

基于 VOSviewer 和 CiteSpace 药食同源中药肉桂研究进展知识图谱可视化分析

罗 纯^{1,2,3}, 庄培钧^{1,2,3}, 郭家庚^{1,2,3}, 吴东阳⁵, 郝二伟^{1,2,3}, 杜正彩^{1,2,3}, 侯小涛^{1,2,3,4*}, 邓家刚^{1,2,3*}

1. 广西中医药大学 广西中药药效研究重点实验室, 广西 南宁 530200
2. 广西中医药大学 广西农作物废弃物功能成分研究协同创新中心, 广西 南宁 530200
3. 广西中医药大学 广西中医湿病方药理论与转化重点实验室, 广西 南宁 530200
4. 广西中医药大学药学院, 广西 南宁 530200
5. 天津中医药大学中医药研究院, 天津 301617

摘要: **目的** 通过对药食同源中药肉桂 *Cinnamomi Cortex* 的相关文献进行分析, 探析肉桂研究领域的现状和发展态势, 为进一步的研究和开发利用提供参考。**方法** 以中国知网 (CNKI) 与 Web of Science (WOS) 国内外数据库为数据源, 应用 VOSviewer (1.6.19)、CiteSpace (6.1.6)、Excel 2019 软件分别对肉桂中英文文献的整体产出、研究主体及合作网络、高被引文献、关键词等进行分析。**结果** 共纳入文献 6 485 篇, 其中中文文献 3 604 篇, 英文文献 2 881 篇。肉桂的年发文量总体呈现增长趋势; 研究机构以广西大学和中国科学院为代表; 收录文献最多的中英文期刊分别是《中草药》和 *Journal of Ethnopharmacology*; 中英文关键词显示, 肉桂的研究热点集中于活性成分、药理作用、临床应用等。**结论** 肉桂研究仍处于上升期, 今后学者应结合经典名方和现代分析技术, 加强对肉桂油等有效成分, 特别是基于肉桂传统功效的作用机制、物质基础的科学内涵研究, 以提供新的研究思路, 推动肉桂药食同源产品的发展。此外, 相关领域的专家团队要加强多方面的合作, 进行多元化发展和拓展, 推动肉桂这一药食同源中药材的国际化。

关键词: 肉桂; CiteSpace; VOSviewer; 药食同源; 知识图谱

中图分类号: R282.71 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2024)16-5596-13

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2024.16.021

Visual analysis of knowledge graph for research progress on medicinal and edible traditional Chinese medicine *Cinnamomi Cortex* based on VOSviewer and CiteSpace

LUO Chun^{1,2,3}, ZHUANG Peijun^{1,2,3}, GUO Jiageng^{1,2,3}, WU Dongyang⁵, HAO Erwei^{1,2,3}, DU Zhengcai^{1,2,3}, HOU Xiaotao^{1,2,3,4}, DENG Jiagang^{1,2,3}

1. Key Laboratory of Pharmacodynamic Research of Chinese Medicine in Guangxi, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China
2. Collaborative Innovation Center for Functional Component Research of Crop Waste in Guangxi, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China
3. Key Laboratory of Theory and Transformation of Chinese Medicine for Dampness and Wetness Diseases in Guangxi, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China
4. School of Pharmacy, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530200, China
5. Institute of Traditional Chinese Medicine, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China

收稿日期: 2024-01-14

基金项目: 粤桂联合基金-重点项目: 多组学解析肉桂种质差异及产区对主要功效成分的影响 (2020B1515420007); 广西道地药材药效物质基础及其活性成分快速检测创新研究人才团队引进项目 (KJT23015); 中央引导地方科技发展资金项目: 肉桂种质资源与精深加工产品研发科技创新平台建设 (桂科 ZY22096003); 广西中医药大学“桂派中医药传承创新团队”资助项目 (2022A005); 农作物废弃物药用研究创新团队 (04B23008A5)

作者简介: 罗 纯 (1998—), 女, 硕士研究生, 从事中药理论与药效评价研究。E-mail: luochun0801@163.com

***通信作者:** 邓家刚, 教授, 博士生导师, 从事中药基础理论与药效筛选研究。E-mail: dengjg53@126.com

侯小涛, 教授, 博士生导师, 从事中药活性成分与质量控制研究。E-mail: xthou@126.com

Abstract: Objective To explore the current status and development trend of Rougui (*Cinnamomi Cortex*) to provide reference for its further research and development and utilization by analyzing the literatures on the *Cinnamomi Cortex*, a medicinal and edible traditional Chinese medicine. **Methods** China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Web of Science (WOS) databases were used as data sources, and VOSviewer (1.6.19), CiteSpace (6.1.6), and Excel 2019 software were applied to analyze the overall output, research subjects, collaborative networks, highly cited literatures, and key words of Chinese and English literatures on *Cinnamomi Cortex*. **Results** A total of 6 485 pieces of literatures were collected, including 3 604 pieces of Chinese literatures and 2 881 pieces of English literatures. The overall annual publication volume of *Cinnamomi Cortex* shows an increasing trend. The research institutions are represented by Guangxi University and the Chinese Academy of Sciences. The Chinese and English journals with the most indexed literatures are “*Chinese Traditional and Herbal Drugs*” and “*Journal of Ethnopharmacology*”, respectively. Chinese and English keywords show that the research hotspots of *Cinnamomi Cortex* are active ingredients, pharmacological effects, clinical applications, etc. **Conclusion** Currently, research on *Cinnamomi Cortex* is still in an upward stage. In the future, scholars should combine classic formulas and modern analytical techniques to strengthen the scientific connotation research of the active ingredients such as cinnamon oil, especially based on the mechanism of action and material basis of *Cinnamomi Cortex*’s traditional efficacy to provide new research ideas for the development of *Cinnamomi Cortex*’s medicinal and edible homologous products. In addition, expert teams in related fields should strengthen cooperation in multiple aspects, carry out diversified development and expansion, and further promote the internationalization of *Cinnamomi Cortex*, the medicinal and edible traditional Chinese medicine.

Key words: *Cinnamomi Cortex*; CiteSpace; VOSviewer; medicine and food homologous; knowledge graph

肉桂为樟科(Lauraceae)樟属 *Cinnamomum* Trew 植物肉桂 *Cinnamomum cassia* Presl 的干燥树皮^[1], 原产于斯里兰卡, 中国、东南亚国家以及世界各国许多热带地区都有栽种。在我国, 肉桂主要分布于广西、广东、福建、台湾、云南等省区^[2]。肉桂属于温里药, 性味辛、甘、大热, 可入肾、脾、心、肝经, 具有补火助阳、散寒止痛、温通经脉、引火归元之效^[1]。在临床上, 肉桂主要用于治疗肾阳虚证、寒凝痛证、月经不调、痛经闭经以及虚阳上浮^[3-4]。同时, 肉桂常作为香料或食物添加剂^[5-6]。现代研究发现, 肉桂含有多多种活性成分, 主要包括挥发油、黄酮类、萜类、多糖类, 具有抗菌、抗氧化、抗肿瘤、降糖等药理作用^[7]。肉桂醛是肉桂挥发油的主要活性成分, 具有良好的抗菌和抗氧化作用, 被广泛应用于对新鲜蔬果的保鲜。此外, 肉桂的干皮和枝皮经加工制成的肉桂粉常被用于制作咖啡软饮、面包、蛋糕等烘焙食品^[8]。由此可见, 肉桂在医疗和食品领域都有巨大的开发空间, 对肉桂的深入研究可进一步提高肉桂的经济价值和挖掘其药食同源的现代化科学内涵。

中国知网(CNKI)是世界上最大、最全面的中国学术期刊全文数据库, 覆盖了我国 90% 以上的学术文献^[9]。Web of Science (WOS) 是全球最大、覆盖学科最多的综合信息资源检索数据库, 具备多样且强大的检索功能^[10]。因此, 本研究分别选择从 CNKI、WOS 数据库筛选中文、英文文献, 具有较高的科学性、学术性及权威性。荷兰莱顿大学学者

