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

黄子豪[1,2]，彭 斐[1]，刘 婷[1]，杨德斌[1]，邹 辉[3]，陈淼芬[2]，郑亚杰[1,2*]

1. 湖南农业大学园艺学院，湖南 长沙 410128
2. 国家植物功能成分利用工程技术研究中心，湖南 长沙 410128
3. 新化县颐朴源黄精科技有限公司，湖南 新化 417628

摘 要：目的 探究黄精的研究发展趋势，为黄精栽培、临床研究及产业发展提供参考，为迅速把握其研究内涵和聚焦研究热点提供一定借鉴。**方法** 从中国知网（CNKI）数据库和 Web of Science 核心合集数据库中检索黄精中、英文献，利用 CiteSpace 软件从发文量、发文作者、机构、国家和关键词等方面进行计量学分析；借助 incopat 数据库的自带分析软件和 Excel 从专利申请数量、地域、机构及发明人等方面对黄精专利进行分析。**结果** 近 20 年黄精的中、英文发文量均呈现阶段性的变化，特别是近 5 年呈快速增长态势。合作网络共现分析发现中、英文文献发文量最多的作者分别是李友元和鲍锦库；发文量最多的研究机构分别为贵州大学农学院和四川大学，其中中心性最高的机构是中国科学院，在机构合作中影响力较大；中国是英文文献发文量最多的国家，且与其他国家间存在较为广泛的联系，在黄精的相关研究领域中占有重要地位。中、英文文献关键词分析发现黄精成分分析从简单的理化性质研究转向化合物分子结构研究；栽培技术从简单的套种、间作等发展为更适宜的林下种植模式；药理作用研究则集中在调节糖脂代谢、防治糖尿病、抗氧化、抗衰老及抗抑郁等方面。目前黄精专利的申请数量处于下行趋势，以中医药文化影响较大的中国等亚洲国家申请专利较多，专利保护内容侧重于黄精的组方配伍。**结论** 黄精研究仍处于发展上升阶段，已经引起国内外学者的广泛关注。目前防治糖尿病、抗氧化、抗衰老、抗肿瘤是黄精的研究重点，且未来仍是主要研究方向；其中，黄精活性成分对肠道菌群结构、机体免疫力的调节作用及其作用靶点和信号通路将成为研究热点；黄精产品深层次开发和创新也将是需要高度关注的发展领域。

关键词： 黄精；CiteSpace；专利；文献计量学；知识图谱；可视化分析；防治糖尿病；抗氧化；抗衰老

中图分类号： R282.71 **文献标志码：** A **文章编号：** 0253 - 2670(2024)01 - 0217 - 15

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2024.01.022

Visual analysis of related researches on *Polygonati Rhizoma* based on CiteSpace knowledge map and patent bibliometrics

HUANG Zihao[1,2], PENG Fei[1], LIU Ting[1], YANG Debin[1], ZOU Hui[3], CHEN Miaofen[2], ZHENG Yajie[1,2]

1. College of Horticulture, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China
2. National Research Center of Engineering and Technology for Utilization of Botanical Functional Ingredients, Changsha 410128, China
3. Xinhua County Yipuyuan Polygonatum Technology Co., Ltd., Xinhua 417628, China

Abstract: Objective To explore the research development trend of Huangjing (*Polygonati Rhizoma*) and provide a reference for *Polygonati Rhizoma* cultivation, clinical research, industrial development and quickly understanding its connotations and identifying research hotspots. **Methods** The Chinese and English literatures of *Polygonati Rhizoma* were retrieved from CNKI database and Web of Science core collection database, and CiteSpace software was used to make a bibliometric analysis from the number of publications, authors, institutions, countries and keywords; The patents of *Polygonati Rhizoma* were analyzed from the aspects of the number of applications, geographic regions, organizations and inventors with the help of incopat database's own analysis software and Excel. **Results** Over the past two decades, the trend in publication outputs for both English and Chinese articles on *Polygonati Rhizoma* had exhibited

收稿日期： 2023-09-10

基金项目： 中央引导地方科技发展专项黄精系统研究与全产业链开发与示范项目（2019XF5077）；湖南农业大学“1515”人才项目（湘农大通[2018] 1 号）；湖南省教育厅科学研究项目（23C0078）；湖南农业大学大学生创新训练项目（XCX2023161）

作者简介： 黄子豪，硕士研究生，研究方向为药用植物资源工程。E-mail: 554988055@qq.com

***通信作者：** 郑亚杰，高级工程师，从事中药资源与品质评价研究。E-mail: zhengyj4@126.com

phased fluctuations. Notably, there had been a marked surge in publication numbers in the last five years. The co-occurrence analysis of collaboration networks showed that the authors of the largest number of publications in Chinese and English literature were Li Youyuan and Bao Jinku, respectively. The College of Agriculture of Guizhou University and Sichuan University were the research institutions with the most publications in Chinese and English, respectively. Furthermore, the Chinese Academy of Sciences holded the highest degree of centrality, which had significant influence in the institutional collaboration network; China was the country with the largest number of English-language publications, and had more extensive connections with other countries, making a significant player in the field of *Polygonati Rhizoma* research. The analysis of keywords in Chinese and English literature showed that the analysis of constituents of *Polygonati Rhizoma* had shifted from simple research on physicochemical properties to understanding the molecular structures of compounds; The cultivation technology had developed from basic method of seed sowing, intercropping, etc. to more suitable undergrowth planting pattern; The research on pharmacological effects focuses on the regulation of glucose and lipid metabolism, prevention and treatment of diabetes mellitus, anti-oxidant, antiageing, and antidepressant. At present, the number of patent applications of *Polygonati Rhizoma* was in a downward trend, and there were more patent applications in China and other Asian countries where the influence of traditional Chinese medicine culture is greater, and the content of patent protection focuses on the compatibility of *Polygonati Rhizoma*. **Conclusion** The research of *Polygonati Rhizoma* is still in the stage of development and has attracted extensive attention from scholars at home and abroad. Currently, the prevention and treatment of diabetes, anti-oxidant, anti-aging, and antitumor are the research focus of *Polygonati Rhizoma*, and will remain the main research direction in the future. Among them, the regulatory effects of active components of *Polygonati Rhizoma* on intestinal flora structure and immunity, as well as its target and signaling pathway, will be the focus of research. The in-depth development and innovation of *Polygonati Rhizoma* products will also be a development area that needs high attention.

Key words: *Polygonati Rhizoma*; CiteSpace; patents; bibliometrics; knowledge map; visual analysis; prevention and treatment of diabetes; anti-oxidation; anti-aging

传统中药黄精为百合科黄精属植物滇黄精 *Polygonatum kingianum* Coll. et Hemsl.、黄精 *P. sibiricum* Red.或多花黄精 *P. cyrtonema* Hua 的干燥根茎[1-3]，富含黄精多糖、皂苷类化合物、生物碱类化合物、黄酮类化合物、挥发油等多种功能成分，具有调节血糖、调节免疫力、抗疲劳、抗氧化、抗炎等多重功效，在药品、化妆品和新资源食品研发等领域有着广阔的应用前景和良好的经济价值[2-3]。随着黄精市场需求量日益增长，围绕黄精的科学研究报道越来越多，已有学者运用文献计量学对黄精的研究现状进行了分析，认为国内已有的研究内容侧重于黄精药理作用及其机制，在黄精食用方面的开发较为欠缺[4]，但未经可视化处理，对黄精研究进展和趋势的系统分析还不够直观详尽。

借助文献计量学和数据挖掘算法等工具可对某一个知识领域的科学文献进行识别、归纳和可视化，通过挖掘潜在的信息，分析该学科领域乃至研究对象的研究脉络和热点趋势，有助于把握该学科领域或研究对象的研究进展、前沿及其对应的知识结构[5]。相较于传统文献检索方式费时费力，CiteSpace 检索分析更加高效便捷。本研究通过文献计量学方法，运用 CiteSpace 软件、incopat 数据库自带软件和 Excel 对中国知网（CNKI）、Web of Science（WOS）核心集数据库以及 incopat 专利数据库对黄精相关的研究文献和专利进行计量分析，根据文献的年发文量、作者、机构、国家（地区）和关键词以及专利的申请数量、地域、机构与发明人等信息绘制可视化网络图谱，梳理近 20 年来黄精研究的协作关系、发展现状、研究热点和研究趋势，为更好地把握黄精药材生产、基础研究和产业发展方向提供科学直观的参考和借鉴[6]。

1 资料与方法

1.1 数据来源

1.1.1 文献数据 中文文献数据来源于 CNKI 数据库，设定主题词或关键词或篇名为“黄精”，检索时限为 2002 年 1 月 1 日—2023 年 8 月 1 日，共检索到文献 4 560 篇，从中删除新闻、通知、报纸、与主题或科学研究无关以及年份不详的文献后进行除重，最终纳入有效文献 2 016 篇。

英文文献来源于 WOS 核心合集数据库。设置检索条件为 TS =（Huangjing）OR TS =（*Polygonatum*），检索时限为 2002 年 1 月 1 日—2023 年 8 月 1 日，共检索出文献 578 篇；设定文献类型为 article 和 review，语种为英语，筛选出与黄精、滇黄精和多花黄精相关的文献，除重后最终纳入有效文献 365 篇。

