

• 数据挖掘与循证医学 •

基于 CiteSpace 和 VOSviewer 可视化分析药食同源中药罗汉果的发展态势

李仙仙, 邓清月, 和映玉, 姚鉴玲, 任雪阳, 郑媛, 宋若兰, 钟祥健, 单东杰, 吕芳, 刘薇, 折改梅*

北京中医药大学中药学院, 北京 100029

摘要: 目的 罗汉果 *Siraitia grosvenorii* 为药食同源中药, 具有较高营养价值、药用价值。随着居民饮食消费观念改变, 天然甜味剂市场需求增加, 而罗汉果作为天然代糖, 热度日趋增强。分析罗汉果的研究现状和发展态势, 为未来研究拓展提供参考。方法 以罗汉果为关键词, 从中国知网 (CNKI) 数据库与 Web of Science (WOS) 数据库核心集检索并导出相关文献, 并导入 Endnote 软件进行查重、筛选和格式转换后导出题录。最后使用 CiteSpace、VOSviewer、Excel 软件分别对罗汉果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 551 篇, 其中中文文献 458 篇, 英文文献 93 篇。罗汉果的年发文量大体呈现增长趋势, 共有 14 个国家参与罗汉果的研究, 其中以中国为主。中英文文献居发文量榜首的机构分别为广西壮族自治区药用植物园、Chinese Academy of Sciences (中国科学院)。中英文文献发文量最多的作者均为马小军。研究领域内各机构和团队之间的交流合作有待加强。被引频次前 10 的中英文文献主要研究方向为罗汉果的化学成分、植物培养及药理作用研究等。罗汉果苷 V 作为罗汉果中备受关注的活性物质是该领域的研究热点。中英文关键词共现、聚类显示研究热点集中于罗汉果的栽培、提取分离、工艺优化、药理作用、应用等方面。结论 罗汉果研究目前仍处于上升阶段, 未来罗汉果领域的研究重点应关注罗汉果苷 V 的高含量品种选育、提取工艺等方面, 另罗汉果多糖结构与活性的关联性也是罗汉果发展的重要趋势。

关键词: 罗汉果; 文献计量学; CiteSpace; VOSviewer; 罗汉果苷 V; 罗汉果多糖

中图分类号: R282.71 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2023)17-5671-13

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2023.17.021

Visual analysis on development trend of medicine and food homologous traditional Chinese medicine *Siraitia grosvenorii* based on CiteSpace and VOSviewer

LI Xian-xian, DENG Qing-yue, HE Ying-yu, YAO Jian-ling, REN Xue-yang, ZHENG Yuan, SONG Ruo-lan, ZHONG Xiang-jian, SHAN Dong-jie, LYU Fang, LIU Wei, SHE Gai-mei

School of Chinese Materia Medica, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China

Abstract: Objective Luohanguo (*Siraitia grosvenorii*) is a traditional Chinese medicine with the exact origin as medicine and food. It has high nutritional value and medicinal value. The demand for natural sweeteners has increased with the changes in dietary consumption concept of residents, while *S. grosvenorii* as a raw sugar substitute has been welcomed either. The research status and development trend of the field of *S. grosvenorii* are analyzed to provide a reference for the development strategy of future research. **Methods** In this study, the publications with the keyword of *S. grosvenorii* were retrieved and extracted from the CNKI database and Web of Science database, respectively. The data were imported into Endnote software for re-checking, screening, and formatting conversion. Finally, CiteSpace, VOSviewer, and Excel software were used to analyze the number of the overall output profile, research subjects, collaboration network, highly cited papers, and keywords. **Results** A total of 551 publications were consisted, including 458 in Chinese and 93 in English. The annual number of publications of *S. grosvenorii* showed an increasing trend. China was the main country to study about *S. grosvenorii*, while 14 countries in total. Guangxi Botanical Garden of Medicinal Plants and Chinese Academy

收稿日期: 2023-03-11

基金项目: 桂林市技术创新引导计划 (2020010902)

作者简介: 李仙仙 (1999—), 女, 硕士研究生, 研究方向为中药化学。E-mail: lixianxian0727@163.com

*通信作者: 折改梅 (1976—), 博士生导师, 研究员, 研究方向为中 (民族) 药药效成分和新药创制研究。

Tel: (010)53912129 E-mail: shegaimei@126.com

of Sciences were ranked at the top regarding the number of publications in domestic and overseas. The author with the most published articles in Chinese and English was Xiaojun Ma. In general, the institutions and research teams in the field is expected to strengthened the exchanges and cooperation. The top 10 most cited Chinese and English literature mainly focused on the chemical composition, plant culture, and pharmacological action of *S. grosvenorii*. As the most concerned active substance in *S. grosvenorii*, mogroside V is a continuous research hotspot in *S. grosvenorii*. The co-occurrence of Chinese and English keywords and cluster analysis showed that the research focused on the cultivation, extraction and separation, process optimization, pharmacological effect, and application of *S. grosvenorii*. **Conclusion** The research field of *S. grosvenorii* is in the stage of development. In the future, more attention should be paid to the breeding of high-content mogroside V varieties and the extraction technology. In addition, the correlation between the structure and activity of *S. grosvenorii* polysaccharides is also an essential trend in the development of *S. grosvenorii*.

Key words: *Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey ex A. M. Lu et Z. Y. Zhang; bibliometrics; CiteSpace; VOSviewer; mogroside V; *Siraitia grosvenorii* polysaccharides

罗汉果为葫芦科植物罗汉果 *Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey ex A. M. Lu et Z. Y. Zhang 的干燥果实。其性凉、味甘，归肺、大肠经，具有清热润肺、利咽开音、润肠通便的功效，用于治疗肺热燥咳、咽痛失音、肠燥便秘^[1]。罗汉果作为本草始载于陈仁山所著的《药物出产辨》，具有 180 多年的药用历史，临床应用历史悠久^[2]。罗汉果作为国家卫生部首批公布的药食同源中药材，具有降血糖、调节血脂、保肝、抗氧化、抗肿瘤、抑菌抗炎等药理作用^[3]。同时罗汉果由于具有高甜度、低卡路里的特性，作为甜味剂已广泛应用于食品、饮料等行业^[4-7]，一些知名食品企业雀巢、星巴克、可口可乐、王老吉等都在其产品中添加使用罗汉果或其提取物^[8-9]。此外，2022 年底广西中药管理局推荐了一款新型冠状病毒防疫茶饮^[10]，是由罗汉果搭配陈皮开水泡服，起到宣肺清热、化痰止咳、健脾利湿的作用。这使罗汉果的关注又迎来高潮，对其研究现状趋势等进行分析具有重要的意义。

文献计量学作为交叉学科，通过数学、统计学等方法定量描述学术信息并进行统计分析，以揭示其数量特征和内在规律^[11]，是进行研究现状趋势等可视化分析的有效方法。2006 年，Chen 提出了 CiteSpace II，用于检测和可视化科学文献的变化趋势和根本性变化，为知识领域的可视化做出了理论和方法上的重要贡献^[12]。VOSviewer 是由 Nees Jan van Eck 和 Ludo Waltman 共同开发的用于绘制知识图谱的文献计量学软件，适用于处理大规模数据、构建关系网络和可视化数据分析^[13]。2 种可视化软件共同使用可以满足大部分需求，直观地揭示科学知识的动态发展规律，探讨相关领域未来的研究趋势和发展方向。

本研究选择中国知网 (CNKI) 及 Web of Science

(WOS) 作为文献数据来源，以罗汉果为关键词对国内外的核心文献进行统计，采用 CiteSpace 及 VOSviewer 文献计量学软件从整体产出、研究主体及合作网络、高被引文献、关键词共现及聚类分析等维度进行可视化分析，了解其研究热点及趋势，为未来的研究拓展提供参考和借鉴。