Van Eck 等^[11]开发的 VOSviewer 和美国 Drexel 大学陈超美开发的 CiteSpace 是近年各研究领域常用的文献计量学软件^[12], 其中 VOSviewer 对研究领域关键词之间的关系及关联强度呈现更为清晰^[13], CiteSpace 可以更好地揭示研究领域的发展规律、研究热点及前沿^[13-14]。故本研究采用 VOSviewer 结合 CiteSpace 软件对肉桂相关文献进行计量学分析, 从整体上把握肉桂的研究水平、科研成果的分布状况、科研领域的研究重点和趋势, 从而探析肉桂研究领域的发展态势及热点, 为肉桂在药食同源领域进一步的研究奠定基础。

1 数据来源与处理方法

1.1 数据来源

中文文献来源于 CNKI, 高级检索主题词为“肉桂”; 学术期刊来源类别为工程索引(Engineering Index, EI)、北大核心、中文社会科学引文索引(Chinese Social Sciences Citation Index, CSSCI)、中国科学引文数据库(Chinese Science Citation Database, CSCD); 检索时间不限, 检索得到 3 657 篇文献, 排除不相关、信息缺失及重复文献, 最终得到文献 3 604 篇。数据采集时间为 2023 年 11 月 1 日。

英文文献来源于 WOS 核心合集数据库, 高级检索式为 TS = (“*Cinnamomi Cortex*” OR “*Cinnamomum cassia* Presl” OR “*Cinnamomum*”), 文献类型为期刊、综述, 文献语言为英语, 检索时间不限, 检索得到英文文献 2 922 篇, 排除不相关、

信息确实及重复文献,最终得到文献 2 881 篇。数据采集时间为 2023 年 11 月 1 日。

1.2 文献筛选标准

1.2.1 纳入标准 研究主题与肉桂相关,中西医研究不限,研究类型不限。

1.2.2 排除标准 重复发表的文献;作者、年份、期刊等题录信息缺失的文献;报纸、会议通知、养生科普、硕博毕业论文等文献;内容雷同的文献,仅选择资料最完整的 1 篇。

1.3 数据分析方法

运用 Excel 2019 对从 2 个数据库导出 xlsx 格式的文献进行描述性统计分析,分析对象包括年发文量、作者、期刊、机构和基金及文献被引频次。VOSviewer (1.6.19)、CiteSpace (6.1.6) 在 java 环境中运行。将从 CNKI 检索导出的文献导入 Endnote X7 软件进行查重,排除与主题不相关的文献。将从 WOS 筛选后的文献题录导入 VOSviewer (1.6.19),进行关键词、作者等的共现分析;在

CiteSpace (6.1.6) 软件中将 2 个数据库中导出的文献分别选择对应的数据库,对机构、作者、关键词进行分析。

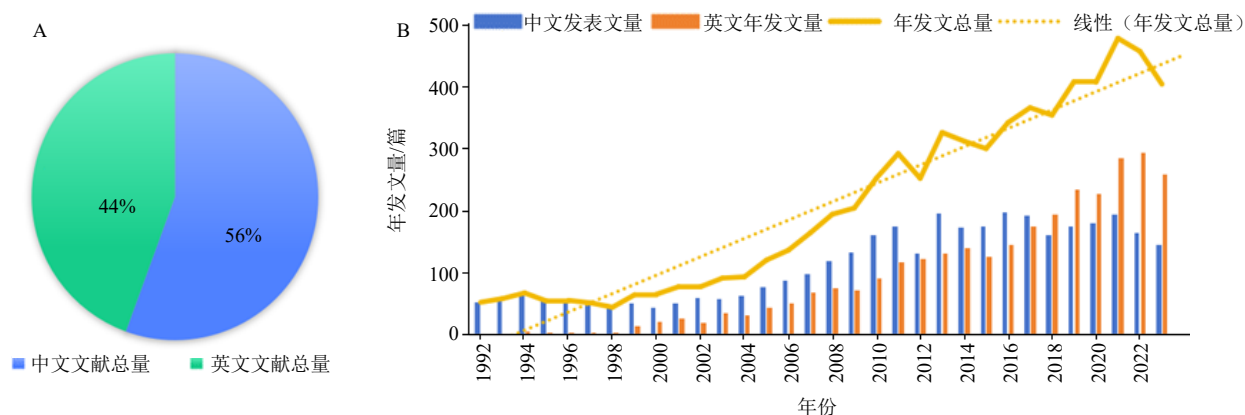
2 结果

2.1 整体产出

在 2 个数据库中,共检索筛选得到关于肉桂的 6 485 篇文献,其中 3 604 篇中文文献来源于 CNKI,占总量的 55.57%;2 881 篇英文文献来源于 WOS,占总量的 44.37%,英文文献发文量约为中文发文量的 4/5,见图 1-A。

2.2 年度发文量

由图 1-B 可知,1994—2017 年,中英文发文量呈现稳步上升的趋势,且中文发文量一直领先英文发文量。2016 年中文发文量达到峰值(197 篇),之后中文发文量上升趋势减缓且出现略微下降,而英文发文量持续上升并于 2018 年开始反超中文发文量。总体来看,在 1992—2023 年整个时间段内,中英文年发文量呈一定的波动,但总体为上升的趋势。



A-文献产出百分比; B-文献产出数量-时间分布。

A-percentage of literature output; B-quantity-time distribution of literature output.

图 1 肉桂研究领域文献产出量

Fig. 1 Literature output in research field of *Cinnamomi Cortex*

2.3 发文作者、国家、机构分析以及合作关系

2.3.1 核心作者及合作网络分析 由 VOSviewer 分析中英文文献各作者发文量,如图 2-A 可知,中文发文量 ≥ 5 篇的作者共 199 人。由表 1 可知,中文发文量前 3 名作者分别为广西民族大学的马丽(37 篇)、广东工业大学的吴克刚(36 篇)、广西大学的刘雄民(34 篇)和广西中医药大学的张箴晦(34 篇),这些作者的研究方向都是以研究肉桂的化学成分为主。

