

国内外枸杞多糖研究的知识图谱分析

曲伟*, 冯颖, 王彤

北京联合大学图书馆, 北京 100101

摘要:对枸杞多糖研究领域的文献信息进行知识图谱分析可以为研究者准确把握该领域的研究进展和发展趋势提供理论参考。本研究以 CNKI 和 WOS 两个检索平台检索到的枸杞多糖研究中英文文献为数据来源, 运用文献计量学方法和 CiteSpace 软件对纳入文献进行统计分析和可视化展示。本研究共纳入中文文献 718 篇, 英文文献 387 篇, 中、英文文献发文量最多的作者分别是华中农业大学的张声华和香港大学的 KWOKFAI SO; 中、英文文献发文量最多的研究机构分别是宁夏医科大学和香港大学。文献关键词分析显示枸杞多糖的中英文文献研究热点均围绕生物活性研究; 枸杞多糖中文文献的研究前沿为枸杞多糖的氧化应激、抗紫外线辐射、免疫增效剂的研究, 英文文献的研究前沿为枸杞多糖在生殖系统、DNA 损伤、自噬等方面的研究。本研究发现枸杞多糖的枸杞品质、生物活性研究及其作用机制、应用研究等是当前研究热点以及未来可能的科研方向。

关键词:枸杞; 多糖; CiteSpace; 可视化分析; 知识图谱

中图分类号: R284; R932

文献标识码: A

文章编号: 1001-6880(2021) Suppl-0126-09

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2021.S.018

Knowledge map analysis of *Lycium barbarum* polysaccharides research at home and abroad

QU Wei*, FENG Ying, WANG Tong, SUN Yi-lu

Library of Beijing Union University, Beijing 100101, China

Abstract: The knowledge graph analysis of literature information in the research field of *Lycium barbarum* polysaccharides (LBPs) can provide theoretical reference for researchers to accurately grasp the research progress and development trend of this field. In this study, the Chinese and English literatures of LBPs research retrieved by CNKI and WOS were used as data sources. The authors, research institutions and keywords included in the literature were statistically analyzed and visually displayed using bibliometric methods and CiteSpace software. A total of 718 Chinese and 387 English literatures were included in this study. The author with the most Chinese articles was Zhang Shenghua of Huazhong Agricultural University, while the author with the most English articles was KWOFAL SO of the University of Hong Kong. The research institution with the most articles in Chinese and English were Ningxia Medical University and the University of Hong Kong respectively. The research on LBPs had regional characteristics. The keyword analysis of the literatures showed that the research hotspots of LBPs in Chinese and English literatures focused around the biological activity currently. The research frontier of the Chinese literature of LBPs was on the oxidative stress, anti-ultraviolet radiation, and immune synergists. The research frontier of the English literature of LBP was on the reproductive system, DNA damage, autophagy and so on. The results showed that the research on the quality, mechanism of biological activity, and application research were current research hotspots and possible future research directions of LBPs.

Key words: *Lycium barbarum*; polysaccharides; CiteSpace; visual analysis; knowledge map

枸杞子 (*Lycii Fructus*) 为茄科植物宁夏枸杞 (*Lycium barbarum* L.) 的干燥成熟果实^[1], 在魏晋年间就被作为药用部位收载进本草文献《名医别录》

中, 在我国有着悠久的历史使用历史^[2]。现代研究表明, 枸杞子中含有多种化学成分, 如枸杞多糖、苯丙酯类、黄酮类和多酚类等, 其中枸杞多糖是其主要活性成分之一, 具有抗肿瘤、抗氧化、抗衰老、免疫调节、保肝护眼等药理作用^[3-5], 受到了学者们的日益

关注。随着对枸杞多糖研究的逐步深入,文献信息量迅速增长,大量的研究成果所涉及的研究方向和内容非常广泛,通过常规的文献手动检索难以识别研究领域的最新研究方向和发展趋势,限制了枸杞多糖的研究深度,易造成研究重复和资源浪费,因此亟需用文献计量学方法对枸杞多糖的国内外文献进行快速准确的梳理和分析,以明确枸杞多糖研究的热点与前沿。对枸杞多糖文献进行文献计量学的研究至今未见报道。科学知识图谱是在信息技术的推动下发展起来的一种新型文献计量学研究方法^[6-8], CiteSpace 作为代表性分析软件,通过对一定范围内研究成果进行可视化分析,可直观、高效地揭示研究领域内的研究热点、潜在联系和发展趋势^[9-12]。因此,本研究采用 CiteSpace 软件对枸杞多糖研究的中、英文文献进行知识图谱分析,同时结合对关键文献的阅读,从文献计量学角度回顾枸杞多糖的研究进程和态势,分析研究热点及研究趋势,为未来枸杞多糖的研究提供一些借鉴与启示。

