

多源数据融合与驱动背景下枸杞科学协作与热点前沿知识图谱构建及可视化分析

张佳玲¹, 刘 谦¹, 陈奕旻¹, 刘娟娟¹, 王良才¹, 黄璐琦^{5*}, 晋 玲^{1,2,3,4*}

1. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000
2. 西北中藏药协同创新中心, 甘肃 兰州 730000
3. 陇药产业创新研究院, 甘肃 兰州 730000
4. 甘肃省珍稀中药资源评价与保护利用工程研究中心, 甘肃 兰州 730000
5. 中国中医科学院中药资源中心, 北京 100700

摘要: 目的 探析 21 世纪以来全球中医药学者在枸杞科学研究领域的跨地域多维协作态势, 梳理研究热点、前沿动态及研究主题的地域分布, 为今后的研究提供参考。方法 收集 Web of Science、PubMed、中国知网 (CNKI)、维普 (VIP) 和万方 (Wanfang) 数据库 2000 年 1 月 1 日—2022 年 6 月 31 日与枸杞相关的文献, 通过文献计量软件 COOC9.9 对其进行整合, 利用 VOSviewer1.6.18 软件进行可视化分析, 构建枸杞的知识图谱。结果 经过筛选最终纳入国际文献 206 篇, 国内文献 23 843 篇, 发文量最多的是宁夏农林科学院枸杞研究所曹有龙; 研究机构发文量最多的是中国科学院和宁夏大学; 高载文量期刊分别是 *Asian Journal of Chemistry* 和《宁夏农林科技》。我国在本研究领域处于核心地位, 与美国、瑞士合作较为频繁。结论 基于数据融合与驱动可视化技术, 从时间和地域的视角出发, 分析枸杞研究趋势并进行价值发现研究, 为枸杞产业高质量发展进程中新经济增长点的剖析、发展战略的规划与实施提供数据可视化依据。

关键词: 枸杞; 多源数据融合; 知识图谱; 可视化分析; 热点前沿

中图分类号: R282.71; G350 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2023)24-8165-15

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2023.24.021

Construction and visual analysis of knowledge graph for scientific collaboration and hot spot frontier in *Lycium chinense* under background of multi-source data fusion and driving

ZHANG Jia-ling¹, LIU Qian¹, CHEN Yi-yang¹, LIU Juan-juan¹, WANG Liang-cai¹, HUANG Lu-qi⁵, JIN Ling^{1,2,3,4}

1. Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China
2. Northwest Chinese-Tibetan Medicine Collaborative Innovation Center, Lanzhou 730000, China
3. Long-yao Industry Innovation Research Institute, Lanzhou 730000, China
4. Gansu Engineering Research Center for Evaluation, Protection and Utilization of Rare Traditional Chinese Medicine Resources, Lanzhou 730000, China
5. Traditional Chinese Medicine Resource Center, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

Abstract: Objective To explore the cross regional and multi-dimensional collaboration trend of global traditional Chinese medicine scholars in the field of Gouqi (*Lycium chinense* Mill.) scientific research since the 21st century, sort out the regional distribution of research hotspots, cutting-edge trends, and researching topics, providing reference for future research. **Method** The literature related to *L. chinense* from the Web of Science, Pubmed, CNKI, VIP and Wanfang databases was collected from January 1, 2000 to June 31, 2022. It was integrated by bibliometric software COOC9.9, and visualized and analyzed by using VOSviewer 1.6.18 software to

基金项目: 中国工程院战略研究与咨询项目(GS2021ZDA06); 道地药材生态种植及质量保障项目[国中医药科技(2020)153号]; 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系资助项目(CARS-21)

作者简介: 张佳玲, 甘肃中医药大学, 硕士研究生, 研究方向为中药资源评价、保护与可持续利用。E-mail: 3410024727@qq.com

***通信作者:** 黄璐琦, 中国工程院院士, 从事中药资源与分子生药学研究。E-mail: huangluqi@126.com

晋 玲, 甘肃中医药大学, 博士, 教授, 研究方向为中(藏)药资源评价、保护及可持续利用研究。E-mail: 1131858632@qq.com

construct a knowledge graph of *L. chinense*. **Result** After screening, 206 international literature were selected, and 23843 domestic literature were included in the standard. Cao Youlong who from the Chinese wolfberry Research Institute of Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences had the highest number of publications; The Chinese Academy of Sciences and Ningxia University have the largest number of papers issued by research institutions; The high-volume journals are *Asian Journal of Chemistry* and *Ningxia Agriculture and Forestry Science and Technology* respectively; China is at the core of this research field and has frequent cooperation with the United States and Switzerland. **Conclusion** Based on data fusion and driven visualization, analyze the research trend of *L. chinense* and conduct value discovery research from a temporal and geographical perspective. So as to provide data visualization basis for the analysis of new economic growth points, planning and implementation of development strategies in the high-quality development process of *L. chinense* industry.