1 数据与方法

1.1 数据获取

中文文献研究数据来源于 CNKI，设置检索条件：关键词（精确）“罗汉果”；发表时间不限；检索期刊来源为 SCI、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)，共检索文献 458 篇。数据采集时间为 2022 年 7 月 1 日。

英文文献研究数据来源于 WOS 核心合集数据库。设置检索条件：Author Keywords = “*Siraitia grosvenorii*” OR “*Momordica grosvenorii* Swingle” OR “monk fruit” OR “luohanguo” OR “momordica-grosvenori”，时间跨度不限，共检索文献 97 篇，排除重复文献，获得英文文献 93 篇。数据采集时间为 2022 年 7 月 1 日。

将检索获得的中文文献以 “Refworks” 格式导出，文件重命名为 “download_CNKI_txt” 格式，新建 input 和 output 文件夹，转换为 CiteSpace 软件可以识别处理的格式，同时以 “EndNote” 格式导出；利用 EndNote 软件转换修改文件格式为 ris，确保 VOSviewer 软件可以识别处理。将检索获得英文文献以制表符分隔文件形式导出，并以 “download_WOS_txt” 命名。

1.2 研究方法

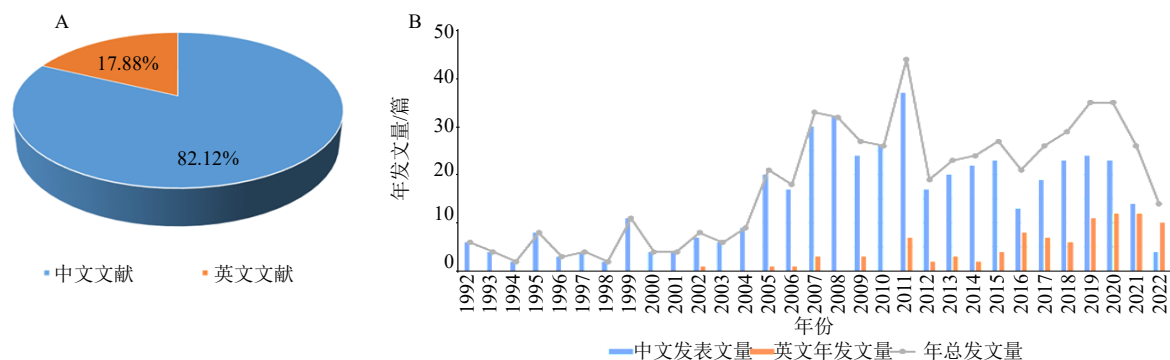
运用 Excel 软件分别对整体产出、文献时间分

布特征及趋势、被引文献频次等进行记录、排序和筛选,运用 CiteSpace 和 VOSviewer 软件对上述所得到的文献数据进行可视化分析,分别对作者、机构、关键词等各节点类型进行可视化分析,绘制相应的知识图谱,挖掘罗汉果的研究热点及研究方向。

2 结果与分析

2.1 整体产出特征分析

将检索获得的中英文文献导入 Excel 中,整理



A-文献产出百分比 B-文献产出数量-时间分布

A-percentage of publications output B-quantity-time distribution of publications output

图 1 罗汉果研究领域文献产出量

Fig. 1 Literature output in research field of *S. grosvenorii*

2.2 文献时间分布特征及趋势分析

对 1992—2022 年发表的中英文文献数据的时间分布特征及趋势进行分析,结果见图 1-B。关于罗汉果研究的首篇中文文献研究内容为罗汉果化学成分的研究^[14],文献报道了从罗汉果中发现的 1 个新四环三萜类化合物,命名为罗汉果二醇苯甲酸酯。该文献的发表时间为 1992 年,早于罗汉果的英文研究文献产出时间 10 年。首篇罗汉果领域英文文献是日本学者 Ukiya 等^[15]发表的有关罗汉果中 18 种三萜类化合物和 11-氧代萜醇对 Raji 细胞中 12-O-十四烷酰佛波醇-13-乙酸酯诱导 EB 病毒早期抗原的抑制作用,提示罗汉果具有抗肿瘤作用。

对中文文献产出时间分布特征进行分析,1992—2004 年罗汉果相关研究年发文量处于波动稳定期,除 1999 年(11 篇)外,年发文量基本在 10 篇以下。随着国家“十五”和“十一五”的“中药现代化研究与产业化开发”重点项目的提出以及 2011 年《广西壮族自治区壮瑶医药振兴计划(2011—2020 年)》相关政策的出台,罗汉果的研究逐渐受到研究机构的重视,2005—2011 年罗汉果相关研究年发文量处于增长期,并于 2011 年达到顶峰为 37 篇。2012—2021 年罗汉果相关研究年发文量

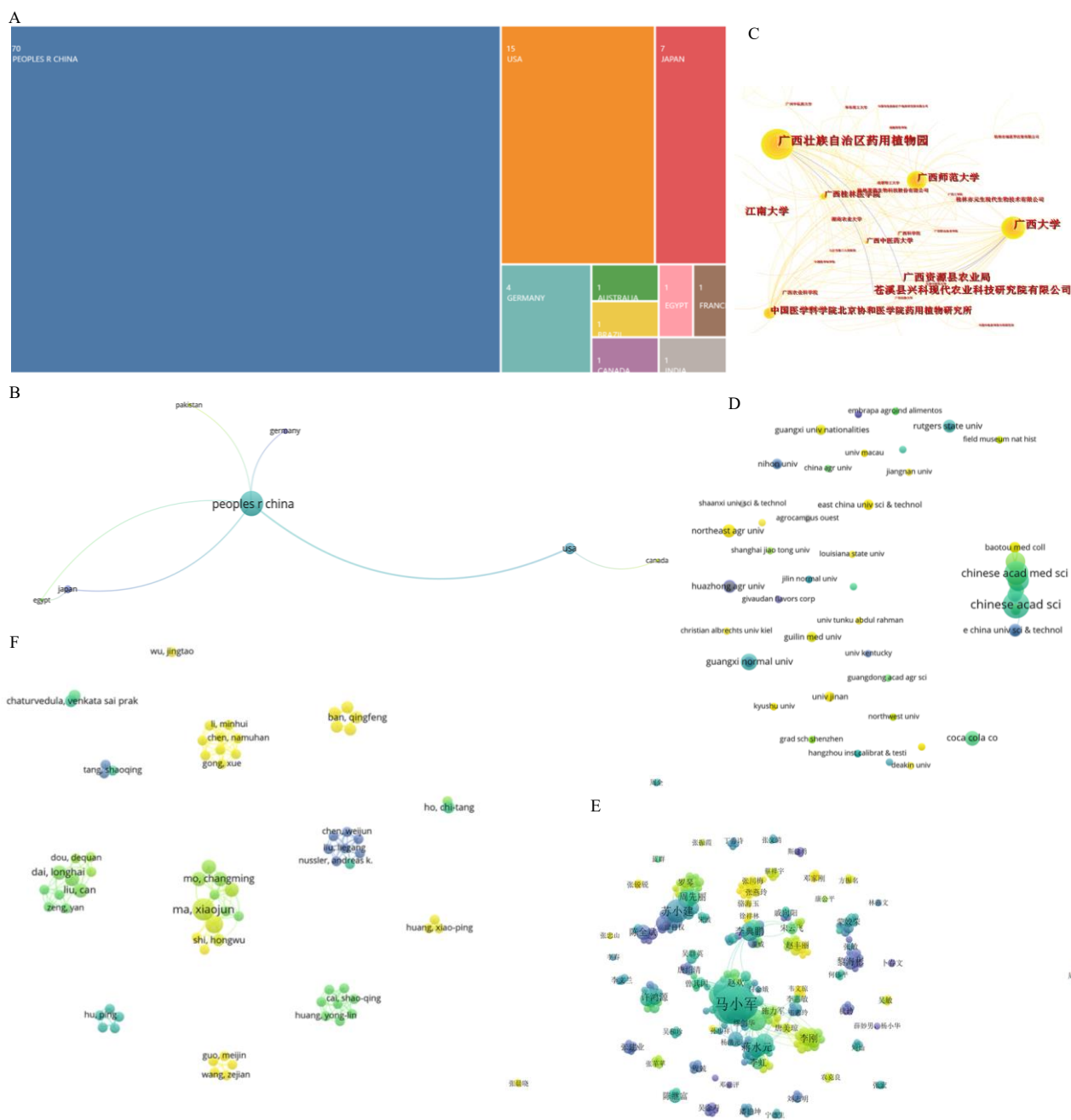
统计 1992—2022 年发表的中英文文献数据并对整体产出情况进行分析,结果见图 1-A。从 CNKI 及 WOS 文献数据库中共检索筛选获得文献 551 篇,其中来源于 CNKI 的中文文献共 458 篇,占总发文量的 82.12%;英文文献发文量仅约为中文发文量的 1/5。由此可见,英文期刊对于罗汉果研究的报道较少,对罗汉果的关注度及研究度较低,反映了罗汉果相关领域的研究多停留于中文期刊的交流。

