

## ◆特邀专稿◆

## 基于文献分析的罗汉果产业技术研究进展\*

陈燕蓉,张娜,陆艳,胡婷婷,郭翔,宋敏,李荣德\*\*

(广西壮族自治区科学技术情报研究所,广西南宁 530022)

**摘要:**为助力广西罗汉果(*Siraitia grosvenorii*)特色产业高质量发展,本文以国内外图书、期刊学术论文、学位论文、会议论文、专利技术、标准技术、科技成果登记等技术文献分析罗汉果产业技术研究现状,以科技奖励获奖情况分析行业技术的“尖峰”发展情况,从罗汉果的品种选育与繁育、种植栽培、深加工技术、应用开发等方面分析近3年的罗汉果行业热点,全方位、多角度、有针对性地综述罗汉果产业技术研究进展,并分析罗汉果产业技术的不足之处,以期为广西罗汉果产业的研究方向和发展规划提供参考。

**关键词:**罗汉果;技术文献;育种;栽培;深加工

中图分类号:S567.9 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2024)01-0009-08

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20240417.002

我国的医药饮食历史源远流长,在中医药行业,习惯将按照传统既是食品又是中药材的物质称为药食同源物质<sup>[1]</sup>。为了满足人民日益增长的生活需求,我国大力发展大健康产业,产业规模持续增长,2022年大健康产业规模达到12.8万亿元,而药食同源产品在其中扮演着重要的角色。罗汉果(*Siraitia grosvenorii*)是国家卫生健康委员会首批公布的药食同源两用名贵中药材之一,可广泛应用于医药、保健、饮料、食品等方面,同时也是重要的出口商品,具有“东方神果”的美誉。罗汉果主要成分包括葫芦素烷三萜类皂苷、蛋白质、氨基酸、黄酮等,其中葫芦素烷三萜类皂苷是罗汉果最主要的有效成分,包括赛门昔

I、罗汉果昔II、罗汉果昔III E、罗汉果昔III、罗汉果昔IV、罗汉果昔V、罗汉果昔VI等<sup>[2-8]</sup>。随着药用价值的不断开发,罗汉果市场需求量与日俱增。

近年来,广西打造出百亿级罗汉果全产业链,已成为世界上最大的罗汉果生产、加工、集散和出口基地,产品不仅畅销中国,而且还远销东南亚、日本、美国和欧盟等国家和地区。桂林是广西主要的罗汉果产业基地,据统计,2020年桂林市罗汉果的种植面积突破1万公顷,其全产业链总产值已超100亿元;2022年罗汉果种植面积1.5033万公顷,较上年增长36.92%,产量22.52亿个,较上年增长43.81%,种植面积和产量较2017年分别增长57.14%和

收稿日期:2023-09-21

修回日期:2023-12-21

\* 广西壮族自治区基本科研业务专项(基础专项 2023J-09)资助。

## 【第一作者简介】

陈燕蓉(1988—),女,硕士,助理研究员,主要从事科技成果转化、科技奖励、产业技术情报等科技创新服务研究。

## 【\*\*通信作者简介】

李荣德(1986—),男,硕士,工程师,主要从事高新技术产业发展、科技孵化器等科技创新服务研究,E-mail:574511294@qq.com。

## 【引用本文】

陈燕蓉,张娜,陆艳,等. 基于文献分析的罗汉果产业技术研究进展[J]. 广西科学,2024,31(1):9-16.

CHEN Y R,ZHANG N,LU Y,et al. Research Progress of *Siraitia grosvenorii* Industrial Technology Based on Literature Analysis [J]. Guangxi Sciences,2024,31(1):9-16.

107.00%<sup>[9,10]</sup>, 种植面积和产量稳居全国第一。

目前, 罗汉果产业在育种、深加工提取、药用等方面仍存在很多不足, 产业高质量发展的技术创新支持较薄弱。在育种方面, 罗汉果野生资源匮乏, 优良新品种少, 多年的营养繁殖(无性繁殖)导致其品种退化严重, 缺乏抗逆品种, 且种苗培育杂乱、良莠不齐, 市场上广泛存在以次充好的现象, 种苗质量差异大, 导致罗汉果种植的平均产量不高, 果实质量不稳定。在深加工提取方面, 现有研究基本上都是罗汉果单一成分的提取, 对罗汉果苷 V 之外其他成分的提取、利用研究较少, 罗汉果提取物有效成分利用率不足 1%。在药用方面, 罗汉果的功效和临床应用研究不足, 如糖尿病人群使用是否有影响、糖尿病治疗的疗效, 以及罗汉果提取物的抗癌功效等, 还未有专家进行深入研究<sup>[11]</sup>, 药用研究方向尚未明晰。