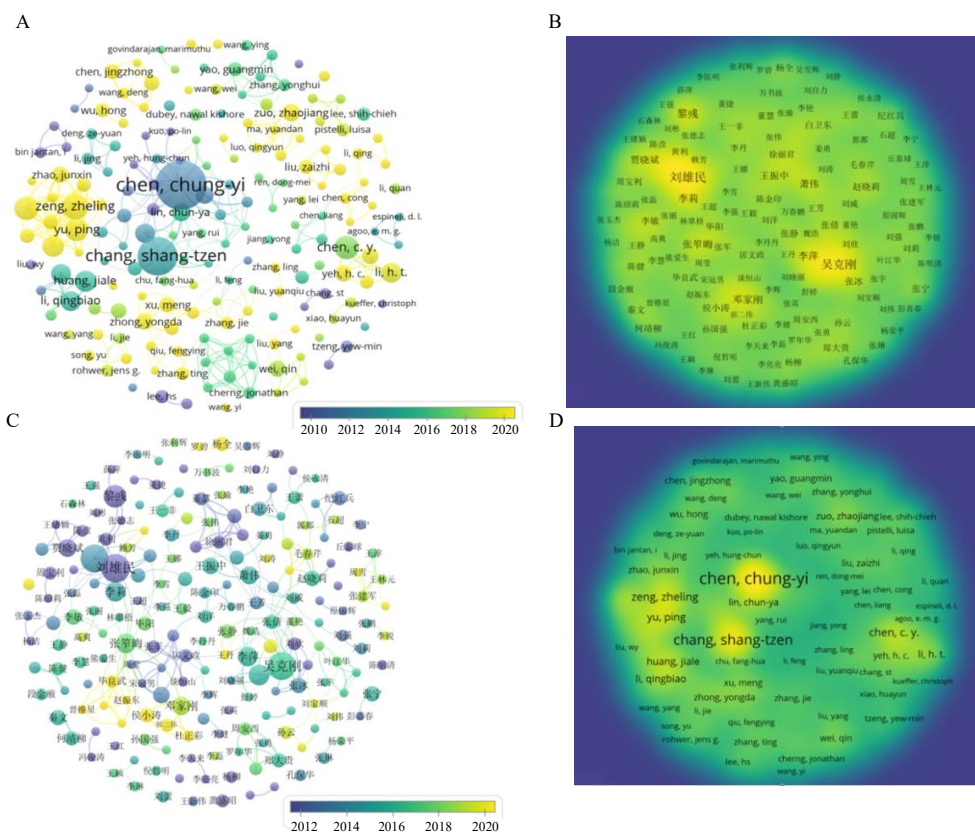
密度可视化分析图中的每个点都有一个颜色,

指示该点处项目的密度。一个点附近的项目数量越多,相邻项目的权重越高,该点的颜色越接近黄色。反之,一个点附近的项目数量越少,相邻项目的权重越低,该点的颜色越接近蓝色^[15]。由图 2-B 可知,刘雄民、吴克刚、邓家刚、侯小涛等学者在该领域构成了核心作者群。其中研究团队及研究规模较为显著的是来自广西大学的刘雄民团队,该团队在肉桂研究领域的主要方向是肉桂化学成分^[16]及药理作用^[17]的研究。广西中医药大学邓家刚团队较早关注到肉桂研究,从 1995 年起至今,邓家刚团队在肉

桂的药效、化学成分^[7]、质量标准^[18]、药渣利用^[19]、制剂工艺^[20]及临床配伍应用^[21-22]等方面做了大量深入的研究，在肉桂的中英文文献报道中，该团队的发现和贡献都产生了较大影响。

对英文文献统计分析可知，英文发文量 ≥ 5 篇的作者有 182 位，见图 2-C，作者以中国作者为主，

可见关于肉桂的相关研究依旧在中国关注度较高。由表 2 可知，英文发文量排名前 3 的分别为台湾辅英科技大学的 Chen Chungyi（陈中一）、台湾国立大学的 Chang Shangtzen（张上镇）、南昌大学的 Zeng Zheling（曾哲灵）。由图 2-D 可知，在国际上，曾哲灵团队^[23]、陈中一团队^[24]及张上镇团队^[25]对于肉桂



A-中文文献研究作者合作网络；B-中文文献研究作者密度图；C-英文文献研究作者合作网络；D-英文文献研究作者密度图。

A-cooperation network of authors in Chinese literature; B-density visualization of authors in Chinese literature; C-cooperation network of authors in English literature; D-density visualization of authors in English literature.

图 2 肉桂研究领域文献的作者合作网络分析

Fig. 2 Author cooperation network analysis of literature in field of *Cinnamomi Cortex*

表 1 中文发文量前 10 的作者

Table 1 Top 10 authors in Chinese publication volume			
序号	发文量	作者	单位
1	37	马丽	广西民族大学
2	36	吴克刚	广东工业大学
3	34	刘雄民	广西大学
4	34	张肇晦	广西中医药大学
5	31	陆付耳	华中科技大学同济医学院附属同济医院
6	30	徐丽君	华中科技大学同济医学院附属同济医院
7	30	邓家刚	广西中医药大学
8	27	柴向华	广东工业大学
9	26	侯小涛	广西中医药大学
10	24	郝二伟	广西中医药大学

表 2 英文发文量前 10 的作者

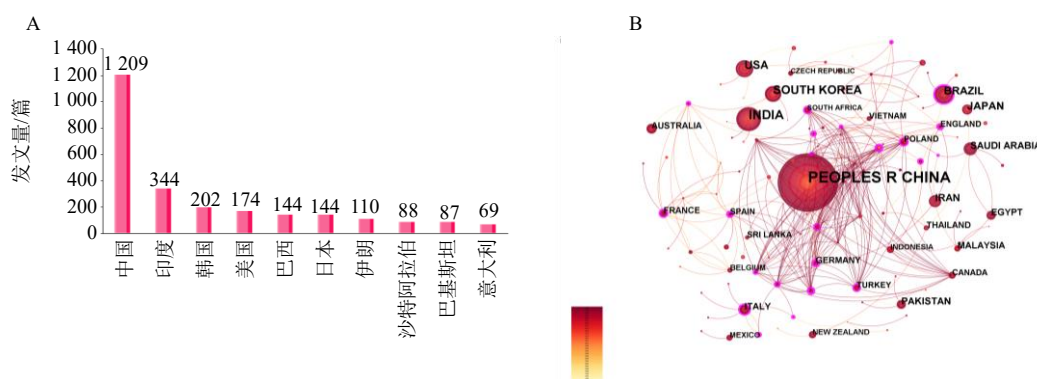
Table 2 Top 10 authors in English publication volume			
序号	发文量	作者	单位
1	53	Chen Chungyi	台湾辅英科技大学
2	38	Chang Shangtzen	台湾国立大学
3	22	Zeng Zheling	南昌大学
4	20	Gong Deming	南昌大学
5	19	Yu Ping	南昌大学
6	17	Huang Jiale	厦门大学
7	16	Li Qingbiao	集美大学
8	15	Sun Daohua	厦门大学
9	14	Lin Chunya	台湾国立嘉义大学
10	13	Zuo Zhaojiang	浙江农林大学

研究的贡献较大,学术影响力较大,可以看出国际发文量较多的作者大多来自中国,中国是肉桂研究的第一阵地。

2.3.2 研究国家及合作特性 肉桂原产于斯里兰卡,中国、东南亚国家以及世界各国许多热带地区都有栽种。我国肉桂主要分布于广西、广东、台湾等省区。根据《南方草木状》《三辅黄图》《名医别录》和《本草纲目》等古代著作中关于“桂”的原植物记载,肉桂的道地产区为中国广西、广东和越

南部分地区^[26]。

由 CiteSpace、Excel 对英文文献进行分析,在国家/地区合作网络图(图 3-B)中,共有 117 个国家对肉桂研究做出贡献。由图 3-A 可知,中国在该领域的研究产出占据绝对的优势地位,发文量排名第 1 (1 209 篇),其次为印度(344 篇)、韩国(202 篇)、美国(174 篇),可见国际上对肉桂的研究多集中于天然药物或传统医药应用较多的国家,如中国、美国、韩国、印度^[26]。



A-主要研究国家; B-国家合作网络。

A-main countries in research field of *Cinnamomi Cortex*; B-countries cooperation network.