1 资料与方法

1.1 数据来源

本研究的中文文献数据来源于中国知网(CNKI)的核心期刊和 CSCD 期刊数据库,英文文献数据来源于 Web of Science 的核心合集,检索条件均设置为“主题”,中文文献检索词为“枸杞”和“多糖”,英文文献检索词为“*Lycium*”OR“wolfberry”OR“Goji Berry”OR“medlar”AND“polysaccharide*”,检索年限设定为建库至 2020 年 6 月 17 日。设定文献纳入排除标准,纳入标准:来源于枸杞子的枸杞多糖相关文献;排除标准:①重复发表文献;②作者、年份等信息不全文献;③与主题无关的文献。依据纳入排除标准,阅读文献题目和摘要筛选文献后最终得到中文有效文献 718 篇,英文有效文献 387 篇。

1.2 研究方法

对文献发表数量的时间分布进行统计,绘制文献发表时间分布图,以分析中英文枸杞多糖研究文献的发展情况和趋势;采用 CiteSpace 软件(版本为 5.5.R2)对中英文枸杞多糖研究文献的作者、研究机构和关键词进行可视化分析,绘制作者、研究机构合作网络图谱以发现研究主体,绘制关键词共现图谱、聚类图谱以分析研究热点,对关键词进行突发性探测以分析研究前沿。

1.3 软件参数

CiteSpace 软件中节点类型(node types)分别选

择作者(author)、机构(institution)、关键词(keyword);在时区分割(time slicing)中中文文献时间跨度为 1988—2020 年,英文文献时间跨度为 2004—2020 年,各节点类型单个时区长度(years per slice)均设置为 2 年;在阈值选择(top N per slice)中各节点类型均设定 N 为 100,即在每个时区中选择前 100 个高频节点;在网络剪枝方式(pruning)中各节点类型均设置为寻径网络(pathfinder)。

1.4 图谱判读方法

由 1.3 生成的各个图谱中,节点大小反映作者、机构的发文数量或关键词出现的频次,节点越大表明作者、机构发文量越多或关键词出现频次越高;节点间的连线反映作者、机构间的合作关系强度或关键词共现强度,连线越粗,表明作者、机构间合作关系越强或关键词共现强度越大;节点内圈的厚度表示在不同时间段作者、机构发文的数量或关键词出现的频次,节点内圈颜色由蓝渐变为黄,表示时间从远至近;节点外圈有紫色圆环说明该节点中介中心性大于等于 0.1^[13]。

2 结果

2.1 文献发表时间分布

本研究的中文文献首次出现在 1988 年^[14],文献年代分布呈现两个阶段,1988—2004 年为缓慢增长期,该阶段发文数量较少,年均发文量不足 9 篇;2005—2019 年为快速发展期,该阶段发文量稳步增加,由 2005 年的 21 篇增加到 2019 年的 44 篇,年均发文量为 37 篇。本研究的英文文献首次出现在 2004 年^[15],文献年代分布也呈现两个阶段,2004—2008 年为起步探索期,年均发文量不足 6 篇;2009—2019 年为快速发展期,年均发文量为 30 篇,发文量由 2009 年的 16 篇增加到 2019 年的 56 篇,并在 2017 年和 2019 年两次超过中文文献发文量(见图 1)。

2.2 作者分析

本研究的中文文献作者共有 2 273 位,发文量排名前 12 位的作者分别是张声华(华中农业大学,42 篇)、罗琼(武汉大学,31 篇)、张民(天津科技大学,16 篇)、单铁英(河北工程大学,13 篇)、闫俊(武汉大学,12 篇)、梁小军(宁夏农林科学院,12 篇)、王建东(宁夏农林科学院,12 篇)、马吉锋(宁夏农林科学院,12 篇)、王建华(山东农业大学,10 篇)、崔晓燕(武汉大学,9 篇)、孙桂菊(东南大学,9 篇)、甘璐(华中科技大学,9 篇)。对中文文献作者进行合作网络分析,调整节点显示阈值为发文频次大于等

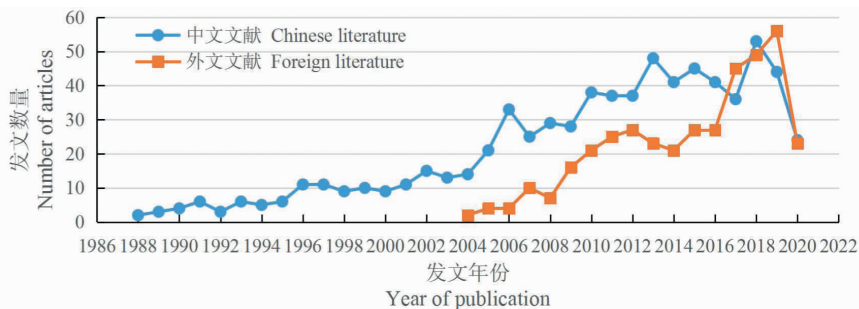


图1 枸杞多糖研究中英文文献时间分布

Fig. 1 Time distribution of Chinese and English literatures on *L. barbarum* polysaccharides