相对稳定,每年维持 15~20 篇。

对英文文献产出分析发现,2002—2015 年罗汉果相关研究年发文量比较稳定,在 2011 年发文量激增,与中文文献在该年份发表量特征一致。值得关注的是在此期间,2003、2004 和 2010 年并没有罗汉果研究的英文文献出现,提示罗汉果的研究未能达到持续稳定的文献产出。此后罗汉果的研究在 2016—2021 年处于增长期,2020 及 2021 年年发文量达到顶峰为 12 篇。近年来,《广西罗汉果优势特色产业集群建设方案(2020—2022 年)》等政策为“桂十味”道地药材品牌的推广提供了契机,培育了罗汉果功能饮料、罗汉果健康产品、罗汉果医药等新兴品牌,引领“桂林罗汉果”健康潮流,使更多学者参与到罗汉果研究领域,价值不断被挖掘,成果发表于国内外期刊。2022 年罗汉果研究相关中英文文献年发文量呈下降趋势的原因主要为文献检索时间为 2022 年 7 月 1 日,目前数据不足以说明 2022 年年发文量趋势。

2.3 罗汉果研究主体和合作网络分析

运用 CiteSpaces 或 VOSviewer 文献计量学软件对中英文文献数据以国家、研究机构、作者为节点类型分别进行分析,结果见图 2。图中节点大小反映国



A-主要研究国家 B-国家合作网络 C-中文文献研究机构合作网络 D-英文文献研究机构合作网络 E-中文文献研究作者合作网络 F-英文文献研究作者合作网络

A-main countries in research field of *S. grosvenorii* B-country cooperation network C-cooperation network of Chinese literature institutions D-cooperation network of English literature institutions E-cooperation network of Chinese literature authors F-cooperation network of English literature authors

图 2 罗汉果领域文献的国家、研究机构、作者合作网络分析

Fig. 2 Country, research institution and author cooperation network analysis of literature in field of *S. grosvenorii*

家/机构/作者的文献产出量，节点之间的连线反映不同国家/机构/作者之间的合作关系，连线的粗细反映国家/机构/作者间合作关系的密切程度。

2.3.1 研究国家及合作特性 对英文文献进行分析，共有 14 个国家对罗汉果研究产出做出贡献，其

中中国在该领域的研究产出占据绝对的优势地位。如图 2-A 所示，在全部 93 篇文献中，中国研究机构贡献的发文量共 72 篇，占全部发文量的 77.42%；其次是美国、日本、德国，发文量分别为 16、7、4 篇；其余国家发文量仅为 1 篇，说明大多数国家和

地区对于罗汉果的研究偏少, 原因为罗汉果是中国特有物种, 人工栽培历史已有 300 多年。中国广西桂林是世界罗汉果的主要原产地, 也是最大的生产与出口基地, 占据全球 90% 产量^[16]。在中国, 人们对罗汉果使用经验丰富, 常用来单独或与其他中药搭配泡水饮用, 如罗汉果泡水、罗汉果茉莉花茶、罗汉果五花茶、罗汉果薄荷茶等, 起到清热润肺、化痰止咳的功效。而其他国家罗汉果原料的获取基本依赖于进口, 对于罗汉果的认知度多集中于罗汉果是天然甜味剂的应用价值, 对于药用价值研究关注度较低。

如图 2-B 所示, 在 14 个国家中仅有一半的国家之间存在相互合作的关系, 且在该领域较为活跃的国家间开展合作研究也更加紧密, 即中国与美国之间合作 6 篇论文, 中国与日本、德国分别合作 3、2 篇论文。总体而言, 主要形成以中国为核心的合作网络, 国家间的合作尚且薄弱, 合作强度较低。

2.3.2 研究机构分布及合作特性 对中文文献各机构发文量分析可知, 罗汉果相关研究中文文献涉及到全国 298 家研究机构。累计发文量 10 篇以上的共有 11 家机构, 发文量前 3 的单位是广西壮族自治区药用植物园 (138 篇)、广西大学 (96 篇)、广西师范大学 (75 篇)。主力研究机构为中医药高校, 在机构中占比较大。由于桂林市采取企研、企校合作和成立桂林罗汉果产业生态创新联盟等方式, 引进了一批罗汉果深加工企业, 开展了脱毒组培苗、品种选育等相关领域的研究^[17-18]。

中文研究机构间的合作如图 2-C 所示, 广西壮族自治区药用植物园是罗汉果研究领域的领头羊, 与广西大学、广西师范大学等机构形成核心机构合作群。受地理位置因素影响, 大部分合作群中的机构主要为同一地区的高校及研究所。罗汉果作为“桂十味”之一, 其主产区分布在广西桂北的永福县、临桂县和龙胜县^[19], 因此, 本领域的学术合作圈大多集中在其道地产区广西地理区位相近的区域内, 跨区域或者国际合作较为薄弱, 尚未形成广泛的合作关系。

分析英文文献各研究机构发文量可知, 罗汉果相关研究英文文献涉及到全球 128 家研究机构, 主要为科研院所。累计发文量 2 篇以上 (含 2 篇) 的仅有 36 家机构, 约占总数的三分之一, 说明本领域大多数机构的研究缺乏连续性。在以上研究机构中发文量较多的单位有中国科学院 (13 篇)、中国中

医科学院 (10 篇)、北京协和医学院 (8 篇)、广西壮族自治区药用植物园 (7 篇)、广西师范大学 (5 篇), 其他研究机构发文量均在 5 篇以下。可以看出, 发文量较多的机构均属于中国研究机构, 结合国家分析结果说明对于罗汉果的研究多集中于中国, 提示其他国家及地区可能受地域、研究方向等的差异而鲜少关注罗汉果的研究。

英文文献研究机构间的合作由图 2-D 所示, 网络密度较低, 说明机构之间的合作联系关系较为分散。但仍存在以中国科学院、中国中医科学院、广西药用植物园等发文量大的机构为核心的机构合作群, 如广西壮族自治区药用植物园和中国中医科学院合作产出 5 篇论文。为进一步研究发展罗汉果, 须加强研究机构间的合作研究, 以达到共同进步, 形成罗汉果研究大趋势。

2.3.3 核心作者及合作网络分析 分析中文文献各作者发文量可知, 共有 1164 名作者参与到罗汉果相关研究中, 中文发文量在 5 篇 (包括 5 篇) 以上的作者共 58 人, 前 3 名分别为中国医学科学院中国协和医科大学药用植物研究所马小军 (57 篇), 广西壮族自治区药用植物园莫长明 (45 篇)、白隆华 (32 篇)。如图 2-E 所示, 合作组合有 49 个, 在该领域活跃的学者构成了核心作者群, 在罗汉果栽培选育、品质等方面有深入的研究, 影响力较大。其中研究团队及研究规模较为显著的国内团队为马小军与莫长明团队。近几年来张川梅、邓家刚、张锐锐等关注到罗汉果领域的研究, 并参与其中。