图 3 肉桂领域文献的国家合作网络分析

Fig. 3 Countries cooperation network analysis of literature in field of *Cinnamomi Cortex*

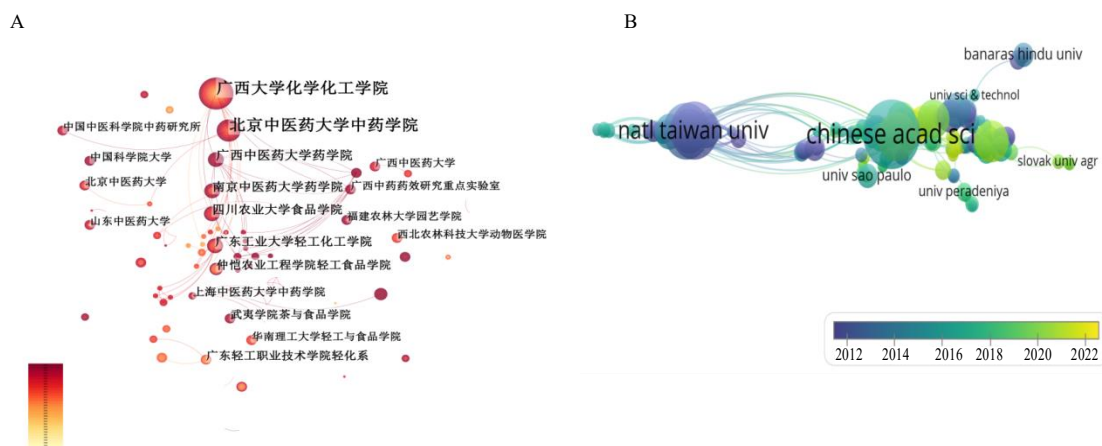
2.3.3 研究机构分布及合作特性 网络节点的大小代表机构发表的文献数量,节点越大表示该机构发表的文献总数越多^[27]。通过 CiteSpace、Excel 对中文文献各机构发文量进行分析,发文量最多的机构为广西大学化学化工学院(43 篇),其次是北京中医药大学中药学院(41 篇)、广西中医药大学药学院(17 篇)。由图 4-A 可知,肉桂的主力研究机构为中医药高校,存在以广西大学、北京中医药大学、广西中医药大学等发文量较大的机构为核心的合作群。通过 VOSviewer、Excel 分析英文文献各机构发文量,由图 4-B 可知,排名前 3 的机构 Chinese Academic of Science (中国科学院)发文量最多(110 篇),其次是 National Taitung University (国立台湾大学)发文量为 82 篇、Fooyin University (台湾辅英科技大学)发文量为 78 篇。这些机构均来自中国,说明在肉桂研究领域中国处于世界前列,且发表的文献有较高的科研价值和极高的学术影响力。

2.4 期刊和文献被引频次分析

通过 Excel 对中文文献收录的期刊进行统计分

析,共包含 90 种期刊,发文量 ≥ 60 篇的共 11 种期刊,位居前 3 的期刊分别是《中草药》(119 篇)、《食品科学》(117 篇)、《中成药》(100 篇),见图 5-A。通过 VOSviewer 分析英文文献的期刊,发文量 ≥ 5 篇的有 122 种期刊,位居前 3 的期刊分别是 *Journal of Ethnopharmacology* (73 篇)、*Molecules* (70 篇)、*Industrial Crops and Products* (46 篇),见图 5-B。这些期刊的研究方向主要涉及药理作用、药物化学及食品工业领域,其中国际期刊对肉桂的化学成分研究关注较多。

论文被引频次是衡量其他机构、国家对 1 篇科研文献认可度的标志或依据^[28]。文献的引用次数在一定程度上可以反映出研究的状况和热点,高被引论文被视为该研究领域具有奠基作用的重要论文,可用于分析该领域的理论基础和方法论,在一定程度上反映研究主体的高学术影响力和重要科研成果的产出能力^[29]。肉桂研究领域中被引频次最高的 10 篇中文文献见表 3,这些论文主要从肉桂的药理作用、活性成分等重要科学问题进行探讨。肉桂研究领域中被引频次最高的 10 篇英文文献见表 4,全部

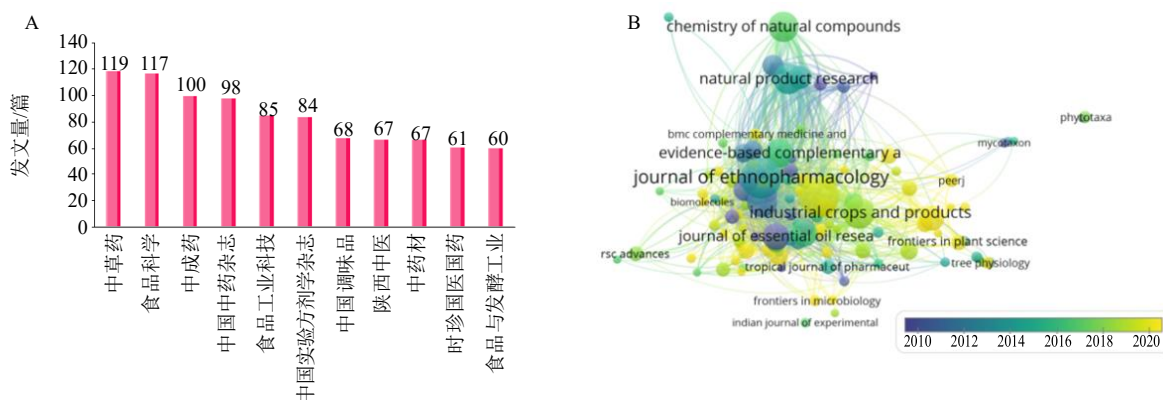


A-中文文献研究机构合作网络；B-英文文献研究机构合作网络。

A-cooperation network of research institutions in Chinese literature; B-cooperation network of research institutions in English literature.

图 4 肉桂领域文献的研究机构合作网络分析

Fig. 4 Research institution cooperation network analysis of literature in field of *Cinnamomi Cortex*



A-发表中文文献的期刊；B-发表英文文献的期刊共现图谱。

A-journals published Chinese literature; B-co-occurrence map of journals published English literature.

图 5 期刊发文情况

Fig. 5 Situation of journal publication

表 3 被引频次前 10 的中文文献

Table 3 Top 10 cited Chinese literature

序号	文献题目	期刊	被引频次
1	肉桂的化学成分、药理作用及综合应用研究进展	中国药房	289
2	肉桂醛对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌作用及抑菌机理研究	现代食品科技	200
3	肉桂的化学成分、药理作用及质量标志物（Q-Marker）的预测分析	中草药	181
4	丁香和肉桂挥发油的提取、主要成分测定及其抗菌活性研究	食品科学	133
5	肉桂的药理作用及温里功效	陕西中医	125
6	肉桂精油的抗氧化作用研究	食品科技	115
7	肉桂的温中止痛药理研究	中国中药杂志	110
8	肉桂醛抑制黄曲霉机理初探	食品科学	108
9	桂枝的化学成分研究	中草药	84
10	肉桂精油抑菌及抗氧化作用的研究	食品研究与开发	83

表 4 被引频次前 10 的英文文献
Table 4 Top 10 cited English literature

序号	文献名称	期刊	被引频次
1	Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: <i>E.coli</i> O157:H7, <i>Salmonella</i> Typhimurium, <i>Staphylococcus aureus</i> and <i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Food Control</i>	512
2	A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents	<i>Food and Chemical Toxicology</i>	396
3	Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from <i>Turkish Origanum acutidens</i> and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene	<i>Bioresource Technology</i>	394
4	Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia	<i>International Journal of Food Microbiology</i>	375
5	Antibacterial activity of leaf essential oils and their constituents from <i>Cinnamomum osmophloeum</i>	<i>Journal of Ethnopharmacology</i>	353
6	Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants	<i>Journal of Nutrition</i>	311
7	Comparative evaluation of hypoglycaemic activity of some Indian medicinal plants in alloxan diabetic rats	<i>Journal of Ethnopharmacology</i>	310
8	Analysis and evaluation of essential oil components of cinnamon barks using GC-MS and FTIR spectroscopy	<i>Industrial Crops and Products</i>	265
9	Chemical composition and mosquito larvicidal activity of essential oils from leaves of different <i>Cinnamomum osmophloeum</i> provenances	<i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i>	264
10	Cinnamaldehyde induces apoptosis by ROS-mediated mitochondrial permeability transition in human promyelocytic leukemia HL-60 cells	<i>Cancer Letters</i>	260

