

# 基于VOSviewer和CiteSpace药食同源中药桑叶研究进展知识图谱可视化分析

高雄平, 韦正\*, 邓奕慧, 黄霆

广西蚕桑生态学与智能化技术应用重点实验室, 广西现代蚕桑丝绸协同创新中心, 微生物及植物资源开发利用广西高校重点实验室, 河池学院化学与生物工程学院, 广西 河池

收稿日期: 2025年6月2日; 录用日期: 2025年7月8日; 发布日期: 2025年7月16日

## 摘要

目的: 对近30年药食同源中药桑叶的相关文献进行分析, 探索桑叶研究领域的现状和研究热点, 为后续研究提供一定参考。方法: 以Web of Science (WOS)与中国知网(CNKI)的数据库为数据源, 应用CiteSpace (6.3.R1)、VOSviewer (1.6.20) Zotero、Excel 2019软件分别对桑叶中英文文献的年度发文量、作者、机构、关键词等进行分析, 并绘制可视化图谱。结果: 共纳入文献1623篇, 其中中文文献713篇, 英文文献910篇。年度发文量虽有波动但总体仍呈增长的趋势, 研究机构以农业和农村事务部、西南大学、中国农业科学院为代表; 被引频次的中英文文献的研究方向具有相似性, 都涉及桑叶的化学成分和药理作用的研究; 中文文献高频关键词为高效液相色谱、黄酮、生物碱、多糖等, 英文文献高频关键词为抗氧化活性、氧化应激、肥胖等。结论: 桑叶研究主要聚焦于有效成分分离提取、化学成分、药理作用等方向, 目前面临提取技术待突破、部分化学成分作用机制不明等问题。此外, 将桑叶用于药食两用、功能饲料等行业, 推动桑源产业发展, 将成为未来研究热点。

## 关键词

桑叶, VOSviewer, CiteSpace, 药食同源

# VOSviewer and CiteSpace-Based Knowledge Mapping and Visualization Analysis of the Research Progress on the Homology of Medicine and Food: Traditional Chinese Medicine Mulberry Leaves

Xiongping Gao, Zheng Wei\*, Yihui Deng, Ting Huang

\*通讯作者。

文章引用: 高雄平, 韦正, 邓奕慧, 黄霆. 基于 VOSviewer 和 CiteSpace 药食同源中药桑叶研究进展知识图谱可视化分析[J]. 食品与营养科学, 2025, 14(4): 556-572. DOI: 10.12677/hjfn.2025.144061

Guangxi Key Laboratory of Sericulture Ecology and Applied Intelligent Technology, Guangxi Collaborative Innovation Center of Modern Sericulture and Silk, Guangxi Colleges Universities Key Laboratory of Exploitation and Utilization of Microbial and Botanical Resources, School of Chemistry and Bioengineering, Hechi University, Hechi Guangxi

Received: Jun. 2<sup>nd</sup>, 2025; accepted: Jul. 8<sup>th</sup>, 2025; published: Jul. 16<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

**Objective:** By analyzing the relevant literature on mulberry leaves, a traditional Chinese medicine with both food and medicinal properties, over the past 30 years, this study aims to explore the current status and research hotspots in the field of mulberry research, providing a reference for subsequent studies. **Methods:** Using the databases of Web of Science (WOS) and CNKI (China National Knowledge Infrastructure) as data sources, the annual publication volume, authors, institutions, and keywords of mulberry leaf literature in Chinese and English were analyzed using VOSviewer (1.6.20), CiteSpace (6.3.R1), and Excel 2019 software, and visual maps were drawn. **Results:** A total of 1623 articles were included, of which 713 were in Chinese and 910 in English. Although there were fluctuations in the annual publication volume, the overall trend was still increasing. The research institutions represented by the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Southwest University, and the Chinese Academy of Agricultural Sciences; The research directions of the frequently cited Chinese and English literature have similarities, both involving the study of the chemical composition and pharmacological effects of mulberry leaves; the high-frequency keywords of Chinese literature are high-performance liquid chromatography, flavonoids, alkaloids, polysaccharides, etc., and the high-frequency keywords of English literature are antioxidant activity, oxidative stress, obesity, etc. **Conclusion:** The research on mulberry leaves primarily focuses on the separation and extraction of active ingredients, chemical compositions, and pharmacological effects. At present, challenges persist in areas such as the urgent need for breakthroughs in extraction technologies and the unclear mechanisms of action for certain chemical components. In addition, the application of mulberry leaves in industries such as dual-purpose (medicinal and edible) products and functional feed, as well as the promotion of the development of mulberry-derived industries, will become a research hotspot in the future.

## Keywords

Mulberry Leave, VOSviewer, CiteSpace, Food and Medicine Homology

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

桑叶为桑科植物桑的干燥叶[1], 白桑、黑桑和红桑为其主要品种, 分布于全球的热带、亚热带和温带地区, 在中国、日本、韩国和印度等亚洲国家广泛种植[2]。桑叶最早收载于《诗经》, 在《神农本草经》中列为中品[3], 具有疏散风热、清肺润燥、清肝明目的功效, 主治风热感冒、肺热燥咳、头晕头痛、目赤昏花等病症[4]。桑叶是一味常用的中药, 在传统中医中被广泛用于清热解毒、降血压、利尿消肿等。在《本草纲目》将桑叶称为“清热解毒、利水消肿之药”。现代研究表明, 桑叶中富含多种成分, 如黄

酮、生物碱、有机酸、蛋白质、多糖等，具有降血糖、抗氧化、抗炎等多种药理作用[5][6]。此外，将桑叶加工制成食品、饮品，如桑叶粉、桑叶茶、桑叶饮料、桑叶面条、桑叶饼干等，受到市场消费者的青睐[7]。桑叶作为“药食同源”材料，被国际食品卫生组织列入“人类21世纪十大保健食品之一”[8]。桑叶在药食领域有较大的开发潜力，对桑叶的深入研究、阐释其药食的科学内涵为课题组后续研究提供理论依据。

文献计量学是指用数学和统计学的方法，定量分析知识载体的交叉科学[9]。采用文献计量学分析法对某一研究领域的研究现状进行挖掘，能准确地了解到该领域研究的热点问题及未来研究趋势。CNKI是最全面的中国学术期刊全文数据库，覆盖了我国大部分学术文献[10]。WOS是全球覆盖学科最多的综合信息资源检索数据库，具备完善的检索功能[11]。本文使用CiteSpace和VOSviewer软件，对发表在CNKI和WOS中有关桑叶的中英文文献进行年度发文量、发文作者、国家和机构的关键词共现、聚类及突现词等方面的可视化分析，梳理桑叶的研究现状和研究热点，期望为桑叶的后续研究提供一定参考。

## 2. 数据来源与研究方法

### 2.1. 数据来源

中文文献来源于CNKI，主题检索词为“桑叶”，学术期刊来源类别为北大核心、中国科学引文数据库(Chinese Science Citation Database, CSCD)、世界期刊影响力指数报告(World Journal Clout Index Report, WJCI)、工程索引(Engineering Index, EI)，检索时间不限，排除不相关、信息缺失及重复文献。英文文献来源于WOS核心合集数据库，高级检索式为TS=(“mulberry leaf” OR “mulberry leaves”)，文献类型为论文、综述，文献语言为英语，将对所获得的文献进行整理，排除不相关的文献、信息缺失的文献以及重复的文献。数据采集时间为2024年10月。

### 2.2. 研究方法

纳入桑叶相关的研究文献，排除重复的文献及在线发表、修订、会议论文等类型的文献，得到中文文献710篇，英文文献913篇。将CNKI中的文献导出为RefWorks格式，Web of Science数据库中的文献导出为txt格式，所得数据导入采用Zotero软件，筛选和去重，最终纳入的文献导出为ris格式。