1.1.2 专利数据 专利数据来源于 incopat 数据库。黄精的国际专利分类号为 A61K36/8969，设定

检索式为 IPC＝（A61K36/8988）OR TI＝（黄精）OR AB＝（黄精），公开日期为 2002 年 1 月 1 日—2023 年 8 月 1 日，共检索到数据 21 941 项，从中筛选出有效的专利和选择“扩展同族合并”进行去重，获得 1 702 项国内专利与 170 项国外专利；用数据库自带分析软件和 Excel 对黄精专利数据进行计量学分析。

1.2 文献导出和格式转化

将中文文献以“RefWorks”格式导出，以“纯文本”格式导出英文文献并重命名为“download_**.txt”。用软件 CiteSpace 6.2.R2 将导出的文件转化成该软件可识别的数据形式进行后续分析。

1.3 软件运行和参数设置

在 CiteSpace 6.2.R2 软件中导入数据，建立新项目（new project）和数据分析。数据来源（data source）：中文、英文分别选择 CNKI、WOS；时间分区（time slicing）：2002 年 1 月—2023 年 8 月；时间切片（years per slice）：中文文献关键词分析为 3，机构和作者为 2，英文文献分析均为 1；节点类型（node type）：分别选择作者（author）、机构（institution）、关键词（keyword）、国家（country）；筛选标准（selection criteria）：中文文献关键词分析 g-index（k＝15），英文文献作者分析 g-index（k＝20），其余分析筛选标准均为 g-index（k＝25）；网络修剪（pruning）：pathfinder ＋ pruning sliced networks；主题词来源（term source）：全选；其余参数的设置均为软件系统默认值。

2 结果与分析

2.1 发文趋势分析

特定时间段内某领域发文数量的变化情况能够在一定程度上反映该领域研究发展速度和演变规律[7]。对 CNKI 和 WOS 核心集数据库中与黄精有关的文献发文量和发文趋势进行分析（图 1），近 20 年黄精的中文文献发文趋势大致可分为 3 个阶段，第 1 阶段（2002—2014 年）呈波动性的缓慢增长趋势；第 2 阶段（2015—2018 年）发文量较少且有所下降，但仍稳定在 20 篇左右；第 3 阶段（2019—2022 年）快速增长，特别是 2019 年后的年度发文量均超过 150 篇，表现为爆发性增长，2021 年发文量超过 270 篇，全年发文量是前 2 个阶段总和的 5 倍。

英文文献的发文趋势可分为 2 个阶段，第 1 阶段为 2007—2017 年，2007 年首篇英文文献发表，之后年发文量在 20 篇左右；第 2 阶段为 2018—2022 年，年发文量逐年递增，至 2022 年达到 92 篇。截至统计时间，2023 年中、英文发文量分别为 143 与 55 篇，因时间只计入 8 个月，不进行整体趋势分析。中、英文发文量对比发现，除 2018 年外黄精的中文文献数量均高于英文文献，且二者在 2018 年后均有增长趋势并维持在较高的发文篇数，表明黄精已经得到国内外学者的广泛关注并开展了持续的研究。

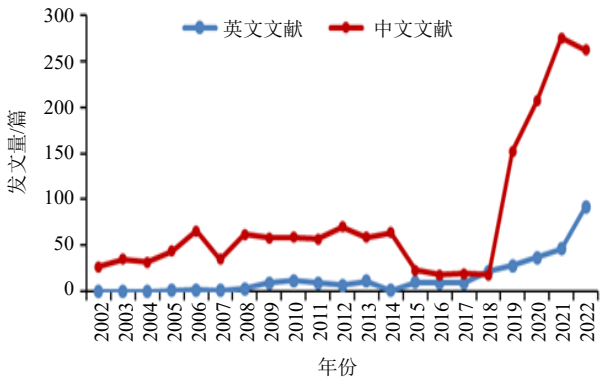

图 1 2002—2022 年黄精中、英文文献年度发文量分布

Fig. 1 Annual distribution of Chinese and English publications on *Polygonati Rhizoma* from 2002 to 2022

2.2 合作网络共现分析

2.2.1 发文作者 作者合作网络共现图谱能反映出作者在该研究领域的主要研究方向、贡献以及作者之间的合作关系，其中共现图谱中节点大小表示作者发文频次高低，越大说明该作者出现的频次越高；节点间连线表示共现关系，连线越粗表明二者出现在同一篇文献的次数越多且合作关系密切。本研究以“author”为网络节点，对纳入的中、英文文献分别进行合作网络可视化分析（图 2），结果中文文献包含作者 817 位，发文量≥10 篇的中文作者共有 14 位（表 1），其中超过 20 篇的作者有 3 位，依次为李友元、肖移生和赵致，高产作者间有一定合作关系且形成了相对稳定的 6 个研究团队。以李友元等为核心的研究团队规模较大，研究时间最早，团队在端粒酶活性[8]、海马 CA1 区突触结构[9]、动脉粥样硬化[10]、降血糖及调血脂[11]等方面取得了一定进展，集中在黄精多糖抗衰老、抗炎、糖脂代谢的作用机制等研究方向。该团队的黄精研究论文高发时期在 2002—2014 年，近些年未见相关论文发表。肖移生团队主要关注黄精活性成分在阿尔茨海默病（Alzheimer’s disease，AD）防治方面的药理作用[12-13]、黄精炮制加工与产业现状[14-15]，团队第 1 篇黄精文

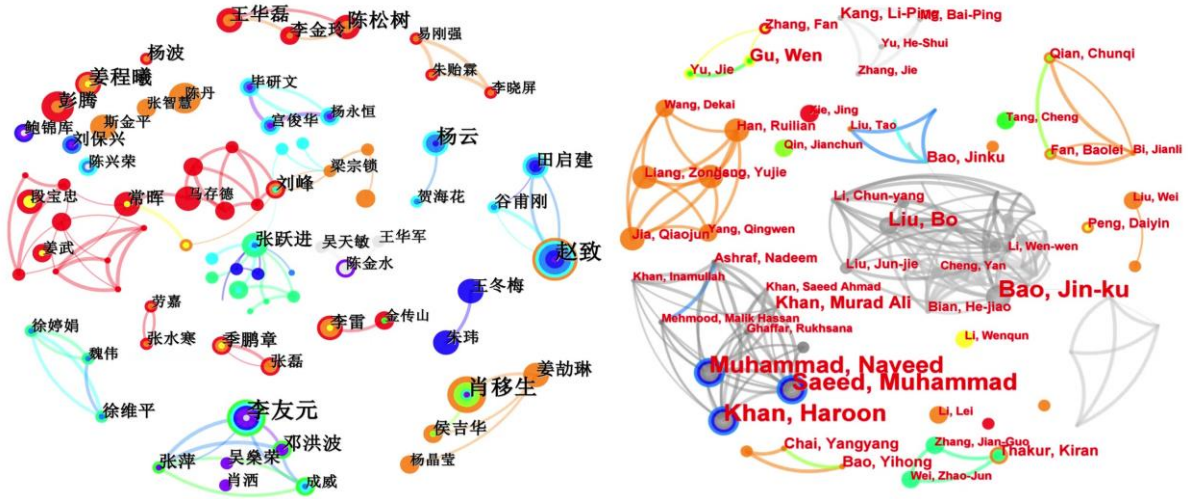

图 2　黄精中文 (左) 和英文 (右) 文献作者合作网络

Fig. 2　Authors cooperation network for Chinese (left) and English (right) publications on *Polygonati Rhizoma*

表 1　黄精中文发文量≥10 的作者

Table 1　Authors with more than 10 Chinese publications related to *Polygonati Rhizoma*

序号	作者	发文量/篇	序号	作者	发文量/篇
1	李友元	23	8	田启建	11
2	肖移生	22	9	张跃进	11
3	赵致	21	10	杨波	11
4	杨云	18	11	彭腾	11
5	陈松树	15	12	季鹏章	10
6	姜程曦	15	13	张萍	10
7	王华磊	13	14	姜劼琳	10

表 2　黄精英文发文量≥5 的作者

Table 2　Authors with more than five Eglish publications related to *Polygonati Rhizoma*

序号	作者	发文量/篇	序号	作者	发文量/篇
1	Bao Jinku	21	6	Khan Muard Ali	7
2	Khan Haroon	18	7	Gu Wen	7
3	Saeed Muhammad	18	8	Chai Yangyang	5
			9	Kang Liping	
4	Muhammad Naveed	16	10	Thakur Kiran	5
5	Liu Bo	10			5

献发表于 2005 年，虽然发文时间略晚于李友元，目前黄精有关研究仍在进行。赵致团队研究集中在黄精的栽培育种技术[16-17]和药材质量研究[18]等方面，团队在 2004—2022 年一直都有从事黄精相关研究。