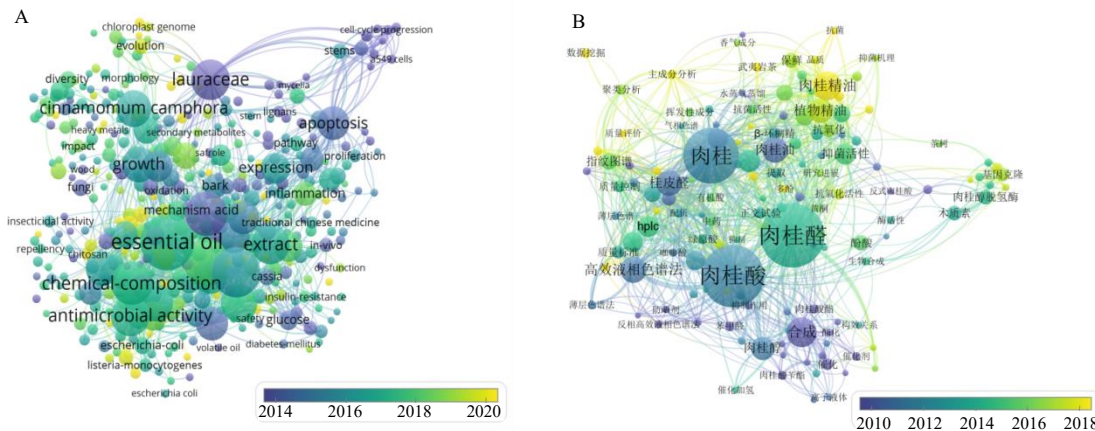
为研究型论文，说明国际领域更多的是关注肉桂化学成分、作用机制等方面的研究，尤其是肉桂抗菌、抗氧化、抗肿瘤及降糖作用的机制研究。

2.5 关键词分析

2.5.1 关键词共现分析 利用VOSviewer分析中英文关键词，关键词词频一定程度上反映了该领域的研究热度，选取词频≥10的关键词进行分析。对中文文献关键词进行共现分析，见图 6-A，共现节点

越大说明出现篇数越多，其中出现次数最多的关键词除“肉桂”外，主要出现的关键词有肉桂醛、肉桂酸、肉桂精油、高效液相色谱法、化学成分、抗氧化、抑菌活性、质量标准、指纹图谱等，表明中文文献主要集中于研究利用现代技术对肉桂化学成分、药理作用进行分析。

对英文文献进行共现分析，见图 6-B，除“肉桂”外，比较大的节点代表的关键词包括精油、化



A-中文文献关键词共现图；B-英文文献关键词共现图。

A-co-occurrence diagram of keywords in Chinese literature; B-co-occurrence diagram of keywords in English literature.

图 6 中英文文献关键词共现图

Fig. 6 Co-occurrence diagram of keywords in Chinese and English literature

学成分、肉桂醛、抗氧化、抗菌、表达、糖尿病、气相色谱和质谱联用技术（GC-MS）等，表明英文文献更注重探究肉桂的作用机制。

2.5.2 关键词聚类分析 在 CiteSpace 中使用对数似然比（log-likelihood-ratio, LLR）算法^[30]对中英文文献的关键词进行聚类分析，聚类的节点数越多、研究热点越强，其聚类序号越小。模块值（*Q*）和平均轮廓值（*S*）是评价 CiteSpace 聚类效果的 2 个指标，当 *Q* 值大于 0.3 意味着划分出来的社团结构是

显著的；*S* 值大于 0.5，认为聚类合理，当 *S* 值达 0.7 时，认为此时聚类效率高、令人信服^[31]。

中文文献聚类情况如图 7-A 所示，*Q* 为 0.882 5（>0.3），说明聚类情况有效度很高；*S* 为 0.964 3（>0.7），说明聚类情况可信度很高，关键词之间的联系紧密。英文文献得到含有 332 个结点和 439 条连线的聚类图谱，见图 7-B，*Q* 为 0.781 7（>0.3），*S* 为 0.908 9（>0.7），说明聚类情况有效且合理，结果具有较高的可信度。

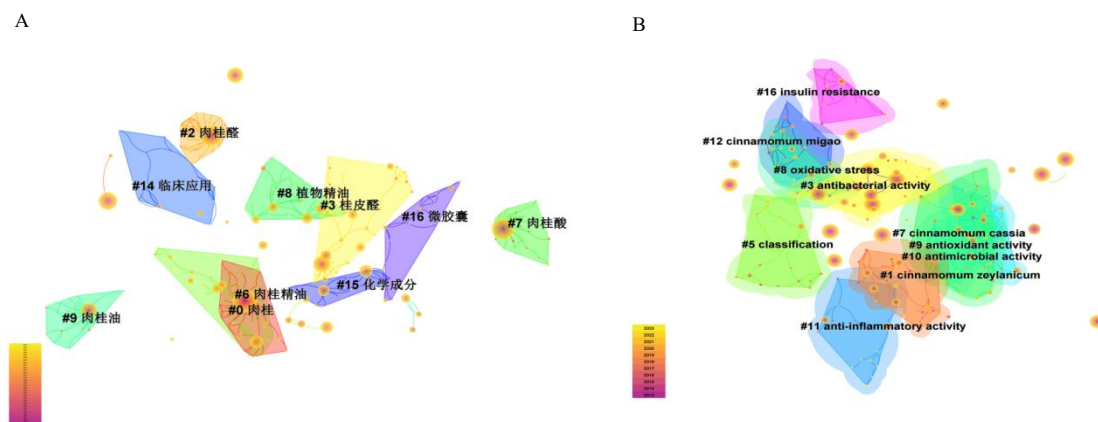


图 7 中文文献 (A) 和英文文献 (B) 关键词聚类网络
Fig. 7 Clustering network of keywords in Chinese literature (A) and English literature (B)

如表 5 所示，由中文文献每个聚类所包含的主要关键词可知，#0 肉桂、#2 肉桂醛、#7 肉桂酸、#9 肉桂油、#15 化学成分的研究主体为肉桂的芳香类化学成分方面的研究，如肉桂醛、肉桂酸等的研究较多；#3 桂皮醛、#6 肉桂精油、#7 抑菌活性、#16 微胶囊的研究主体为肉桂的药理作用及实际应用的研究，包括抑菌、抗炎、抗氧化，化妆品、香辛料及保鲜剂等；#14 临床应用的研究主体为肉桂

的传统功效和现代药理作用的研究，说明中文文献主要通过研究肉桂的活性成分、药理作用，将肉桂的传统功效、现代药理作用、临床应用相结合，以不断完善和促进肉桂产品的研发。

如表 6 所示，由英文文献每个聚类所包含的主要关键词可知，#5 classification、#7 cinnamomum、#12 cinnamomum 的研究主体为肉桂的化学成分。#3 antibacterial、#8 oxidative stress、#10 antimicrobial、

表 5 10 个代表性的中文文献关键词聚类分析
Table 5 Clustering analysis of top 10 representative keywords in Chinese literature

聚类名称	节点数	轮廓值（ <i>S</i> ）	主要关键词（LLR）
#0 肉桂	39	0.996	肉桂；鉴别；提取；肉桂酸；数据挖掘
#2 肉桂醛	29	1.000	肉桂醛；肉桂酸；苯乙酮；香草醛；肉桂
#3 桂皮醛	29	0.938	桂皮醛；香豆素；桂枝；化妆品
#6 肉桂精油	26	0.920	肉桂精油；抑菌活性；精油；抑菌效果；香辛料
#7 肉桂酸	24	1.000	肉桂酸；苯乙酮；香草醛；肉桂；肉桂醛
#8 植物精油	24	0.971	植物精油；抑菌；保鲜；真菌毒素
#9 肉桂油	21	0.958	肉桂油；包合物；β-环糊精；微乳；超声制备
#14 临床应用	17	0.982	临床应用；引火归原；沙门氏菌；秘红丹
#15 化学成分	15	0.839	化学成分；挥发油；山柰；结构鉴定
#16 微胶囊	14	0.969	微胶囊；纳米乳；稳定性；正交试验；保鲜剂

表 6 10 个代表性的英文文献关键词聚类分析
Table 6 Clustering analysis of top ten representative keywords in English literature