使用Excel分析中英文文献的发文量和被引频次；使用VOSviewer(1.6.20)软件可视化分析作者和关键词的共现；使用CiteSpace(6.3.R1)进行文献格式转换，以确保其在软件中的正常运行，并对发文机构、国家及关键词进行可视化分析。

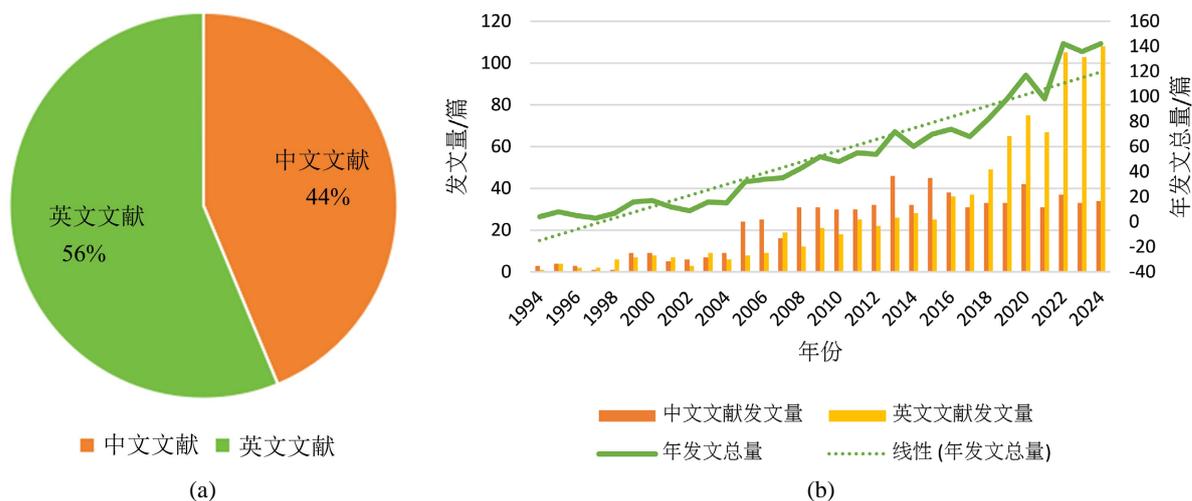
## 3. 结果与分析

### 3.1. 发文量的分析

统计了桑叶中文和英文相关文献的数量(见图1(a))，总共发现与桑叶相关的文献有1623篇，其中中文文献710篇，占总文献的44%，而英文文献则有913篇，占总发文量的56%。中英文文献发文量相差不大说明在国内外都对桑叶充分重视，其有着巨大的研究价值。

### 3.2. 文献时间分布特征及趋势分析

由图1(b)可知，1994年~1998年中英文文献发文量较少，仅有27篇。表明此阶段为桑叶研究的初级阶段。1999~2004年中英文文献发文量缓慢增加。2005年之后中英文文献增长幅度提高。对于中文文献来说增长幅度较为平缓；而英文文献在2018年之后出现大额增长，说明桑叶研究在2018年之后对于国外学者是研究热点之一。



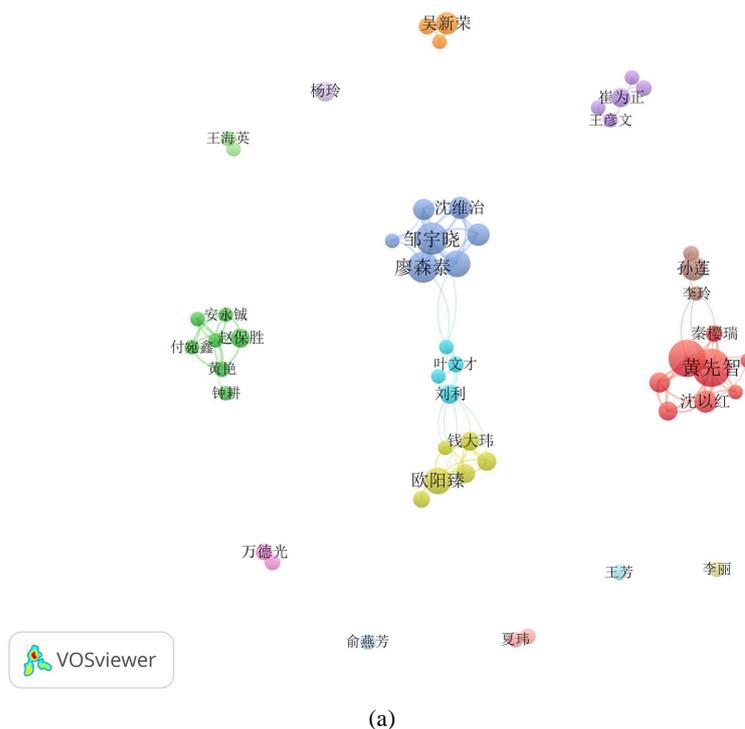
**Figure 1.** The number of papers published in mulberry leaf literature: (a) Proportion of Chinese and English literature; (b) Annual number of papers published in mulberry leaf research literature from 1994 to 2024

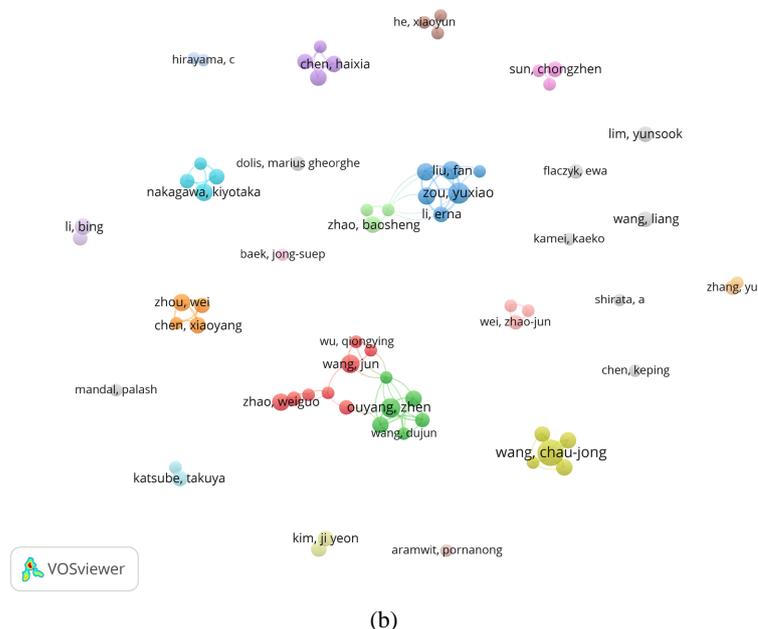
**图 1.** 桑叶文献的发文章量：(a) 中英文文献占比；(b) 1994~2024 年桑叶研究文献年度发文章量

### 3.3. 发文作者、国家、机构分析以及合作分析

#### 3.3.1. 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章量，由图 2(a)可知，中文发文章量  $\geq 5$  篇的作者共 53 人。形成了以邹宇晓、廖森泰为主要成员的团队，且成员之间联系紧密。由表 1 可知，中文发文章量最多的为黄先智(32 篇)，其次分别为丁晓雯(30 篇)、邹宇晓(24 篇)、廖森泰(22 篇)、刘凡(16 篇)。黄先智团队主要研究方向为桑叶生物碱的抗氧化作用[12]。邹宇晓团队主要研究方向为桑叶多酚的抗氧化活性[13] [14]、桑叶酚类物质的提取[15]-[17]。





**Figure 2.** Analysis of author collaboration networks in the field of mulberry leaf research: (a) Chinese literature research author cooperation network; (b) Collaborative network of authors of English literature research