分析英文文献各作者发文量可知, 共有 470 名作者参与到罗汉果相关研究中, 发文量超过 5 篇的作者 9 位, 作者亦以中国作者为主, 其中发文量最多的学者亦为马小军, 发表罗汉果相关研究英文文献共 9 篇。如图 2-F 所示, 合作组合有 13 个, 网络密度较低, 学者间的合作关系较分散, 形成了多个合作组合。近年来, Ban Qingfeng、Huang Xiaoping、Guo Meijin 等关注到罗汉果的研究, 这些学者多为中国人, 可见罗汉果的相关研究依旧在中国关注度较高, 而缺乏国际学者的交流。

总体来看, 马小军团队自 2005 年以来不断开展罗汉果的研究, 几乎每年都有关于罗汉果研究的文献产出。2005 年其主要关注于罗汉果组织培养、脱毒以求快速繁殖的目的; 2007—2010 年产出的罗汉果文献主要关于罗汉果的品种选育及品质研究; 2011—2013 年研究方向主要包括罗汉果的种植环

境、基因表达及外来因素对罗汉果品质的影响；2014—2015 年研究主要围绕无籽罗汉果展开，包括组培及选育等；2016—2022 年多为细胞及分子水平上的研究。该团队前期成果主要发表于国内的期刊，在 2015 年达到罗汉果领域相关文献产出量的顶峰，共 15 篇，此年的文献研究多关于罗汉果基因的研究；2016 年开始关注国际期刊，其团队首篇英文文献为在 *Polish Botanical Society* 上发表的 *Methyl jasmonate-induced accumulation of metabolites and transcriptional responses involved in triterpene biosynthesis in *Siraitia grosvenorii* fruit at different growing stages*，该研究结果表明茉莉酸甲酯能促进角鲨烯和葫芦二烯的积累，并确定了最佳浓度^[20]。

在多年的研究过程中，少数研究团队内部各自形成了较为稳定的合作子网络，子网络内各核心作者之间有着较强的学术联系，并在长期合作过程中形成了较为稳定的研究方向和特色，如马小军、莫长明之间的合作紧密，研究方向多为品种选育、基因表达等方面，共同提升了罗汉果领域的科学研究深度和产业产品升级。

综上所述，结合罗汉果相关文献的国家、机构、作者分析可知，中国多家科研机构及企业积极参与到罗汉果的相关研究中；大多数文献作者为中国人，其机构在罗汉果的主产区广西，可见中国是罗汉果研究的主要国家，在罗汉果领域做出了一定的贡献。国家间、机构间、作者间的合作较为分散，不够紧密集中，为形成罗汉果研究领域内后续科技战略，促进资源和信息的交流、共享和联动，仍需要在本领域优势力量的框架内开展更多持续性的互动工作。

2.4 高被引文献分析

论文被引频次是衡量其他机构、国家对一篇科

研文献热度的标志或依据^[21]。对每篇文献的被引频次进行统计，分别选出中英文文献被引频次前 10 的文献。如表 1 所示，中文文献多集中于罗汉果的化学成分、植物培养及药理作用研究等方面。中文文献中引用率最高的是李典鹏 2000 年发表在《广西植物》的“广西特产植物罗汉果的研究与应用”，为 1 篇综述性论文^[22]，主要总结了广西特产药用植物罗汉果的生药学、化学成分、药理学、提取分离方法 and 应用研究，为深入研究开发利用罗汉果资源提供参考。

英文文献多集中于罗汉果的化学成分及皂苷类化合物药理作用研究，结果见表 2，其中 2 篇为综述。引用率最高的文献是 2014 年中国医学科学院 Chun Li 发表在 *Chinese Journal of Natural Medicines* (中国天然药物) 上的“*Chemistry and pharmacology of *Siraitia grosvenorii*: A review*”，也是 1 篇综述性论文^[23]，主要内容为近 30 年来罗汉果在化学、生物效应和毒性研究等方面的进展，总结了从罗汉果的不同部位已经分离或检测到的不同种类化合物，主要是三萜、黄酮类化合物、多糖、氨基酸和精油。并整理了从罗汉果中提取的各种提取物或单体化合物所表现出的广泛的生物活性，如镇咳祛痰、抗氧化、免疫调节、保肝、降糖和抗菌作用。此外，提到的罗汉果提取物和单体化合物基本无毒。最后，对进一步研究罗汉果的化学成分和药理作用提出了一些建议。在引用率前 10 的英文文献中有 2 篇文献均来自于同一期刊 *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (农业与食品化学杂志)，期刊主要征集农业与食品领域化学与生物化学方向的完整研究和前沿进展。罗汉果作为药食两用药材，其研究成果被收录于此期刊。

表 1 被引频次前 10 的中文文献
Table 1 Top 10 cited Chinese literature

序号	文章名称	期刊	被引频次	文章性质	发表时间/年
1	广西特产植物罗汉果的研究与应用	广西植物	215	综述	2000
2	药用植物有效成分提取技术	现代化工	129	综述	2002
3	罗汉果的药理作用研究	中国中药杂志	114	学术论文	1999
4	鲜罗汉果中黄酮甙的分离及结构测定	药学学报	112	学术论文	1994
5	野生罗汉果遗传多样性的 ISSR 分析	生物多样性	106	学术论文	2005
6	罗汉果中三萜苷的分离和结构测定	植物学报	91	学术论文	1996
7	罗汉果皂苷V的镇咳、祛痰及解痉作用研究	中国药理学杂志	87	学术论文	2007
8	RP-HPLC 法测定罗汉果鲜果及甜甙中总黄酮含量	食品科学	76	学术论文	2003
9	广西特产植物罗汉果根的化学成分研究	药学学报	74	学术论文	1999
10	罗汉果花芽分化过程中内源激素的变化	植物生理学通讯	73	学术论文	2010

