方面研究深入。英文发文量较高的作者均为国内人员，发文量最高的作者是 Yang Jian（11 篇），Wang Yuanzhong 次之（10 篇）。郭兰萍（Guo Lanping）的中英文发文量均名列前茅，该研究团队主要从事道地药材形成生态机制研究与生态种植等[23-26]。

中文文献发表作者合作网络见图 4-A，中文发文团队关系清晰，中药材道地性研究分别形成了以黄璐琦和郭兰萍为核心、以詹志来和彭华胜为核心、以祝之友和杨建宇为核心的多个团队。前 2 个团队间存在部分合作交集，而祝之友团队则较为独立。其他还分别形成了肖小河团队（中国人民解放军总医院第五医学中心）、张兰桐团队（河北医科大学）、彭成团队（成都中医药大学）、赵军宁团队（四川省中医药科学院）、段金廒团队（南京中医药大学）等。英文文献发表作者合作网络见图 4-B，英文发文团队呈现多个独立网络，团队间合作紧密度较中文发文团队低。Yang Jian、Wang Yuanzhong、Liang Zongsuo 在其团队内的贡献突出。

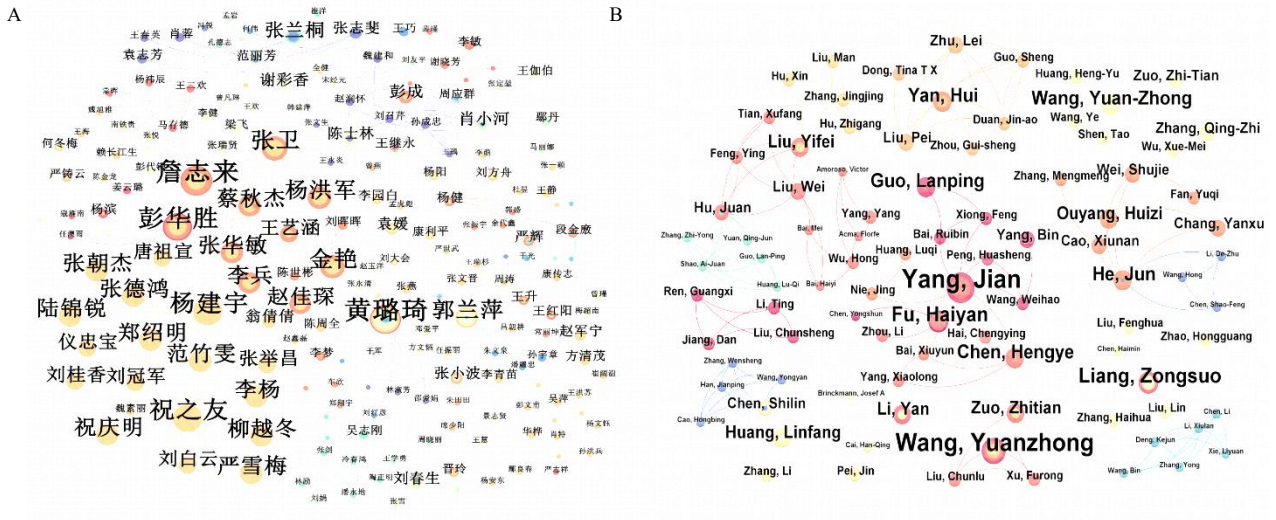
表 3　中英文文献发文量前 10 的作者

Table 3　Top 10 authors in terms of publication volume in Chinese and English literature

序号	中文文献		英文文献	
	作者	发文量/篇	作者	发文量/篇
1	黄璐琦	49	Yang Jian	11
2	詹志来	48	WangYuanzhong	10
3	彭华胜	42	Fu Haiyan	6
4	杨建宇	38	Liang Zongsuo	6
5	祝之友	38	Guo Lanping	5
6	张卫	30	Cheng hengye	5
7	金艳	28	Wang Yuanzhong	5
8	郭兰萍	26	Yan Hui	5
9	杨洪军	26	He Jun	5
10	范竹雯	24	Zuo Zhitian	4

2.5　关键词分析

2.5.1　关键词共现分析　关键词是文献核心内容的



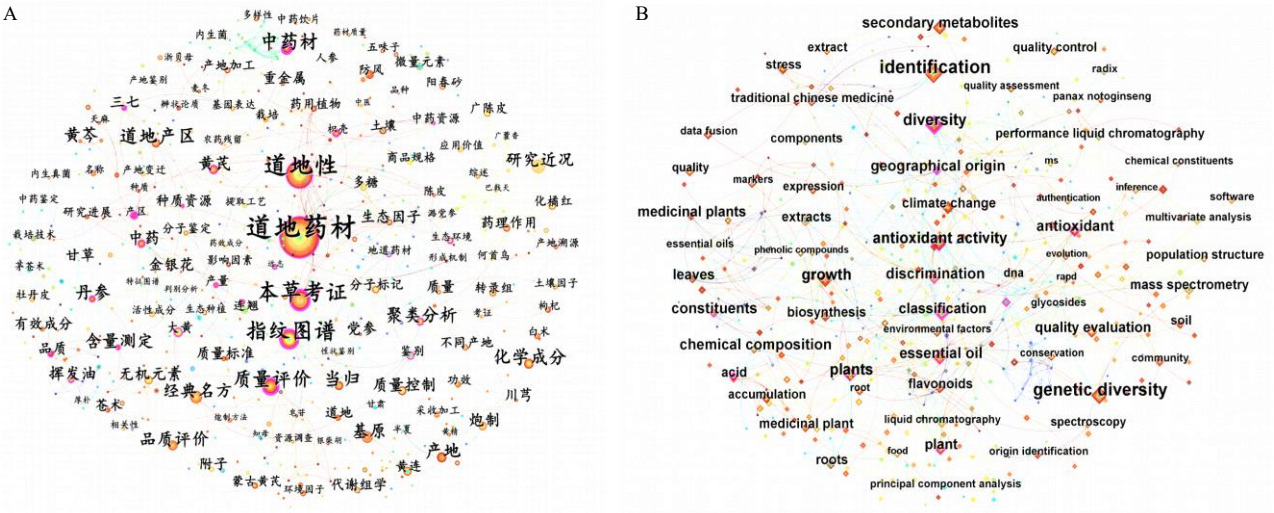
A-中文文献；B-英文文献。

A-Chinese literature; B-English literature.