**图 2.** 桑叶研究领域文献的作者合作网络分析：(a) 中文文献研究作者合作网络；(b) 英文文献研究作者合作网络

**Table 1.** Top 10 authors in Chinese

**表 1.** 中文发文章前 10 的作者

序号	作者	发文章	序号	作者	发文章
1	黄先智	32	6	欧阳臻	16
2	丁晓雯	30	7	孙莲	14
3	邹宇晓	24	8	吴新荣	12
4	廖森泰	22	9	沈维治	11
5	刘凡	16	10	沈以红	11

对英文文献进行分析，由图 2(b)可知，英文发文章  $\geq 5$  篇的作者共 69 人。从表 2 中可以看出研究规模较大的有以 Wang Chau-jong (20 篇)、Zou Yuxiao (13 篇)为代表的团队，其中以 Wang Chau-jong 为代表的团队主要研究桑叶多酚的药理作用[18]-[21]；以 Zou Yuxiao 为代表的团队主要研究桑叶活性成分抗肥胖的作用[22] [23]；而其他作者合作较为分散。

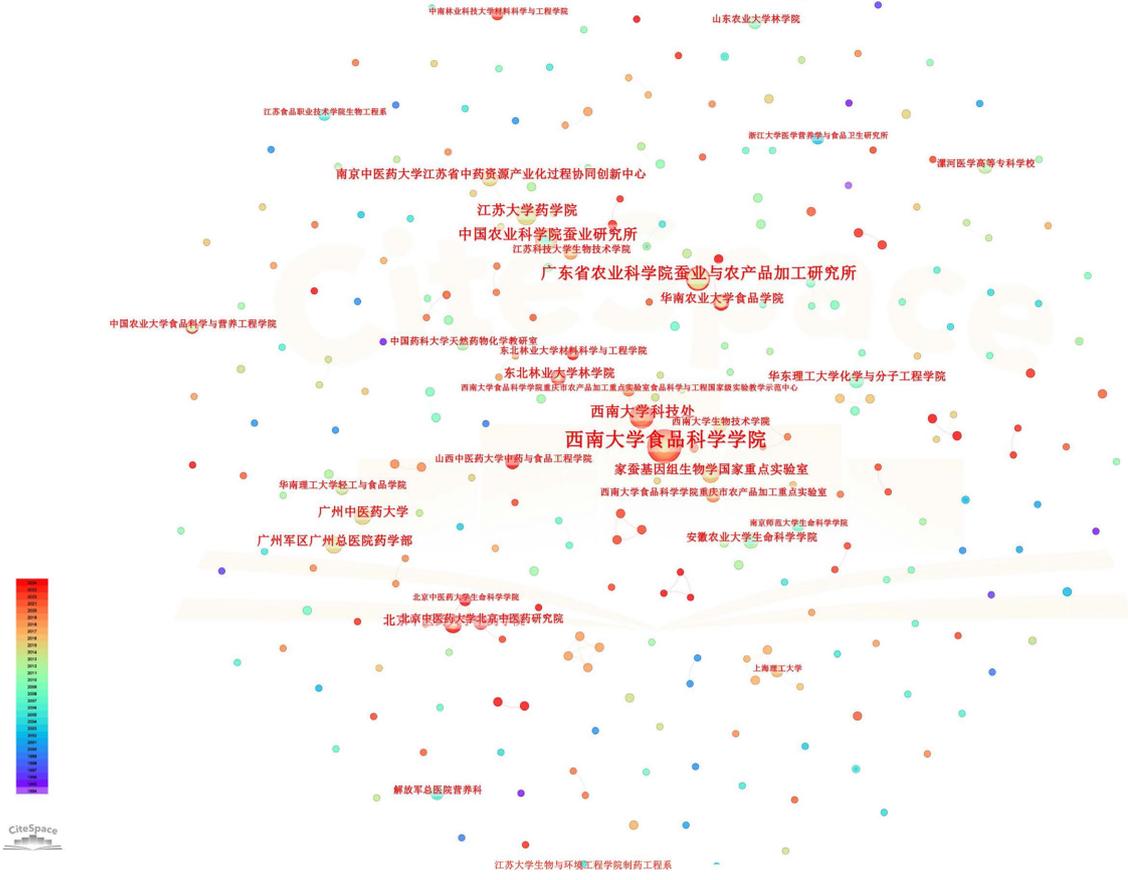
**Table 2.** Top 10 authors by the largest number of English publications

**表 2.** 英文发文章前 10 的作者

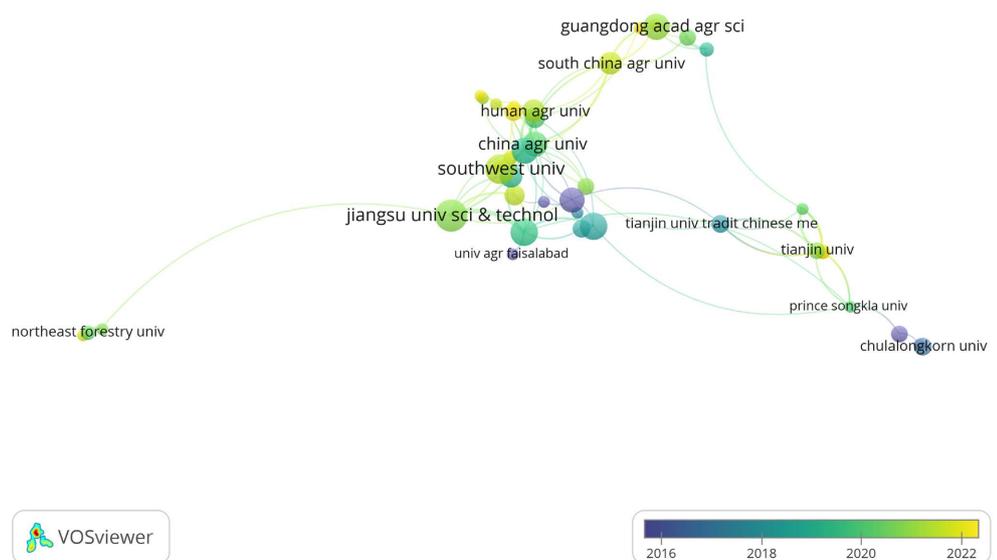
序号	作者	发文章	序号	作者	发文章
1	Wang Chau-jong	20	6	Li Qin	9
2	Zou Yuxiao	13	7	Liao Sentai	9
3	Ouyang Zhen	11	8	Zhou Wei	9
4	Liu Fan	10	9	Nakagawa Kiyotaka	9
5	Wang Jun	10	10	Zhao Weiguo	9



CiteSpace v. 5.3.R1 (64-bit) Basic  
 October 27, 2024, 8:59:45 PM CST  
 CMM: C:\Users\ZhuoZi\Desktop\中文文献\citespace工作目录  
 Timespan: 1998, 2016 (Slice Length=1)  
 Selection Criteria: q=0.05, k=12, LRF=2.5, L/N=10, LBV=5, w=1.0  
 Network: Weighted, P=0.12, Q=0.97, M=0.977  
 Nodes Labeled: 1.0  
 Pruning: Pathfinder  
 Excluded:



(a)



(b)

**Figure 4.** Analysis of institutional collaboration networks in the literature in the field of mulberry leaf research: (a) Chinese literature research institute cooperation network; (b) Cooperative network of English literature research institutions  
**图 4.** 桑叶研究领域文献的机构合作网络分析: (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