表 2 被引频次前 10 英文文献
Table 2 Top 10 cited English literature

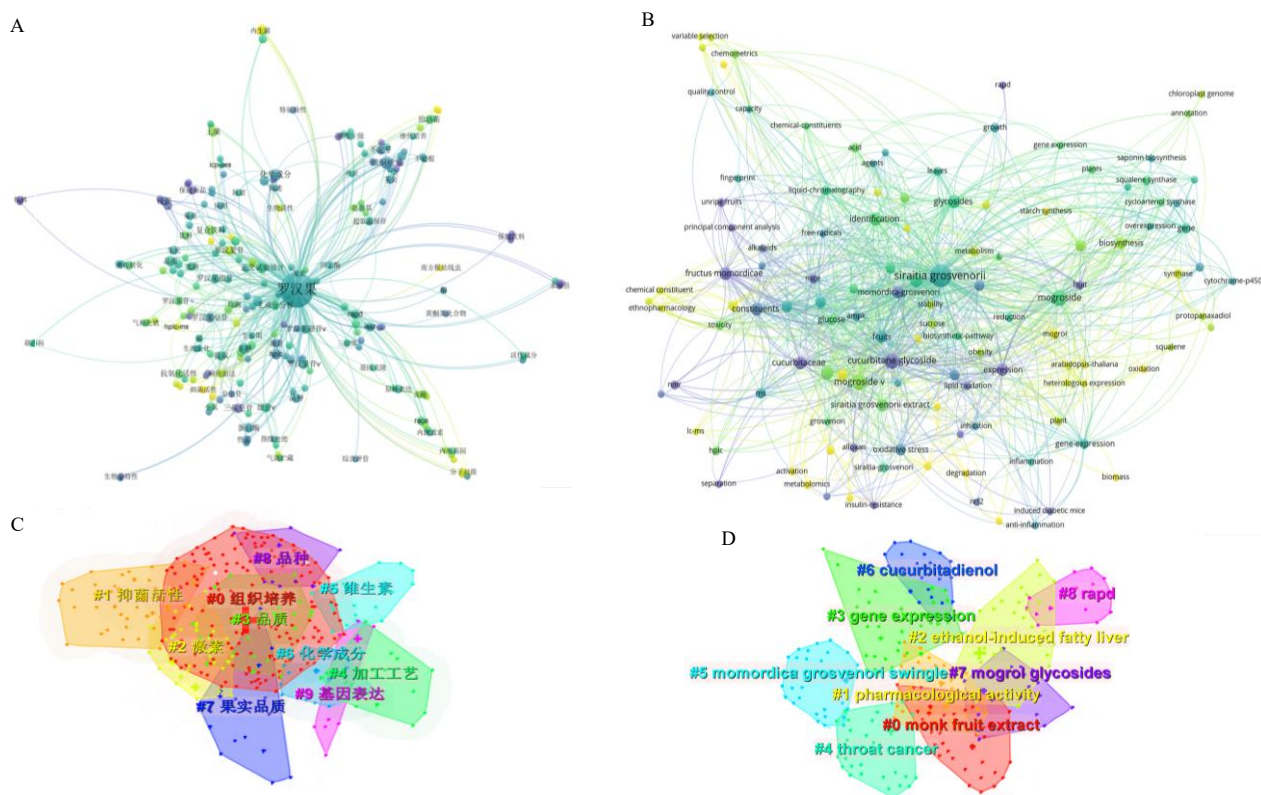
序号	文章名称	期刊	被引频次	文章性质	发表时间/年
1	Chemistry and pharmacology of <i>Siraitia grosvenorii</i> : A review	<i>Chinese Journal of Natural Medicines</i>	34	综述	2014
2	Anticarcinogenic activity of natural sweeteners, cucurbitane glycosides, from <i>Momordica grosvenori</i>	<i>Cancer Letters</i>	25	学术论文	2003
3	Mogrosides extract from <i>Siraitia grosvenori</i> scavenges free radicals in vitro and lowers oxidative stress, serum glucose, and lipid levels in alloxan-induced diabetic mice	<i>Nutrition Research</i>	19	学术论文	2008
4	Inhibitory effects of cucurbitane glycosides and other triterpenoids from the fruit of <i>Momordica grosvenori</i> on epstein-barr virus early antigen induced by tumor promoter 12- <i>O</i> -tetradecanoylphorbol-13-acetate	<i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i>	18	学术论文	2002
5	Minor cucurbitane-glycosides from fruits of <i>Siraitia grosvenori</i> (Cucurbitaceae)	<i>Chemical and Pharmaceutical Bulletin</i>	16	学术论文	2008
6	Triterpene glycosides of <i>Siraitia grosvenori</i> inhibit rat intestinal maltase and suppress the rise in blood glucose level after a single oral administration of maltose in rats	<i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i>	16	学术论文	2005
7	Research on the ingredients of Arhat fruit (1st report) search for sweetening ingredients	<i>Yakugaku Zasshi</i>	16	综述	1983
8	The biosynthetic pathway of the nonsugar, high-intensity sweetener mogroside V from <i>Siraitia grosvenorii</i>	<i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i>	15	学术论文	2016
9	Sweeteners from plants with emphasis on <i>Stevia rebaudiana</i> (Berton) and <i>Siraitia grosvenorii</i> (Swingle)	<i>Analytical and Bioanalytical Chemistry</i>	15	学术论文	2013
10	Isolation of the sweet components from <i>Siraitia grosvenorii</i>	<i>Food Chemistry</i>	15	学术论文	2008

综上所述,高被引中文文献的发表时间大多数早于英文文献,与中文文献较英文文献产出时间早 10 年的特征相一致。在中英文文献中被引率最高的文献均为综述类论文,总结了广西特产药用植物罗汉果的生药学、化学成分、药理学、毒性研究、提取分离方法 and 应用研究,利于未来学者的研究学习。高被引中英文文献相比较可见,中英文文献研究方向和热点基本相同,均致力于对罗汉果化学成分及药理作用的研究。同时中文文献对于罗汉果的植物培养已有研究,这是由于中国是罗汉果的原产地。高被引文献中综述类文献较少,多为研究性论文,说明对于罗汉果前期已发表的方法、技术、结论进

行归纳总结较少,综述类论文的需求较大。

2.5 研究热点分析

运用 VOSviewer 文献计量学软件对中英文文献关键词进行分析,对罗汉果相关研究文献进行关键词提取后,生成关键词共现图谱,结果见图 3-A、B。图中每一节点对应 1 个关键词,节点大小对应该关键词在文献中出现的相对频率,节点间的连线对应二者的共现关系。为简便起见,中英文文献分析中将意义相同的关键词进行合并,如中文文献分析中将关键词“止咳”和“止咳作用”进行合并,均以节点“止咳作用”表示等。英文文献分析中将关键词“*siraitia grosvenorii* swingle”“*siraitia*



A-中文文献关键词共现图 B-英文文献关键词共现图 C-中文文献关键词聚类网络 D-英文文献关键词聚类网络

A-co-occurrence map of keywords in Chinese literature B-co-occurrence map of keywords in English literature C-clustering network of Chinese literature keywords D-clustering network of English literature keywords

图 3 罗汉果领域文献的关键词共现及聚类网络分析

Fig. 3 Co-occurrence and clustering network analysis of keywords of literature in field of *S. grosvenorii*

grosvenorii (luo-han-guo)” “monk fruit” “luo-han-guo” 等与 “*siraitia grosvenorii*” 进行合并，均以节点 “*siraitia grosvenorii* (罗汉果)” 表示等。运用 CiteSpace 文献计量学软件中 LLR (log-likelihood-ratio) 算法对文献的关键词进行聚类分析，中文文献得到含有 575 个节点和 1188 条连线的聚类图谱，选择节点数前 10 的关键词聚类结果，见图 3-C。英文文献得到含有 295 个节点和 1255 条连线的聚类图谱，选择节点数前 9 的聚类结果，得到图 3-D。

2.5.1 关键词共现分析 由中文文献关键词共现图谱 (图 3-A) 可知，中文文献共得到 1007 个关键词，其中词频超过 5 (包括 5) 的有 32 个。关键词词频在一定程度上反映了该领域的研究热度^[24]。关键词出现次数最多的是罗汉果，此外，出现次数较多的关键词还有组织培养、化学成分、多糖、正交实验设计、高效液相、品质、罗汉果皂苷、罗汉果苷 V 等，体现了中文文献对罗汉果组织培养、化学成分 (尤其是多糖类、皂苷类)、品质这几个方面的研究

热度较高。同时，从节点的颜色可知近几年的研究主要在感官评价、制备工艺、生产技术规程等方面，逐渐偏于指导生产实践。从整体分析，近 30 年罗汉果研究涉及多个方向，包括品种鉴定、组方、有效成分提取分离、工艺优化，药理作用机制、临床应用等。

由英文文献关键词共现图谱 (图 3-B) 可知，英文文献共得到 627 个关键词，词频超过 5 (包括 5) 共有 30 个，其中出现次数最多的关键词亦为罗汉果。此外，比较大的节点代表的关键词包括罗汉果苷 (mogroside)、罗汉果皂苷 V (mogroside v)、葫芦烷三萜苷类 (cucurbitane glycoside)、体外 (*in vitro*)、特性 (identification)、天然甜味剂 (natural sweetener)、苷类 (glycosides)、成分 (constituents) 等，体现了英文文献中罗汉果在化学成分 (尤其是罗汉果苷 V)、应用等方面的研究热度较高。由节点的颜色可知，近几年，主要研究方向为活化 (activation)、代谢组学 (metabolomics)、肠道菌群