Keywords: *Lycium chinense* Mill.; multi source data fusion; knowledge graph; visual analysis; hot frontiers

枸杞 *Lycium chinense* Mill. 属于茄科枸杞属, 是一种药食同源的植物^[1]。目前, 全球枸杞属大约有 80 个品种, 我国有 7 个种和 2 个变种, 主要生于温带和亚温带地区的山坡、沙地, 其中宁夏、河北、内蒙古、新疆为我国枸杞的主要产区, 国内关于枸杞属植物的研究主要集中于宁夏枸杞 *L. barbarum* L. 和黑果枸杞 *L. ruthenicum* Murray, 研究最多的是宁夏枸杞^[2]。《本草经集注》^[3]中对枸杞描述: “冬采根, 春、夏采叶, 秋采茎、实, 阴干”。现代研究表明, 枸杞果实、叶子、根皮均具有不同药用价值, 枸杞子用于虚劳精亏、腰膝酸痛、眩晕耳鸣、阳萎遗精、内热消渴、血虚萎黄等病症^[4]; 枸杞叶用于养阴生津、清热解渴等病症^[5]; 地骨皮用于阴虚潮热、骨蒸盗汗、肺热咳嗽、咯血、衄血等病症^[6]。而甘肃作为全国中药材主产区之一, 以当归、大黄、黄芪、枸杞子等十大陇药为重点^[6], 相继出台一系列扶持和鼓励陇药产业发展的措施, 为陇药产业转型和跨越发展营造了良好的环境。现今, 随着陇药产业高质量发展策略的制定以及产业守正创新的不断发展, 枸杞也成为国内外研究的热点。基于此, 本研究以陇药枸杞众多科研数据中的文献数据为依据, 采用多源数据融合与驱动可视化技术, 梳理 21 世纪以来枸杞科学研究领域的跨地域多维协作态势、研究热点、前沿动态及主要研究主题在地理空间上的分布特征, 为枸杞后续研究提供参考依据, 更好地服务于临床。

1 研究方法

采用多源数据融合与驱动可视化分析软件 COOC9.9, 对来自不同文献数据库的枸杞国际与国内文献研究数据进行合并、去重、同义词替换后, 作为分析用原始数据。应用关键词共现分析方法, 探析国家、机构、作者间的多维协作, 以及不同地域间(不同国家、省份)的研究热点与前沿动态分