英文文献作者合作网络分析结果显示共有 526 位学者涉足黄精相关研究领域，发文量≥5 篇的作者共 10 位（表 2）；累计发文量最高的作者是中国学者鲍锦库（21 篇），其团队研究集中在黄精凝集素的抗癌作用；其次是以 Khan Haroon、Saeed Muhammad 和 Muhammad Naveed 为核心的研究团队（18 篇），该团队在黄精地上部分及根茎的成分研究及体外实验等方面取得较好的进展，研究方向是黄精功能成分及其抑菌作用等[19-22]。整体而言，黄精中、英文文献的发文作者形成了相对稳定的研究团队，但团队间相对独立，仅段宝忠、常晖、马存德和梁宗锁团队间有着一定合作研究。

2.2.2　研究机构　研究机构合作网络可视化分析可以反映该研究领域内各机构间的合作关系、科研实力以及影响力。本研究将节点类型设置为“institution”，对纳入的中、英文文献进行可视化分析（图 3），其中中文文献发文机构有 607 个，发文量大于 10 篇（21 个）的前 10 个机构见表 3，贵州大学（27 篇）、安徽中医药大学（19 篇）和西北农林科技大学（19 篇）位列前 3 位；英文文献发文机构有 245 个，由表 4 可知发文量在前 10 且超过 10 篇的机构仅 8 家，四川大学（26 篇）排在第 1，其次是中国科学院（20 篇）。

除发文量以外，中介中心性也是测度节点在网络中重要性的一个指标，其代表节点充当“桥梁中介”的次数，中心性越大表明与其他节点的联系越

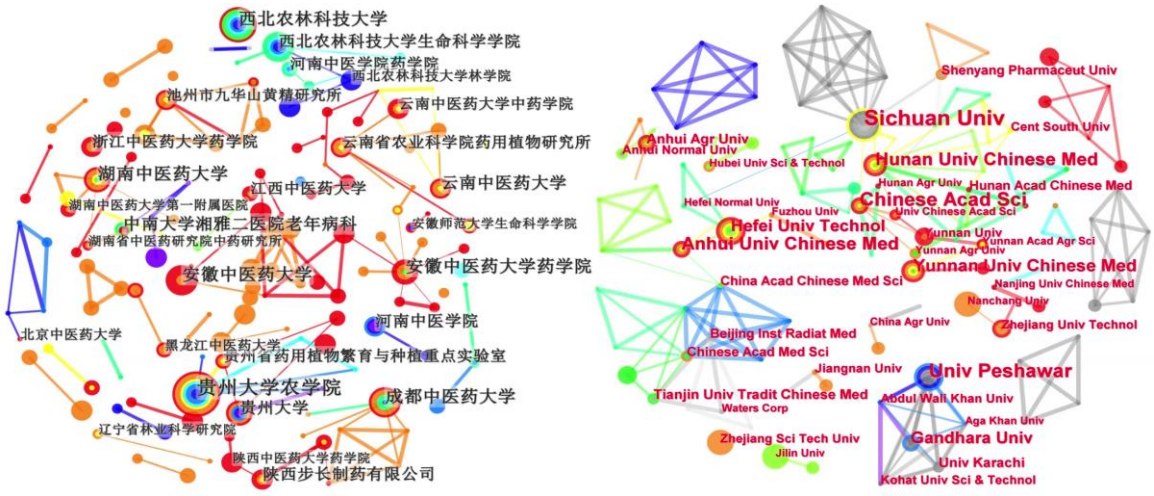

图 3　黄精中文（左）和英文（右）文献研究机构合作网络

Fig. 3　Institutions cooperation network for Chinese (left) and English (right) publications on *Polygonati Rhizoma*

表 3　黄精中文文献发文量前 10 的机构

Table 3　Top 10 institutions with high number of Chinese publications on *Polygonati Rhizoma*

序号	机构	发文量/篇	序号	机构	发文量/篇
1	贵州大学农学院	27	6	中南大学湘雅二医院老年病科	16
2	安徽中医药大学	19	7	云南中医药大学	16
3	西北农林科技大学	19	8	贵州大学	15
4	成都中医药大学	18	9	陕西步长制药有限公司	14
5	湖南中医药大学	18	10	河南中医学院	14

表 4　黄精英文文献发文量前 10 的机构

Table 4　Top 10 institutions with high number of English publications on *Polygonati Rhizoma*

序号	机构	发文量/篇	序号	机构	发文量/篇
1	Sichuan University（四川大学）	26	6	Yunnan University of Chinese Medicine（云南中医药大学）	13
2	Chinese Academy of Sciences（中国科学院）	20	7	Mahatma Gandhi University（圣雄甘地大学）	12
3	University of Peshawar（巴基斯坦白沙瓦大学）	18	8	Hefei University of Technology（合肥工业大学）	12
4	Anhui University of Chinese Medicine（安徽中医药大学）	15	9	Tianjin University of Traditional Chinese Medicine（天津中医药大学）	7
5	Hunan University of Chinese Medicine（湖南中医药大学）	14	10	University of Karachi（卡拉奇大学）	7

多，影响力越大[23]。在已统计的中文文献发文机构中，各节点的中介中心性均较差，图 3 中各发文机构不同地域间合作较少，多为同一地区的中医药大学与当地研究机构之间的合作；英文文献发文机构中中国科学院（Chinese Academy of Sciences）和中国中医科学院（China Academy of Chinese Medical Sciences）的节点中介中心性＞0.1，表明这些研究机构与其他机构之间有着较为广泛的合作关系，在黄精研究机构合作中具有较大影响力。

2.2.3　国家　对发文国家合作网络的可视化分析表明，黄精英文文献发文量前 10 的国家（表 5）中发文量最多的国家是中国（402 篇），占比约为 75%，远超其他国家，为从事黄精研究的主要国家。发文国家合作图谱中节点年轮圈的外圈呈紫色时，则证明该节点的中心性高，由图 4 可看出中国在黄精研究领域的中介中心性最高，表明中国在该领域具有较大影响力，且与其他国家的合作联系较为广泛。从地区分布上来看，开展黄精研究的国家主要集中

在包括中国、巴基斯坦、韩国等亚洲国家，其次是美洲，欧洲和非洲的研究发文量相对较少。

2.3　关键词分析

2.3.1　共现分析　关键词共现分析是以关键词作为网络节点，经网络构建后形成由节点和连线组成的关键词共现图谱，再对节点和连线进行深入挖掘。频次和中介中心性也是衡量关键词重要性的 2 个重要指标[24-25]，在一定程度上可以反映该学科领域的研究热点。以“keyword”为网络节点对纳入的文献进行分析，获得的关键词共现图谱见图 5，高频关键词见表 6、7。

表 5　黄精英文文献发文量前 10 的国家

Table 5　Top 10 countries with high number of English publications on *Polygonati Rhizoma*

序号	国家	中心性	发文量/篇
1	the People’s Republic of China（中国）	1.14	320
2	Pakistan（巴基斯坦）	0.15	21
3	the United Stated of America（美国）	0.00	15
4	South Korea（韩国）	0.28	12
5	Vietnam（越南）	0.00	4
6	Saudi Arabia（沙特阿拉伯）	0.28	4
7	India（印度）	0.15	4
8	Brazil（巴西）	0.15	3
9	Belgium（比利时）	0.28	2
10	Canada（加拿大）	0.00	2

图 4　黄精英文文献国家合作网络

Fig. 4　Countries cooperation network for English publications on *Polygonati Rhizoma*

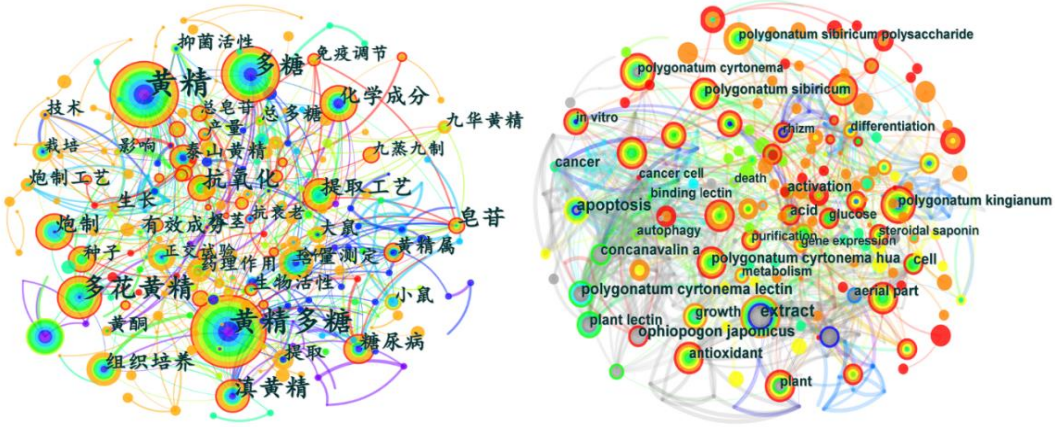

图 5　黄精中文（左）和英文（右）文献关键词共现网络

Fig. 5　Co-occurrence network of keywords in Chinese (left) and English (right) publications on *Polygonati Rhizoma*

表 6　黄精中文文献高频关键词信息

Table 6　Information of high frequency keywords in Chinese publications on *Polygonati Rhizoma*