本文以国内外图书、期刊学术论文、学位论文、会议论文、专利技术、标准技术类、科技成果登记等技术文献综述罗汉果产业技术研究现状, 通过科技奖励获奖情况分析行业技术的“尖锋”发展情况, 从罗汉果的品种选育与繁育、种植栽培、深加工技术、应用开发等方面分析近 3 年来的罗汉果行业热点, 分析罗汉果产业技术的不足之处并提出对策建议, 以期为广西罗汉果产业的科学技术研究方向、发展规划提供参考, 助力广西罗汉果特色产业高质量发展。

## 1 国内技术研究现状

### 1.1 技术文献类型情况

根据广西科技文献与共享服务平台的“广西科技‘尖锋’产业专栏”中有关“罗汉果”“*Siraitia grosvenorii*”产业搜索获悉, 30 多年来(1993 年至今), 国内罗汉果主题学术研究共发表 16 000 多篇技术文献, 包括图书、期刊学术论文、学位论文、会议论文、专利技术、标准技术类、科技成果登记等(图 1), 其中专利技术 8 048 篇, 数量最多, 位居第一, 其次依次为期刊学术论文(3 388 篇)、信息资讯(1 612 篇)、报纸报道(1 480 篇)、年鉴记录(899 篇)、科技成果登记(402 篇)等。

国外罗汉果主题学术研究共计已发表 1 000 多篇技术文献, 主要形式有专利技术(622 篇)、期刊论文(375 篇)、信息资讯(50 篇)等。外文文献中有 156 篇来自广西, 主要为 SCI 文章, 研究领域主要集中在罗汉果遗传资源信息、成分分离技术、罗汉果苷抗炎机理、抗病虫害机理等方面<sup>[12-16]</sup>, 研究领域相对微观

和精深, 学术性强, 有关成果总被引频次共计 516 次。

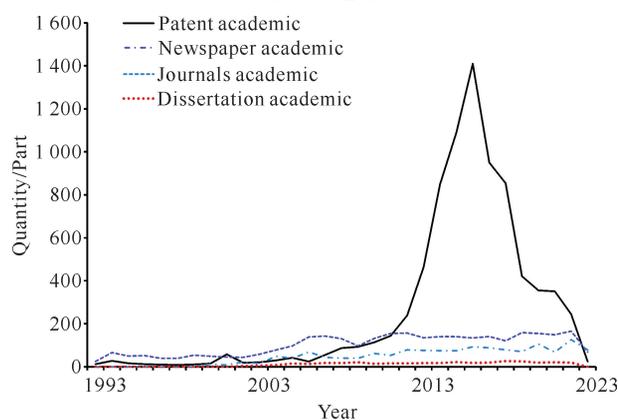


图 1 罗汉果主题学术研究发展现状分析

Fig. 1 Analysis on the development status of the academic research on *S. grosvenorii*

目前广西申请的罗汉果相关专利技术共有 1 853 件, 占全国总数的 31.25%, 贡献量居全国之首, 其次依次为安徽、广东、湖南、山东。在专利技术申请方面, 罗汉果药品部分与食品部分的专利数量比约为 1:4。从药用功效上看, 罗汉果在清咽利喉、止咳平喘、润肺化痰、消食导滞等药物研发中应用最多, 与其利咽开音、润肺止咳、润肠通便的功效相符。因其所含的三萜皂苷类物质(如罗汉果苷)不仅在作为非糖甜味剂时不产生热量, 而且还具有降血糖作用, 罗汉果在抗糖降糖药物研发中也有一定的应用。截至 2023 年 8 月, 广西在罗汉果药物制剂领域共有授权发明专利 33 件, 分布在 20 个权利人手中, 大多专利技术是以罗汉果作为药品包衣液的组分, 而以罗汉果为主导原料研发的药品品种仍然较少, 广西的罗汉果专利技术保护未形成严密的布局网。

### 1.2 研究区域分布

国内罗汉果主题学术研究省区(市)分布情况如图 2 所示。按照研究区域(第 1 完成单位地区)进行统计, 广西发表的“罗汉果”主题文献数量最多, 为 2 970 篇, 主要研究集中于罗汉果的种植、加工、保鲜等产业化技术, 其次分别为广东 813 篇、安徽 669 篇、湖南 595 篇、北京 464 篇、山东 448 篇等。广东的研究主要集中在罗汉果的中药成分应用, 表现为成分分析、咳嗽、保健饮品、糖尿病干预等领域<sup>[17-22]</sup>; 安徽对罗汉果的研究主要集中在种植产量、成分分析等方面<sup>[23-25]</sup>; 湖南则注重罗汉果的成分分离纯化、中药材价值、医用价值等研究<sup>[26-29]</sup>; 北京则在罗汉果的遗传组学、多倍体育种、生物合成等方面开展前端研究<sup>[30-32]</sup>。