于8篇(见图2A)。结果显示18位高产作者间存在合作关系,形成了6个稳定的研究团队,其中以武汉大学罗琼教授为核心的团队规模最大。依据节点圆环颜色并对作者发表文献进行阅读分析后可知,最早发表枸杞多糖研究中文论文的是军事医学科学院周金黄和邢善田团队,主要开展了枸杞多糖对小鼠免疫细胞影响的研究;随后,华中农业大学的张声华团队发表了关于枸杞多糖的分离纯化、结构特征和

药理活性的研究论文^[16-18];再后,武汉大学的罗琼团队就枸杞多糖对心血管系统、生殖系统的药理活性及免疫调节作用进行了重点研究并发表论文^[19-21];近年来,河北工程大学的单铁英团队对枸杞多糖的免疫调节和抗肿瘤活性进行了探索^[22,23];宁夏农林科学院的梁小军团队对不同来源或不同剂量枸杞多糖的免疫调节活性及其在畜牧中的应用进行了研究^[24]。

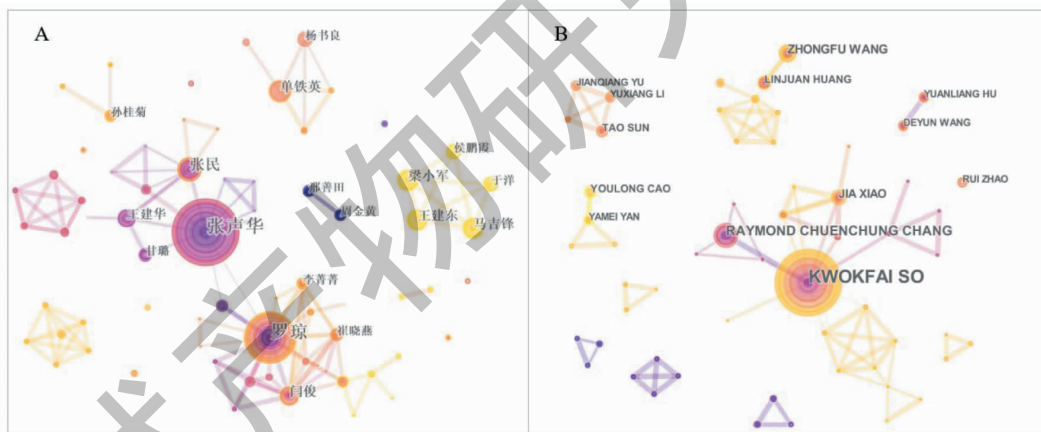


图2 枸杞多糖研究作者的合作网络

Fig. 2 The network of authors of *Lycium barbarum* polysaccharides

本研究的英文文献作者共有1733位,发文量排名前13位的作者分别是 Kwokfai So (香港大学,38篇)、Raymond Chuenchung Chang (香港大学,16篇)、Jia Xiao (暨南大学,11篇)、Tao Sun (宁夏医科大学,8篇)、Linjuan Huang (西北大学,8篇)、Zhongfu Wang (西北大学,8篇)、Yuanliang Hu (南京农业大学,7篇)、Rui Zhao (黑龙江八一农垦大学,7篇)、Yamei Yan (宁夏农林科学院,7篇)、Jianqiang Yu (宁夏医科大学,7篇)、Yuxiang Li (宁夏医科大学,7篇)、Deyun Wang (南京农业大学,7篇)、Youlong

Cao (宁夏农林科学院,7篇)。对英文文献作者进行合作网络分析,调整节点显示阈值为7,见图2B。结果显示13位高产作者间存在合作关系,形成了5个稳定的研究团队,其中以香港大学 Kwokfai So 为核心的团队规模最大,该团队研究方向为枸杞多糖对神经系统的影响^[25,26]。

2.3 研究机构合作网络分析

本研究的中文文献研究机构有745个,发文量排名前5位的研究机构分别是宁夏医科大学(71篇)、华中农业大学(45篇)、宁夏大学(42篇)、武汉

大学(32篇)、宁夏农林科学院(30篇)。对中文文献研究机构进行合作网络分析,调整节点显示阈值为10,见图3A。结果显示14个高产研究机构形成了4个合作网络,节点间连线较细说明研究机构间合作力度较小,机构间联系不紧密,没有形成具有一定规模的跨机构研究平台。