**Table 3.** Top 10 Chinese institutions in terms of number of publications  
**表 3.** 发文量前 10 位的中文机构

序号	机构	发文量
1	西南大学食品科学学院	30
2	广东省农业科学院蚕业与农产品加工研究所	15
3	西南大学科技处	12
4	中国农业科学院蚕业研究所	11
5	江苏大学药学院	10
6	家蚕基因组生物学国家重点实验室	8
7	广州军区广州总医院药学部	8
8	北京中医药大学中药学院	8
9	广州中医药大学	8
10	东北林业大学林学院	7

使用 VOSviewer 和 Excel 分析英文文献的机构发文量(图 4(b)), 由表 4 可知, 排名前 3 的机构及其发文数量为 Ministry of Agriculture & Rural Affairs (农业和农村事务部)发文量 62 篇、Jiangsu University of Science & Technology (江苏科技大学)发文量 35 篇、Chinese Academy of Agricultural Sciences (中国农业科学院)发文量 31 篇。除这些机构以外, 其余 7 个机构也全部来自中国, 说明中国深耕桑叶研究领域, 其发表的文献科研价值显著且学术影响力极大。

**Table 4.** Top 10 English-speaking institutions by number of publications  
**表 4.** 发文量前 10 位的英文机构

序号	机构	发文量
1	Ministry of Agriculture & Rural Affairs	62
2	Jiangsu University of Science & Technology	35
3	Chinese Academy of Agricultural Sciences	31
4	Southwest University—China	30
5	Chinese Academy of Sciences	26
6	Guangdong Academy of Agricultural Sciences	26
7	Jiangsu University	22
8	China Agricultural University	22
9	Chung Shan Medical University	19
10	South China Agricultural University	19

### 3.4. 文献被引频次分析

文章被引用频率是衡量研究成果关注度的一个指标[25], 文献引用次数能有效地反映出研究的趋势和热点, 高被引论文可视为某一研究领域的重要论文, 对行业的发展有一定的指向性[26]。统计文献的被引频次, 得到中英文文献中被引频次前 10 的文章(见表 5、表 6)。由表 5 可知, 被引频次最高的前 10 位

中文文献多集中于桑叶化学成分的提取和药理作用的研究。由表 6 可知, 被引频次前 10 的英文文献与中文文献相似, 主要集中于桑叶化学成分的提取和药理作用的研究; 例如桑叶多糖的提取、降血糖、抗菌、抗氧化等。

**Table 5.** Top 10 most frequently cited scholarly works in Chinese academic literature  
**表 5.** 中文文献被引频次排在前 10 的文献

序号	文献题目	期刊	被引频次
1	桑叶的化学成分、生理功能及应用研究进展	食品科学	212
2	桑叶多糖降血糖作用及其机制研究	中草药	180
3	桑叶多糖提取工艺优选	中草药	158
4	桑叶黄酮的提取及其降糖作用的研究	中草药	152
5	桑的药理研究(II)——桑叶、桑枝、桑白皮抗炎药理作用的初步比较研究	沈阳药科大学学报	134
6	不同季节桑叶中 1-脱氧野尻霉素(DNJ)含量的测定	食品科学	119
7	桑叶黄酮对糖尿病小鼠调节血糖的作用机制研究	中国临床药理学杂志	108
8	桑叶总黄酮对高脂血症动物的降血脂效应	中国药学杂志	100
9	桑叶中总生物碱和 1-脱氧野尻霉素的含量考察	中国药学杂志	99
10	响应面优化超声波提取桑叶槲皮素工艺	食品科学	91

**Table 6.** Top 10 most cited English-language publications  
**表 6.** 英文文献被引频次排在前 10 的文献

序号	文献题目	期刊	被引频次
1	Ultrasound-assisted extraction of polysaccharides from mulberry leaves	<i>Food Chemistry</i>	350
2	Antioxidant flavonol glycosides in mulberry ( <i>Morus alba</i> L.) leaves isolated based on LDL antioxidant activity	<i>Food Chemistry</i>	318
3	Food-grade mulberry powder enriched with 1-deoxynojirimycin suppresses the elevation of postprandial blood glucose in humans	<i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i>	301
4	Highly selective tuning of a silkworm olfactory receptor to a key mulberry leaf volatile	<i>Current Biology</i>	240
5	Antimicrobial activity of culture filtrate of <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> RC-2 isolated from mulberry leaves	<i>Phytopathology</i>	221
6	Extraction optimization, characterization and antioxidant activity in vitro of polysaccharides from mulberry ( <i>Morus alba</i> L.) leaves	<i>Carbohydrate Polymers</i>	212
7	Effect of air-drying temperature on antioxidant capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry ( <i>Morus alba</i> L.) leaves	<i>Food Chemistry</i>	203
8	Mulberry ( <i>Morus alba</i> L.) leaves and their major flavonol quercetin 3-(6-malonylglucoside) attenuate atherosclerotic lesion development in LDL receptor-deficient mice	<i>Journal of Nutrition</i>	179
9	Toxic effects of heavy metals Pb and Cd on mulberry ( <i>Morus alba</i> L.) seedling leaves: Photosynthetic function and reactive oxygen species (ROS) metabolism responses	<i>Ecotoxicology and Environmental Safety</i>	178
10	Chlorogenic acid and rutin play a major role in the <i>in vivo</i> anti-diabetic activity of <i>Morus alba</i> leaf extract on type II diabetic rats	<i>PLOS One</i>	175

### 3.5. 关键词分析

#### 3.5.1. 关键词共现分析

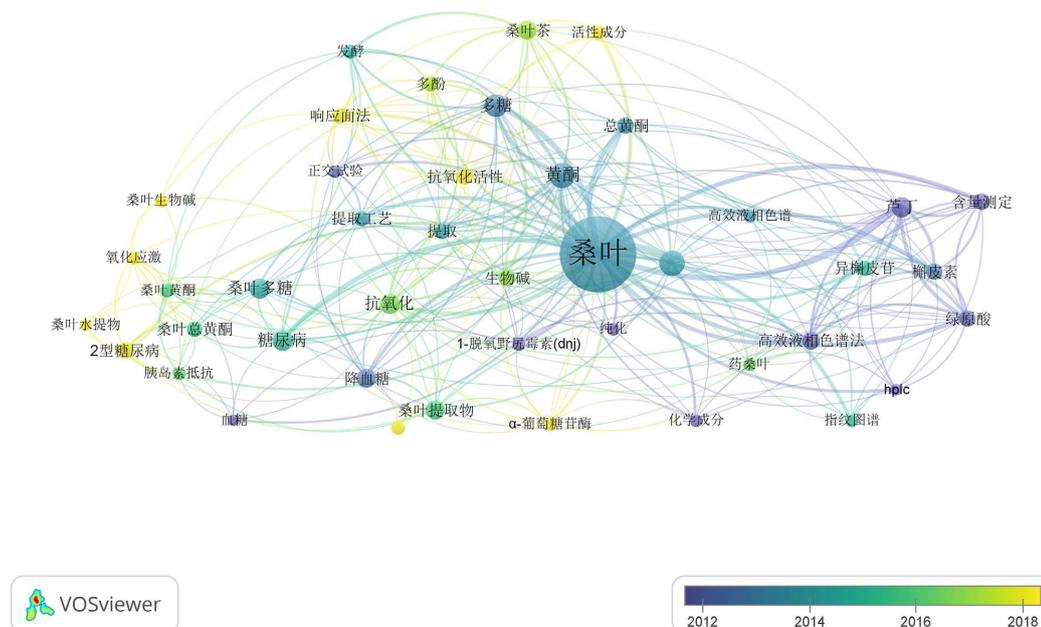
关键词的词频能反映某一领域的研究热点[27]。本文使用 VOSviewer 软件对中英文文献关键词进行了可视化分析,中文文献共得到关键词 1343 个,其中词频  $\geq 10$  的有 43 个关键词(图 5)。除桑叶外,出现频率高的关键词还有含量测定、高效液相色谱、黄酮、生物碱、多糖、抗氧化、降血糖等。结合节点颜色分析可知,高效液相色谱、黄酮、生物碱、多糖等关键词表明 2016 年之前学者们主要研究桑叶的化学成分以及如何高效提取其化学成分的方法。抗氧化、降血糖关键词表明 2016 年之后学者们逐渐转为研究桑叶的药理作用。