(gut microbiota), 关注其体内代谢过程。

2.5.2 关键词聚类分析 由中文文献聚类结果 (图 3-C) 可知, 聚类模块化 (Q) 为 0.609 6 (>0.4), 说明聚类情况有效; 平均轮廓值 (S) 为 0.985 5 (>0.5), 说明网络同质性高, 关键词之间的联系紧密, 聚类情况合理。由英文文献聚类结果 (图 3-D) 可知, 聚类模块化 Q 为 0.609 5 (>0.4), S 为 0.842 3 (>0.5), 说明聚类情况有效且合理, 结果具有可信度。

由表 3 所示, 中文文献每个聚类所包含的主要关键词可知, #0 组织培养、#2 激素、#8 品种、#9 基因表达的研究主体为罗汉果的栽培繁殖、生根壮苗、品种选育等方面研究, 以提高罗汉果的产量及品质; #1 抑菌活性的研究主体为罗汉果的药理作用, 包括抑菌、调脂、调节血糖、抗氧化等; #3 品质、#7 果实品质的研究主体为罗汉果的品质研究及质量评价方法, 包括电子鼻、化学成分 (罗汉果苷、山柰苷等) 等; #4 加工工艺的研究主体为罗汉果产业的优化, 如采用单因素实验、正交试验优化天麻菊花罗汉果复合饮料、罗汉果生姜饮料等的最佳加工工艺^[6-7]; #5 维生素、#6 化学成分的研究主体为对罗汉果化学成分及其保健功能研究。

由表 4 所示, 英文文献每个聚类所包含的主要关键词可知, #0 monk fruit extract、#1 pharmacological activity、#2 ethanol-induced fatty liver、#4 throat cancer、#5 *Momordica grosvenorii* Swingle 的研究主体为罗汉果药理活性, 包括治疗酒精性脂肪肝、调节血糖、通便作用、抗氧化作用等以及罗汉果作用机制通路预测, 包括磷脂酰肌醇 3-激酶 (phosphatidylinositol 3-kinase)、超氧化酶歧化

酶 (superoxidase dismutase)、活性氧 (reactive oxygen species) 等; #6 cucurbitadienol、#7 mogrol glycosides 研究的主体为罗汉果的化学成分的提取及分析, 其中葫芦二烯醇 (cucurbitadienol)、罗汉果皂苷 (mogrosides)、葫芦烷型三萜类化合物 (cucurbitane triterpenoids) 及糖苷类化合物的研究最多; #3 gene expression、#8 RAPD (random amplified polymorphic DNA) 的研究主体为罗汉果 DNA 的基因表达, 揭示罗汉果体内基因与性状品质的规律。

综上所述, 罗汉果主要甜味成分是一类以葫芦素烷三萜罗汉果醇为苷元的糖苷类化合物, 统称罗汉果甜苷。其中, 罗汉果苷 V 的含量最高, 是罗汉果甜苷的主要质量指标, 也是影响罗汉果甜苷甜度的主要因素, 其占总甜苷量的 30%~40%, 甜味比蔗糖甜 300 多倍^[25-26]。因具有甜度高、热量低、色泽浅、水溶性及稳定性好、食用安全等优点, 罗汉果苷 V 可作为甜味剂部分或全部代替蔗糖, 广泛用于各种食品^[27]。其药用价值也不可忽视, 未来对药用价值的挖掘可以深入进行, 或许也会成为研究趋势。罗汉果苷 V 作为罗汉果中的最主要成分, 已有学者对其进行研究。目前, 对于罗汉果苷 V 的研究主要包括: ①建立了其含量测定方法, 包括高效液相法 (HPLC)^[28-30]、高效液相色谱-电喷雾-质谱法^[31-32]、反相高效液相法 (RP-HPLC)^[33]等。②以其为指标进行罗汉果优良品种的选育、质量评价^[34-35]。③研究其药理作用及应用, 见图 4。运用鼠 β 细胞系 RIN-5F 研究罗汉果提取物以及罗汉果苷 V 对于胰岛素分泌的影响, 从细胞水平上揭示罗汉果和罗汉果苷 V 对于糖尿病患者的血糖调节作用^[36]; 罗汉果苷 V

表 3 排名前 10 的中文文献关键词聚类分析

Table 3 Keyword clustering analysis of top 10 Chinese literature

聚类名称	节点数	轮廓值	主要年份	主要关键词 (LLR)
#0 组织培养	166	1.000	2009	组织培养、激素、茎段、罗汉果、基因表达
#1 抑菌活性	44	0.975	2010	抑菌活性、提取、制备工艺、蛋白酶、小鼠
#2 激素	34	0.941	2005	组织培养、激素、茎段、不定芽、细胞学
#3 品质	23	0.892	2010	品质、产量、生长、光和参数、栽培方式
#4 加工工艺	21	0.984	2010	加工工艺、菊花、研究进展、响应面优化、浸提
#5 维生素	19	0.978	2000	维生素、番木瓜碱、白果仁、抗氧化剂、保健食品
#6 化学成分	19	0.987	2010	化学成分、内生菌、筛选、CDC、分离
#7 果实品质	18	0.972	2013	果实品质、罗汉果苷、蔗糖、代谢酶活性、电子鼻、山柰苷
#8 品种	13	0.991	2010	品种、遗传背景、二倍体、药园败雄 1 号、普丰青皮
#9 基因表达	11	0.993	2010	基因表达、生长素相应因子、RNAi 载体构建、克隆、原核表达

表 4 排名前 9 的英文文献关键词聚类分析
Table 4 Keyword clustering analysis of top nine English literature

聚类名称	节点数	轮廓值	主要年份	主要关键词 (LLR)
#0 monk fruit extract	40	0.786	2015	monk fruit extract, antioxidant activity, forced swimming test, arylhydrocarbon receptor, chemoprevention
#1 pharmacological activity	38	0.732	2017	pharmacological activity, metabolomics, transcriptomics, sweetener, saccharification
#2 ethanol-induced fatty liver	37	0.772	2018	ethanol-induced fatty liver, fingerprint, mogrosides, laxative effect, candida albicans
#3 gene expression	37	0.755	2017	gene expression, siraitia grosvenorii fruit, enzymatic properties, transient expression, sequence analysis
#4 throat cancer	30	0.912	2011	throat cancer, diabetic mice, cloud-point extraction, HPLC, mogroside IIe
#5 <i>Momordica grosvenorii</i> Swingle	30	0.937	2008	momordica grosvenori swingle, siraitia grosvenorii polysaccharide (SGP), phosphatidylinositol 3-kinase (PI3K), superoxidase dismutase, reactive oxygen species
#6 cucurbitadienol	22	0.957	2014	cucurbitadienol, mogrosides, SGCYP450-4, anti-diabetic effect, cucurbitane triterpenoids
#7 mogrol glycosides	21	0.889	2012	mogrol glycosides, NMR, maple furanone, epstein-barr virus early antigen, cucurbitane glycosides
#8 RAPD	15	0.959	2014	RAPD, spatial genetic structure, autocorrelation analyses, clonal diversity, <i>Siraitia grosvenorii</i>



图 4 罗汉果苷 V 的药理作用机制
Fig. 4 Pharmacological mechanism of mogroside V

通过促进长链非编码 RNA 牛磺酸上调基因 1 (long chain non-coding RNA taurine up-regulated gene 1, Lnc RNATUG1)、Runt 相关转录因子 (Runt-related transcription factor 2, RUNX2)、骨唾液酸蛋白 (bone sialoprotein, BSP)、骨钙素 (osteocalcin, OCN) 和 α 1-1 型胶原基因 (collagen type 1 α -1, COL1A1) 的表达刺激成骨细胞的增殖及分化^[37]; 罗汉果苷 V 能显著降低血清丙氨酸氨基转移酶 (alanine aminotransferase, ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶 (aspartate aminotransferase, AST)、总胆红素 (total bilirubi, TBIL)、内毒素水平和肝组织三酰甘油含量, 具有保肝作用及抗炎、抗氧化活性^[38-39]; 罗汉