本研究的英文文献研究机构有381个,发文量排名前5位的机构分别是香港大学(43篇)、暨南大学(34篇)、宁夏医科大学(30篇)、南京农业大学(12篇)、中国科学院(11篇)。对英文文献研究

机构进行合作网络分析,调整节点显示阈值为5,见图3B。结果显示15个高产研究机构全部来自中国,说明我国是枸杞多糖的主要研究国家。在15个研究机构中仅有1所研究机构来自企业,为无限极(中国)有限公司(8篇),其他研究机构均为高校和科研院所。香港大学和暨南大学节点间连线较粗,说明两所大学间合作关系紧密。宁夏医科大学有较大的紫色外圈,表明该节点具有较高的中心性,在研究机构共现网络中起到重要的“桥梁沟通”作用。

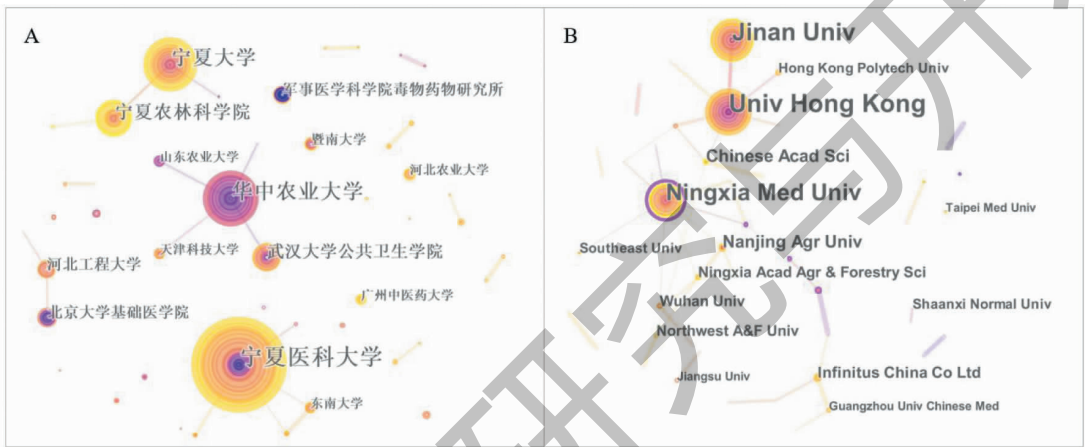


图3 枸杞多糖研究机构的合作网络

Fig. 3 The network of institutes of *L. barbarum* polysaccharides

2.4 关键词分析

2.4.1 关键词的共现分析

本研究的中文文献共包含1421个关键词,排名前10位的关键词分别是枸杞多糖(568)、枸杞(178)、多糖(129)、抗氧化(84)、细胞凋亡(75)、提取(46)、免疫调节(45)、抗肿瘤(42)、作用机制(38)和生物活性(32)。对中文文献关键词进行共现分析,将意义相同关键词进行合并,如凋亡和细胞凋亡、小鼠和小白鼠等,最终得到包含147个节点和169个共现关系的图谱,调整节点显示阈值为10,见图4A。由图4A可以发现,枸杞多糖的中文文献研究可以归纳为3个方面:①生物活性研究方面如抗氧化、细胞凋亡、免疫调节、抗肿瘤、抗疲劳、氧化应激、抗衰老等;②化学研究方面如单糖组成、结构分析等,③生产工艺及质量控制方面如提取、分离、响应面法、含量测定等,这在一定程度上从3个角度反映着枸杞多糖中文文献的研究方向。

本研究的英文文献共包含1838个关键词,排名前10位的关键词分别是枸杞多糖(*lycium barba-*

rum polysaccharide, 168)、氧化应激(oxidative stress, 112)、多糖(polysaccharide, 84)、枸杞(*lycium barbarum*, 76)、抗氧化活性(antioxidant activity, 72)、凋亡(apoptosis, 71)、细胞(cell, 55)、多糖蛋白复合物(polysaccharide protein complex, 50)、表达(expression, 48)和果实(fruit, 47)。对英文文献关键词进行共现分析,将意义相同关键词进行合并后得到包含218个节点和421个共现关系的图谱,调整节点显示阈值为10,见图4B。由图4B分析可知,枸杞多糖的英文文献研究可以归纳为4个方面:①生物活性研究方面如氧化应激(oxidative stress)、抗氧化活性(antioxidant activity)、凋亡(apoptosis)、抗肿瘤活性(antitumor activity)、免疫调节(immunomodulation)、降血糖活性(hypoglycemic activity)、神经保护作用(neuroprotection)等;②化学研究方面如结构特征(structural characterization);③生产工艺研究方面如提取(extraction)、纯化(purification);④研究实验载体方面,如大鼠(rat)、小鼠(mice)、体外(*in vitro*)、体内(*in vivo*)等。