序号	关键词	中介中心性	发文量/篇	序号	关键词	中介中心性	发文量/篇
1	黄精	0.62	772	11	含量测定	0.07	33
2	黄精多糖	0.32	394	12	种子	0.05	32
3	多花黄精	0.22	301	13	补气药	0.04	31
4	滇黄精	0.15	120	14	药理作用	0.03	30
5	抗氧化	0.18	57	15	组织培养	0.12	29
6	化学成分	0.12	56	16	泰山黄精	0.05	28
7	炮制	0.07	47	17	栽培技术	0.02	25
8	提取工艺	0.13	40	18	皂苷	0.07	21
9	糖尿病	0.07	34	19	栽培	0.04	21
10	正交试验	0.03	33	20	九华黄精	0.03	21

表 7 黄精英文文献高频关键词信息

Table 7 Information of high frequency keywords in English publications on *Polygonati Rhizoma*

序号	关键词	中介中心性	发文量/篇	序号	关键词	中介中心性	发文量/篇
1	*Polygonatum cyrtonema* Hua	0.12	51	7	*Polygonatum kingianum*	0.09	22
2	*Polygonatum sibiricum*	0.08	49	8	structural characterization	0.09	22
3	*Polygonatum sibiricum* polysaccharide	0.08	29	9	rhizome	0.05	22
4	oxidative stress	0.05	29	10	cell	0.09	20
5	polysaccharide	0.04	28	11	antioxidant activity	0.03	20
6	antioxidant	0.10	25				

中文文献关键词共现图谱中共有 359 个节点和 621 条连线，出现频次≥20 次的关键词有 20 个（表 6），涉及了黄精活性成分分析、药理作用和传统炮制工艺等多个方面，其中成分分析主要围绕黄精多糖、皂苷类和黄酮类化合物，药理作用在黄精的抗氧化、糖尿病防治、补气和免疫调节等方面得到关注较多，对九蒸九制等传统炮制工艺的研究所占比重也较大。此外，为促进黄精药材产量和品质的提高，研究人员在组织培养、种子种苗、栽培技术、林下种植等药材提质增效方面也开展了大量研究。关键词共现具有高中心性的关键词依次为黄精（0.62）、黄精多糖（0.32）、多花黄精（0.22）、抗氧化（0.18）、滇黄精（0.15）、提取工艺（0.13）、化学成分（0.12）、组织培养（0.12），这些关键词的中心性均大于 0.1，表明黄精、多花黄精和滇黄精等不同黄精品种中以多糖为功效成分的提取工艺、成分分析和抗氧化的作用机制研究是至今黄精研究的重要内容。

英文文献关键词共现分析共获得 377 个节点和 1 282 条连线，出现频次≥20 次的关键词有 11 个（表 7）；同中文文献关键词分析结果一致，英文文献研究内容也侧重于不同黄精品种的黄精多糖及其化学分析（polysaccharide 和 structural characterization）、抗氧化以及应激作用机制等，区别在于英文文献中黄精活性成分基于细胞实验的机制研究更受关注，对传统炮制工艺研究及种植栽培等关注度较低。关键词共现图谱中心性较高的关键词为 *Polygonatum cyrtonema* Hua（0.12）和 antioxidant（0.10），表明多花黄精抗氧化作用及其机制是黄精的研究热点，特别是基于体外细胞实验的研究较国内应用更加广泛。

2.3.2 聚类分析 在关键词共现图谱的基础上，采用对数似然率（log-likelihood rate，LLR）算法对纳入的相关文献中关系紧密的关键词进行聚类分析（图 6），中文文献关键词聚类图谱有 359 个节点和 621 条连线，形成 13 个聚类标签，聚类模块值（Q）＝0.638 3（＞0.3），表明聚类结果的网络结构是显著的。平均轮廓值（S）是衡量网络同质性的指标，越接近 1 表示网络同质性越高，一般大于 0.7 则说明聚类结果可信[15]，本研究聚类平均轮廓值 S＝0.861 4（＞0.7），表明聚类结果具有可信度。各聚类团块之间存在相互交错重叠的现象，表明它们之间联系比较紧密，其中模块#0（黄精多糖）、#1（多糖）、#3（化学成分）、#6（九华黄精）#8（小鼠）、#9（网络药理学）#10（矿质元素）和#12（不同产地）主要涉及黄精成分分析、药理作用及其机制研究；模块#5（黄精属）、#7（生长量）和#11（组织培养）主要为黄精品种以及生产栽培的研究；#2（多花黄精）、#4（黄精）与黄精药材的质量评估相关。

聚类标签的数字越小，其所涵盖的关键词越多，如黄精多糖（#0 和#1）涉及到正交试验、黄精、多糖、多花黄精等关键词，表明黄精多糖的研究多为制备工艺和药理作用等；多花黄精（#2）则包含有多糖、皂苷、黄酮类、质量评价等关键词，围绕多花黄精展开的研究工作主要是化学成分分析及其质量评估；化学成分（#3）涵盖了总黄酮、总多糖、总皂苷、抗氧化、九华黄精等关键词，主要是提取分离黄精中的活性成分及质量评估；黄精（#4）包括多花黄精、滇黄精、中药材、炮制工艺等关键词，研究内容多为通过优化栽培、炮制加工等技术以提高黄精产量和促进生产。

英文文献关键词聚类图谱共有 377 个节点和 1 282 条连线，形成聚类标签 9 个，聚类模块值 Q＝0.612 9（＞0.3），平均轮廓值 S＝0.795 7（＞0.7），表明聚类网络结构显著和结果可信。聚类结果表明英文文献集中在#0（autophagy，自噬）、#1（oxidative

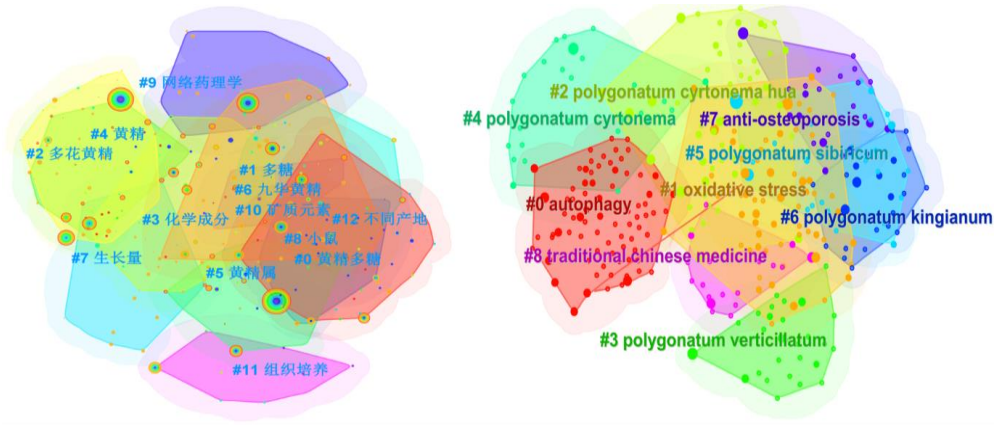

图 6　黄精中文（左）和英文（右）文献关键词的聚类网络

Fig. 6　Clustering network of keywords in Chinese (left) and English (right) publications on *Polygonati Rhizoma*

stress，氧化应激）、#7（anti-osteoporosis，抗骨质疏松）和#8（traditional Chinese medicine，中药）等与药理活性及其作用机制研究相关的模块，#2（*Polygonatum cyrtonema* Hua，多花黄精）、#3（*Polygonatum verticillatum*，轮叶黄精）、#5（*Polygonatum sibiricum*，黄精）和#6（*Polygonatum kingianum*，滇黄精）等不同黄精品种的成分分析相关的模块。关键词共现分析结果表明中文和英文文献的黄精研究内容具有一定程度重叠，但相比之下，英文文献更多地涉及黄精活性成分的化学结构和作用机制研究，在药材栽培和生产方面的研究相对较少；在药理作用方面的研究，中文文献在防治糖尿病上的研究更多，而英文文献更侧重于抗癌作用的研究。

2.3.3　突现分析　关键词突现是指关键词在较短时间内使用频次显著增加，通过对关键词进行突现分析可以帮助研究者了解该研究领域内一段时间内突发的研究热点，把握前沿趋势和判断该研究的后续发展动向。突现图中“begin”和“end”分别表示突现词的突变的开始和结束时间，“strength”表示突现关键词的突变强度，强度越高表示该关键词在突变时间段的影响力越大[20]。

黄精中文文献关键词突现分析共获得 24 个突现词（图 7），其中强度最大的突现词为“补气药”，突现持续时长为 17 年（2002—2019 年），强度最小的突现词为“行为学”（2009—2010 年）和“卷叶黄精”（2006—2007 年）。高频关键词的突现大致可以分为 2 个时期，2002—2010 年黄精的研究热点主要集中在含量测定、成分分析和糖尿病等方面；2011—2023 年研究热点转为分离纯化和药理作用的深入研究，同时“抑郁症”“学习记忆”“海马”等药效作用相关的关键词也突现出来。从突现分析可预知，黄精的功效成分结构表征以及在抗衰老等神经药理作用方面的研究可能将成为未来一段时间内的研究热点。