英文文献共得到关键词 4316 个,其中词频  $\geq 10$  的有 148 个关键词。除桑叶(Mulberry Leaves)外,出现频率高的关键词还有抗氧化活性(Antioxidant Activity)、氧化应激(Oxidative Stress)、肥胖(Obesity)、1-脱氧野尻霉素(1-Deoxynojirimycin)。结合节点颜色分析可知,近几年研究热点为桑叶活性成分的抗氧化、抗肥胖、降血糖等方面。

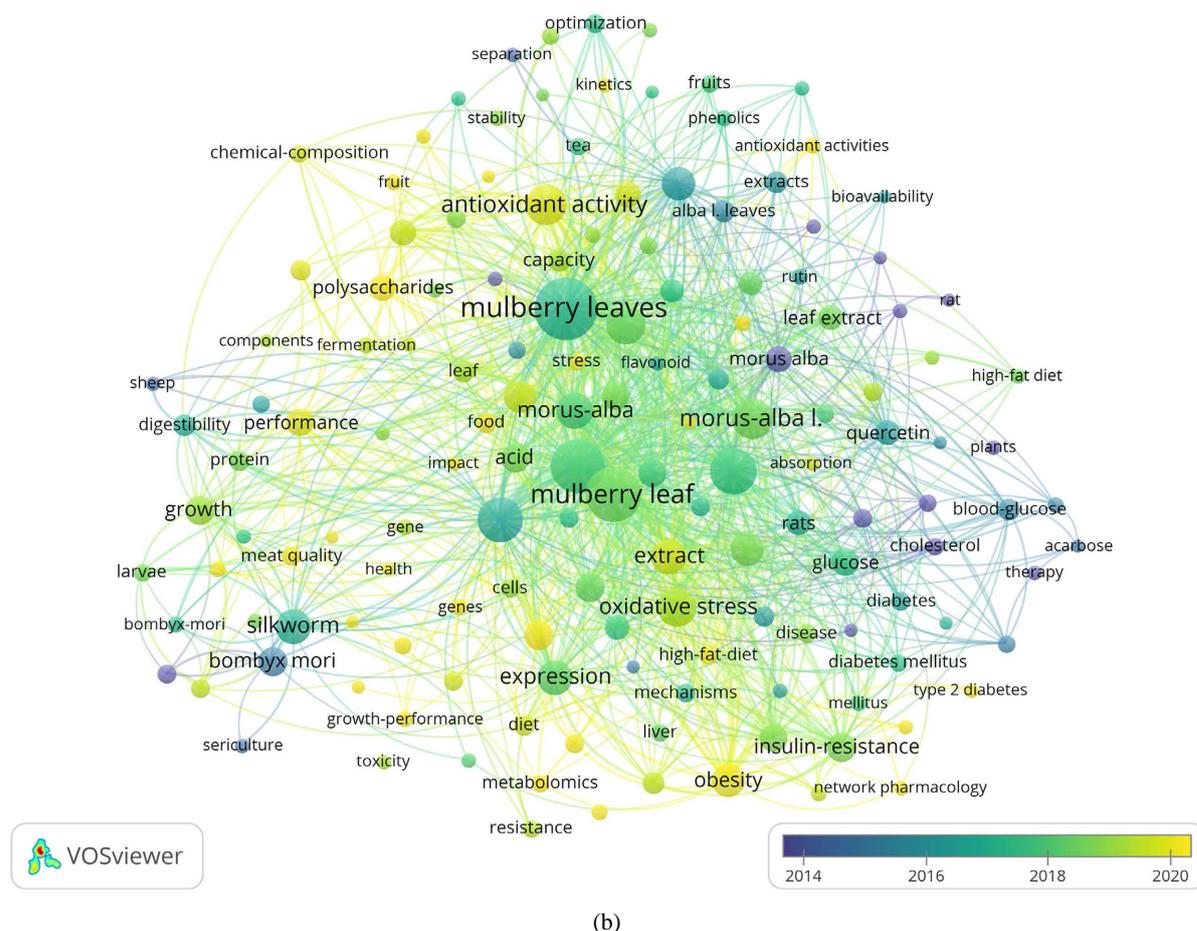
#### 3.5.2. 关键词聚类分析

使用 CiteSpace 软件对中文文献进行聚类分析,中文文献的关键词聚类结果如图 6(a)所示,聚类模块值(Q)为 0.5986 ( $>0.4$ ),表明聚类合理有效;平均轮廓值(S)为 0.9288 ( $>0.5$ ),显示聚类的可信度极高,关键词之间的联系也非常紧密。根据表 7 中中文文献的聚类结果,可以看出主要关键词为:聚类#0 桑叶、#2 桑叶茶、#9 饮料、#7 杀青主要研究桑叶的食用功能,例如将桑叶制作成桑叶茶、安吉白茶;聚类#3 黄酮、#4 芦丁、#5 桑叶蛋白、#6 桑叶多糖主要涉及桑叶的化学成分的研究;聚类#1 糖尿病、#8 减肥主要涉及桑叶的药理作用的研究,包括降血糖、抗氧化、调血脂、抗肥胖症。

英文文献关键词聚类结果如图 6(b)所示,其聚类模块值(Q)为 0.5008 ( $>0.4$ ),平均轮廓值(S)为 0.7884 ( $>0.5$ ),说明聚类合理,聚类结果可信度较高。根据表 8 中英文文献聚类显示的主要关键词可知,聚类#0、#1、#4、#5、#6、#7、#9 都涉及桑叶的药理作用,以及桑叶的降血糖作用、抗氧化活性、抗肥胖、抗癌症等方面。聚类#2、#3 则聚焦于桑蚕产业领域。