布特征。

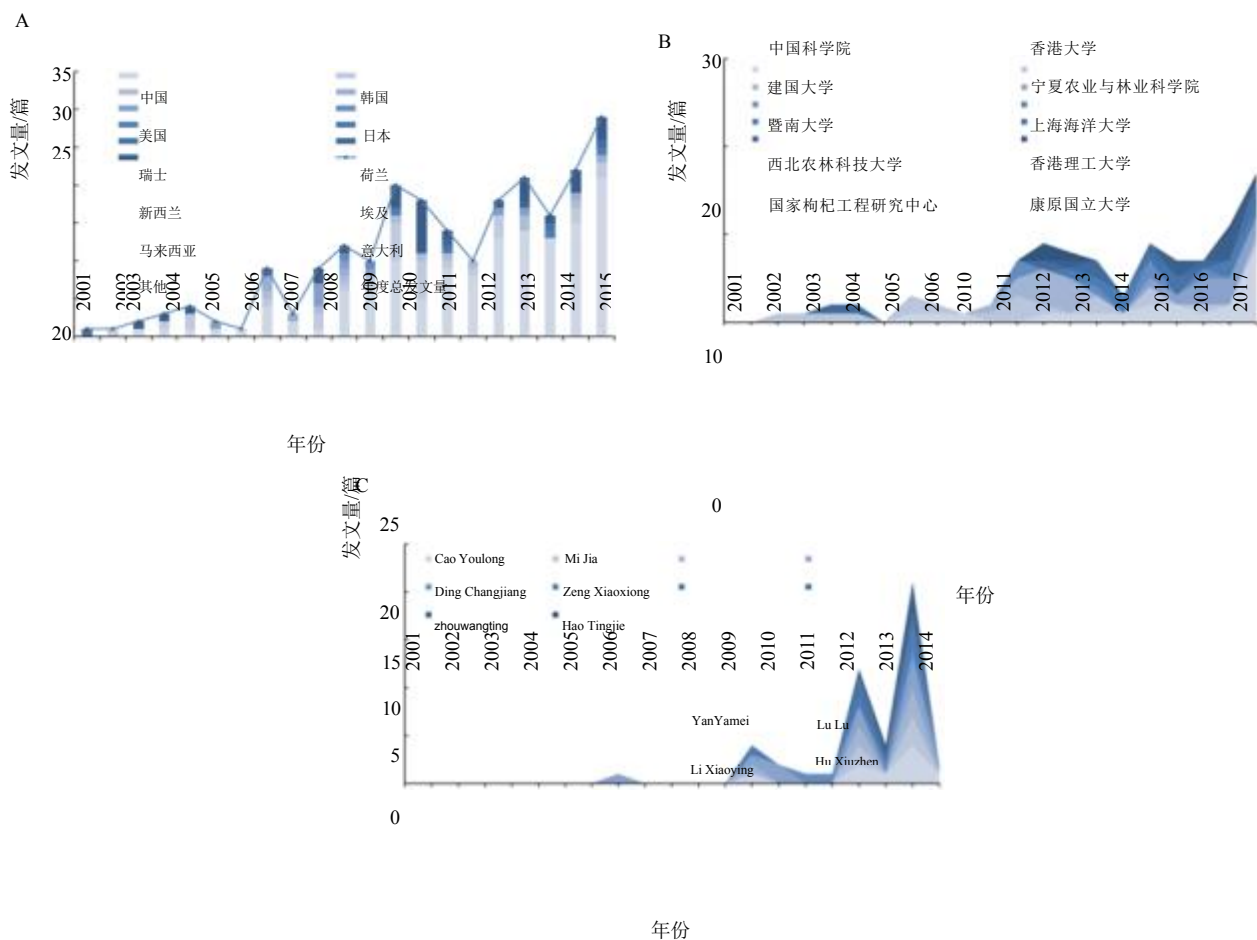
2 数据来源与检索

本研究采用文献计量软件对学术文献进行处理分析, 国际数据来源于 Web of Science 数据库和 PubMed 数据库。分别以“Chinese wolfberry”“gou qi”“*Lycium chinense* Miller”为主题检索词进行文献检索, 时间跨度设定为 2000 年 1 月 1 日—2022 年 6 月 31 日, 共检索了 289 篇与枸杞领域相关的文献。国内数据来源于中国知网(旧版)、维普数据库和万方数据库, 以“枸杞”为主题检索词, 时间跨度设定为 2000 年 1 月 1 日—2022 年 6 月 31 日, 共检索了 48 736 篇与枸杞领域相关的文献。由于不同数据库中有时会出现重复文档、无意义的项目, 如果处理不当会对后续数据的处理造成偏差, 因此, 通过文献计量软件 COOC9.9 对数据进行了合并、无意义词的删除、去重、整理等, 最终得到国际文献 206 篇, 国内文献 23 843 篇作为数据来源。

3 结果

3.1 科学产出的总体分析

3.1.1 国际枸杞科学产出 枸杞科学研究领域的发展趋势、研究热点可以通过年度发文量的变化来反映。从国际层面来看(图 1), 2000—2022 年与枸杞有关的科学研究记录共有 206 项, 26 个国家、305 所机构、138 名科研人员参与相关研究。发文量排名前 10 的国家有中国、韩国、美国、日本、瑞士、荷兰、新西兰、埃及、马来西亚和意大利。发文量排名前 10 机构有中国科学院、香港大学、建国大学(韩国)、宁夏农业与林业科学院、暨南大学、香港理工大学、西北农林科技大学、上海海洋大学、国家枸杞工程研究中心、康原国立大学(韩国)。发文量排名前 10 作者有 Cao Youlong、Mi Jia、Yan Yamei、Lu Lu、Ding Changjiang、Zeng Xiaoxiong、Li Xiaoying、Hu Xiuzhen、Zhou Wangting、Hao Tingjie。



A-高产国家年度发文量 B-高产机构年度发文量 C-高产作者年度发文量

A-number of annual publications in high-yield countries B-number of annual publications of high-yield institutions C-number of annual publications of high-yield authors

图 1 枸杞国际研究科学产出的总体趋势

Fig. 1 General trend of scientific output of international research on *L. chinense*

根据枸杞研究领域逐年的发文量及趋势，其整体发展趋势可分为 3 个阶段。初步起步阶段（2000—2007 年）：在此阶段中枸杞领域的研究迈入初级阶段，在国际上以枸杞的化学成分^[7]、药理作用^[8]及药用价值^[9]为主。快速发展阶段（2008—2020 年）：在这一阶段，以枸杞多糖^[10-11]为主的相关研究掀起了一股热潮，并出现了色谱^[12-13]、基因组学^[14]等多种研究方向。发展成熟阶段（2021—2022 年）：枸杞领域的研究进入了发展成熟阶段，此阶段已积累了大量枸杞领域的各项数据指标，逐渐转向枸杞生长与环境胁迫的生理机制研究^[15]。