黄精英文文献关键词突现分析共获得 11 个突现词，如图 7 所示强度较大的关键词包括“extract”“plant lectin”“concanavalin a”和“aerial part”，突现持续时长均超过 5 年，强度较小的是“protein”“ophiopogon japonicus”“cell”和“polysaccharide”，突现持续不超过 3 年。英文文献高频关键词的突现也大致分为 2 个阶段，2008—2018 年其研究热点主要集中在凝集素（concanavalin A 和 plant lectin）和提取物（extract）以及与抗肿瘤（cancer）相关的药理作用方面；2018—2023 年研究热点转变为“polysaccharide”等成分结构研究和基于“cell”的“polysaccharide”的药理作用研究。由此可预知，黄精多糖成分研究、抗氧化作用、调节肠道菌群结构及免疫功能可能将成为黄精英文文献的热点研究方向。

2.3.4　时间线图分析　对关键词时间线的分析有助于了解该领域的演进情况和把握研究趋势[26]。本研究在关键词聚类图谱的基础上，以年份为横坐标，聚类标签为纵坐标，对中文和英文文献关键词分别进行时间线视图可视化分析，得到时间线图（图 8、9）。中文文献（图 8）的黄精多糖（#0）、多糖（#1）、多花黄精（#2）、化学成分（#3）、黄精（#4）涵盖的关键词较多，在黄精研究中具有较重要的地位，其中聚类#0、#2 和#4 的时间跨度从 2002 年至今，

Top 24 keywords with the strongest citation bursts

keywords	year	strength	begin	end	2002—2023
补气药	2002	9.25	2002	2019	
根状茎	2002	4.55	2002	2007	
阿霉素	2002	4.02	2002	2007	
实验性	2002	4.02	2002	2007	
糖尿病	2004	3.73	2004	2010	
黄精属	2002	3.37	2002	2007	
含量测定	2006	8.55	2006	2013	
卷叶黄精	2006	6.40	2006	2007	
甾体皂苷	2006	5.51	2006	2010	
小鼠	2005	4.66	2005	2010	
多糖类	2005	4.15	2005	2010	
凋亡	2005	3.85	2005	2010	
正交实验	2006	3.27	2006	2010	
泰山黄精	2005	3.21	2005	2010	
抑郁症	2009	6.24	2009	2013	
海马	2009	3.90	2009	2016	
临床观察	2009	3.85	2009	2013	
学习记忆	2009	3.63	2009	2013	
行为学	2009	3.14	2009	2010	
黄精多糖	2002	8.34	2011	2019	
分离纯化	2011	4.31	2011	2013	
细胞凋亡	2012	3.81	2012	2019	
提取物	2012	3.33	2012	2019	
九华黄精	2019	5.89	2019	2022	

Top 11 keywords with the strongest citation bursts

keywords	year	strength	begin	end	2002—2023
protein	2008	3.16	2008	2011	
concanavalin a	2009	4.95	2009	2015	
ophiopogon japonicas	2009	4.15	2009	2012	
extract	2009	3.94	2009	2018	
polygonatum cyrtonema lectin	2009	3.34	2009	2017	
polygonatum verticillatum	2010	6.29	2010	2015	
plant lectin	2010	3.59	2010	2019	
aerial part	2011	6.41	2011	2016	
cell	2008	3.95	2018	2020	
polygonatum sibiricum polysaccharide	2008	3.63	2019	2023	
polysaccharide	2019	4.07	2021	2023	

图 7 黄精中文 (左) 和英文 (右) 文献关键词突现分析

Fig. 7 Emergence analysis of keywords in Chinese (left) and English (right) publications on *Polygonati Rhizoma*

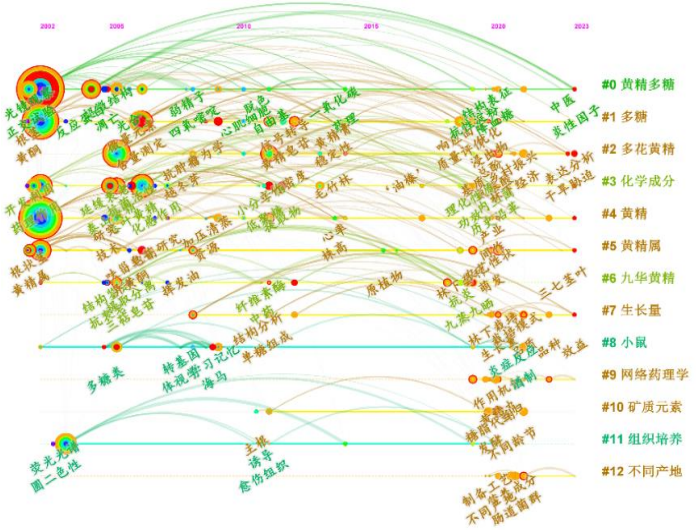

图 8 黄精研究中文文献关键词的时间线视图

Fig. 8 Timeline view of keywords in Chinese publications on *Polygonati Rhizoma*

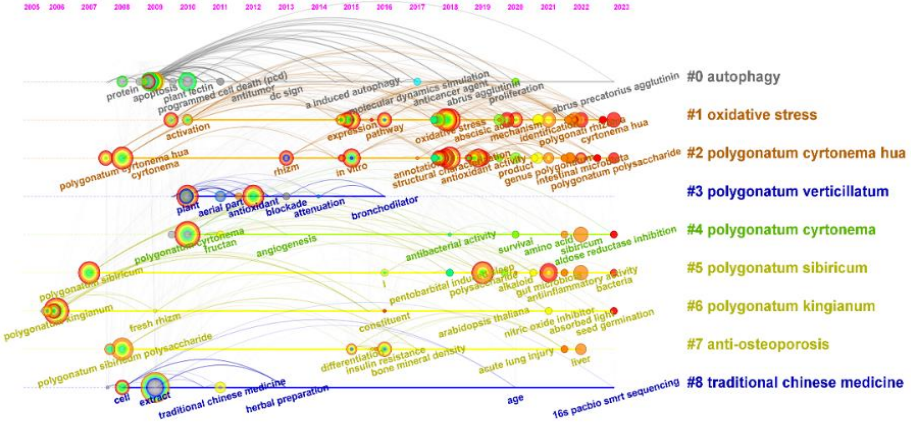

图 9 黄精研究英文文献关键词时间线视图

Fig. 9 Timeline view of keywords in English publications on *Polygonati Rhizoma*

是该研究领域内一直持续的热点。由图 9 可见，英文文献聚类中，oxidative stress（#1）、*Polygonatum cyrtonema* Hua（#2）涵盖的关键词较多，是比较热点的研究内容。从时间跨度上看，黄精的活性成分及抗氧化作用仍会是英文文献的研究热点。

结合关键词突现图谱和时间线图，可以看出黄精成分分析从简单的理化性质研究转为探讨化合物的分子结构[27]；药理作用研究从研究调节糖脂代谢、防治糖尿病方面进一步深入研究探讨与抗氧化、抗衰老、抗抑郁等有关的作用机制[28]。

2.4　专利信息统计分析

2.4.1　申请趋势　分析黄精专利在全球不同国家或地区中专利申请和公开量的发展趋势，可以了解黄精专利在不同国家或地区的起源和发展情况；对比各个时期内不同国家和地区的技术活跃度，便于分析黄精专利全球布局情况，预测未来的发展趋势，为制定全球的市场竞争或风险防御战略提供参考[29]。本研究绘制了 2002—2022 年全球黄精专利申请量年度分布趋势图（图 10）；由分布趋势图可知，近 20 年黄精专利申请数量出现了较大的起伏，在 2002—2010 年申请数量少且呈缓慢增长趋势，该时期黄精专利的发展尚处于起始阶段；在 2010—2013 年呈快速上升趋势，进入了成长阶段，此后到 2016 年表现为快速回落的趋势，虽然后面的 2 年时间内（2016—2018 年）略有小幅的回升，但直到 2022 年都呈现缓慢下降的趋势，提示黄精专利的技术创新面临发展瓶颈，需要相关的研究机构或技术人员继续寻找新的突破点。

2.4.2　全球地域分布　对各个国家或组织专利数量分布进行统计以及对专利申请数量进行地域排名，可帮助了解黄精在不同国家或组织技术创新的活跃情况和发现主要的技术创新来源国和重要的目标市场。由表 8 可知黄精专利申请数量排名前 4 的国家分别为中国、韩国、美国和日本，其中中国申请的

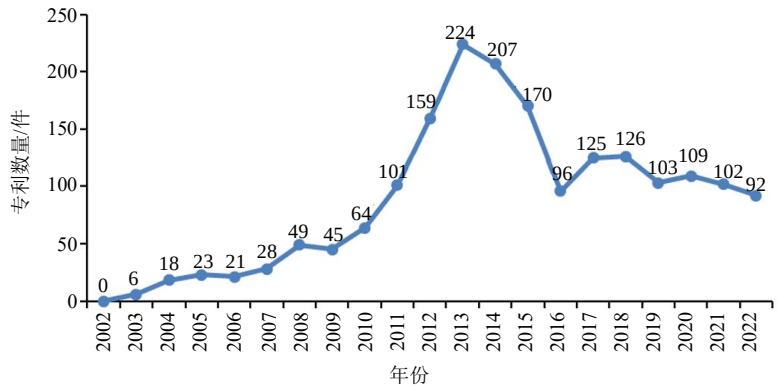

图 10　黄精专利申请数量年度分布

Fig. 10　Annual distribution of number of *Polygonati Rhizoma* patent applications