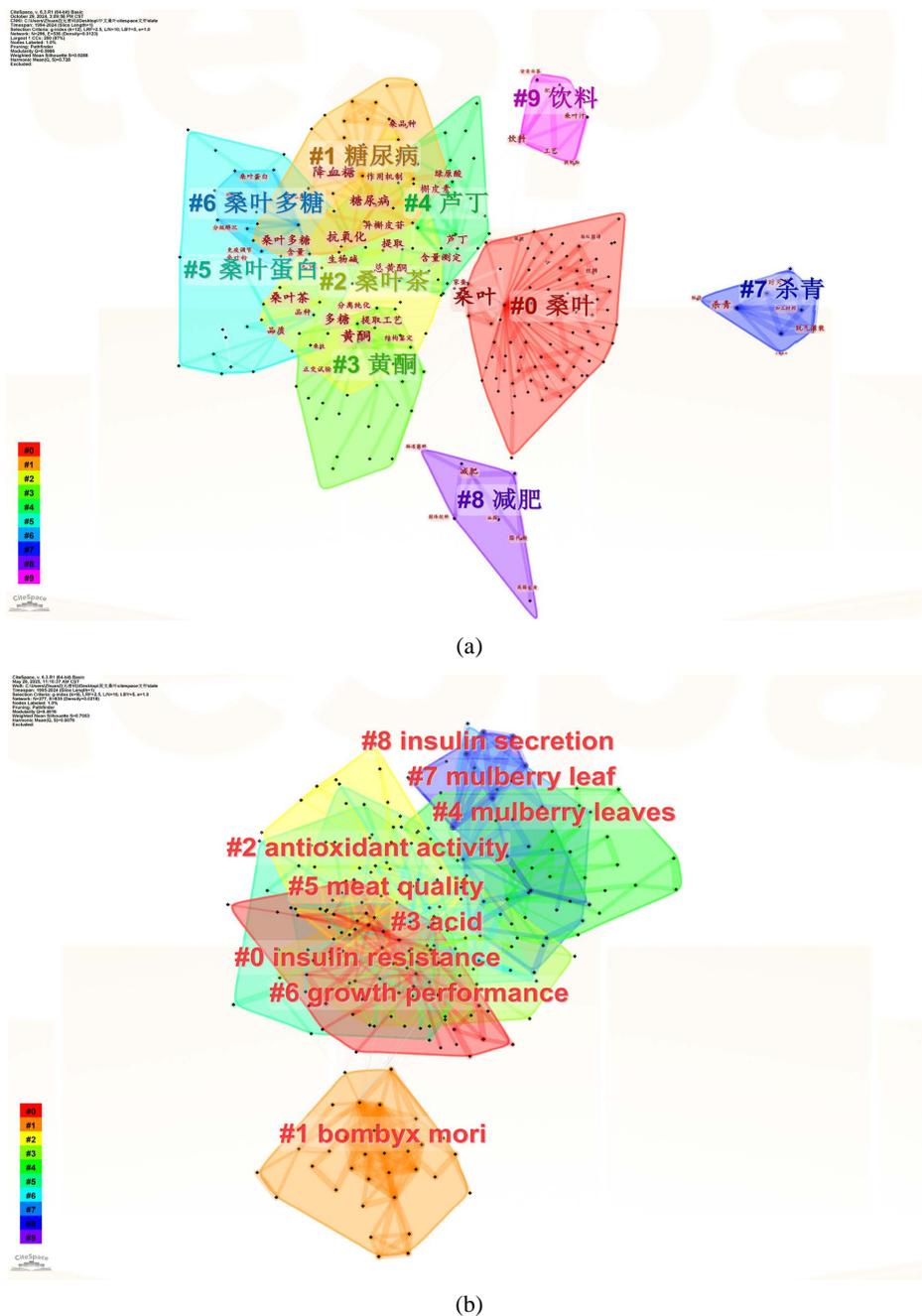
(a)



**Figure 5.** Co-occurrence of keywords in Chinese and English literature: (a) Chinese literature keyword co-occurrence chart; (b) Co-occurrence diagram of keywords in English literature  
**图 5.** 中英文文献关键词共现图：(a) 中文文献关键词共现图；(b) 英文文献关键词共现图

**Table 7.** Keyword cluster analysis of 10 representative Chinese literature  
**表 7.** 10 个代表性的中文文献关键词聚类分析

聚类名称	节点数	轮廓值(S)	主要关键词(LLR)
#0 桑叶	81	0.991	桑叶茶; 芦丁; 绿原酸; 指纹图谱
#1 糖尿病	33	0.920	降血糖; 作用机制; 桑叶黄酮; 抗氧化
#2 桑叶茶	26	0.825	发酵; 多酚; 桑叶; 加工工艺
#3 黄酮	26	0.913	多糖; 两点校正; 制备工艺; 单点校正
#4 芦丁	18	0.874	异槲皮苷; 槲皮素; 绿原酸; 含量测定
#5 桑叶蛋白	10	0.956	响应面; 焙烤; 氨基酸; 月饼
#6 桑叶多糖	9	0.992	机制; 含量; 桑叶; 小鼠
#7 杀青	9	0.973	混合; 加工温度; 瞬时灭菌; 加工时间
#8 减肥	7	0.988	体重; 血脂; 肠道菌群; 肥胖症
#9 饮料	4	0.974	健康保护; 工艺; 桑叶汁; 安吉白茶



**Figure 6.** Mulberry leaf research keyword clustering: (a) Chinese literature clustering map; (b) Cluster map of English literature

**图 6.** 桑叶研究关键词聚类: (a) 中文文献聚类图; (b) 英文文献聚类图

**Table 8.** Keyword cluster analysis of 9 representative English literature

**表 8.** 9 个代表性的英文文献关键词聚类分析

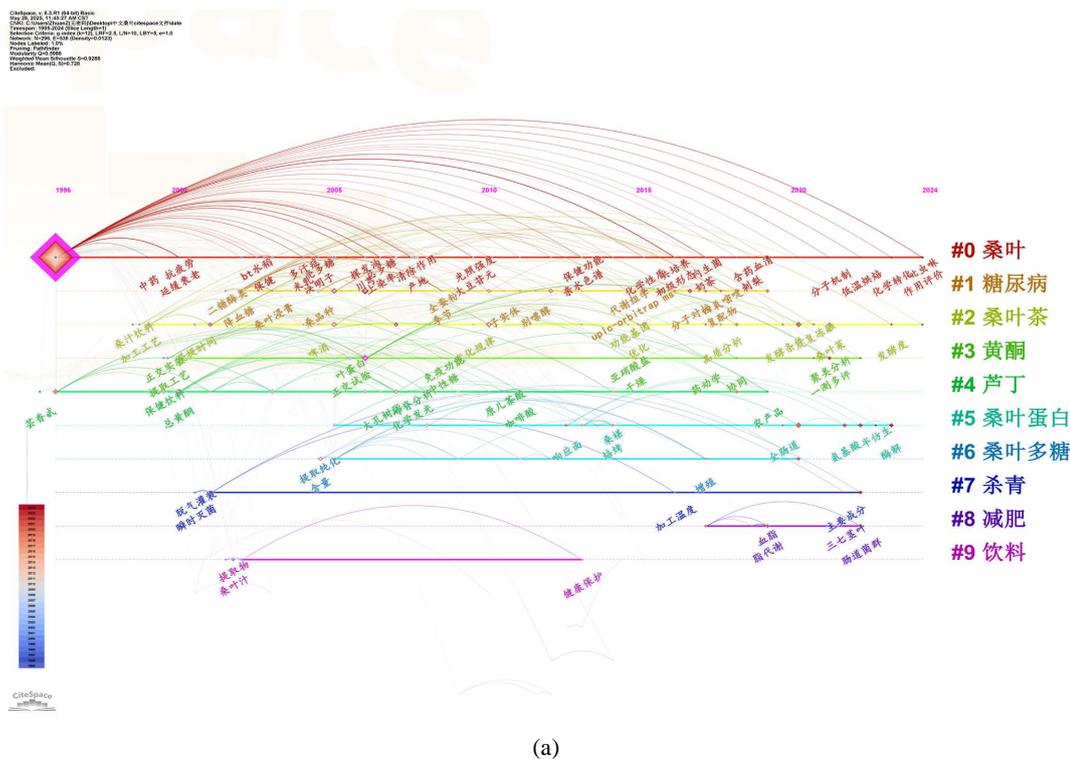
聚类名称	节点数	轮廓值(S)	主要关键词(LLR)
#0 1-deoxyojirimycin	45	0.796	1-deoxyojirimycin; 1 deoxyojirimycin; mulberry leaf extract; <i>Morus alba</i> l.; high fat diet
#1 mulberry leaves	35	0.743	mulberry leaves; insulin resistance; <i>Morus alba</i> ; obesity; activation