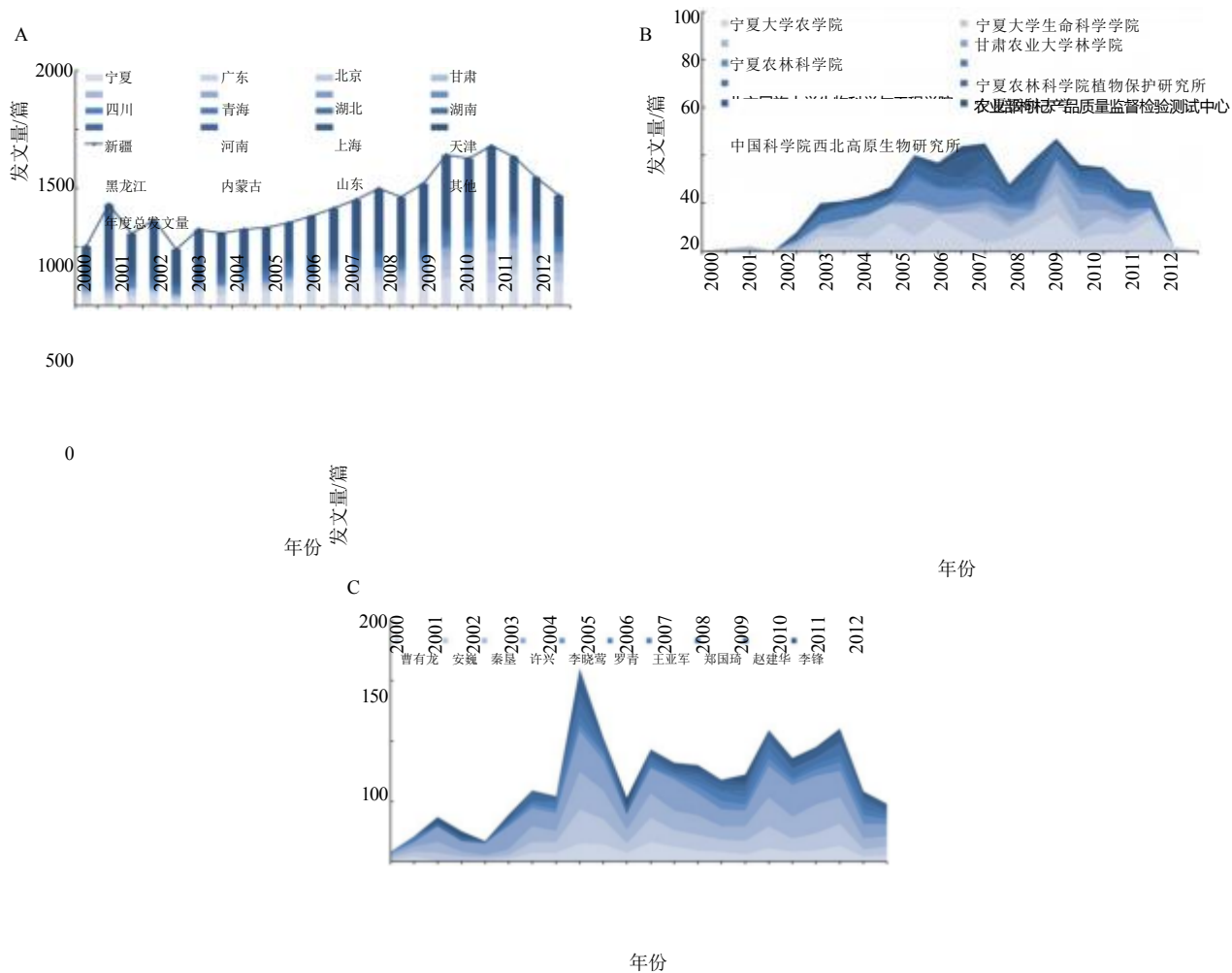
3.1.2 国内枸杞科学产出 随着科技的进步和生物技术的发展，枸杞作为我国药食同源的名贵中药材，枸杞的研究也进入了深层次的探索。从国内研究来看（图 2），2000—2022 年与枸杞有关的科学研究记录共有 23 843 项，10 819 所机构、33 571 名科研人员参与相关研究。其中，发文量排名前 10 的省份或

直辖市有宁夏、甘肃、北京、青海、新疆、山东、河南、上海、黑龙江、内蒙古。发文量排名前 10 机构有宁夏大学、宁夏医科大学、甘肃农业大学、广

州中医药大学、北京中医药大学、宁夏农林科学院、成都中医药大学、宁夏农林科学院植物保护研究所、国家枸杞工程技术研究中心、青海大学。发文量排名前 10 的作者有曹有龙、安巍、秦晔、许兴、李晓莺、罗青、王亚军、郑国琦、赵建华、李锋。

根据国内枸杞研究领域逐年的发文量及趋势，其整体发展趋势可分为 3 个阶段。从图 2-A 中可以看出，2000—2007 年是枸杞领域研究的螺旋式上升阶段，对枸杞研究最多的是枸杞化学成分^[16]、药理作用^[17]及枸杞的栽培技术^[18]。钱彦丛等^[19]和龚灿^[20]分别对宁夏枸杞和新疆枸杞的果实枸杞子的化学成分及药理作用进行综述，发现枸杞中主要的化学成分为枸杞多糖；方建国等^[21]认为枸杞多糖具有调血脂、降血糖、保肝、抗肿瘤及抗衰老的药理作用且临床应用安全性较高。此外，周洁等^[22]对中药材地骨皮（枸杞的根皮）的化学成分进行总结，发现其主要的化学成分为生物碱类、有机酸类、肽类、蒽醌类等，并认为地骨皮降血糖的药理作用尤为显著，但对于地骨皮中降血糖的活性部位存在争议。

2008—2018 年，枸杞研究进入了快速发展阶



A-高产省份/直辖市年度发文量 B-高产机构年度发文量 C-高产作者年度发文量

A-number of annual publications in high-yield provinces and municipality B-number of annual publications in high-yield institutions C-number of annual publications in high-yield authors