黄精相关专利数量以压倒性的优势居于首位，表明黄精专利相关技术创新主要来自于中国；作为黄精的主产国，中国对黄精专利有较大的市场需求；韩国和美国的黄精专利在全球占了比较小的份额。从地域分布分析，中国、韩国、日本等亚洲的国家申请专利数量较多，显示中医药文化在该区域具有广泛的认知度，且区域间具有潜在的较强竞争。

2.4.3　申请机构　对专利申请机构进行分析可以发现创新成果积累较多的专利申请机构，并据此进一步分析其专利竞争实力。本研究统计出累计专利数量排名前 10 的申请机构（表 9），这些机构涉足的黄精专利研究领域集中在药物及其治疗作用，如河北以岭医药研究院有限公司、青岛恒波仪器有限公

表 8　黄精专利申请数量的地域排名

Table 8　Regional ranking of number of *Polygonati Rhizoma* patent applications

排名	国家或组织	申请数量	占比/%
1	中国	1 709	91.29
2	韩国	84	4.49
3	美国	33	1.76
4	日本	14	0.75
5	俄罗斯	6	0.32
6	南非	6	0.32
7	欧洲专利局（EPO）	4	0.21
8	荷兰	3	0.16
9	澳大利亚	2	0.11

表 9 黄精专利申请数量排名前 10 的机构

Table 9 Top 10 organizations with number of *Polygonati Rhizoma* patent applications

排名	机构名称	技术热点	专利数量
1	河北以岭医药研究院有限公司	治疗抑郁、心脏病相关病症等的中药组合物	21
2	湖南新汇制药股份有限公司	黄精的炮制、提取分离、栽培技术等	15
3	青岛恒波仪器有限公司	提高免疫力、降糖、降压、调脂的保健茶和中药组合物	15
4	兰州古驰生物科技有限公司	调节血糖、高血压、改善记忆力减退等的中药制剂	10
5	怀化林泉药业有限公司	黄精化学成分的制备及质量控制	9
6	上海中医药大学附属龙华医院	治疗细菌感染、糖尿病、肾病等的中药组合物	8
7	中国食品发酵工业研究院	供术后患者、骨伤患者、产妇食用的膳食配方	8
8	中食月太（北京）健康科技有限公司	供肝病、肾病、糖尿病、肿瘤患者使用的膳食配方	8
9	丽水市林业科学研究院	多花黄精栽培种植方法及产品制备方法	8
10	四川省中医药科学院	黄精产物和药物组合物	8

司、兰州古驰生物科技有限公司、上海中医药大学附属龙华医院、四川省中医药科学院；保健及膳食配方，有中国食品发酵工业研究院和中食月太（北京）健康科技有限公司。此外，还有涉及黄精药材种植和加工的机构 1 家，黄精成分分析及质量控制的机构 1 家。其中，合享价值度较高的专利有用于治疗脏器纤维化的中药组合物[30]、治疗乳腺增生的中药组合物[31]、治疗急性咽炎的中药组合物[32]等，但这些专利内容主要为黄精的组方配伍及其功效，所采用的新技术、新方法以及技术创新程度较低。从排名前 10 的科研机构可以看出研究黄精专利的地域分布比较广，各机构之间的交流合作较少。

2.4.4 主要发明人 通过国内发明人群体的分析可进一步厘清该技术领域的核心技术人才，国内排名靠前的主要发明人包括何述金等 10 人（图 11）。其中以何述金为代表的湖南新汇制药股份有限公司在 2018—2021 年共 9 次申报专利，内容主要涉及黄精的炮制及质量控制方法[33-34]；贾孝荣等[35]在 2014 年集中研究黄精中药制剂，开发出用于调节血糖、调理干性皮肤、明目护瞳、调理怕冷畏寒、改善记忆力减退、调理高血压 6 种中药制剂并申报专利。来自于中国食品发酵工业研究院的尹志超、张大超、徐亚光、潘兴昌和蔡木易 5 人在 2008 年研发出 8 种供术后患者、骨伤患者、产妇等食用的膳食配方；秦拢和王永依托河北以岭医药研究院有限公司开发了治疗抑郁、心脏病相关病症的多种中药组合物并申报专利。

3 讨论

3.1 研究热点与前沿

本研究基于 CiteSpace 软件和 incopat 数据库用计量学的方法对 2002—2023 年关于黄精的 2 016 篇中文文献、365 篇英文文献、1 702 项国内专利及 170 项国外专利进行了数据与潜在信息的挖掘、解读以及数据可视化展示，通过系统分析黄精研究领域的

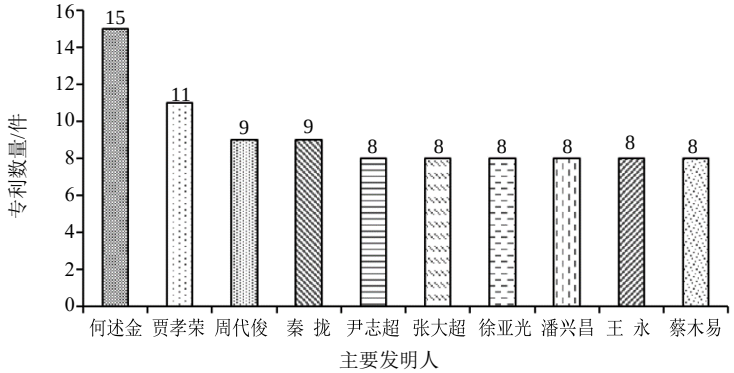

图 11 黄精专利申请数量排名前 10 的发明人

Fig. 11 Top 10 inventors with number of *Polygonati Rhizoma* patent applications

论文发文趋势、作者机构合作情况和专利申请信息，挖掘出该领域的研究热点和研究路径演进趋势。

国内外关于黄精的研究更多侧重于活性成分分析和药理作用机制，其中黄精多糖、抗氧化作用及防治糖尿病等是国内外共同关注的热点；此外，国外文献侧重利用体外细胞实验探究黄精的药理作用机制，国内文献还注重黄精的栽培种植及炮制加工。综合国内外黄精文献研究，黄精相关研究的热点主要集中在以下几方面。

3.1.1 抗氧化作用　黄精作为传统药食同源物质，现有研究证明其具有较好的抗氧化作用，在抗衰老以及糖尿病和 AD 等疾病的治疗方面有着较好的效果。黄精可以减少衰老小鼠脑组织中丙二醛（malondialdehyde，MDA）的产生，增加超氧化物歧化酶（superoxide dismutase，SOD）、谷胱甘肽过氧化物酶（glutathione peroxidase，GSH-Px）的活性，从而减少脑中氧自由基的产生，增强清除氧自由基的能力，提高机体抗氧化的能力，抑制机体、组织、细胞的过氧化过程，并能明显提高脑细胞 Na^+, K^+-ATP 酶及 Ca^{2+}-ATP 酶的活性，防止细胞内 Ca^{2+}超载从而起到抗衰老的作用[36]。黄精多糖通过抑制羟基的产生，对红细胞的破坏和肝匀浆脂质过氧化过程在体外细胞中发挥良好的抗氧化活性，且其体外抗氧化作用具有剂量相关性；小鼠体内可通过抑制核因子-κB（nuclear factor-κB，NF-κB）通路，减少 MDA、髓过氧化物酶产生，增加 SOD 含量，减少结肠氧化损伤，提高结肠抗氧化能力，进而减轻肠道炎症反应[37]。黄精多糖还可以通过激活环磷酰胺损伤小鼠睾丸中核因子 E2 相关因子 2（nuclear factor E2-related factor 2，Nrf2）核心转录因子调控下游抗氧化基因磷酸酰胺腺嘌呤二核苷酸醌氧化还原酶-1、血红素氧化酶-1、半胱天冬酶-3（*Caspase-3*）mRNA 的表达，同时增强抗氧化蛋白酶 SOD 的活力，发挥其抗氧化损伤作用[38]。黄精中的化合物在 AD 模型小鼠大脑中表现出明显的乙酰胆碱酯酶（acetylcholin esterase，AChE）抑制活性，表明黄精通过抑制 AChE 活性来减轻胆碱能损伤；同时，黄精能提高 AD 模型小鼠中 SOD、过氧化氢酶、GSH-Px 等抗氧化酶活性，降低脂质过氧化终产物 MDA 含量，减轻 AD 小鼠脑内氧化应激损伤，从而达到治疗 AD 的效果[39]。