果苷 V 能抑制白细胞介素-5 (interleukin-5, IL-5)、IL-13、IL-17 等炎症细胞因子的表达, 推测是罗汉果提取物缓解过敏性鼻炎的主要功能成分^[40]; 罗汉果苷 V 能降低 H₂O₂ 诱导的皮肤成纤维细胞中的活性氧水平和丙二醛含量, 从而表现出很强的抗氧化活性^[41]; 罗汉果苷 V 能明显增加难溶性药物的溶解度和体外溶出度, 且该载体安全、无毒, 有望成为难溶性药物增溶的新型载体^[42]。④揭示了罗汉果苷 V 在体内外代谢的过程。罗汉果皂苷 V 主要通过尿液排泄, 而其代谢产物主要通过粪便排泄。代谢反应主要为去糖基化、羟基化、脱氢、异构化、糖基化和甲基化^[43], 可见目前对罗汉果苷 V 的研究趋于

全面化。

罗汉果主要化学成分为三萜皂苷,还包括木质素类、黄酮苷类、多糖类及其他类化合物。植物多糖具有抗肿瘤、增强免疫、抗病毒、降血糖、调血脂等多种功效,因此具有研发价值^[3]。现有研究表明,罗汉果多糖具有调节免疫^[44]、抗氧化^[45]、降血糖^[46]等药理作用。张海全等^[44]对免疫抑制小鼠 ig 罗汉果多糖和左旋咪唑,结果表明罗汉果多糖能明显增强环磷酰胺所致免疫抑制小鼠的免疫功能。陈阳等^[45]选择羟基自由基($\cdot\text{OH}$)法、二苯代苦味酰基自由基(DPPH $\cdot$)法和 Fe^{3+} 还原力法研究证实了罗汉果多糖具有良好的抗氧化能力。朱娇娇等^[46]测定了罗汉果总糖含量,并实验证实罗汉果多糖对 α -葡萄糖苷酶活性和 α -淀粉酶这 2 种血糖相关酶活性具有一定的抑制作用,表明罗汉果多糖具有降血糖活性。多糖的结构与其药理活性密切相关,但多糖结构与药理活性之间的规律难寻。目前,仅刘贵珍等^[47]以罗汉果多糖为原料,采用溶媒法制备羧甲基化罗汉果多糖(CSGP),探讨了不同取代度对罗汉果多糖生理活性的影响。罗汉果多糖结构和功能之间的关系研究较少,未来此领域的研究或可成为新的研究热点。

3 讨论

范建华等^[48]选取 CNKI 作为数据库来源,采用双聚类 and 可视化法重点分析揭示了 2007—2016 年罗汉果的研究热点及趋势,更为系统、年限更长的罗汉果可视化研究尚未可见。CNKI 是世界上最大的、连续动态更新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^[49]。本研究将文献来源设置为 EI、北大核心、CSCD、CSSCI 数据库,具有较高的科学性、学术性及权威性。WOS 是全球最大、覆盖学科最多的综合信息资源检索数据库,WOS 收录的文献更加综合全面^[50]。自 1992 年便有学者对罗汉果进行研究,并将研究成果以中英文文献的形式进行发表,因此本研究选择 CNKI 及 WOS 数据库作为文献来源,检索时间不限,对罗汉果领域的研究热点及趋势进行分析。

“药食同源”思想是我国优秀传统文化和医药宝库的重要组成部分,蕴含了丰富的传统医药文化和健康保健知识^[51]。随着社会生活水平的提高、亚健康人群的日益增多以及“健康中国”战略的提出,药食同源中药材备受关注和重视,已被广泛用于食品及保健食品行业。相关研究表明,药食两用类食

物在降血压、抗疲劳、降血糖、抗氧化及减肥等方面具有显著的优势,在新冠疫情防治中药食同源类中药也发挥着重要作用^[52]。罗汉果作为我国卫生部首批公布的药食同源中药材,具有降血糖、调血脂、保肝、抗氧化、抗肿瘤、抑菌抗炎等作用,并广泛应用于食品、饮料等行业,发展前景良好。

目前,罗汉果苷 V 是罗汉果中备受关注的活性物质,被日本、欧洲等国家接受,美国也批准罗汉果甜苷、提取物可作为食品添加剂进入市场^[53]。这说明了罗汉果获得了国际的认可、信任和青睐,罗汉果在国际上的知名度、需求量得到提升。中国长期以来以罗汉果泡水饮用,并且国内一些茶饮品牌利用罗汉果浓缩汁代替三氯蔗糖,解决摄入人工甜味剂带来的健康问题,带动了国内罗汉果代糖的应用^[54]。随着经济的发展,人们越来越崇尚天然,对于罗汉果甜苷、罗汉果提取物的关注及应用稳步增加,市场前景良好。

但罗汉果行业发展仍面临较大的挑战。首先,近年来罗汉果甜苷的提取方式主要为直接水煮或乙醇水煮法、微波和超声辅助提取法、闪提取法等^[55]。虽然现有提取技术可使罗汉果苷纯度达到 90%以上,但由于这些技术未能在实际生产中得到应用,导致罗汉果甜苷的纯度较低,集中在 25%~50%,低纯度的罗汉果甜苷存在口感不好等缺陷^[9],故选育罗汉果甜苷高含量的罗汉果品种、改进罗汉果甜苷的提取技术是未来重点攻克方向,实现提取出纯度更高的罗汉果甜苷,提高产业竞争力。其次,罗汉果中除了甜味剂(三萜皂苷)外,还有大量的多糖、黄酮类成分,对这类成分的关注低、研究少,其功能并未得到充分的开发与利用,造成罗汉果的综合利用度较低。因此要加强罗汉果其他成分的增效研究,实现综合利用。最后,罗汉果多以传统中医组方用于临床治疗,对其功效作用机制方面研究较少。因此,罗汉果作为代糖产品被广泛开发的同时,亦要关注到其功效及药理作用,如抗炎、利咽等,促进保健食品开发的科学内涵阐释。

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: 221-222.
- [2] 李皓翔, 范卫锋, 郑依玲, 等. 罗汉果的本草考证 [J]. 时珍国医国药, 2020, 31(6): 1376-1379.
- [3] 唐响彤, 侯小涛, 杜正彩, 等. 罗汉果化学成分与药理作用的研究进展及其质量标志物 (Q-Marker) 预测分