图 2 枸杞国内科学产出的总体趋势

Fig. 2 General trend of scientific output of *L. chinense* in China

段,在此期间,枸杞多糖作为枸杞的主要有效成分,依然是枸杞研究的热点,主要集中在枸杞多糖的含量测定^[23]、提取工艺^[24]、生物功效(抗氧化^[25]、降糖调脂^[26]、调节免疫功能^[27]、抗肿瘤^[28]等)。此外,枸杞种质资源^[29]和枸杞产业^[30]也出现了更多相关研究,王晓宇等^[31]对宁夏枸杞与枸杞、栽培枸杞和非正品枸杞植物的鉴别特征进行了详细报道,为枸杞属植物资源的开发利用奠定了基础。赵建华等^[29]首次提出了评价枸杞植物学数量性状的标准,为枸杞种质资源描述的规范化和标准化提供了理论依据。

2019—2022 年,枸杞领域的研究进入了发展成熟阶段,此阶段枸杞的研究出现了文献分析^[32]、网络药理学^[33]、代谢组学^[34]的相关研究,同时也出现了通过微生物^[35]、地区干旱度^[36]、不同产地和土地盐碱度^[35]对枸杞栽培和种子培育的各项研究。

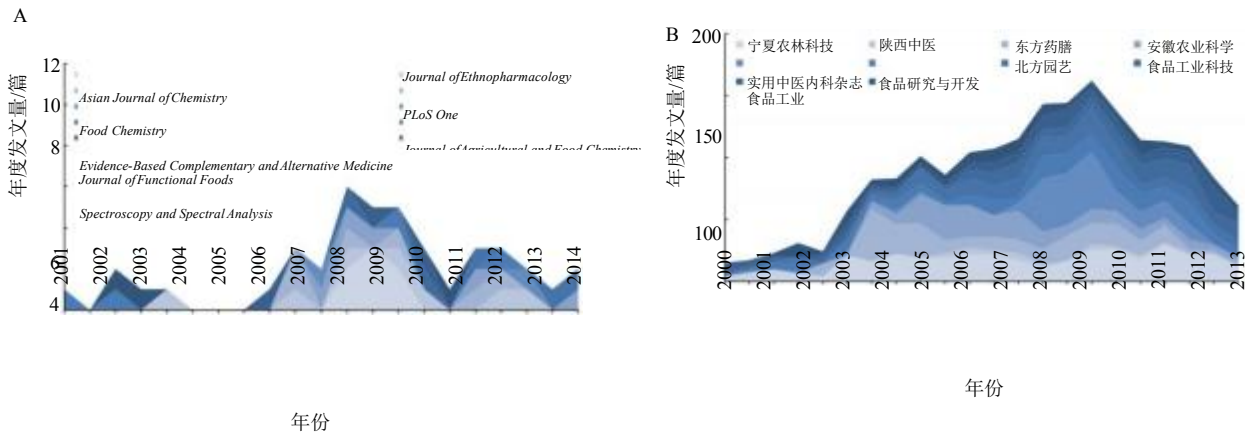
3.2 高载文量期刊分析

期刊是学术和科学报告最重要的来源和指标,通过对枸杞相关研究在期刊分布的分析(图 3),可以确定该领域的核心方向和研究价值,在过去的 22

年里,有 142 种不同的期刊发表了与枸杞相关的研究成果。而国际载文量前 10 的期刊分别是 *Asian Journal of Chemistry*、*Journal of Ethnopharmacology*、*Food Chemistry*、*PLoS One*、*Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*、*Journal of Agricultural and Food Chemistry*、*Journal of Functional Foods*、*Neural Regeneration Research*、*Spectroscopy and Spectral Analysis*、*Archives of Pharmacal Research*。国内有 3702 种不同的期刊发表了与枸杞相关的研究成果,国内高载文量前 10 的期刊分别是《宁夏农林科技》《陕西中医》《东方药膳》《安徽农业科学》《实用中医内科杂志》《食品研究与开发》《北方园艺》《食品工业科技》《食品工业》《食品科学》。其中《宁夏农林科技》是载文量最高的期刊,发文章有 370 篇,占比 16.26%,而宁夏作为枸杞的道地产区,对枸杞相关领域的科学研究有一定的影响。