图 4　发文作者合作网络

Fig. 4　Cooperation networks of authors

概括与凝练，能够直观反映文献的研究重点与核心方向[27]。中英文文献关键词可视化分析结果见图 5，出现频次排名前 10 的关键词见表 4。本研究共得到 570 个中文关键词，除主题关键词外，排名前 10 的为指纹图谱、本草考证、质量评价、当归、道地产区、化学成分以及产地。“指纹图谱”是中药材道地性研究的通用技术，而“本草考证”可对中药材道地性身份进行正本溯源。“当归”作为唯一进入前 10 的具体中药材名称，反映出其在中药材道地性研究方面的突出地位。在 468 个英文关键词中，除主题关键词外，排名前 10 的分别为 identification、genetic diversity、diversity、growth、antioxidant activity、essential oil、antioxidant、constituents 以及 chemical composition。英文报道高度关注道地药材的鉴别，注重从遗传学与生态学角度探究中药材种质资源的变异规律，倾向于用现代药理学语言解释中药材的形成机制，将其视为具有特定生物活性的天然产物进行研究，同时关注中药材作为植物的生长发育规律。



A-中文文献；B-英文文献。

A-Chinese literature; B-English literature.

图 5　关键词共现网络

Fig. 5　Co-occurrence networks of keywords

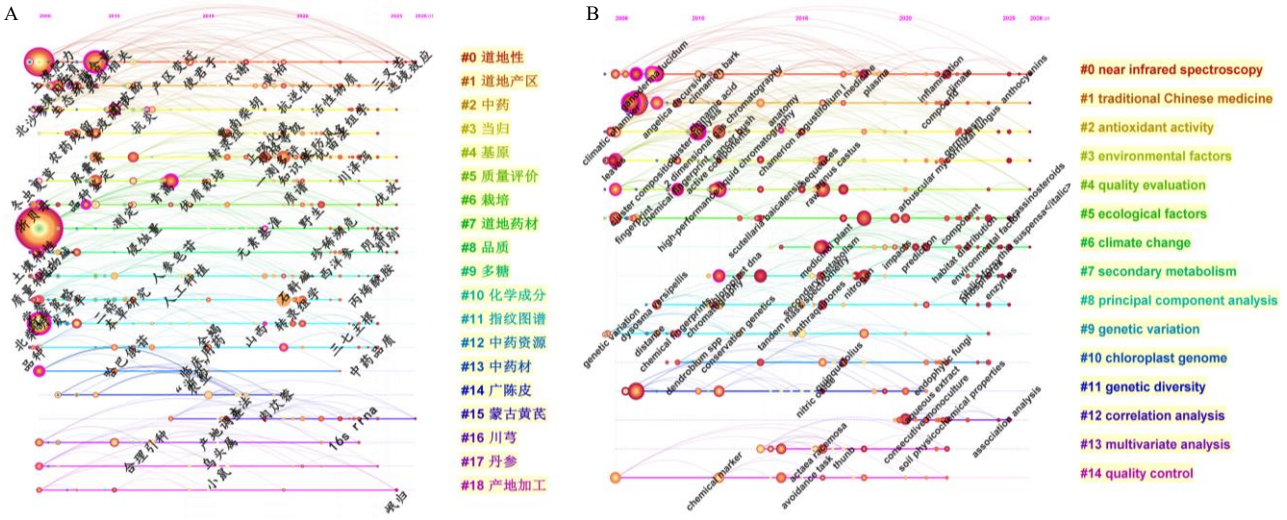
表 4 中英文文献中出现频率排名前 10 的关键词

Table 4 Top 10 most frequently occurring keywords in Chinese and English literature

序号	中文文献		英文文献	
	关键词	出现频次	关键词	出现频次
1	道地药材	432	identification	119
2	道地性	229	genetic diversity	91
3	指纹图谱	128	diversity	64
4	本草考证	125	growth	59
5	质量评价	60	plants	54
6	中药材	59	antioxidant activity	53
7	当归	57	essential oil	49
8	道地产区	56	antioxidant	48
9	化学成分	49	constituents	47
10	产地	48	chemical composition	45

2.5.2 关键词聚类和时间线分析 聚类分析可以清晰呈现该领域的主题分类，中药材道地性中英文关键词聚类结果见图 6。中文关键词包含 725 个节点，1 069 条连线，其聚类模块值（Q）=0.857 9>0.3，平均轮廓值（S）=0.947 3>0.7，表明聚类结构显著且结果可信度高[28]。由图 6-A 知，中文关键词聚类可分为#0～#18 类，结合中文文献关键词聚类信息（表 5）对聚类结果进行综合分析，除主题关键词外，药材道地性研究领域可总结出以下 4 个核心方向。（1）道地药材品种基原与溯源研究：聚类#1 道地产区、#4 基原、#12 中药资源，将研究聚焦于道地药材的溯源与资源保护；（2）单味道地药材的系统研究：#3 当归、#14 广陈皮、#15 蒙古黄芪、#16 川芎、#17 丹参，以单味代表性道地药材为研究对象，开展多维度系统研究；（3）质量评价与活性成分研究：#5 质量评价、#8 品质、#9 多糖、#10 化学成分、#11 指纹图谱，聚焦于道地药材的质量控制与物质基础研究；（4）栽培技术与产地加工研究：#6 栽培、#18 产地加工，关注道地药材的生产实践环节。关键词时间线图中节点代表关键词，节点大小与颜色深浅反映其出现频率与重要性，连线表示关键词间的共现关系[29]。其中，#1 道地产区、#4 基原、#5 质量评价、#6 栽培、#8 品种、#15 蒙古黄芪、#18 产地加工等主题的研究热度预计会延续至 2026 年。这一趋势反映出这些领域在近年来备受瞩目，未来极有可能继续深化发展。