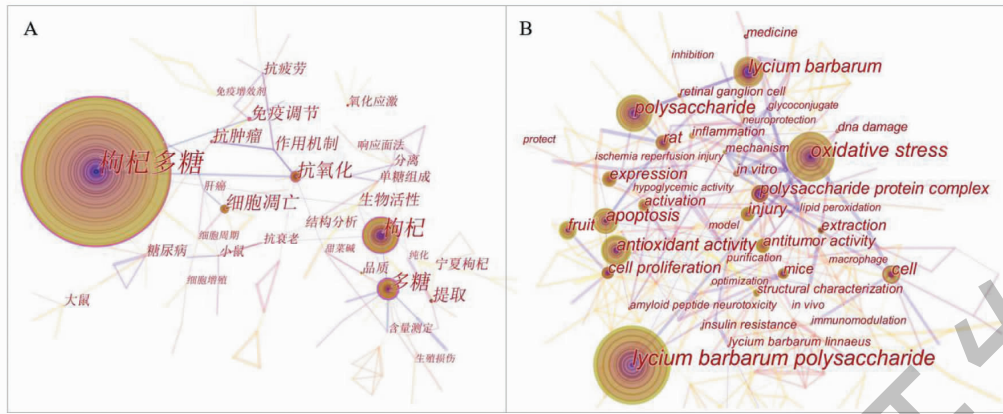


图4 枸杞多糖研究关键词的共现网络图谱

Fig. 4 The co-occurrence network of keywords on *L. barbarum* polysaccharides

2.4.2 关键词的聚类分析

对本研究的中文文献关键词进行聚类,得到的聚类网络共分为6个模块,模块值(Q值)为0.803 4 (>0.3),说明划分出来的聚类结构是显著的;平均轮廓值(S值)为0.597 7 (>0.5),说明聚类是合理

的,见图5A。由于聚类标签不能完全显示各聚类研究主题,因此对各聚类模块内的关键词进行归纳总结来确定研究主题(见表1)。表1显示枸杞多糖中文文献研究多围绕枸杞多糖生物活性研究及枸杞多糖相关的枸杞品质研究开展。

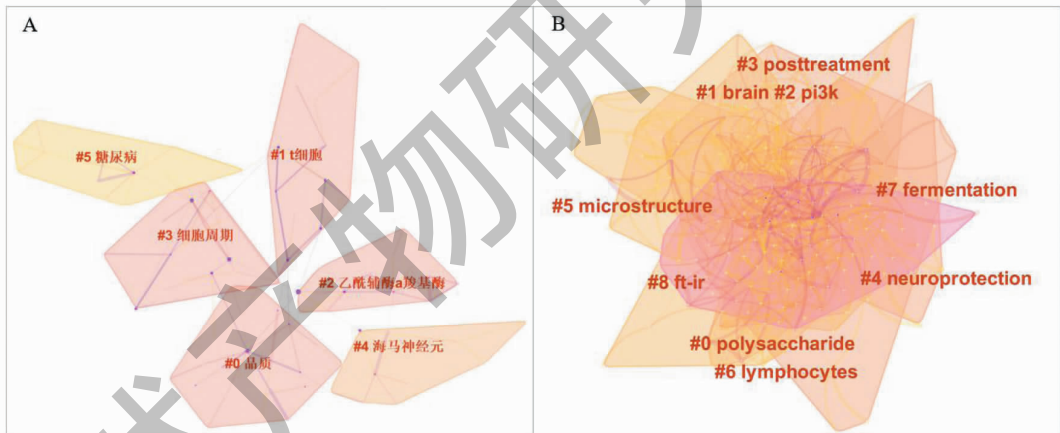


图5 枸杞多糖研究关键词的聚类图谱

Fig. 5 The cluster map of keywords on *L. barbarum* polysaccharides

表1 枸杞多糖研究中文文献关键词聚类分析

Table 1 Keywords clustering list of *L. barbarum* polysaccharides in Chinese literature

聚类ID Cluster ID	节点数 Number of nodes	轮廓值 Contour value (S)	平均年份 Mean year	聚类标签 Cluster label (LLR)	研究主题 Research topic
0	17	0.98	2004	品质	枸杞多糖相关的枸杞品质研究
1	16	0.98	2000	T细胞	枸杞多糖对免疫系统的影响
2	14	0.94	2005	乙酰辅酶a羧基酶	枸杞多糖对脂类代谢的影响
3	14	0.958	2006	细胞周期	枸杞多糖对细胞凋亡的影响
4	13	0.905	2008	海马神经元	枸杞多糖对神经系统的影响
5	13	0.984	2009	糖尿病	枸杞多糖的降血糖作用研究