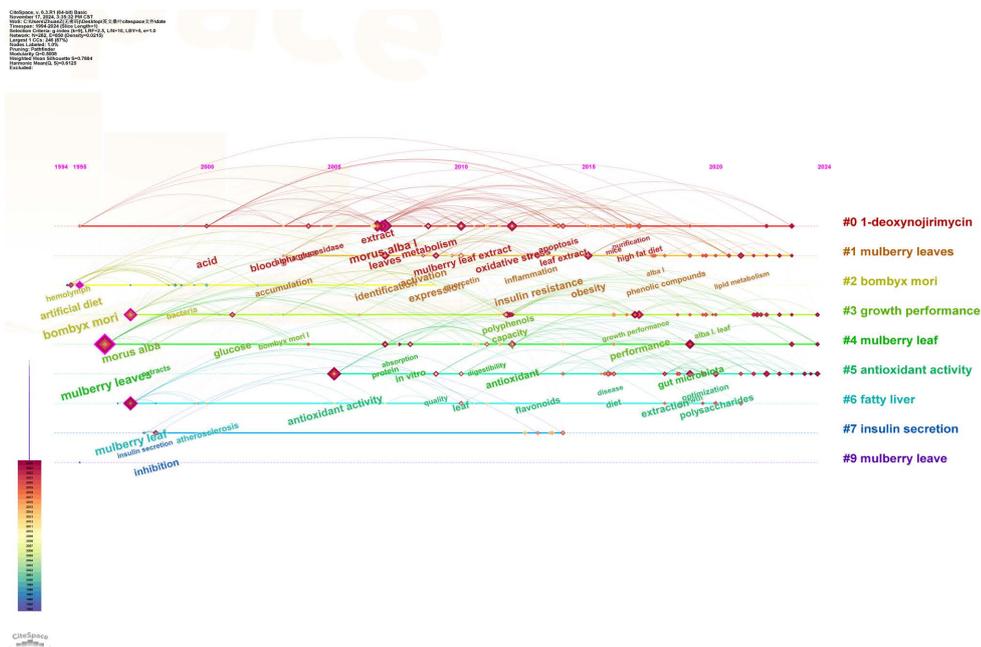
续表

# 2bombyx mori	33	0.980	bombyx mori; artificial diet; midgut; urease; ammonia
#3 growth performance	33	0.631	growth performance; meat quality; silkworm larvae; chemical composition; leaves
#4 mulberry leaves	31	0.756	mulberry leaves; mulberry leaf; mulberry leaf extract; inflammation; pharmacokinetics
#5 antioxidant activity	31	0.707	antioxidant activity; fermented mulberry leaves; mulberry leaf protein; silkworm (bombyx mori l.; chlorophyll)
#6 mulberry leaf	22	0.849	mulberry leaf; mulberry leaves; fatty liver; Alzheimer's disease; amyloid beta-peptide
#7 insulin secretion	11	0.906	insulin secretion; glycolytic intermediate; pancreatic lipase; glucosidase II; pancreatic islet
#9 mulberry leaf	5	1.000	mulberry leaf; STZ-diabetic mouse; anti-hyperglycemic saliva secretion; pilocarpine; GAL-DNJ

### 3.5.3. 关键词突现分析

通过关键词聚类的多维可视化框架，时间线图谱可有效揭示各主题簇的动态演变规律及其关联性特征[28]。突现词指的是在较短时间内频率急剧上升的关键词，而突现率衡量的是这种频率增长的幅度。这两个概念能够反映研究领域的最新趋势。通过图谱，我们可以直观地看到研究前沿的演变轨迹和它们之间的相互联系[29]。结合中文文献的关键词时间图谱(图 7(a))和关键词突现图(图 8(a))可将桑叶研究分为两个阶段。第一阶段(1994~2011 年)国内学者主要研究桑叶有效成分的提取方法;第二阶段(2012~2024 年)主要研究桑叶的活性成分及其药理作用,表明近年来国内学者对桑叶的研究更加深入。另外,此阶段存在将桑叶制作成食品的应用,这也体现出桑叶药食同源的应用价值。





(b)

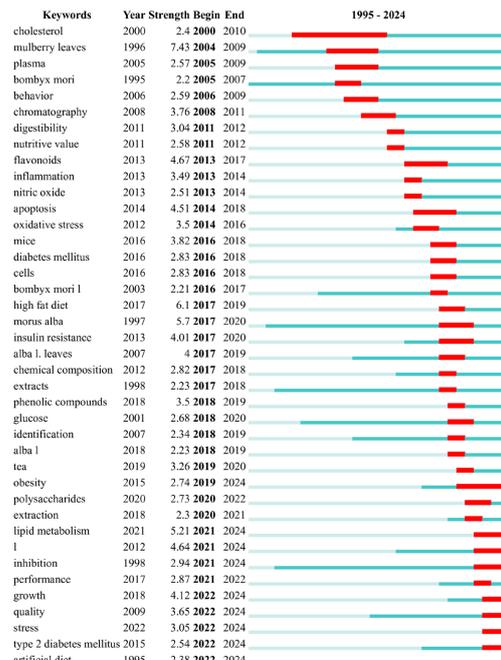
**Figure 7.** Timeline of keywords in Chinese and English literature on mulberry leaves: (a) Timeline diagram of keywords in mulberry leaf Chinese literature; (b) Keyword timeline diagram of mulberry leaf English literature  
**图 7.** 桑叶中英文文献的关键词时间线图: (a) 桑叶中文文献的关键词时间线图; (b) 桑叶英文文献的关键词时间线图

**Top 40 Keywords with the Strongest Citation Bursts**



(a)

**Top 40 Keywords with the Strongest Citation Bursts**



(b)

**Figure 8.** Keyword prominence diagram of Chinese and English literature: (a) Keyword emergences of mulberry leaf Chinese literature; (b) Keyword prominence map of mulberry leaf English literature  
**图 8.** 中英文文献关键词突现图: (a) 桑叶中文文献的关键词突现图; (b) 桑叶英文文献的关键词突现图

结合英文文献的关键词时间图谱(图 7(a))和关键词突现图(图 8(a))可将桑叶研究分为三个阶段。第一阶段(1994~2012 年)主要研究对桑叶活性成分的提取方法;第二阶段(2013~2021 年)主要研究桑叶活性成分的药理作用;第三阶段(2022~2024 年)主要研究将桑叶作为畜禽饲料的开发利用和提高桑叶产量、质量的方式,从而促进蚕桑产业的健康发展。

## 4. 讨论

从发文量趋势图可见,1994~1998 年中英文文献发文量处于较低水平,此阶段为桑叶研究的初级阶段;1995~2004 年中英文文献发文量整体呈增长态势。2005 年之后研究桑叶的中英文文献显著增多,且英文文献增速明显快于中文。根据合作作者和机构分析发现,绝大多数作者联系较少,机构的跨区域合作较少,联系不紧密。再者,国内外学者都对桑叶的活性成分和药理作用进行了深入研究。此外,英文文献发文量较多的作者多为中国人,可见中国对桑叶研究做出较大贡献。通过关键词共现和被引频次较高的文献分析可知,桑叶的多糖成分为研究热点。桑叶多糖是天然高分子多糖,其含有的果胶占比较高[30]。桑叶多糖有抗炎作用,能促进胰岛素的分泌,降低血糖[31]。但其结构复杂,功效机理仍需进一步探索。从关键词聚类分析可知,桑叶药理作用中的降血糖、抗氧化功效备受关注,桑叶中的生物碱类、黄酮类化合物以及桑叶多糖具有降血糖作用;桑叶提取物中的黄酮类和多酚类化合物是天然抗氧化剂[32]。

从关键词时间线图和关键词突现图分析可知,1994~2012 年主要研究桑叶活性成分的提取方法。桑叶主要成分的提取多以溶剂法为主,如桑叶总黄酮的提取方法包括溶剂法、酶解法、超声辅助法等;桑叶多糖的提取方法有水提法、超声提取法、酶解法、耐热  $\alpha$ -淀粉酶法及酶-超声双辅助提取法等;生物碱提取方法包括水提法、醇提法、双相萃取等提取方法[33]。2013~2021 年转向为对桑叶药理作用的深入分析,包含降血糖、抗氧化、降血脂、抗炎、抗菌、抗病毒、抗衰老以及抗癌等。从 2022 年至今,“品质”、“生长”、“质量”、“饲料”等核心研究热词的持续凸显,表明桑叶在药食两用领域、功能饲料中的应用具有重要潜在价值,将成为未来桑叶研究的热点。