3.3 高被引文献分析

一个领域的高被引论文反映了该领域科学研究的影响力和热点方向。对枸杞国际研究层面的高被引文献进行筛选统计发现(图 4-A),枸杞国际

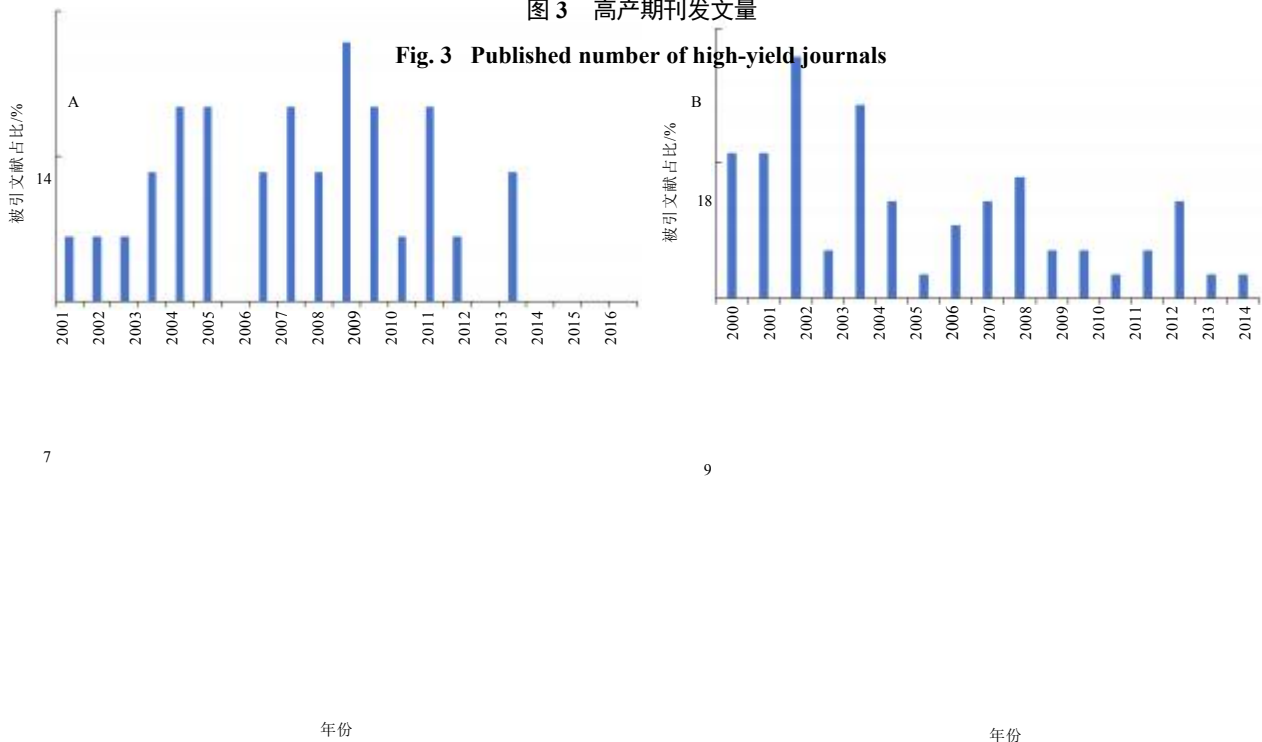


A-国际研究高载文量期刊分布 B-国内研究高载文量期刊分布

A-distribution of high volume journals in international studies B-distribution of high volume journals in domestic studies

图3 高产期刊发文章量

Fig. 3 Published number of high-yield journals



A-国际研究高被引文献年度分布 B-国内研究高被引文献年度分布

A-annual distribution of highly cited literatures in international research B-annual distribution of highly cited literatures in China

图4 高被引文献年度分布

Fig. 4 Annual distribution of highly cited literatures

研究中高被引文献可以体现出枸杞领域的热点和研究方向,选取频次 ≥ 40 的文献,共筛选出32篇文献,其中2011年高被引文献最多,占比13%。引用最高分别是 Mian 等^[37]对可食用热带植物枸杞叶中黄酮类化合物芹菜素含量的测定和 Chang 等^[38]对枸杞抗衰老作用机制以及多糖减弱应激酶和促凋亡信号通路的研究。

国内枸杞的研究高被引文献分布如图4-B所示,选取频次 ≥ 100 的文献,共筛选出62篇文献,其中2002年高被引文献最多,占比16%。高被引文献的研究主要集中在枸杞子的化学成分和药理作用、枸杞多糖的药理作用以及盐胁迫对枸杞生长的影响等方面。