对英文文献关键词进行聚类,得到的聚类网络共分为 9 个模块,模块值(Q 值)为 0.484 1 (> 0.3),平均轮廓值(S 值)为 0.804 1 (>0.7),说明划分出来的聚类结构是显著有效且令人信服的,见

图 5B。各聚类标签及研究主题总结显示枸杞多糖英文文献研究多围绕枸杞多糖的生物活性、作用机制及化学结构特征开展(见表 2)。

表 2 枸杞多糖研究英文文献关键词聚类分析

Table 2 Keywords clustering list of *L. barbarum* polysaccharides in English literature

聚类 ID Cluster ID	节点数 Number of nodes	轮廓值 Contour value (S)	平均年份 Mean year	聚类标签 Cluster label (LLR)	研究主题 Research topic
0	37	0.831	2009	Polysaccharide	枸杞多糖的生物活性研究
1	34	0.763	2014	Brain	枸杞多糖对神经系统保护作用研究
2	28	0.798	2012	pi3k	枸杞多糖对 PI3K 信号通路调控研究
3	25	0.735	2013	Posttreatment	枸杞多糖对机体损伤的保护作用
4	22	0.634	2014	Neuroprotection	枸杞多糖对神经系统保护作用研究
5	19	0.897	2014	Microstructure	枸杞多糖微结构对枸杞品质的影响
6	18	0.808	2015	Lymphocytes	枸杞多糖的免疫活性研究
7	15	0.876	2013	Fermentation	枸杞多糖对肠道菌群的影响
8	14	0.895	2015	FT-IR	枸杞多糖的化学结构特征研究

2.4.3 关键词的突现分析

对本研究的中英文文献关键词进行突发性探测,突发值排名前 16 的关键词见表 3,显示枸杞多糖研究中文文献从 1988 年开始突现热点,各阶段分别以作用机制、生物活性、脂质过氧化、响应面法等为研究热点,近期以氧化应激、紫外线辐射和免疫增效剂为主要研究热点;枸杞多糖研究英文文献从 2004 年开始突现热点,各阶段分别以多糖蛋白复合

物 (polysaccharide protein complex)、(polysaccharide protein complex)、脂质过氧化 (lipid peroxidation)、抗衰老 (anti-aging) 和胰岛素抵抗 (insulin resistance) 等为研究热点。近期英文文献以 DNA 损伤 (DNA damage) 和自噬 (autophagy) 为主要研究热点。对照枸杞多糖研究的中英文文献关键词,均出现了“脂质过氧化 (lipid peroxidation)”,且在中文文献中该热点出现时间早于英文文献。

表 3 枸杞多糖研究关键词的突现分析

Table 3 The emergence graph of keywords on *L. barbarum* polysaccharides

关键词 Key word	中文文献 Chinese literature			1988—2020	关键词 Key word	英文文献 English literature			2004—2020
	突现值 Burst detection value	起始年份 Starting year	终止年份 Terminal year			突现值 Burst detection value	起始年份 Starting year	终止年份 Terminal year	
作用机制	4.324 3	1988	2002		<i>L. barbarum</i>	5.785 4	2004	2010	
多糖	2.825 4	1991	1994		Polysaccharide protein complex	5.078 9	2004	2011	
枸杞	3.731 4	1994	1997		Glycoconjugate	5.451 1	2006	2011	
生物活性	4.363 6	1994	2000		Lipid peroxidation	2.522 2	2007	2013	
脂质过氧化	3.172 6	2002	2007		Identification	3.370 3	2008	2010	
动脉粥样硬化	2.981 2	2005	2007		Traditional Chinese medicine	3.308 8	2008	2012	
提取	5.783 9	2007	2009		Cell proliferation	2.871 1	2008	2010	
树突状细胞	2.945 6	2010	2011		<i>In vivo</i>	3.392 4	2010	2014	
大鼠	3.575 2	2010	2017		Mitochondria	2.775 7	2010	2015	

续表 3 (Continued Tab. 3)

关键词 Key word	中文文献 Chinese literature				英文文献 English literature				
	突现值 Burst detection value	起始年份 Starting year	终止年份 Terminal year	1988—2020	关键词 Key word	突现值 Burst detection value	起始年份 Starting year	终止年份 Terminal year	2004—2020
生殖损伤	3.42	2011	2015		Medicine	5.023 7	2011	2012	
电离辐射	2.990 2	2011	2015		Anti-aging	3.155 2	2012	2015	
品质	5.058 3	2013	2015		Insulin resistance	3.973 8	2013	2016	
响应面法	3.508 8	2014	2018		Expression	2.491 4	2013	2015	
氧化应激	6.952 5	2016	2020		Reproductive system	2.525 6	2016	2017	
紫外线辐射	3.527 6	2016	2017		DNA damage	2.988 2	2016	2017	
免疫增效剂	4.557 3	2018	2020		Autophagy	3.395 5	2018	2020	