英文关键词包含 470 个节点，851 条连线，Q=0.747 5>0.3，S=0.902 4>0.7，表明聚类结构显著且结果可信度高。由图 6-B 知，英文关键词被聚类为#0～#14 类，除主题关键词外，结合英文文献关键词聚类信息（表 6）可总结出以下 4 个核心方向。（1）质量评价与多元统计方法研究：#0 near infrared spectroscopy、#4 quality evaluation、#8 principal component analysis、#12 correlation analysis、#13 multivariate analysis、#14 quality control，聚焦于道地药材质量评价标准建立与控制手段的创新，采用近红外光谱、多元统计分析等现代分析技术与方法来构建多元化、高精度的质量评价与产地溯源体系；（2）活性成分与次生代谢研究：#2 antioxidant activity、#7 secondary metabolism，关



A-中文文献；B-英文文献。

A-Chinese literature; B-English literature.

图 6 关键词聚类时间线图

Fig. 6 Clustering timeline maps of keywords

表 5 中药材道地性中文文献关键词聚类信息

Table 5 Keywords clustering information of Chinese literature on genuineness of Chinese medicinal materials

聚类名称	*S*	节点数	主要关键词
#0 道地性	0.983	48	道地性、本草考证、道地药材、内生菌、药用植物
#1 道地产区	0.888	37	道地产区、土壤因子、产量、种质资源、土壤
#2 中药	0.966	35	中药、黄芩、大黄、黄芪、北沙参
#3 当归	0.897	33	当归、无机元素、重金属、转录组、道地药材
#4 基原	0.916	32	基原、经典名方、本草考证、产地、炮制
#5 质量评价	0.991	32	质量评价、代谢组学、附子、品质评价、黄连
#6 栽培	0.886	31	栽培、三七、甘草、分析、产区
#7 道地药材	0.952	31	道地药材、道地性、基原、三峡库区、溯源
#8 品质	0.981	31	品质、苍术、挥发油、厚朴、低聚糖
#9 多糖	0.958	30	多糖、提取工艺、含量测定、牡丹皮、人工种植
#10 化学成分	0.903	29	化学成分、药理作用、研究近况、应用价值、性状鉴别
#11 指纹图谱	0.957	25	指纹图谱、高效液相色谱法、质量标准、连翘、山西
#12 指纹图谱	0.990	21	中药资源、五味子、表型性状、川渝、品质保障
#13 中药材	1.000	20	中药材、三叶青、鉴定、中药饮片、评价
#14 广陈皮	0.992	16	广陈皮、广藿香、立法、岭南中草药、中医药
#15 蒙古黄芪	0.958	16	蒙古黄芪、陈皮、研究进展、环境因子、茶枝柑
#16 川芎	0.913	14	川芎、质量控制、商品规格、生物测定、生物评价
#17 丹参	0.890	14	丹参、细胞凋亡、丹参酮、脑缺血、道地中药
#18 产地加工	0.993	11	产地加工、一体化、影响因素、基因技术、岭南药材

表 6 中药材道地性英文文献关键词聚类信息

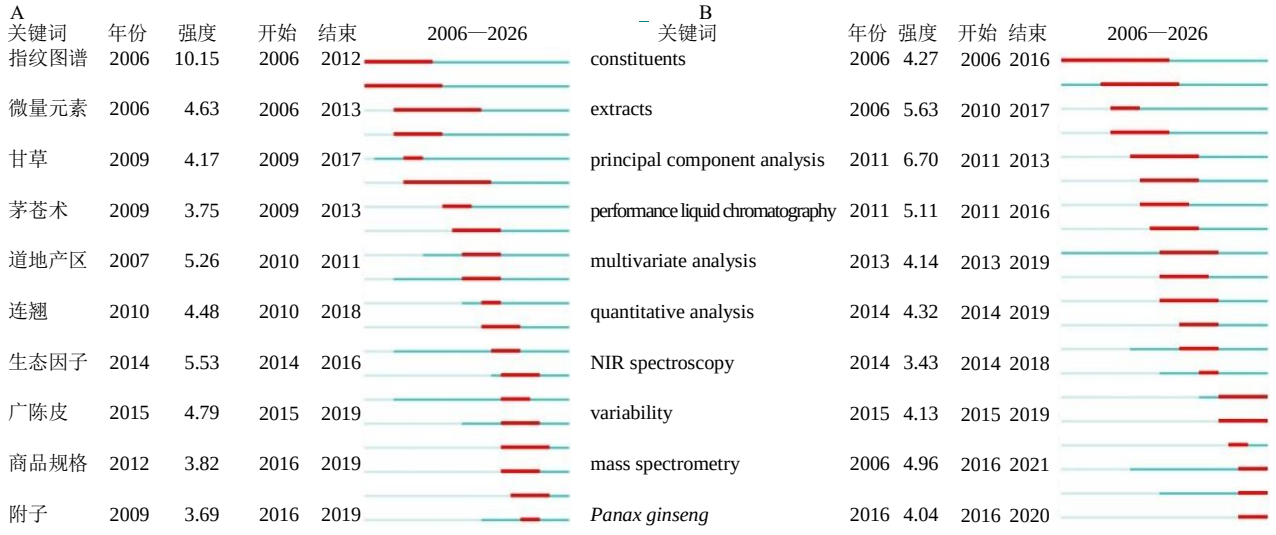
Table 6 Keywords clustering information of English literature on genuineness of medicinal materials