3.1.2 防治糖尿病机制　黄精作为我国传统大宗治疗“消渴”证的中药材，已有研究表明其具有明显的降血糖作用，能有效防治糖尿病，其作用机制主要体现在以下几方面。

（1）改善胰岛功能、促进胰岛素分泌：黄精可以通过减轻胰岛细胞损伤，抑制胰岛 β 细胞凋亡，改善胰岛素抵抗并提高胰岛素的表达，增加胰岛素水平。黄精中山柰酚通过上调胰腺和十二指肠同源异型盒-1（pancreatic and duodenal homeobox-1，PDX1）/环磷腺酸苷（cyclic adenosine monophosphate，cAMP）/蛋白激酶 A（protein kinase A，PKA）/环磷腺苷效应元件结合蛋白（cAMP-response element binding protein，CREB）信号通路，增加 β 细胞的胰岛素合成和分泌，从而保护胰腺 β 细胞；其还被发现可以减少 β 细胞的凋亡，促进 INS-1E 细胞和人类胰岛在持续棕榈酸酯暴露下的活力，抑制细胞凋亡和降低 Caspase-3 的活性，从而达到降血糖的效果[40]。橙皮苷通过激活腺苷酸活化蛋白激酶（adenosine monophosphate activated protein kinase，AMPK）信号促进细胞从血液中摄取葡萄糖进入细胞，激活细胞内葡萄糖转运酶，促进 β 细胞存活，抑制胰岛素抵抗，促进葡萄糖代谢和摄取，进一步发挥降血糖作用[41]。黄精多糖通过提高糖尿病小鼠血清胰岛素水平，发挥降血糖作用[42]。

（2）抑制糖原分解、促进糖原合成：黄精对 α-淀粉酶和 α-葡萄糖苷酶具有抑制作用，通过抑制 α-葡萄糖苷酶的活性抑制糖原的分解，从而降低血糖水平。黄精中的山柰酚可能与 α-葡萄糖苷酶活性部位内的一些氨基酸残基相互作用，占据酶的催化中心，避免对硝基苯基-α-*D*-吡喃葡萄糖苷的对接而抑制酶的活性[43]。黄精中高异黄酮类化合物通过抑制葡萄糖转运蛋白 2 使肠道对葡萄糖的吸收减少，进而降低血糖[44]。

（3）减少炎症反应及氧化应激损伤：黄精可通过减少炎症因子的产生预防糖尿病及其并发症。黄精皂苷可以通过上调脂肪细胞中围脂滴蛋白（Perilipin）的表达，降低游离脂肪酸和肿瘤坏死因子-α 水平来减少炎症因子的产生。薯蓣皂苷通过一氧化氮（nitric Oxide，NO）/可溶性鸟苷酸环化酶（soluble guanylate cyclase，sGC）/环磷酸鸟苷（cyclic guanosine monophosphate，cGMP）/蛋白激酶 G（protein kinase G，PKG）通路降低转化生长因子-β、肿瘤坏死因子-α 和白细胞介素-1β（interleukin-1β，IL-1β）3 个炎症细胞因子水平来预防糖尿病大鼠的心肌损伤；也可以抑制 Toll 样受体 4（toll-like

receptor 4，TLR4）/NF-κB 通路，降低 IL-6、IL-1β 和 IL-1α 等炎症细胞因子水平，从而减轻糖尿病小鼠的炎症反应[45]。熊果酸可以诱导更高的 SOD 活性，抑制糖尿病引起的心肌组织中的 MDA 水平，并通过促进抗氧化反应来缓解链脲佐菌素诱导的糖尿病心肌病变[46]。

（4）改善肠道微生态：黄精在消化过程中不能被完全消化和吸收，主要被肠道末端的双歧杆菌转化为短链脂肪酸（short-chain fatty acids，SCFAs）[47-48]，SCFAs 的积聚可降低肠道 pH 值，促进微量元素的吸收、结肠细胞胰高糖素样肽-1（glucagon-like peptide-1，GLP-1）和酪酪肽（peptide YY，PYY）的分泌、体内部分细胞分泌的过氧化物酶体增值物激活受体 γ（peroxisome proliferator activated receptor γ，PPARγ）表达；血液中 GLP1、PYY、PPARγ 和 SCFAs 水平升高可能作用于下游细胞，通过促进胰岛素分泌、减少脂肪组织分泌炎症因子、提高脂肪细胞和肌肉细胞 GLUT4 水平、促进肌肉和肝细胞糖原合成、增加饱腹感以及恢复胰岛素敏感性，从而达到调节血糖的目的[49-51]。

3.1.3 栽培技术及炮制加工工艺　目前黄精的繁育技术主要有根茎繁殖、种子繁殖和组织培养，3 种技术各有优缺点，在繁育过程中需要遵循不同的技术要点[52]。大田栽培、林下栽培和田间套种 3 种规模化种植模式有着不同的特点及各自的优势，需要种植户根据地域特点因地制宜进行栽培和管理以提高产量和药材品质[53]。迄今黄精栽培种植仍面临一些制约产业发展的主要问题，包括缺乏优质种苗快繁技术、优良品种选育和推广滞后、缺乏黑斑病防治技术和药物、标准化种植成本较高等[54]。近年来黄精药材收购量逐渐下降且价格逐年攀升，野生资源正逐步趋于枯竭，加强种质资源保护，重视繁殖技术和人工种植技术研究，有助于实现黄精资源的有效保护和可持续开发利用[55]。

黄精从古至今的炮制工艺有着不断演变的过程，不同炮制处理后的多花黄精有效成分含量发生变化，其浸出物、多糖、总黄酮和总酚含量在炮制后均有所下降，总皂苷含量却有所上升[56]。传统的九蒸九制工艺还需利用现代分析技术阐明其科学内涵；传统工艺在数字化、现代化生产转化方面已经取得较好发展，但与传统炮制工艺在产品品质及药效一致性的研究等尚需更全面的评价[57]。

此外，黄精生品刺人咽喉，炮制可使其刺激性降低，在药理研究及临床应用中黄精仍表现出轻微不良反应，当前毒性反应机制尚未完全阐明。中药安全性越来越受到人们关注，如何在降低刺激性的同时又保证药效是今后黄精的研究中需要考虑的问题[57]。

3.2 专利

黄精专利信息分析发现专利申请存在明显的地域差异，在中国、韩国和日本等亚洲地区所占比重较大，特别是中国境内的专利申请数量有着绝对的优势，提示在中医药文化认知度较高的亚洲地区有着较好的基础，国际认可度相对较低，未来的国际专利申请仍需要更大的突破；自 2013 以来，年专利申请数量出现持续性下降，从申请机构专利产品的构成分析可知黄精专利主要集中在中药产品开发及其治疗作用和保健食品配方，这些产品的专利保护多数围绕黄精的中药组合，所含技术的创新程度普遍较低，新技术、新方法缺乏成为黄精专利申报的主要限制性因素。今后加强黄精及其产品的新技术、新方法等研究，通过科技提升黄精产品的附加值将成为黄精产业领域的主要发展方向。

4 结论

通过近 20 年黄精中、英文文献和专利进行计量学分析，梳理出黄精多糖的分子结构分析，黄精调节糖脂代谢、防治糖尿病、抗氧化、抗衰老、抗肿瘤是当前研究重点，未来仍会是黄精研究主线。基于此，黄精活性成分对肠道菌群结构的调节作用、作用靶点和信号通路等机制研究会成为热点趋势；黄精育种栽培、炮制加工以及凭借新方法、新技术提高黄精产量和提升质量等措施以促进黄精产业深加工、高附加值产品研发也将成为未来黄精产业健康可持续发展的研究热点之一。

我国作为黄精专利发明的主力国，受限于新技术和新方法的开发和应用，黄精专利创新性遇到了瓶颈，可以考虑发展不同领域黄精的优势产品，加强各机构与发明人之间的交流与合作，取长补短。目前黄精专利大部分是以药材的简单组合及其治疗作用为主；应充分挖掘黄精的药食同源物质属性，考虑从食品加工方向入手，引进新技术、新方法提升产品种类，改进产品工艺和提高产品附加值，加强黄精专利研究的创新性，为黄精产业结构升级提供更有力的支撑。

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. 2020: 319-320.

[2] 陶爱恩, 赵飞亚, 钱金枞, 等. 黄精属植物治疗肾精亏虚相关疾病的本草学和药理作用与药效物质研究进展 [J]. 中草药, 2021, 52(5): 1536-1548.

[3] 张从敬, 陈子怡, 牟欣尚, 等. 黄精产业发展现状与趋势 [J]. 农业科技通讯, 2021(3): 10-12.

[4] 耿敬章, 吴云霞, 刘正浩. 基于文献计量的黄精研究现状分析 [A] // 中国食品科学技术学会第十九届年会论文摘要集 [C]. 北京: 中国食品科学技术学会, 2022: 203-204.

[5] 陈超美, 李杰. 科学知识前沿图谱实践 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2018: 1-44.

[6] 王计瑞, 汪竹芸, 郭延垒, 等. 基于 Citespace 的雷公藤近十年研究现状可视化分析 [J]. 中国野生植物资源, 2022, 41(5): 37-47.

[7] 赵芸, 刘欣, 孟园, 等. 基于CiteSpace的淫羊藿研究进展的可视化分析 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(21): 3871-3878.

[8] 李友元, 成威, 邓洪波, 等. 黄精多糖对 App 转基因小鼠大脑及性腺组织端粒酶活性的影响 [J]. 中国新药与临床杂志, 2008, 27(11): 844-846.

[9] 成威, 李友元, 邓洪波, 等. 黄精多糖对阿尔茨海默病小鼠海马 CA1 区突触界面的影响 [J]. 临床与病理杂志, 2014, 34(4): 400-404.