## 5. 结论

本研究通过应用 CiteSpace、VOSviewer、Excel 等软件对国内外有关桑叶研究的中英文文献进行了年度发文量、发文作者、国家和机构的关键词可视化分析,结果表明研究热点主要集中在化学活性成分、药理作用以及分离提取方法等方面。尽管国内外已初步组建核心研究团队,但不同作者与机构间的跨区域、跨学科及跨行业合作交流存在不足。传统提取方法还有诸多不足,如效率低下、提取杂质多、后续处理繁琐、容易造成污染等,采用超声、微波等提取方法,能提高桑叶主成分群的提取效率,但受限于技术壁垒,尚未实现其主成分群的工业化快速分离。从文献梳理得知,桑叶具有降血糖、降血脂、抗氧化及抗炎、抗菌等多重药理活性,其主成分的协同增效机制、作用路径、体内分布特征及代谢规律尚未充分阐明,课题组将于下一步开展深入探究。

## 基金项目

广西自然科学基金项目(NO. 2022GXNSFAA035477); 横向项目:喀斯特生物医药创新项目的规划及研究(项目编号: RH2500000051); 2021 年河池学院高层次人才科研启动项目(项目编号: 2021GCC018); 河池学院 2024 年大学生创新创业计划项目(桑枝纳米纤维素的制备、结构表征、Pickering 乳液制备及应用研究)。

## 参考文献

- [1] 王婷婷,马天宇,李琪,等. 桑叶化学成分及生物活性研究进展[J]. 食品与药品, 2018, 20(5): 390-393.
- [2] Yigit, D., Akar, F., Baydas, A., et al. (2010) Elemental Composition of Various Mulberry Species. *Asian Journal of*

*Chemistry*, **22**, 3554-3560.

- [3] 张立雯. 桑叶多组分对糖尿病及其并发肝肾损伤的改善作用与效应机制研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京中医药大学, 2019.
- [4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部) [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [5] 李林, 苏小军, 李清明, 等. 桑叶在食品中的应用研究[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(13): 217-220.
- [6] 尹志亮, 管帮富, 童忠飞, 等. 桑叶的食用化开发研究进展[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2012(3): 10-11.
- [7] 高其璋, 尹志亮, 王敏, 等. 几种新型桑叶加工产品[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2013(6): 9-10.
- [8] 宋向飞, 雷雅坤, 刘宁, 等. 药食同源花叶类植物对高尿酸血症的功效及机理研究进展[J]. 华北农学报, 2021, 36(S1): 195-201.
- [9] 朱敏, 梁朝晖, 姚林, 等. 学术引用信息可视化方法综述[J]. 计算机科学, 2022, 49(4): 88-99.
- [10] 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.
- [11] 李曦. 三大外文数据库用户检索体验的比较分析[C]/陕西省科学技术情报学会. 2017 年陕西省科学技术情报学会学术年会, 2017: 64-68.
- [12] 郝麒麟, 彭晓蝶, 杨敏, 等. 桑叶生物碱对高脂饮食小鼠的抗氧化作用[J]. 现代食品科技, 2019, 35(6): 39-47.
- [13] 沈维治, 廖森泰, 林光月, 等. 桑叶多酚单体化合物的抗氧化活性及其协同作用[J]. 蚕业科学, 2015, 41(2): 342-348.
- [14] 周东来, 刘凡, 汪福保, 等. 桑叶提取物对鳊鱼生长性能、血清免疫指标、抗氧化能力及肝脏和肠道健康的影响[J]. 动物营养学报, 2023, 35(2): 1147-1159.
- [15] 沈维治, 廖森泰, 刘吉平, 等. 用二次回归正交旋转组合设计优化桑叶多酚的提取工艺[J]. 蚕业科学, 2009, 35(3): 594-598.
- [16] 代燕丽, 沈维治, 廖森泰, 等. 响应面法优化超声波辅助提取桑叶多酚工艺[J]. 热带作物学报, 2016, 37(8): 1588-1594.
- [17] 王晨, 邹宇晓, 李倩, 等. 桑叶酚类物质组成及富集工艺研究[J]. 蚕业科学, 2018, 44(5): 729-737.
- [18] Chang, Y.C., Yang, M.Y., Chen, S.C., *et al.* (2016) Mulberry Leaf Polyphenol Extract Improves Obesity by Inducing Adipocyte Apoptosis and Inhibiting Preadipocyte Differentiation and Hepatic Lipogenesis. *Journal of Functional Foods*, **21**, 249-262. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.11.033>
- [19] Chan, K.C., Ho, H.H., Huang, C.N., *et al.* (2009) Mulberry Leaf Extract Inhibits Vascular Smooth Muscle Cell Migration Involving a Block of Small GTPase and Akt/NF- $\kappa$ B Signals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **57**, 9147-9153. <https://doi.org/10.1021/jf902507k>
- [20] Yang, M.Y., Huang, C.N., Chan, K.C., *et al.* (2011) Mulberry Leaf Polyphenols Possess Antiatherogenesis Effect via Inhibiting LDL Oxidation and Foam Cell Formation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **59**, 1985-1995. <https://doi.org/10.1021/jf103661v>
- [21] Yu, M.H., Tsai, M.C., Wang, C.C., *et al.* (2021) Mulberry Leaf Polyphenol Extract and Rutin Induces Autophagy Regulated by p53 in Human Hepatoma HepG2 Cells. *Pharmaceuticals*, **14**, Article 1310. <https://doi.org/10.3390/ph14121310>
- [22] Li, Q., Liu, F., Liu, J., Liao, S. and Zou, Y. (2019) Mulberry Leaf Polyphenols and Fiber Induce Synergistic Antiobesity and Display a Modulation Effect on Gut Microbiota and Metabolites. *Nutrients*, **11**, Article 1017. <https://doi.org/10.3390/nu11051017>
- [23] Liao, S., Long, X., Zou, Y., Liu, F. and Li, Q. (2021) Mulberry Leaf Phenolics and Fiber Exert Anti-Obesity through the Gut Microbiota-Host Metabolism Pathway. *Journal of Food Science*, **86**, 1432-1447. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15679>
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] 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, 8(16): 5128-5141.
- [28] 刘晓爽, 唐占明, 李慧君, 等. 基于 CiteSpace 的陈皮知识图谱可视化分析[J]. 中草药, 2024, 55(14): 4836-4848.

- [29] 韩斯宇, 廖秀秀, 赵耀中, 等. 中医药防治化疗性恶心呕吐的 CiteSpace 知识图谱分析[J]. 广东药科大学学报, 2023, 39(2): 94-105.
- [30] Liao, B.Y., Li, L., Tanase, C., *et al.* (2020) The Rheological Behavior of Polysaccharides from Mulberry Leaves (*Morus alba* L.). *Agronomy*, **10**, Article 1267. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091267>
- [31] Yan, J., Ruan, J., Huang, P., Sun, F., Zheng, D., Zhang, Y., *et al.* (2020) The Structure-Activity Relationship Review of the Main Bioactive Constituents of Morus Genus Plants. *Journal of Natural Medicines*, **74**, 331-340. <https://doi.org/10.1007/s11418-019-01383-8>
- [32] 许金伟, 周晓红, 冯文婕, 等. 桑叶粉及桑叶提取物的功效和应用现状[J]. 保鲜与加工, 2024, 24(2): 91-96.
- [33] 解佳美, 张慧琳, 黄艳, 等. 桑叶降糖有效部位提取工艺及作用机制研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(11): 60-69.