聚类名称	*S*	节点数	主要关键词
#0 near infrared spectroscopy	0.854	47	near infrared spectroscopy, geographical origin, origin indentification, genetic diversity, data fusion
#1 traditional Chinese medicine	0.910	41	traditional Chinese medicine, hybridization, untargeted metabolomics, inter-simple sequence repeat (ISSR); amplified fragment length polymorphism
#2 antioxidant activity	0.925	41	antioxidant activity, chemical composition, essential oils (essential oil), chemotype
#3 environmental factors	0.831	35	environmental factors, essential oil, myrtle, extract, 8-cineole
#4 quality evaluation	0.925	33	quality evaluation, angelica sinensis, aconitum alkaloids, expression, growth
#5 ecological factors	0.986	33	ecological factors, network pharmacology, *Scutellaria baicalensis*, structural equation modeling, high-performance liquid chromatographic fingerprint
#6 climate change	0.857	32	climate change, maxent, maxent model, environmental variables, environmental factor
#7 secondary metabolism	0.863	31	secondary metabolism, gene expression, accumulation, biosynthesis, transcriptome
#8 principal component analysis	0.930	28	principal component analysis, MS, transcriptomics, flavonoid biosynthesis, *Achillea millefolium* L.
#9 genetic variation	0.961	27	genetic variation, genetic structure, extraction, genetic diversity, tea
#10 chloroplast genome	0.880	22	chloroplast genome, *Atractylodes macrocephala* Koidz, nucleotide diversity, phylogenetic analysis, ecological function
#11 genetic diversity	0.940	21	genetic diversity, population structure, analysis of molecular variance, start codon targeted polymorphism, simple sequence repeat markers
#12 correlation analysis	0.941	20	correlation analysis, co-occurrence network, endophytes, ecological function, soil physicochemical properties
#13 multivariate analysis	0.840	17	multivariate analysis, metabolomics, gas chromatography-mass spectrometry, herbal quality, elemental composition
#14 quality control	0.925	16	quality control, chemical markers, *Alpinia oxyphylla*, animal biles; surface desorption atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry

注道地药材的次生代谢产物积累规律及其抗氧化等生物活性；（3）生态环境与道地性形成机制研究：#3 environmental factors、#5 ecological factors、#6 climate change，聚焦于生态环境对道地药材品质的影响，阐释“逆境效应”等生态驱动机制；（4）遗传多样性与分子进化：#9 genetic variation、#10 chloroplast genome、#11 genetic diversity，聚焦于道地药材的遗传基础与分子进化规律。其中，#0 near infrared spectroscopy、#2 antioxidant activity、#3 environmental factors、#4 quality evaluation、#5 ecological factors、#6 climate change、#7 secondary metabolism、#8 principal component analysis、#12 correlation analysis 等主题的研究热度持续活跃，反映出这些领域在近年来备受国际学术界瞩目。

2.5.3 关键词突现分析 中文文献关键词突现图谱见图 7-A，“经典名方”“指纹图谱”“基原”突现强度排名前 3，“甘草”（2009—2017）与“连翘”（2010—2018）的突现持续时间最久。2006—2013 年，研究热点集中在“指纹图谱”“微量元素”“道地产区”等关键词，聚焦于化学成分与道地产区的关系研究等方面。2014—2019 年转向“生态因子”“转录组”“商品规格”等，研究热点关注生境、分子机制及规格等级等层面。2019 年后，“炮制”“经典名方”“本草考证”“药理作用”“基原”等关键词成为热点，道地性研究与经典名方研究工作开始深度结合。此外，“甘草”“茅苍术”“连翘”“附子”“防风”等中药材名称的突现，体现了对单味药材道地性研究的集中深入。

英文文献关键词突现图谱见图 7-B，“biosynthesis”“principal component analysis”“extracts”突现强度较强，“constituents”突现持续时间最久（2006—2016）。2006—2015 年，突现关键词以“extracts”“principal component analysis”等为主，研究集中于提取物、主成分以及定量分析等方面。2016—2021 年，“mass spectrometry”“*Panax ginseng*”“*Salvia miltiorrhiza*”“software”等关键词突显，说明质谱技术及数据分析工具被广泛引入。2022 年至今，“soil”“origin identification”“biosynthesis”“climate change”“machine learning”等关键词成为研究前沿，反映出研究视角从成分分析向生态因子、机器学习、生物合成与环境变化等交叉学科领域拓展。



A-中文文献；B-英文文献。

A-Chinese literature; B-English literature.

图 7 关键词突现图谱 (Top 20)

Fig. 7 Emergence maps of keywords (Top 20)

2.6 专利信息统计分析

2.6.1 专利申请及授权趋势分析 中药材道地性相关专利共计 787 项，通过简单同族合并后共获得 621 项专利族，其中国内专利高达 578 项，占比 93.08%，国外专利共 43 项，占比 6.92%。由图 8 可知，从 2006—2013 年专利申请量呈现上升趋势，但整体数量相对较少，至 2014 年激增并达到顶峰。2016 年后申请量呈现波动趋势，年申请量均在 20 项以上。专利年授权量自 2008 年起逐步起增，至 2014 年达到最高，之后明显回落并波动保持在较低水平（≤12 项）。专利年授权量均低于年申请量，且在 2014—2025 年差距尤为显著，大部分专利申请未能通过实

质审查，表明该领域存在授权率偏低的问题。

2.6.2 专利全球申请地域分布分析 中药材道地性专利申请全球地域分布的可视化分析结果见图 9，从全球范围来看，中药材道地性的专利呈高度集中的分布特征。中国以 578 项专利占据绝对主导地位，表明中国在中药材道地性相关研究、开发与应用领域发挥着核心作用。其他国家以及地区专利申请数量相对较少，包括日本（14 项）、南非（6 项）、韩国（4 项）等。国内省市专利申请分布情况见图 10，山东省以 82 项专利远超其他省份位居榜首，显示出其在中药材道地性研究或产业化中的突出地位，安徽（46 项）、广东（43 项）、江苏（39 项）等省份紧随其后。申请量排名前 10 的省份大多为经济强省，表明经济是科学研究的基础，同时知识产权保护意识也是影响专利布局的潜在因素。