- 析 [J]. 中草药, 2021, 52(9): 2843-2850.
- [4] 林燕文. 罗汉果在乳酸菌发酵食品泡菜中的应用研究 [J]. 食品工业科技, 2008, 29(1): 220-221.
- [5] 张瑛, 何志贵, 杨铭铎, 等. 响应面法优化罗汉果红烧肉工艺研究 [J]. 中国调味品, 2022, 47(5): 140-146.
- [6] 李刚凤, 康明, 杨天友, 等. 天麻菊花罗汉果复合饮料加工工艺 [J]. 食品研究与开发, 2017, 38(5): 85-89.
- [7] 杨永利, 郭守军, 张雅珍, 等. 罗汉果生姜饮料的加工工艺研究 [J]. 中国酿造, 2016, 35(2): 156-160.
- [8] 寇尚伟. “罗汉果甜味剂之父”与他的“甜蜜王国” [J]. 销售与市场: 管理版, 2017(2): 82-84.
- [9] 黄华学, 刘庚贵, 何安乐, 等. 高纯度罗汉果甜苷产业的发展现状与趋势 [J]. 企业科技与发展, 2021(5): 34-36.
- [10] 广西壮族自治区新型冠状病毒肺炎中医药防治方案(试行第四版) [S]. 2022.
- [11] 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.
- [12] Chen C M. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [J]. *J Am Soc Inf Sci Technol*, 2006, 57(3): 359-377.
- [13] Gao Y, Shi S Z, Ma W J, *et al.* Bibliometric analysis of global research on PD-1 and PD-L1 in the field of cancer [J]. *Int Immunopharmacol*, 2019, 72: 374-384.
- [14] 王亚平, 陈建裕. 罗汉果化学成分的研究 [J]. 中草药, 1992, 23(2): 61-62.
- [15] Ukiya M, Akihisa T, Tokuda H, *et al.* Inhibitory effects of cucurbitane glycosides and other triterpenoids from the fruit of *Momordica grosvenori* on epstein-barr virus early antigen induced by tumor promoter 12-*O*-tetradecanoylphorbol-13-acetate [J]. *J Agric Food Chem*, 2002, 50(23): 6710-6715.
- [16] 胡晓诗. 金融活水来助力 乡村上演“变形记” [N]. 桂林日报, 2022-10-19(6).
- [17] 周文琼, 李忠波, 李小林, 等. 小小罗汉果 甜蜜大产业 [N]. 桂林日报, 2022-04-22(5).
- [18] 周文琼, 潘成志. 从山林飞向世界的东方神果 [N]. 桂林日报, 2022-09-27(8).
- [19] 曾其国, 彭培好, 马小军, 等. 罗汉果主产区土壤安全评价与预警规划 [J]. 广西师范大学学报: 自然科学版, 2012, 30(2): 138-142.
- [20] Zhang K L, Luo Z L, Guo Y H, *et al.* Methyl jasmonate-induced accumulation of metabolites and transcriptional responses involved in triterpene biosynthesis in *Siraitia grosvenorii* fruit at different growing stages [J]. *Acta Soc Bot Pol*, 2016, 85(3): 3503.
- [21] 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.
- [22] 李典鹏, 张厚瑞. 广西特产植物罗汉果的研究与应用 [J]. 广西植物, 2000, 20(3): 269-275.
- [23] Li C, Lin L M, Sui F, *et al.* Chemistry and pharmacology of *Siraitia grosvenorii*: A review [J]. *Chin J Nat Med*, 2014, 12(2): 89-102.
- [24] 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.
- [25] 魏炳琦, 高小雨, 刘延鑫, 等. 罗汉果苷的功能及应用研究进展 [J]. 食品工业科技, 2023, 44(11): 434-441.
- [26] 谭家忠, 廖娜, 张宝堂, 等. 天然甜味剂的开发应用及展望 [J]. 中国食品添加剂, 2022, 33(1): 32-39.
- [27] 谭冬明, 石相莉, 吕新印. 高效液相色谱法测定罗汉果饮料中甜苷 V 的含量 [J]. 中国食品添加剂, 2015(6): 178-183.
- [28] 周兢, 王梦月, 李晓波, 等. HPLC 法测定罗汉果中罗汉果苷 V 和 11-氧化罗汉果苷 V [J]. 中草药, 2007, 38(2): 196-198.
- [29] 张建华, 黄均昌, 张德君. 罗汉果苷 V 测定方法研究 [J]. 食品工业, 2007, 28(6): 57-59.
- [30] 曹玉发, 徐燕, 李建, 等. 高效液相色谱法测定白酒中罗汉果 V 的含量 [J]. 食品工业科技, 2012, 33(7): 350-352.
- [31] 刘绍华, 黄泰松, 邹克兴, 等. HPLC/ESI/MS 法测定卷烟烟丝和烟气中的罗汉果苷 V [J]. 烟草科技, 2008, 41(7): 38-41.
- [32] 刘绍华, 黄泰松, 邹克兴, 等. 罗汉果提取物在丙纶滤棒中应用的研究 [J]. 中国烟草学报, 2009, 15(3): 17-21.
- [33] 梁成钦, 周先丽, 刘林文, 等. 利用 RP-HPLC 法研究罗汉果采后贮藏期甜苷 V 的含量变化趋势 [J]. 北方园艺, 2010(20): 164-166.
- [34] 刘为军, 莫长明, 马小军, 等. 甜苷 V 提取型罗汉果优良品种选育 [J]. 广西植物, 2010, 30(6): 881-883.
- [35] 莫长明, 马小军, 白隆华, 等. 罗汉果无籽新品种药园无籽 1 号的选育 [J]. 中国果树, 2014(1): 12-13.
- [36] Zhou Y, Zheng Y, Ebersole J, *et al.* Insulin secretion stimulating effects of mogroside V and fruit extract of Luo Han Kuo (*Siraitia grosvenori* Swingle) fruit extract [J]. 药学报, 2009, 44(11): 1252-1257.
- [37] 姚顺晗, 韦华成, 覃家港, 等. 罗汉果苷 V 促进 LncRNA TUG1 表达刺激成骨细胞的增殖与分化 [J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(26): 4129-4134.
- [38] Wu J T, Fan T, Qi C H, *et al.* Alleviation of alcoholic liver injury by mogroside V involves in anti-inflammatory effect via TLR4 pathway in rats [J]. *Latin Am J Pharm*, 2020,

- 39(6):1252-1259.
- [39] Wu J T, Wang H Y, Feng Z J. Protective effect of mogroside V on ethanol-induced fatty liver in rats via Nrf2-relevant antioxidative signal path [J]. *Latin Am J Pharm*, 2020, 39(12): 2416-2423.
- [40] Liu Y S, Wang J A, Dou T, *et al.* The liver metabolic features of mogroside V compared to *Siraitia grosvenorii* fruit extract in allergic pneumonia mice [J]. *Mol Immunol*, 2022, 145: 80-87.
- [41] Mo Q T, Fu H, Zhao D, *et al.* Protective effects of mogroside V on oxidative stress induced by H₂O₂ in skin fibroblasts [J]. *Drug Des Dev Ther*, 2021, 15: 4901-4909.
- [42] 王杏利, 王爽, 张雷, 等. 新型载体罗汉果苷 V 对紫杉醇的增溶作用 [J]. *医药导报*, 2019, 38(6): 770-774.
- [43] Xu F, Li D P, Huang Z C, *et al.* Exploring *in vitro*, *in vivo* metabolism of mogroside V and distribution of its metabolites in rats by HPLC-ESI-IT-TOF-MS(n) [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2015, 115: 418-430.
- [44] 张海全, 黄勤英, 郑广进, 等. 罗汉果多糖对环磷酰胺所致的免疫抑制小鼠免疫功能的影响 [J]. *广西植物*, 2019, 39(11): 1573-1582.
- [45] 陈阳, 杨小生, 杨娟. 响应面法优化罗汉果多糖的提取工艺及其抗氧化活性研究 [J]. *食品科技*, 2016, 41(8): 180-184.
- [46] 朱娇娇, 周安婕, 丁怡, 等. 3 种天然植物多糖的抗氧化与降血糖活性研究 [J]. *粮食与油脂*, 2018, 31(8): 96-100.
- [47] 刘贵珍, 杨志伟. 不同取代度羧甲基化罗汉果多糖的制备及生理活性研究 [J]. *食品工业科技*, 2023, 44(13): 224-232.
- [48] 范建华, 梁敏, 刘布鸣. 基于双聚类的近 10 年罗汉果研究热点可视化分析 [J]. *中国中医药信息杂志*, 2017, 24(11): 91-95.
- [49] 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.
- [50] 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.
- [51] 黄璐琦, 何春年, 马培, 等. 我国药食两用物品产业发展战略思考 [J]. *中国工程科学*, 2022, 24(6): 81-87.
- [52] 牟文荣, 张童童, 裴莉昕, 等. 药食同源类中药开发应用探讨 [J]. *中医学报*, 2023, 38(3): 673-678.
- [53] 雷显跃. 永福县罗汉果产业发展现状与对策研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2019.
- [54] 刘延正. 打造健康新茶饮 持续传递茶文化: 奈雪的茶推出低糖 2.0 版瓶装茶 [N]. *中国食品安全报*, 2022-03-01(B03).
- [55] 李雨蒙, 张泽生, 秦程广, 等. 罗汉果甜苷的提取及活性研究进展 [J]. *食品研究与开发*, 2017, 38(8): 220-224.

[责任编辑 潘明佳]