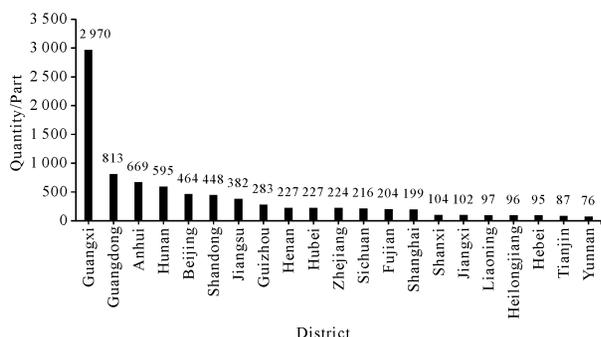


图2 国内罗汉果主题学术研究省区(市)分布情况

Fig. 2 Province (City) distribution of domestic academic research on *S. grosvenorii*

### 1.3 主要完成机构情况

以罗汉果为主题的学术研究的主要完成机构有广西师范大学、广西大学、广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所、广西中医药大学等, 属地为广西的机构较多, 其中广西师范大学以 290 篇的总数位居第一, 其研究方向主要为成分分析、组培、分离提取、遗传资源信息等方面<sup>[33-37]</sup>。如图 3 所示, 罗汉果领域的主要科研力量和科研成果集中在高校、科研院所, 企业作为产业发展的重要力量, 其科研活跃度仍相对较低。

### 1.4 区内科技奖励情况

自 2006 年以来, 广西罗汉果产业共有 9 项成果在省级科技奖励中获奖, 其中二等奖 5 项、三等奖 4 项, 主要涉及育种、种植、成分化学、安全标准、产业推广等方面, 其中 2010 年及以前获奖 4 项, 等级均为三等奖; 2010 年至今获奖 5 项, 等级均为二等奖。随着技术攻关的持续深入, 罗汉果产业技术的研究由传统

表 1 罗汉果有关成果获广西科技奖励情况

Table 1 Relevant achievements of *S. grosvenorii* won Guangxi scientific and technological awards

序号 No.	获奖名称 Award name	主要完成单位 Main completion unit	年份 Year	等级 Grade
1	Development and application of key technologies for the high-quality development of <i>S. grosvenorii</i>	Guangxi Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences et al.	2022	Second prize
2	Research and application of key technology of green manufacturing with high content of momorrhoside V	Guilin Layn Natural Ingredients Corp	2020	Second prize
3	Research results and application of non-sweet side of <i>S. grosvenorii</i>	Guangxi Normal University et al.	2016	Second prize
4	Study on chemical composition, activity and quality control of <i>S. grosvenorii</i>	Guangxi Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences	2012	Second prize
5	Study on genetics and breeding of <i>S. grosvenorii</i>	Guangxi Branch of the Institute of Medicinal Plants, Chinese Academy of Medical Sciences	2010	Second prize
6	Quality and safety standardization system construction of famous and high-quality agricultural products-quality and safety standardization construction of Lipu taro and <i>S. grosvenorii</i>	Guangxi High Quality Agricultural Product Development Service Center et al.	2010	Third prize

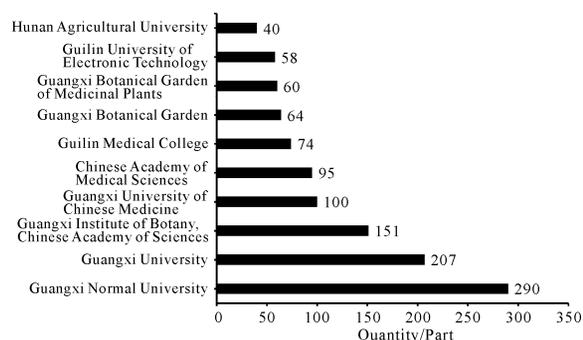


图3 国内罗汉果主题学术研究主要完成机构情况

Fig. 3 Main completion institutions of domestic academic research on *S. grosvenorii*

种植进入绿色高质量阶段。由罗汉果有关成果获广西科技奖励情况(表 1)可知, 2022 年获奖的项目“罗汉果产业高质量发展关键技术开发与应用”, 优化了罗汉果健康种苗繁育技术, 选育出“龙江 1 号”和“大地 2 号”两个罗汉果优良品种; 研发出以罗汉果为处方的 3 个国药准字号中成药, 开发出罗汉果创新型产品——罗汉果浓缩汁, 成为首个通过美国食品药品监督管理局一般安全认证(FDA-GRAS)并获准在 6 个月以上婴幼儿食品、饮料中使用的罗汉果果汁产品。2019—2021 年, 该研究成果为广西罗汉果种植加工产业增值 210 456.95 万元、新增利润 122 525.63 万元, 为广西新增税收 4 490.48 万元、创收外汇 1 362.09 万美元、节支总额 5 156.38 万元。但是与国内其他省份相比, 广西罗汉果科技攻关在分子生物学、药剂应用等高端领域中的研究相对落后, 仍需进一步推动罗汉果高附加值产业的发展。