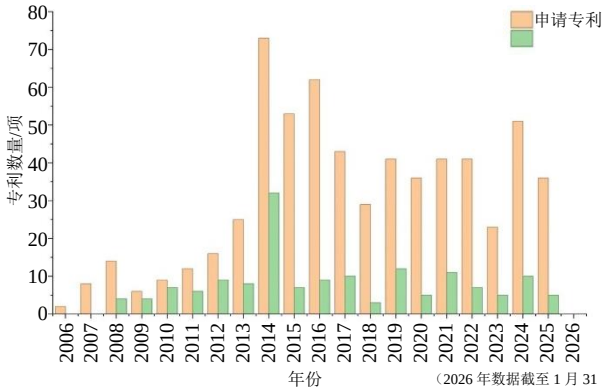


图 8 中药材道地性全球专利申请及授权趋势

Fig. 8 Trend of global patent application and authorization on genuineness of medicinal materials

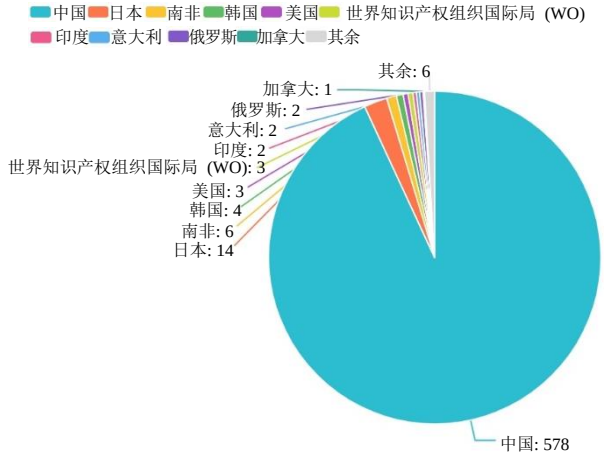


图 9 中药材道地性专利申请全球地域分布

Fig. 9 Global geographical distribution of patent applications on genuineness of Chinese medicinal materials

2.6.3 主要申请人分布 中药材道地性专利申请数量排名前 10 位的申请人如表 7 所示，中国中医科学院中药研究所与中国科学院东北地理与农业生态研究所申请的专利最多，说明科研机构是中药材道地性研究技术转化和创新应用的主力，南方医科大学（8 项）次之。由表 8 可知，当前专利申请人类型主要以企业（202 项）为主，其次是个人（178 项）与学校（108 项），表明道地药材产业化应用引起市场主体广泛关注。前 10 位申请人中个人发明人占据 5 席（刘相英、南成双、庞凤梅、徐国华、许建成），各持有 5 项专利，且个人申请人类型排名也较高，反映出个人发明人在中药材道地性技术研发中的积极作用。

2.6.4 技术领域构成分析 中药材道地性专利的国际专利分类号（IPC）结果见表 9，其专利技术布局呈现显著集中特征，A61K（272 项）和 A61P（242 项）为核心领域，主要涉及医疗制剂、化合物或药

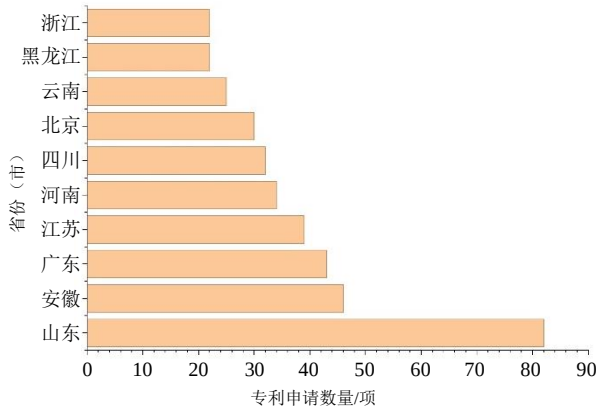


图 10 中药材道地性专利申请中国省（市）分布

Fig. 10 Distribution of patent applications on genuineness of Chinese medicinal materials in Chinese provinces (cities)

表 7 中药材道地性专利申请数量排名前 10 的申请人

Table 7 Top 10 inventors in number of patent applications on genuineness of medicinal materials

申请人	专利数量/项
中国中医科学院中药研究所	9
中国科学院东北地理与农业生态研究所	9
南方医科大学	8
明光市昊昊蜂业有限公司	7
中国医学科学院药用植物研究所	6
刘相英	5
南成双	5
庞凤梅	5
徐国华	5
许建成	5

表 8 中药材道地性专利申请中国申请人主要类型

Table 8 Main types of Chinese patent applicants on genuineness of Chinese medicinal materials

申请人类型	专利数量/项
企业	202
个人	178
学校	108
科研单位	82
机关团体	40

物制剂等方面的研究[30]，排名第 3 的是 G01N（90 项），主要涉及化学成分分析，利用特征图谱、指纹图谱等检测方法进行鉴别[31]。C12N 与 C12Q 类专利涉及道地药材的基因鉴定、微生物转化等技术方向[32]。A01G 和 A01C 类专利涉及道地药材的规范化种植技术、育苗技术、栽培模式等[33]。A23L 类专利表明道地药材在保健食品、药食同源产品开发方面亦有研究[34]，道地药材的资源优势正在向大健康

表 9 中药材道地性专利申请数量排名前 10 的分类所属技术领域 (IPC-小类)

Table 9 Top 10 classifications of the number of patent applications on genuineness of Chinese medicinal materials belong to technical field (IPC subcategory)