[10] 张萍, 刘丹, 李友元. 黄精多糖对动脉粥样硬化家兔血清 IL-6 及 CRP 的影响 [J]. 医学临床研究, 2006(7): 1100-1101.

[11] 李友元, 邓洪波, 向大雄, 等. 黄精多糖的降血脂及抗动脉粥样硬化作用 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2005, 13(4): 429-431.

[12] 钱红月, 肖移生, 侯吉华, 等. 黄精配伍抗老年痴呆研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2021, 17(4): 181-184.

[13] 杨晶莹, 肖移生, 肖爱娇, 等. 黄精丸防治阿尔茨海默病的可行性探析及研究进展 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2021, 27(1): 46-52.

[14] 肖移生, 董琦, 王萍, 等. 江西黄精资源、产品开发及资源综合利用分析 [J]. 中国野生植物资源, 2022, 41(11): 61-65.

[15] 钱红月, 董琦, 肖移生. 江西省黄精加工与炮制的现状与分析 [J]. 中国民族民间医药, 2022, 31(20): 116-118.

[16] 田启建, 赵致. 黄精栽培技术研究进展 [J]. 中国现代中药, 2007, 9(8): 32-33.

[17] 陈松树, 赵致, 刘红昌, 等. 多花黄精种子育苗技术研究 [J]. 中药材, 2017, 40(5): 1035-1038.

[18] 陈怡, 姚云生, 陈松树, 等. 多花黄精不同龄须根药材质量研究 [J]. 山地农业生物学报, 2019, 38(6): 61-63.

[19] Khan H, Saeed M, Muhammad N, *et al*. Lipoxygenase and urease inhibition of the aerial parts of the *Polygonatum verticillatum* [J]. *Toxicol Ind Health*, 2015, 31(8): 758-763.

[20] Muhammad S, Haroon K, Murad A K, *et al*. Phytotoxic, insecticidal and leishmanicidal activities of aerial parts of *Polygonatum verticillatum* [J]. *Afr J Biotechnol*, 2010, 9(8): 1241-1244.

[21] Khan H, Saeed M, Muhammad N, *et al*. Phytochemical analysis, antibacterial, and antifungal assessment of aerial parts of *Polygonatum verticillatum* [J]. *Toxicol Ind Health*, 2016, 32(5): 841-847.

[22] Khan H, Saeed M, Rauf A, *et al*. Antimicrobial and inhibition on heat-induced protein denaturation of constituents isolated from *Polygonatum verticillatum* rhizomes [J]. *Nat Prod Res*, 2015, 29(22): 2160-2163.

[23] 李杰, 陈超美. CiteSpace: 科技文本挖掘及可视化 [M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2016: 66-116.

[24] 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.

[25] 蒋鑫, 洪明. 国际教育大数据研究的热点、前沿和趋势: 基于 WOS 数据库的量化分析 [J]. 中国远程教育, 2019(2): 26-38.

[26] 刘成娟, 黄盛洁, 杜瑞姣, 等. 基于CiteSpace对红景天研究进展的可视化分析 [J]. 中南药学, 2022, 20(5): 1192-1197.

[27] 李光达, 赵红梅, 帅放文, 等. 滇黄精炮制品中甾体类化学成分研究 [J]. 云南农业大学学报: 自然科学, 2023, 38(1): 144-148.

[28] 魏婷, 何先元, 朱潇宏, 等. 九制黄精及其配伍对CUMS抑郁模型小鼠物质能量代谢的影响 [J]. 食品与机械, 2022, 38(7): 180-185.

[29] 上官晨虹, 全毅恒, 陈琛. 基于专利计量的天麻药品研发态势分析 [J]. 中草药, 2022, 53(15): 4915-4924.

[30] 王永, 马静, 杨超, 魏聪. 一种中药组合物在制备治疗脏器纤维化的药物中的应用: 中国, CN102861230B [P]. 2014-05-28.

[31] 用于治疗乳腺增生的中药组合物及其制备方法: 中国, CN103041305A [P]. 2013-04-17.

[32] 用于治疗急性咽炎的中药组合物及其制备方法: 中国, CN103041160A [P]. 2013-04-17.

[33] 何述金, 周代俊, 黄黎明, 等. 一种蒸黄精标准汤剂质量检测方法: 中国, CN114323137B [P]. 2023-06-20.

[34] 何述金, 周代俊, 周准, 等. 一种黄精的炮制方法: 中国, CN108743797B [P]. 2020-10-20.

[35] 贾孝荣, 王新本, 周姗姗, 高丽. 一种用于调理高血压的中药保健制剂: 中国, CN104623282A [P]. 2018-05-11.

[36] 王爱梅, 周建辉, 欧阳静萍. 黄精对 *D*-半乳糖所致衰老小鼠的抗衰老作用研究 [J]. 长春中医药大学学报, 2008, 24(2): 137-138.

[37] 薛学彬, 房树华, 汪华君. 黄精多糖体外抗氧化作用及

其对小鼠炎症性肠病的作用研究 [J]. 中国现代医生, 2017, 55(29): 27-30.

[38] 蒋平, 陈存武, 孙桃桃, 等. 黄精多糖对环磷酰胺所致睾丸损伤小鼠睾丸组织 Nrf2 信号通路基因表达的影响 [J]. 中药药理与临床, 2021, 37(2): 60-64.

[39] Wang F, Chen H P, Hu Y, *et al*. Integrated comparative metabolomics and network pharmacology approach to uncover the key active ingredients of *Polygonati rhizoma* and their therapeutic potential for the treatment of Alzheimer's disease [J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13: 934947.

[40] Zhang Y L, Zhen W, Maechler P, *et al*. Small molecule kaempferol modulates PDX-1 protein expression and subsequently promotes pancreatic β-cell survival and function via CREB [J]. *J Nutr Biochem*, 2013, 24(4): 638-646.

[41] Pu P. Protection mechanisms of hesperidin on mouse with insulin resistance [J]. *China J Chin Mater Med*, 2016, 41(17): 3290-3295.

[42] 徐茂红, 李卫平, 公惠玲. 黄精多糖对四氧嘧啶糖尿病模型小鼠糖脂代谢的影响 [J]. 安徽医药, 2009, 13(3): 263-265.

[43] Chen H, Ouyang K H, Jiang Y, *et al*. Constituent analysis of the ethanol extracts of *Chimonanthus nitens* Oliv. leaves and their inhibitory effect on α-glucosidase activity [J]. *Int J Biol Macromol*, 2017, 98: 829-836.

[44] Wang H J, Fowler M I, Messenger D J, *et al*. Homoisoflavonoids are potent glucose transporter 2 (GLUT2) inhibitors: A potential mechanism for the glucose-lowering properties of *Polygonatum odoratum* [J]. *J Agric Food Chem*, 2018, 66(12): 3137-3145.

[45] Shi Y, Si D, Chen D H, *et al*. Bioactive compounds from *Polygonatum* genus as anti-diabetic agents with future perspectives [J]. *Food Chem*, 2023, 408: 135183.

[46] Wang J, Zhao J, Yan Y, *et al*. Inhibition of glycosidase by ursolic acid: *In vitro*, *in vivo* and *in silico* study [J]. *J Sci Food Agric*, 2020, 100(3): 986-994.

[47] 杨明琛, 袁梦欣, 陆维, 等. 黄精多糖体外消化特性及对 II 型糖尿病小鼠肠道菌群的调节作用 [J]. 现代食品科技, 2021, 37(8): 14-21.

[48] 周建波, 李晶, 张梅. 黄精多糖的生物活性及其药理作用综述 [J]. 昆明学院学报, 2020, 42(3): 93-98.

[49] Luo Y H, Xiao Y, Zhao J X, *et al*. The role of mucin and oligosaccharides via cross-feeding activities by *Bifidobacterium*: A review [J]. *Int J Biol Macromol*, 2021, 167: 1329-1337.

[50] Saad N, Delattre C, Urdaci M, *et al*. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field [J]. *LWT Food Sci Technol*, 2013, 50(1): 1-16.

[51] Sanders M E, Merenstein D J, Reid G, *et al*. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: From biology to the clinic [J]. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2019, 16(10): 605-616.

[52] 刘保财, 黄颖桢, 赵云青, 等. 多花黄精种苗繁育技术 [J]. 福建农业科技, 2017(9): 36-38.

[53] 刘璇, 程汝滨. 黄精繁育技术与栽培模式研究综述 [J]. 乡村科技, 2022, 13(12): 86-89.

[54] 刘跃钧, 曾岳明, 叶征莺, 等. 多花黄精栽培技术研究进展 [J]. 中国现代中药, 2022, 24(4): 715-720.

[55] 易思荣, 全健, 李品明, 等. 初步分析中药材黄精生产发展面临的问题及对策 [J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(11): 5007-5010.

[56] 王天梅, 王华磊, 李丹丹, 等. 不同炮制处理对多花黄精有效成分含量的影响 [J]. 时珍国医国药, 2022, 33(4): 866-869.

[57] 东宝花, 蒋云秀, 强梦琴, 等. 黄精炮制沿革及现代研究进展 [J]. 中华中医药学刊, 2022, 40(11): 213-217.

[责任编辑 潘明佳]