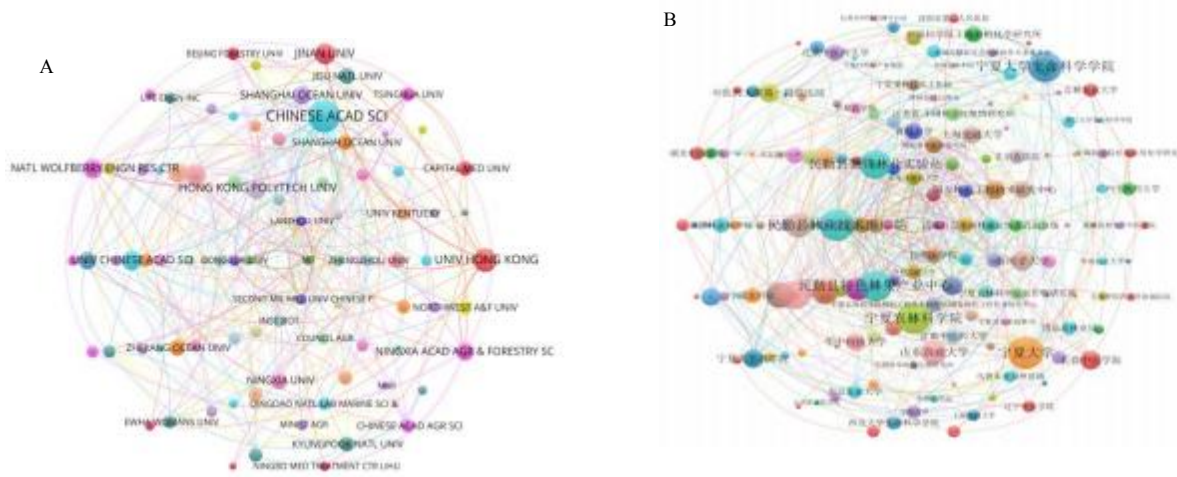
3.4 贡献与合作分析

3.4.1 枸杞研究领域的跨地域合作分析 从全球视角下对枸杞国际研究领域的跨地域合作态势进行可

视化分析,明确枸杞研究领域涉及的主要国家及国际合作。全球有26个国家参与了枸杞领域的研究,在该领域活跃度较高的国家为中国、韩国和美国,合作较为频繁的国家为中国与瑞士、新西兰、韩国、印度。除此之外,中国与埃及、俄罗斯、日本、英国等国家的合作也较为密切。其中中国与美国之间的合作主要集中在不同地区枸杞果实的品种鉴定^[39]以及天然抗氧化剂(枸杞提取物)对铅暴露小鼠血铅水平以及对体内钙、铁和锌吸收的影响^[40];中国与瑞士之间的合作以不同枸杞中类胡萝卜素的生物利用度的研究为主^[41];中国与新西兰的研究主要集中在采用草酸盐氧化酶测定枸杞中的总草酸盐含量^[42]。

3.4.2 枸杞研究领域的机构合作分析

分析各机构有关枸杞研究的发文量以及研究机构间的科学协作态势,可以反映出在枸杞科学研究领域各科研机构的贡献程度以及影响力,从图5-A可以看出,国际



A-国际研究机构合作网络(频次≥1) B-国内研究机构合作网络图(频次≥1)

A-cooperation network of international institutions (frequency ≥ 1) B-cooperation network of domestic institutions (frequency ≥ 1)

图 5 机构合作网络

Fig. 5 Cooperation network of institutions

机构中以中国机构居多，少数来自其他国家（美国、韩国、日本）。其中以中国科学院发文量最多（18 篇），其次是香港大学、建国大学、宁夏农业与林业科学院、暨南大学、香港理工大学、西北农林科技大学、上海海洋大学、国家枸杞工程技术研究中心、康原国立大学。可见中国机构在国际枸杞领域受到了一定程度的认可。此外，中国科学院和雀巢 RES 中心、西安交通大学、北京林业大学合作关系密切，其研究方向主要以地理因素对枸杞营养成分的影响、枸杞提取物的临床应用和实验为主，而其他机构更多以枸杞有效成分的鉴别、检识，以及枸杞有效成分在临床上的应用为主。当然也有一些机构对于枸杞的栽培、防病虫害等方面有一定的研究，如中国科学院、梅克尔大学、黄淮大学。

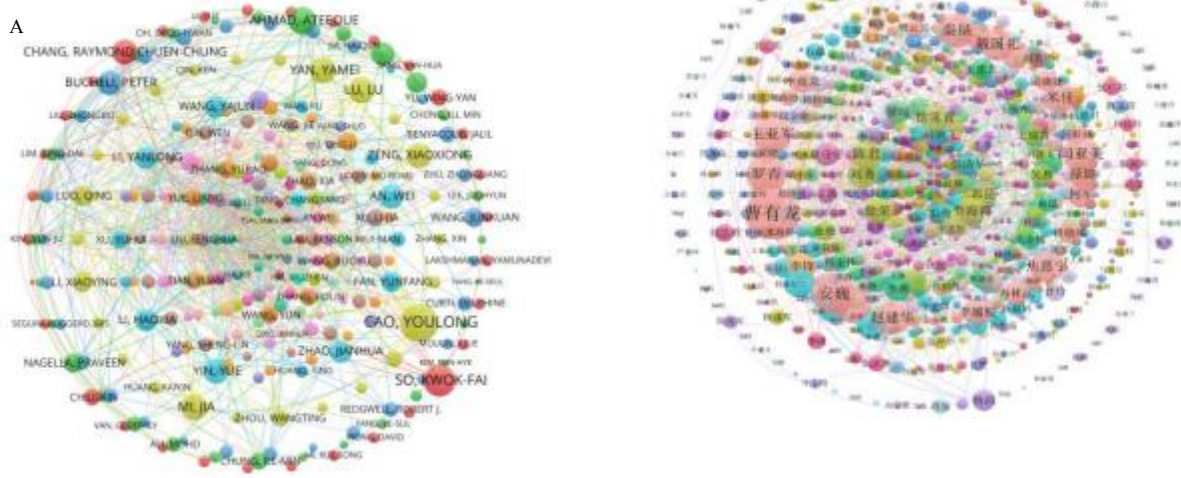
从图 5-B 可以看出，国内研究机构以宁夏机构居多，其中宁夏大学发文量最多（209 篇），其次是宁夏医科大学、甘肃农业大学、广州中医药大学、北京中医药大学、宁夏农林科学院、成都中医药大学、宁夏农林科学院植物保护研究所、国家枸杞工程技术研究中心、青海大学。可见宁夏作为宁夏枸杞的道地产区，在国内枸杞领域具有一定的影响力。此外，从图 5 中可以得出宁夏大学与宁夏农林科学院、宁夏医科大学、中国农业大学、民勤县林业技术推广站、四川大学、成都中医药大学、兰州大学、甘肃中医药大学合作关系较为密切，他们的研究主要集中在枸杞有效成分的测定及枸杞多糖对小鼠的作用等方面。另外，宁夏大学、宁夏农林科学院、宁夏医科大学、国家