IPC 小类	IPC 释义	专利数量/项
A61K	用于医疗、牙科或洗漱用品的制剂	272
A61P	化合物或药物制剂的特异性治疗活性	242
G01N	通过测定材料的化学或物理性质来研究或分析材料	90
A01G	园艺，蔬菜、花卉、水稻、水果、藤本植物、啤酒花或海藻的栽培，林业，浇水	62
C12Q	涉及酶、核酸或微生物的测量或试验方法	47
A23L	不包含在其他类目中的食品、食料或非酒精饮料，其制备或处理	45
C12N	微生物或酶，其组合物，繁殖、保存或维持微生物，突变或基因工程，培养基	42
G06F	电数字数据处理	21
G06Q	专门适用于行政、商业、财务、管理或监督目的的信息和通信技术，不包含在其他类目中的专门适用于行政、商业、财务、管理或监督目的的系统或方法	20
A01C	种植、播种、施肥	19

产业延伸。G06F 和 G06Q 类专利涉及结合人工智能、区块链等信息技术方法[35]。这些专利展现出产业应用多元化拓展的趋势，突破了传统中医药范畴并向更广泛的领域延伸，这一发展态势得益于植物学、化学、生物学、人工智能等多学科交叉研究的深度融合与推动。

3 讨论

3.1 文献研究概况与热点

由于本次纳入的数据截止至 2026 年 1 月 31 日，仅 1 个月数据不足以说明 2026 年的发文趋势，故分析暂不包含该年度。前期该领域的中文文献产出较高，源于国内长期以来在道地药材方面积累的深厚经验。后期随着中医药国际化的进程发展和科学技术的更新迭代，英文发文量呈现快速增长现象，在 2024 年英文发文量首次超越中文，至 2025 年差距进一步拉大。从事中药材道地性相关研究的国家地域分布广泛，中国以绝对优势的发文量（815 篇）与中心度（0.86）占据全球首位，体现了中国在中药材道地性研究领域的绝对主导地位，也是连接各国研究力量的关键中心。发文量排名前 10 的国家主要集中在传统医学资源丰富的亚洲地区，而其他地区关于中药材道地性的研究系统性不强。尽管印度、伊朗等国家的发文量不及中国，但其较高的中心度表明这些国家在国际合作中发挥着重要的连接作用，未来可加强与这些国家的深度合作，不断拓展中药材道地性研究的国际影响力。

当前研究机构间的合作网络存在明显的地域局限性，各中医药院校的合作范围主要集中于国内区域层面，跨区域、跨学科的深度协同合作有待进一步拓展与深化。云南农业科学院作为区域性农业科研机构的表现较为突出，其依托云南丰富的道地药材资源，通过系统研究气候因子[36]、无机元素[37]等生态因素对道地品质形成的影响机制，开展种质资源鉴定与评价等研究[38]，为中药材道地性品种溯源与栽培提供了科学依据。团队方面，黄璐琦院士团队作为中药材道地性研究的先驱，是中文发文的核心力量，并首次提出中药材道地性可表现为道地药材具有“优形、优质、优效”特征[13]，拓宽了传统药材辨状的认知边界。排名第 2 的詹志来团队[16-17]和第 3 的彭华胜团队[21-22]在“经典名方”研究领域成果丰硕，突现强度高达 10.87 的关键词“经典名方”与两者团队的研究高度关联，这 2 个团队是基于经

典名方的中药材道地性研究的新兴力量。从关键词分析可见，中英文文献早期围绕道地药材的质量评价、化学成分等展开研究，后期中文文献融合了经典名方、本草考证、药理作用、栽培、基原等研究方向[22,39]，聚焦传统理论深化与品种溯源。英文文献融入了遗传多样性、机器学习、气候变化、生物合成等交叉学科领域的应用[40-41]。中药材道地性研究是一项系统工程，涵盖中医学、中药学、药理学、栽培学、遗传学、生态学、人工智能学及分子生物学等多个学科领域，科学阐明中药材的道地性机制，需要多学科联合攻关[1]。

本研究与胡双飞等[6]基于不同时间窗口分析均发现指纹图谱、本草考证、化学成分、产地为高频关键词，经典名方、本草考证为近年突现方向，中国中医科学院始终是中药材道地性研究的核心机构，黄璐琦团队是中药材道地性研究的中坚力量。这种一致性从正面验证了文献计量学分析方法的客观性、可重复性和学术价值，说明该方法能够稳定、真实地反应学科发展态势。本研究补充纳入英文文献分析后发现，近年来中英文研究热点存在显著分化。中文报道以“传承”为主线，重视经典名方、本草考证等传统知识的现代化解释；而英文报道侧重于“创新”层面，倾向于采用机器学习、合成生物学等前沿交叉学科工具来探究“道地性”的形成机制。

3.2 专利布局现状与问题

与中药材道地性文献产出持续增长的趋势不同，专利的申请量呈现出波动性下降趋势。近年来全球专利授权量长期处于低位（年≤12 项），表明技术创新面临发展瓶颈，提示我国中药材道地性相关专利的申请质量与转化应用仍有待提升。中国专利以 578 项（占 93.08%）处于核心地位，国外专利仅 43 项（占 6.92%），而且这些国外专利大多并非为国外机构成果，主要仍为中国申请人通过专利合作条约（patent cooperation treaty，PCT）途径进入其他国家/地区的同族专利[42]，国外研究机构和企业基本未参与实质性专利布局，中药材道地性领域的专利几乎完全由中国申请人主导。在省市分布方面，山东（金银花、阿胶）、安徽（牡丹皮、茯苓）、广东（广陈皮、广藿香）等均为我国传统道地药材主产区，这些省份依托丰富的道地药材资源及经济优势，在中药材道地性专利申请量方面处于国内领先水平，体现出该地区在创新成果方面具有较强的布局观念和保护意识。IPC 显示，整体来看专利布局高度集中于 A61K/A61P 等低壁垒领域，而 C12N/C12Q、G06F/G06Q 等高价值领域偏少。企业（202 项）与个人（178 项）虽为专利申请主力，却更倾向于布局风险低、周期短的 A61K/A61P 类制剂专利，对于机器学习模型、基因编辑等高风险、高壁垒技术则因研发投入大、产业化周期长而布局意愿不足。这导致大量创新成果停留在论文层面，无法及时获得知识产权保护，后续产业化应用缺乏独占性技术支撑。