3 讨论与结论

本研究在 CNKI 和 Web of Science 两个检索平台检索枸杞多糖研究的中英文文献,筛选后得到中文文献 718 篇,英文文献 387 篇,对文献进行年代分布统计后发现,该研究的中英文文献发文量目前仍处于快速发展期阶段,研究热度和关注度仍在不断提高中。

对作者发文量进行统计显示,中文文献以华中农业大学的张声华发文量最高,英文文献则以香港大学的 Kwokfai So 发文量最高。对研究机构发文量进行统计显示,宁夏医科大学、华中农业大学和宁夏大学的中文文献发文量居多,而英文文献发文量较多的为香港大学、暨南大学和宁夏医科大学,其中香港大学和暨南大学合作关系密切,研究机构间的交流与合作有利于枸杞多糖研究的深入发展和协同创新。不同研究机构的研究侧重点不同,宁夏大学较多地基于枸杞多糖对枸杞的品质及影响因素开展了相关研究^[27,28],其成果对枸杞的科学种植具有重要意义;其他研究机构主要对枸杞多糖的生物活性及作用机制开展研究,为枸杞的开发利用提供了科学依据。中文文献发文量排名前 5 位的研究机构中有 3 个来自宁夏,分别是宁夏医科大学、宁夏大学和宁夏农林科学院,这三所研究机构共发表中文文献 143 篇,发文量占中文文献的 19.92%,说明枸杞多糖的中文文献研究具有地域性特点,这可能与宁夏地区是传统道地药材枸杞的优良产地有关。宁夏地区具有较长的枸杞培育、种植和应用历史^[29],枸杞文化的传承和药材资源的方便获得,为枸杞的科学研究提供了外部保障,但三所机构间对枸杞多糖的

研究合作较少,还有更大的合作发展空间。

关键词反映文章的核心研究内容,是学术文献的高度概括和凝练^[30]。关键词共现分析显示,抗氧化、细胞凋亡、提取、免疫调节、抗肿瘤是中文文献的研究热点;氧化应激(oxidative stress)、抗氧化活性(antioxidant activity)、凋亡(apoptosis)、抗肿瘤活性(antitumor activity)、多糖蛋白复合物(polysaccharide protein complex)等为英文文献的研究热点。可见,目前中英文文献中关于枸杞多糖的研究热点较相似,主要为枸杞多糖的生物活性研究。但经关键词聚类分析后,发现中文文献在对枸杞多糖生物活性研究的基础上包含较多的基于枸杞多糖的枸杞品质研究,英文文献则在枸杞多糖生物活性研究基础上,包含较多的多糖化学结构研究内容,提示对枸杞多糖的化学结构及生物活性进行研究可能是枸杞开发利用和进一步走向国际的关键。

对关键词进行突现分析可以确定研究前沿^[31]。统计显示近年来中文文献主要侧重枸杞多糖的氧化应激、抗紫外线辐射和免疫增效剂的研究,提示枸杞多糖的应用研究可能是该研究的发展趋势;英文文献近些年研究热点与国内有所不同,主要集中在枸杞多糖在生殖系统、DNA 损伤、自噬等方面的研究,基本上与相应药理学研究热点保持一致,提示在对枸杞多糖传统研究的基础上,应注重引入新理念和新技术,解决新问题。

本文使用 CiteSpace 软件对枸杞多糖研究的中英文文献进行分析,直观地展现出了枸杞多糖研究的研究热点、重点研究方向以及机构之间的合作关系等特征。确定了枸杞多糖在枸杞品质、生物活性