枸杞工程技术研究中心关于枸杞的生长环境对枸杞中有效成分含量的影响也有一定的研究。还有一些机构对于枸杞作为经济作物的发展前景进行了评估，如西北农林科技大学对于枸杞的传统消费和新的经济发展空间做出了分析，得出枸杞产业将会向多元化、优质化的方向发展。

3.4.3 枸杞研究领域的作者合作分析 分析各学者在枸杞研究领域的发文量与科研合作频次，探析枸杞研究团队的科研人员构成，有利于促进科研成果的交流与团队间的协作，发掘枸杞研究中潜在的合作团队和合作伙伴。在国际层面，Cao Youlong、Mi Jia、Yan Yamei、Lu Lu、Ding Changjiang、Zeng Xiaoxiong、Li Xiaoying、Hu Xiuzhen、Zhou Wangting、Hao Tingjie 等作者合作关系密切，对于枸杞的研究贡献较高，学术影响力较大，所涉及到的研究领域有枸杞多糖的抗氧化^[43]、宁夏枸杞的营养成分及化学成分^[44]、不同干燥方式对枸杞有效成分的影响^[45]。如图 6-A 所示，有一些紧密合作的作者群，具有很强的亚群联系，如在较大的黄色星团中，以 Cao Youlong、Mi Jia、Yan Yamei、Lu Lu 为核心，他们共同研究了枸杞花粉多糖的药理作用（抗肿瘤、体外抗氧化和免疫调节活性）^[46]。然而，大多数具有合作关系的作者也有着相同的国籍，或者拥有相同的机构背景，但是他们的研究方向侧重不同，如 Cao Youlong 还研究了枸杞遗传图谱的基因表达，Lu Lu 还研究了枸杞多糖对成年大鼠视网膜前体细胞体外增殖的促进作用、枸杞对大鼠急性胰腺炎肾损伤的保护作用。

通过对国内作者协作关系进行可视化分析（图 6-B），可以得到合作关系密切的作者有曹有龙、安巍、秦垦、许兴、李晓莺、罗青、王亚军、郑国琦、赵建华、李锋、石志刚、王芳、张波、戴国礼等。本研究还统计了发表论文最多的前 10 位作者，他

们相应的发文章量和被引文献见表 1。在图 6-B 中，显示出一些紧密合作的作者群，具有很强的合作关系，如在较大的红色星团中，以曹有龙、安巍、秦垦、许兴为核心，其研究方向更偏向于枸杞的药用



A- 国际研究作者合作网络 B- 国内研究作者合作网络

A-cooperation network of international authors B-cooperation network of domestic authors

图 6 作者合作网络

Fig. 6 Cooperation network of authors

表 1 枸杞科学领域论文高产作者分布

Table 1 Distribution of high-yield authors in scientific field of *L. chinense*

作者	发文章量	代表论文
曹有龙	164	中国枸杞种质资源主要形态学性状调查与聚类分析（2013 年，79 次，《植物遗传资源学报》）
安巍	108	干旱胁迫对宁夏枸杞叶片蔗糖代谢及光合特性的影响（2013 年，54 次，《西北植物学报》）
秦垦	84	枸杞根际土壤真菌群落多样性的高通量测序（2017 年，37 次，《微生物学报》）
许兴	75	外源甜菜碱对盐胁迫下枸杞光合功能的改善（2003 年，313 次，《西北植物学报》）
李晓莺	75	枸杞类胡萝卜素研究进展（2018 年，38 次，《食品工业科技》）
罗青	74	抗蚜虫转基因枸杞的初步研究（2001 年，41 次，《宁夏农林科技》）
王亚军	73	枸杞药用价值的研究进展（2008 年，109 次，《安徽农业科学》）
郑国琦	71	盐胁迫对枸杞光合作用的气孔与非气孔限制（2002 年，191 次，《西北植物学报》）
赵建华	70	干旱胁迫对宁夏枸杞生长及果实糖分积累的影响（2012 年，47 次，《植物生理学报》）
李锋	68	枸杞多糖对电刺激离体蟾蜍腓肠肌疲劳的影响（2000 年，54 次，《中草药》）

3.5 研究热点分析

文献关键词是作者对研究内容的高度凝练和表达，是学术论文的研究核心和学科信息的标签，高

度概括了论文的主要内容，对关键词进行共现聚类分析可以快速了解该领域的发展现状以及各关键词

之间的交互关系，有助于快速读取该学科领域内的研究内容及发展趋势，揭示作者文献的内容特点和学术研究方向。

3.5.1 关键词共现聚类分析

(1) 国际枸杞关键词共现分析：采用余弦相似度算法，通过对枸杞国际研究的关键词进行共现聚类分析，以连接线的宽度表示节点间的关联强度，一个圆圈和标签代表一个关键词，圆圈大小代表关键词出现的频次，拥有相同颜色的圆圈属于同一个聚类，表示研究主题相似的关键词聚类集群，构建关键词共现聚类知识图谱用以显示枸杞科研领域的

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/937030010031006101>