3.3 文献研究与专利布局的关系

本研究通过关键词分析表明，中英文文献在道地性研究热点呈现显著的分化趋势。中文文献聚焦经典名方、本草考证、指纹图谱、基原及栽培等研究热点，其所催生的技术创新方向主要集中在道地药材提取物制备、复方制剂制备、指纹图谱构建、种植方法、栽培模式等领域。IPC 分类统计显示，中药材道地性专利所涉细分领域较多，主要为 A61K（医疗制剂，272 项）、A61P（药物制剂，242 项）、G01N（分析检测，90 项）、A01G（栽培，62 项）及 A01C（种植，19 项），然而多数专利为常规制剂制备[30,34]、检测方法[43]、农艺装置等[44-45]，行业技术同质化严重，缺乏原创性突破，难以形成技术壁垒，授权率偏低，需进一步扩大技术创新的广度和深度。

相比之下，英文文献热点则偏向 machine learning、biosynthesis、climate change、genetic diversity 等交叉学科方向，这些热点所驱动的技术创新更具前沿性，如人工智能结合的产地溯源与品质预测、微生物转化、基因鉴定、气候变化背景下道地产区的适应性评估与动态区划等[46-47]。在专利分类中对应 G06F（机器学习，21 项）、G06Q（产地溯源信息系统，20 项）、C12N（微生物试验，42 项）及 C12Q（合成生物学，47 项），而这些领域的专利数量仍较少，其技术壁垒较高，表明从新兴交叉学科研究到核心技术专利的转化尚处起步阶段，还未形成系统性的技术体系。

4 结论

本研究通过文献计量学并结合全球专利角度对 2006 年 1 月—2026 年 1 月中药材道地性研究领域的中英文文献进行了系统分析。结果表明，中药材道地性研究正在不断发展，前景广阔。从研究内容分析，中英文报道侧重点不同，中文报道聚焦经

典名方、本草考证、药理作用、基原、栽培等方面；英文报道则偏向遗传多样性、人工智能、物候生境、生物合成等交叉学科领域。中英文报道彼此相互补足，共同推动中药材道地性研究领域的发展。中国在发文量与专利布局中均占据绝对主导地位，中药材道地性领域文献研究热度持续增长，然而，专利布局面临申请量波动下降、授权率偏低、技术同质化严重以及高壁垒技术领域专利储备不足等问题。中药材道地性领域长期存在“重成果发表、轻知识产权转化”等问题，致使大量专利在技术壁垒及市场价值上不足。

针对当前领域存在的问题，结合中英文报道、专利布局特点与产业现状，提出如下发展建议。中药材道地性研究应当立足于中医药经典古籍，打破研发内容与思路的传统，加强除医药用途之外的技术研发，可聚焦人工智能溯源、合成生物学等创新性较强的方向开展研究，用于道地药材鉴别、产地溯源、品质预测及生态适宜性区划。建立企业、科研单位、学校之间紧密有效的合作机制，充分利用高校、科研院所的技术力量进行资源整合，形成技术联盟，克服自身发展短板，与国家所倡导的“创新要以企业为主体，市场为导向，产学研深度融合的技术创新体系”政策相契合[9]，从而推动中药材道地性技术的研发和应用，形成“基础研究-技术开发-产业应用”的完整产业链条。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 郝耀鹏, 吴昌娟, 郭淑红, 等. 药材道地性分析方法的研究进展 [J]. 山西农业科学, 2020, 48(6): 994-996.

[2] 顾观光. 神农本草经 [M]. 于童蒙, 编译. 哈尔滨: 哈尔滨出版社, 2007: 3.

[3] 刘文泰. 本草品汇精要 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1982: 377-378.

[4] 杨洪雁. 药材道地性研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2016, 12(5): 52-55.

[5] 郭宜欣, 鲜伊莎, 唐诗成, 等. 道地性标志物群: 判别道地药材的新概念 [J]. 中华中医药杂志, 2025, 40(7): 3289-3294.

[6] 胡双飞, 郑玉莹, 陈前, 等. 基于文献计量软件对我国药材道地性研究进展的可视化分析 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2023, 25(3): 963-973.

[7] 黄子豪, 彭斐, 刘婷, 等. 基于 CiteSpace 知识图谱及专利计量对黄精相关研究的可视化分析 [J]. 中草药, 2024, 55(1): 217-231.

[8] 王越, 晏宇杭, 黄旭龙, 等. 基于全球视角的重楼专利格局分析 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2023, 25(1): 83-93.

[9] 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.

[10] 商素菲, 夏清青, 李思雅, 等. 基于文献计量学分析桂枝的热点动态及演进趋势 [J]. 中草药, 2026, 57(4): 1416-1434.

[11] 张佳宁, 刘怡君, 庞琨, 等. 基于 CiteSpace 知识图谱及专利计量对杜仲叶研究可视化分析 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2025, 27(12): 3448-3464.

[12] 袁媛, 黄璐琦. 道地药材评价理论的传承与创新 [J]. 中国中药杂志, 2025, 50(13): 3522-3528.

[13] 何冬梅, 王海, 陈金龙, 等. 中药微生态与中药道地性 [J]. 中国中药杂志, 2020, 45(2): 290-302.

[14] 袁媛, 周骏辉, 黄璐琦. 黄芩道地性形成“逆境效应”的实验验证与展望 [J]. 中国中药杂志, 2016, 41(1): 139-143.

[15] 单锋, 张万祥, 张水寒, 等. 经典名方中香薷的本草考证 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(12): 1-12.

[16] 李石飞, 张立伟, 詹志来. 经典名方中连翘的本草考证 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(10): 111-122.