聚类名称	节点数	轮廓值 (S)	主要关键词 (LLR)
#1 cinnamomum zeylanicum	28	0.876	cinnamomum zeylanicum;cinnamomum burmannii; diabetes mellitus; essential oil; cinnamomum osmophloeum
#3 antibacterial activity	22	0.896	antibacterial activity; candida albicans; escherichia coli; cinnamon oil; UPLC
#5 classification	21	0.877	classification; lauraceae; chemometrics; quantification; HPLC
#7 cinnamomum cassia	20	0.863	cinnamomum cassia; phylogenetic analysis; chemical constituent; lauraceae; stem
#8 oxidative stress	20	0.863	oxidative stress; Cinnamomum cassia Presl
#9 antioxidant activity	20	0.903	antioxidant activity; green synthesis; medicinal plants; silver nanoparticles; cinnamomum verum
#10 antimicrobial activity	17	0.869	antimicrobial activity; gene expression; secondary metabolites; rosemary; chemotype
#11 antibacterial activity	17	0.942	antibacterial activity; anti-inflammatory activity; vapour; antrodia cinnamomea; cinnamomum zeylanicum
#12 cinnamomum migao	15	0.961	cinnamomum migao; association; maxent; performance; biochemical marker
#16 insulin resistance	12	0.791	insulin resistance; polyherbal formulation; topoisomerase; topoisomerase; anticancer

#11 antibacterial activity 的研究主体为肉桂的药理作用，包括抗菌、抗炎及抗氧化等药理作用；#1 cinnamomum zeylanicum、#16 insulin resistance 的研究主体为肉桂的临床应用，主要包括糖尿病、肿瘤等，说明英文文献更注重探究肉桂有效成分在治疗疾病方面的作用机制。

2.5.3 关键词突现分析 关键词突现指在该关键词较短的一段时间内出现频次显著增加，反映了这一时期内该领域研究者们共同关注的研究内容；可以看出近几年来热点研究领域的兴衰，可对未来发展方向进行预测。在关键词突现图谱中，红色部分代表某关键词爆发的起止时间，研究人员在此时间段内的研究兴趣急剧增加，蓝色表示关注度低^[32]。通过 CiteSpace 对中英文关键词进行突现分析，中文文献关键词突现可分为 3 个阶段（图 8-A），早期阶段（1992—2003 年）国内学者对肉桂的研究较少，主要是对肉桂传统应用的文献研究。中期阶段（2004—2013 年），主要为肉桂化学成分、质量标准的研究。后期阶段（2014—2023 年），主要集中于对肉桂的抗氧化、食用价值、经典名方、数据挖掘、作用机制的研究。这 3 个研究阶段呈现层层递进、层层深入的关系，且有回归肉桂传统功效研究的趋势。

英文文献关键词突现可分为 3 个阶段（图 8-B），早期阶段（1994—2006 年），学术界主要集中于对肉桂组分的研究。中期阶段（2008—2017 年），主要

集中于对肉桂化学成分、药理作用的研究。后期阶段（2018—2023 年），金黄色葡萄球菌、纳米技术、基因、优化、模型这些现代化热点词陆续突现且延长至今，说明近年来国外学者的研究方向集中在利用现代化科技手段进一步探究肉桂的作用机制，优化肉桂的研究模型。

3 讨论

3.1 研究领域现状

根据发文量分析结果显示，1992—2023 年肉桂相关文献年度发文量每年虽有一定波动，但整体仍然呈增长的趋势。1992 年开始出现中文研究文献，1994 年开始出现英文研究文献，但数量较少；2001 年中国加入世界贸易组织后，肉桂产品外贸出口渠道的拓宽，极大地促进了肉桂生产研究的发展，肉桂中英文发文量也逐渐增多；2008 年，“广西肉桂”获国家质检总局评为国家地理标志产品^[33]，进一步促进学术界对肉桂的相关研究；此后发文量逐年上升，至 2013 年发文量出现 1 次高峰，期间学术界对肉桂提取物的活性成分进行了广泛的研究，其中李红良等^[34]发现肉桂醛复配型防腐剂有明显的防腐保鲜效果；侯寒黎等^[35]发现肉桂酸复配型天然防腐剂对酱腌菜有明显的防腐保鲜效果；2019—2023 年遭受疫情影响，发文量出现一些波动，但整体呈现平稳趋势。

分析研究作者和研究机构发现，国内该领域的核心团队已初步形成，但多局限于其所在机构，跨

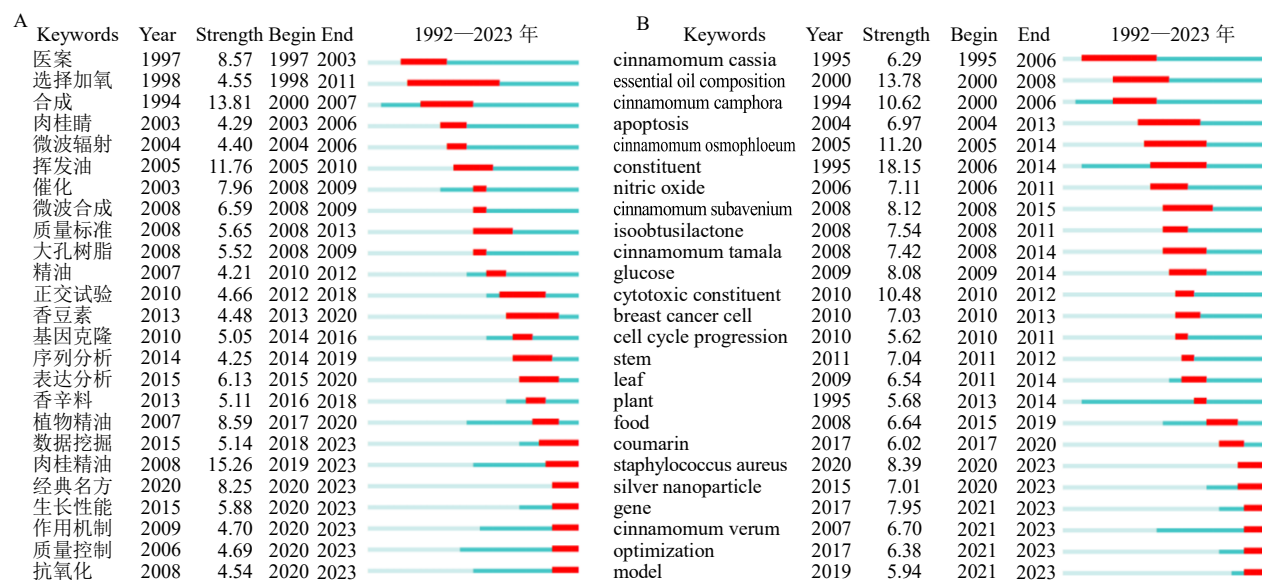


图 8 中文文献 (A) 和英文文献 (B) 关键词突现图

Fig. 8 Emergence diagrams of keywords in Chinese literature (A) and English literature (B)

区域合作较少，学术平台和药材资源并未充分实现共享共赢。构成该领域的中文文献核心作者群的研究方向大多集中于对肉桂化学成分、药理作用的研究。英文文献作者以中国作者为主，其中江西省科学院 Chen Caihui (陈彩慧) 团队近年来采用转录组学、代谢组学及基因测序等新兴现代化科技方法对肉桂的生物合成^[36]、基因筛选^[37]等问题进行了深入的探索。