研究及作用机制、应用研究等是当前研究热点以及未来可能的科研方向。可视化分析结果,对枸杞多糖的深入研究和未来研究选题具有一定的参考意义。

参考文献

- 1 Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: Vol I (中华人民共和国药典:第一部) [M]. Beijing: China Medical Science Press, 2015:249.
- 2 Li J, Yu Y, Zhang XB, et al. Research on medicinal Fructus Lycii [J]. World Chin Med, 2019, 14: 2593-2597.
- 3 Kulczynski B, Gramza-michalowska A. Goji berry (*Lycium barbarum*): composition and health effects-a review [J]. Pol J Food Nutr Sci, 2016, 66(2): 67-75.
- 4 Tian XJ, Liang TS, Liu YL, et al. Extraction, structural characterization, and biological functions of *Lycium barbarum* polysaccharides: a review [J]. Biomolecules, 2019, 9(9): 389.
- 5 Wei XS, Wang HY, Sun ZX. Research progress in chemical constituents and pharmacological activities of *Lycium barbarum* L. [J]. Chin Tradit Pat Med (中成药), 2018, 40: 2513-2520.
- 6 Sun XN, Yan L, Zhang Q. Mapping knowledge domain in the application of discipline visualization research [J]. Library (图书馆), 2014(5): 87-91.
- 7 Gu DX, Yang XJ, Deng SY, et al. Tracking knowledge evolution in cloud health care research: knowledge map and common word analysis [J]. J Med Internet Res, 2020, 22(2): e15142.
- 8 Hong R, Liu H, Xiang CL, et al. Visualization and analysis of mapping knowledge domain of oxidation studies of sulfide ores [J]. Environ Sci Pollut R, 2020, 27: 5809-5824.
- 9 Chen Y, Chen CM, Liu ZY, et al. The methodology function of CiteSpace mapping knowledge domains [J]. Stud Sci Sci (科学学研究), 2015, 33: 242-253.
- 10 Wu YN, Wang HJ, Wang ZX, et al. Knowledge mapping analysis of rural landscape using CiteSpace [J]. Sustainability, 2020, 12: 66.
- 11 Xue WZ, Li H, Ali R, et al. Knowledge mapping of corporate financial performance research: a visual analysis using CiteSpace and ucinet [J]. Sustainability, 2020, 12: 3554.
- 12 Jia QL, Shi SQ, Yuan GZ, et al. Analysis of knowledge bases and research hotspots of coronavirus from the perspective of mapping knowledge domain [J]. Medicine, 99(22): e20378.
- 13 Li J, Chen CM. CiteSpace: Text mining and visualization in scientific literature (CiteSpace: 科技文本挖掘及可视化) [M]. Beijing: Capital Economic and Trade University Press, 2017: 85, 108.
- 14 Wang BK, Xing ST, Zhou JH, et al. Effect of *Lycium barbarum* polysaccharides (LBP) on immune function of S₁₈₀-bearing mice and their antitumor activity [J]. Chin J Pharmacol Toxicol (中国药理学与毒理学杂志), 1988(2): 49-53.
- 15 Gan L, Zhang SH, Yang XL, et al. Immunomodulation and antitumor activity by a polysaccharide-protein complex from *Lycium barbarum* [J]. Int Immunopharmacol, 2004, 4: 563-569.
- 16 Sun ZD, Zhang SH. Study on the extraction, isolation of Fructus Lycii polysaccharides and its physical and chemical characteristics [J]. J Huazhong Agr Univ (华中农业大学学报), 1996, 15: 603-607.
- 17 Zhu CP, Zhang M, Zhang SH. Composition and structure analysis of *Lycium barbarum* polysaccharides [J]. Chin Tradit Herb Drugs (中草药), 2006, 37: 872-874.
- 18 Gan L P, Zhang SH. Effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on antitumor activity and immune function [J]. Acta Nutr Sin (营养学报), 2003, 25: 200-202.
- 19 Luo Q, Yan J, Cui XY, et al. Antagonistic effect of LBP on damage of reproductive system induced by sub-chronic partial ⁶⁰Co γ -ray radiation in male rats [J]. Chin J Public Health (中国公共卫生), 2011, 27: 1358-1359.
- 20 Luo Q, Yan J, Li JW, et al. Effect of *Lycium barbarum* L. and its polysaccharides on decreasing serum lipids in rabbits [J]. Acta Nutr Sin (营养学报), 1997, 18(4): 45-48.
- 21 Luo Q, Yan J, Li JW, et al. The effects of pure *Lycium barbarum* polysaccharides on the immunopharmacological activity of the mice [J]. Chin J Gerontol (中国老年学杂志), 1999, 19(1): 38-41.
- 22 Shan TY, Qiao JL, Yang SL, et al. Effects of *Lycium barbarum* polysaccharides on the immune function of peripheral blood cells in experimental esophageal cancer rats [J]. Lishizhen Med Mater Med Res (时珍国医国药), 2010, 21: 1016-1017.
- 23 Shan TY, Sun J, Wang F, et al. Experimental study on *Lycium barbarum* polysaccharide induced apoptosis of human esophageal cancer cell Eca-109 [J]. Lishizhen Med Mater Med Res (时珍国医国药), 2010, 21: 1642-1643.
- 24 Wang J, Gao HL, Ma JF. Effects of immune synergists containing different concentrations of *Lycium barbarum* polysaccharides on immunity of broilers [J]. Heilongjiang Anim Sci Vet Med (黑龙江畜牧兽医), 2018(6): 150-152.
- 25 Li HY, Huang M, Luo QY, et al. *Lycium barbarum* (wolfberry) increases retinal ganglion cell survival and affects both microglia/macrophage polarization and autophagy after rat partial optic nerve transection [J]. Cell Transplant, 2019, 28: 607-618.