[17] 田春芳, 胡倩南, 詹志来, 等. 基于传统品质评价的野生与栽培赤芍比较 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(14): 165-17.

[18] 兰晓燕, 田春芳, 詹志来, 等. 基于传统品质评价的野生与栽培潞党参比较 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(14): 156-164.

[19] 蒲雅洁, 王丹丹, 张福生, 等. 远志的本草考证 [J]. 中草药, 2017, 48(1): 211-218.

[20] 赵佳琛, 王艺涵, 金艳, 等. 经典名方中阿胶的本草考证 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(10): 318-326.

[21] 赵佳琛, 王艺涵, 金艳, 等. 经典名方中黄芪的本草考证 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(10): 337-346.

[22] 刘宇辰, 张振宇, 尹旻臻, 等. 药用芍药栽培品种的 SNP 标记开发及品种鉴定 [J]. 中草药, 2025, 56(1): 239-247

[23] 赵元晨, 李皓月, 穆婧, 等. 我国从湄公河流域国家进口药材的整理 [J]. 中草药, 2023, 54(16): 5421-5432.

[24] 蒋待泉, 王红阳, 李锬, 等. 环境胁迫对药用植物苍术影响的研究进展 [J]. 世界中医药, 2019, 14(11): 2829-2834.

[25] 蒋待泉, 王红阳, 康传志, 等. 复合胁迫对药用植物次生代谢的影响及机制 [J]. 中国中药杂志, 2020, 45(9): 2009-2016.

[26] 康传志, 吕朝耕, 黄璐琦, 等. 基于系统层次的常见中药材生态种植模式及其配套技术 [J]. 中国中药杂志, 2020, 45(9): 1975-1981.

[27] 叶耀辉, 沈华丹, 白云, 等. 基于 CiteSpace 的柴胡毒性研究热点及趋势的可视化分析 [J]. 药物评价研究, 2026, 49(3): 957-970.

[28] Chu J, Zhuang J, Wu Y H, *et al*. Colorectal cancer and gut viruses: A visualized analysis based on CiteSpace knowledge graph [J]. *Front Microbiol*, 2023, 14: 1239818.

[29] 崔秋月, 柳佳, 张宇锋, 等. 钩藤研究的文献计量学与全球专利分析: 动态、焦点与前瞻 [J]. 中草药, 2026, 57(1): 236-255.

[30] 徐江平, 李铁军. 一种地黄饮子制剂及其制备方法与质量控制方法: CN121371072A [P]. 2026-01-23.

[31] 黄智, 张雅淑, 陆海勤. 一种不同产地红糖的 HPLC-DAD 指纹图谱的建立方法及其应用: CN117706015A [P]. 2024-03-15.

[32] 王戌梅, 杨黎, 李文丽, 等. 一种基于BAS基因鉴定道地大黄的分子标记、试剂盒及鉴定方法: CN118932103A [P]. 2024-11-12.

[33] 杨文宏, 陈翠, 戚淑威, 等. 一种云当归与白芸豆间作套种生态种植方法: CN120513820A [P]. 2025-08-22.

[34] 徐江平, 李铁军. 一种温中健脾型药食同源组合物及其制备方法与应用: CN121512179A [P]. 2026-02-13.

[35] 刘英明, 孙鑫, 姜涛, 等. 基于区块链的道地药材全流程鉴真溯源方法: CN121544278B [P]. 2026-06-26.

[36] Liu C L, Zuo Z T, Xu F R, *et al*. Study of the suitable climate factors and geographical origins traceability of *Panax notoginseng* based on correlation analysis and spectral images combined with machine learning [J]. *Front Plant Sci*, 2023, 13: 1009727.

[37] Yang Y, Li L Y, Wang X, *et al*. Distinct nitrogen forms shape flavonoid biosynthesis and gene-metabolite networks in *Erigeron breviscapus* [J]. *Agronomy*, 2025, 15(3): 755.

[38] Li S C, Liu C L, Cai C, *et al*. Geographical traceability of germplasm resources of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* based on multi-block information integration platform [J]. *J Appl Res Med Aromat Plants*, 2022, 31: 100440.

[39] 张子璇. 茅苍术根茎性状栽培变异机制研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2022.

[40] Mu K L, Ran F, Feng Y Q, *et al*. Integrated evaluation of habitat suitability and spatial prediction of medicinal quality for *Bletilla striata* using species distribution models and machine learning approaches [J]. *Ind Crops Prod*, 2025, 236: 121937.

[41] Cao L L, Sun J H, Guo C, *et al*. The pan-plastome reveals the genetic diversity and genetic divergence of *Forsythia suspensa* (Oleaceae) from the maternal inheritance perspective [J]. *Ind Crops Prod*, 2025, 234: 121545.

[42] Li R R, Zhang Z J, Yao J N, et al. Method of distinguishing the authentic medicinal material Tan *Cyperi Rhizoma* from other main origins and non-main origins *Cyperi Rhizoma*: South Africa, ZA202409695A[P]. 2025-08-27.

[43] 李青苗, 王晓宇, 郭俊霞, 等. 根据丹参药材粉末颜色检测其主要化学成分含量的方法: CN111426634A [P]. 2020-07-17.

[44] 孟伦, 王连祥, 韩金龙, 等. 一种用于优质中药材种苗生长状况监测装置: CN217308475U [P]. 2022-08-30.

[45] 宋艳波, 刘振宇, 路媛媛, 等. 一种模拟道地药材生长环境的培养箱: CN218353607U [P]. 2023-01-24.

[46] 李耀磊, 金红宇, 范晶, 等. 基于人工智能融合多组学技术的中药道地性识别方法: CN119649954B [P]. 2025-10-28.

[47] 詹志来, 王艺涵, 刘燕萌, 等. 用于鉴定不同产地红柴胡的 InDel 标记及其应用: CN116162722B [P]. 2023-11-07.

[责任编辑 潘明佳]