由研究国家可知，英文文献发文量约为中文发文量的 4/5，且近年来呈上升趋势，并于 2018 年反超中文文献，呈现中药肉桂国际化趋势。国际上对肉桂的研究主要集中在中国、美国、韩国和印度等对天然药物或传统药物应用较广的国家。中国和印度作为传统医学的大国，拥有悠久的肉桂种植和使用历史，并在研究领域有广泛的涉及。近年来，这 2 个国家对肉桂油中的活性成分，如肉桂醛的药理作用展开了许多研究，主要集中在肉桂的抗菌^[38]、抗炎、抗氧化^[39-40]的研究。肉桂在美国有着庞大的销售市场，被广泛用于食品行业^[41]。韩国对传统医学和现代医学同等重视，并且致力于开发天然产物新药^[26]，对肉桂的研究方向主要集中于毒性实验^[42]，药理作用如抗肿瘤^[43]、抗菌^[44]和临床医学^[45]的研究。

3.2 研究热点及趋势

通过分析中英文排名前 10 的期刊和被引频次可知，综述类中文文献被引频数较高。进一步阅读和分析高被引论文发现，近年来肉桂的研究方法随

着时代的进步不断地发展与更新，出现了许多中药联合计算机技术进行数据挖掘的现代化科技手段，这使得肉桂的相关研究不断深入，研究人员也趋向于对前期已发表的重要方法、技术、结论进行归纳整理和分析提炼，近年来，综述类文献在肉桂研究领域引起了广泛关注，并具有重要的基础理论价值。相比之下，英文文献更多地通过现代药理学方法来探索肉桂传统药理功效的现代化科学内涵，如基因组学、纳米技术等。仅仅使用被引频次来评估文献的影响力和研究趋势存在一些问题，如主观性和评价不全面^[46]，故本研究结合关键词对肉桂的热点趋势进行研究。

对关键词共现和被引频次较高的文献进行分析，可知挥发油的药理活性是肉桂的研究热点。另外，利用指纹图谱、GC-MS 这些现代分析技术对肉桂有效成分进行提取、分离、纯化、结构鉴定的研究也是当前的学术热点。肉桂挥发油中以肉桂醛为主，是肉桂的主要活性成分^[47]。研究表明，肉桂醛有良好的抗菌、抗氧化等药理作用^[48]，且具备来源丰富、高效抑菌、安全低毒的特性，已被广泛应用于食品工业领域、如食品添加剂、防腐剂^[49]。随着药食同源市场对肉桂产品，如食品添加剂、天然香料、防腐剂等需求的增大，人们对肉桂挥发油的基础研究和改良应用日趋深入。

在关键词突现分析中，2020—2023 年的突现词为经典名方、生长性能、作用机制、质量控制、抗氧

化等。随着 2018 年《古代经典名方目录（第一批）》的发布^[50]，近年来国内学者较热衷于对肉桂的相关经典名方进行深入研究，其中对苓桂术甘汤^[51]、当归四逆汤^[52]等的研究较多，这些方剂的研究热点主要集中在质量控制方面，说明国内学者在继续研究肉桂的化学成分和药理作用的基础上，逐渐回归到传统中医药学的研究。此外，随着药食同源市场对肉桂的需求不断增长，国内学者也开始关注肉桂的资源、品种和栽培等方面的研究。相比之下，国外学者更多关注利用基因组学、纳米技术等新技术来探究肉桂在治疗相关疾病如慢性萎缩性胃炎^[53]中的作用机制。值得注意的是，抗氧化一词近年呈爆发趋势，可见利用肉桂醛抗氧化活性来生产出具有药理活性的香料^[54]、食品添加剂^[55]的研究与应用将是未来的研究热点和趋势。

4 结论

本研究运用 CiteSpace、VOSviewer 结合 Excel 对肉桂中、英文文献进行分析，以知识图谱、表格的形式展示肉桂的主要发文量、核心作者、机构、发文国家、发文期刊、文献被引频次及关键词共现、聚类、突现等概况，探究了肉桂的研究进展、研究热点及发展趋势。近年来，对肉桂的研究稳步发展，从最初对其有效成分及药理作用的研究逐步拓展为药食两用的研究。国内外肉桂研究领域取得了较大的发展与进步，但仍存在一些不足之处：①虽然国内外核心团队已初步形成，但多局限于其所在机构，跨区域、跨学科及跨行业合作较少，学术平台和药材资源的共享共赢并未完全实现；②近年来肉桂的国际化发展趋势明显，然而总体发文量多集中于国内，可见其国际化仍任重道远；③本研究数据预处理的清洗不够彻底，软件计算功能不够完善等原因，导致统计结果存在一定的局限性，但在一定程度上仍能揭示该领域的研究现状和热点趋势；④目前，对于肉桂研究的焦点主要集中在挥发油类成分上，而对于黄酮类、萜类、多糖类等其他成分的关注度相对较低。这些活性成分在药食同源领域的潜力尚未得到充分开发和研究。为了进一步推进肉桂的国际化进程，笔者将继续收集相关领域的文献，并利用更加严谨科学的方法对文献数据进行分析，以期为肉桂的药食同源研究提供科学依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 任艳玲, 姜开运编著. 辽宁中医药大学编写. 中药学

[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2018: 122-123.

- [2] 赵凯, 薛培凤, 屠鹏飞. 肉桂的化学成分及其生物活性研究进展 [J]. 内蒙古医科大学学报, 2013, 35(1): 63-74.
- [3] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 142, 288.
- [4] 陈旭, 刘畅, 马宁辉, 等. 肉桂的化学成分、药理作用及综合应用研究进展 [J]. 中国药房, 2018, 29(18): 2581-2584.
- [5] 方琴. 肉桂的研究进展 [J]. 中药新药与临床药理, 2007, 18(3): 249-252.
- [6] Saldanha L G, Dwyer J T, Betz J M. Culinary spice plants in dietary supplement products and tested in clinical trials [J]. *Adv Nutr*, 2016, 7(2): 343-348.
- [7] 侯小涛, 郝二伟, 秦健峰, 等. 肉桂的化学成分、药理作用及质量标志物 (Q-Marker) 的预测分析 [J]. 中草药, 2018, 49(1): 20-34.
- [8] 程政, 刘捷. 香料肉桂在食品中的应用及前景 [J]. 焦作大学学报, 2023, 37(1): 80-83.
- [9] 王桂梅. 中国知网与万方中文医学期刊数据库比较研究 [J]. 图书情报导刊, 2016, 1(9): 123-126.
- [10] 李曦. 三大外文数据库用户检索体验的比较分析 [A] // 2017 年陕西省科学技术情报学会学术年会论文集 [C]. 西安: 陕西省科学技术情报学会, 2017: 64-68.
- [11] Van Eck N J, Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping [J]. *Scientometrics*, 2010, 84(2): 523-538.
- [12] Chen C M. Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2004, 101(Suppl 1): 5303-5310.
- [13] 付健, 丁敬达. Citespace 和 VOSviewer 软件的可视化原理比较 [J]. 农业图书情报学报, 2019, 31(10): 31-37.
- [14] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论研究, 2015, 33(2): 242.
- [15] 高凯. 文献计量分析软件 VOSviewer 的应用研究 [J]. 科技情报开发与经济, 2015(12): 95-98.
- [16] 黄秋容, 粟桂娇, 梁敏, 等. 两相体系中生物转化肉桂醇生成天然 2-苯乙醇 [J]. 精细化工, 2022, 39(6): 1184-1189.
- [17] 库咏峰, 黄品鲜, 陈萍, 等. 肉桂总黄酮提取工艺及其抗氧化性研究 [J]. 应用化工, 2011, 40(9): 1547-1552.
- [18] 陈晓璐, 郭振旺, 邓家刚, 等. 基于肉桂质量标志物 (Q-Marker) 预测的质量控制研究 [J]. 中草药, 2021, 52(9): 2707-2718.
- [19] 张笋晦, 童永清, 钱信怡, 等. 肉桂渣资源化利用研究进展 [J]. 应用化工, 2022, 51(6): 1741-1744.
- [20] 杜正彩, 齐彪, 张明哲, 等. 正交设计结合药效学实验优选桂枝助眠胶囊提取工艺研究 [J]. 中草药, 2019,

- 50(3): 618-625.
- [21] 梁玲玲, 郝二伟, 杜正彩, 等. 基于数据挖掘技术分析含肉桂保健食品配方用药与应用规律研究 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2021, 23(4): 1185-1192.
- [22] 梁玲玲, 郝二伟, 杜正彩, 等. 基于数据挖掘技术分析含肉桂保健食品配方用药与应用规律研究 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2021, 23(4): 1185-1192.
- [23] Yan X H, Zhao J X, Zeng Z L, *et al.* Effects of preheat treatment and polyphenol grafting on the structural, emulsifying and rheological properties of protein isolate from *Cinnamomum camphora* seed kernel [J]. *Food Chem*, 2022, 377: 132044.
- [24] Lee C H, Kuo C N, Chen H L, *et al.* Review on pharmacological activities of *Cinnamomum subavenium* [J]. *Nat Prod Res*, 2013, 27(11): 988-991.
- [25] Chang S T, Chen P F, Chang S C. Antibacterial activity of leaf essential oils and their constituents from *Cinnamomum osmophloeum* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2001, 77(1): 123-127.
- [26] 萧伟, 陈凤龙, 章晨峰, 等. 国内外天然药物研究的发展现状和趋势 [J]. 中草药, 2009, 40(11): 1681-1687.
- [27] 郭清. 我国近十年来中医药发展状况与趋势分析 [J]. 浙江中医药大学学报, 2019, 43(10): 1045-1051.
- [28] 丁佐奇, 郑晓南, 吴晓明. 科技论文被引频次与下载频次的相关性分析 [J]. 中国科技期刊研究, 2010, 21(4): 467-470.
- [29] 陈定芳, 吴月峰, 李海英, 等. 基于 CiteSpace 文献计量法的中西医治疗痉挛型脑瘫文献可视化图谱分析 [J]. 中草药, 2021, 52(14): 4318-4326.
- [30] 张芳, 吴昌键, 张霞, 等. 基于 Web of Science 文献计量分析的宁夏枸杞研究现状和发展态势 [J]. 中草药, 2022, 53(16): 5128-5141.
- [31] 杨梓鸿, 魏锦强, 赖芳, 等. 基于 CiteSpace 的近 10 年中药大黄研究的可视化分析 [J]. 中医药导报, 2022, 28(2): 139-145.
- [32] 朱素梅, 覃仕娜, 覃淼, 等. 基于 CiteSpace 的 2016—2021 年国内外中药质量标志物研究文献的计量学分析 [J]. 中草药, 2021, 52(9): 2575-2588.
- [33] “广西肉桂”获评国家地理标志产品 [J]. 农家之友: 理论版, 2008(9): 71.
- [34] 李红良, 祝团结, 何松, 等. 肉桂醛复配型防腐剂在麻辣休闲食品中的应用研究 [J]. 食品科技, 2011, 36(4): 219-222.
- [35] 侯寒黎, 莫咪咪, 杨超, 等. 肉桂酸复配型天然防腐剂在酱腌菜中的应用研究 [J]. 现代食品科技, 2009, 25(3): 314-316.
- [36] Gong X, Shen T F, Li X Q, *et al.* Genome-wide characterization and analysis of bHLH transcription factors related to anthocyanin biosynthesis in *Cinnamomum camphora* ('Gantong 1') [J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(4): 3498.
- [37] Lin H B, Luan X Y, Chen C H, *et al.* A systematic genome-wide analysis and screening of the NAC family genes related to wood formation in *Cinnamomum camphora* [J]. *Genomics*, 2023, 115(3): 110631.
- [38] Rani A, Kanyal B, Aabha, *et al.* Chemodiversity and antioxidant potential of the essential oil of fresh leaves of *Cinnamomum zeylanicum* blume from uttarakhand [J]. *J Essent Oil Bear Plants*, 2022, 25(4): 783-795.
- [39] 王秋亚, 马艳阳. 肉桂精油的成分分析、抑菌和抗氧化活性及在食品保鲜中的应用进展 [J]. 中国调味品, 2020, 45(3): 183-187.
- [40] Kuttithodi A M, Narayanankutty A, Visakh N U, *et al.* Chemical composition of the *Cinnamomum malabattrum* leaf essential oil and analysis of its antioxidant, enzyme inhibitory and antibacterial activities [J]. *Antibiotics*, 2023, 12(5): 940.
- [41] Wang Y H, Avula B, Dhammika Nanayakkara N P, *et al.* *Cassia cinnamon* as a source of coumarin in cinnamon-flavored food and food supplements in the United States [J]. *J Agric Food Chem*, 2013, 61(18): 4470-4476.
- [42] Kim S I, Na Y E, Yi J H, *et al.* Contact and fumigant toxicity of oriental medicinal plant extracts against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) [J]. *Vet Parasitol*, 2007, 145(3/4): 377-382.
- [43] Yoon Y J, Kim Y H, Lee Y J, *et al.* 2'-Hydroxycinnamaldehyde inhibits proliferation and induces apoptosis via signal transducer and activator of transcription 3 inactivation and reactive oxygen species generation [J]. *Cancer Sci*, 2019, 110(1): 366-378.
- [44] Lee J E, Seo S M, Huh M J, *et al.* Reactive oxygen species mediated-antifungal activity of cinnamon bark (*Cinnamomum verum*) and lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oils and their constituents against two phytopathogenic fungi [J]. *Pestic Biochem Physiol*, 2020, 168: 104644.
- [45] Choi D Y, Baek Y H, Huh J E, *et al.* Stimulatory effect of *Cinnamomum cassia* and cinnamic acid on angiogenesis through up-regulation of VEGF and Flk-1/KDR expression [J]. *Int Immunopharmacol*, 2009, 9(7/8): 959-967.
- [46] 王菲菲, 弋新月, 贾晨冉, 等. Altmetrics 视角下科技文献学术影响力动态评价体系构建与实证研究 [J]. 情报理论与实践, 2020, 43(8): 77-83.
- [47] 赵凯, 姜勇, 薛培凤, 等. 国产肉桂的化学成分研究 [J]. 中草药, 2013, 44(17): 2358-2363.
- [48] 林红强, 周柏松, 谭静, 等. 肉桂的化学成分、药理活

- 性及临床应用研究进展 [J]. 特产研究, 2018, 40(2): 65-69.
- [49] 李青青, 刘桂伶, 任田. 肉桂醛在食品活性包装中的抗菌应用研究进展 [J]. 中国粮油学报, 2021, 36(4): 161-168.
- [50] 国家中医药管理局. 国家中医药管理局关于发布《古代经典名方目录 (第一批)》的通知 [EB/OL]. (2018-04-16) [2022-01-09]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5429153.htm.
- [51] 闵会, 徐斌, 郑亚纯, 等. 经典名方苓桂术甘汤物质基准质量控制标准研究 [J]. 中国药品标准, 2022, 23(6): 587-595.
- [52] 王明慧, 马飞, 田崇娅, 等. 当归四逆汤化学成分、药理作用和临床应用的研究进展及质量标志物 (Q-Marker) 的预测分析 [J]. 中草药, 2023, 54(3): 991-1001.
- [53] Liu Y T, Zhang H, Lu W T, *et al.* Integrating metabolomics, 16S rRNA sequencing, network pharmacology, and metorigin to explore the mechanism of *Cinnamomi Cortex* in treating chronic atrophic gastritis rats [J]. *Phytomedicine*, 2023, 121: 155084.
- [54] 温慧颖, 于洪梅, 毛春玲, 等. 肉桂-陈皮粉对主食面包贮藏品质及抗氧化性的影响 [J]. 粮食与油脂, 2021, 34(4): 68-73.
- [55] 吴克刚, 黄煜强, 余冰莹, 等. 芳香中药纯露对鲜切双孢菇的抗氧化及保鲜作用 [J]. 食品科学, 2023, 44(15): 227-238.

[责任编辑 潘明佳]