续表

Continued table

序号 No.	获奖名称 Award name	主要完成单位 Main completion unit	年份 Year	等级 Grade
7	Study on extraction technology and properties of flavonoids from <i>S. grosvenorii</i>	Guangxi Normal University	2010	Third prize
8	Tissue culture (micro cutting) technology of <i>S. grosvenorii</i> and its application in production	Guangxi University	2008	Third prize
9	Study on standardized planting of <i>S. grosvenorii</i>	Guangxi Medicinal Botanical Garden et al.	2006	Third prize

## 2 近3年研究热点技术

2021年至今,罗汉果主题学术研究共计发表1405篇技术文献,其中专利技术类620篇,数量最多;其次依次为期刊学术类381篇、报纸类273篇、信息资讯类44篇、学位论文40篇、科技成果12篇等。现按照育种、种植、深加工、药用价值开发研究4个方面进行梳理归纳,分析研究的热点技术。

### 2.1 品种选育和种苗繁育技术

罗汉果可进行有性繁殖和无性繁殖。有性繁殖指种子繁殖,无性繁殖包括压蔓繁殖、扦插繁殖、嫁接繁殖、组织培养,目前罗汉果的种植以无性繁殖为主。科研人员对罗汉果扦插生产规范、无性系新品种生长特点、核型分析、繁殖条件等开展了研究,并取得了一定的突破。黄小华等<sup>[38]</sup>按照《中药材生产质量管理规范(试行)》的要求,对罗汉果扦插苗生产的物种选择、圃地选择、搭棚、母株培育、扦插育苗、出圃、装框、运输和档案记录等方面进行了梳理,明确了各环节所采取的措施,以规范罗汉果扦插苗的生产,为提高罗汉果扦插苗的质量提供技术指导。甘金佳等<sup>[39]</sup>调查“桂航1号”无性系与6个主栽品系罗汉果的生长特性、雌花物候与形态特征、果实特征、罗汉果苷V含量等性状特征并进行比较,发现“桂航1号”罗汉果苷V含量显著高于主栽品系。谢文娟等<sup>[40]</sup>以罗汉果、苦瓜(*Momordica charantia*)、木鳖子(*M. cochinchinensis*)、云南木鳖(*M. subangulata* subsp. *renigera*)种子根尖为实验材料,采用去壁低渗法进行染色体制片和核型分析,为罗汉果的分类归属及品种选育、倍性育种提供细胞遗传学资料。唐凝等<sup>[41]</sup>以青皮果品种的罗汉果幼嫩茎段作为试验材料,探讨不同消毒试剂、消毒时间、激素组合及激素浓度对罗汉果组织培养的影响,得出了最佳消毒试剂,以及消毒时间和激素浓度的最佳范围。

罗汉果种苗市场巨大,按每亩(1亩 $\approx$ 667 m<sup>2</sup>)种

植100—120株,种植22.5万亩(2022年桂林市罗汉果种植面积),需要种苗2250—2700万株,每株苗按照5元计算,可以产生1.1—1.3亿元的生产总值。当前罗汉果野生资源匮乏,优良新品种少,多年的营养繁殖(无性繁殖)导致品种退化严重,缺乏抗逆品种,如抗旱、抗低温和抗高温品种,尤其是抗病品种(抗根结线虫病、抗疱叶丛枝病和抗花叶病毒病),而罗汉果种苗的优劣会影响罗汉果的质量和产量,但近3年种苗选育的研究却很少。

### 2.2 种植栽培技术

近年来,罗汉果高产种植技术、经济农作物间作套种技术、病虫害防控技术等是罗汉果种植栽培技术研究的主要内容。黄小华等<sup>[42]</sup>研究发现二甲戊灵能够有效抑制罗汉果腋芽生长,提高罗汉果特级果和一级果数量,从而降低人工成本,提高罗汉果产值。综合考虑生产成本和单位面积产值,生产上宜选用11 g/L二甲戊灵溶液处理罗汉果腋芽,每亩可增值1196.6元。按照每亩产值4000至6000元,增幅在15%以上,效益显著。杨洋<sup>[43]</sup>在湖南开展了七叶一枝花(*Paris polyphylla*)、黄精(*Polygonatum sibiricum*)、生姜(*Zingiber officinale*)、花生(*Arachis hypogaea*)等适合高寒干旱地区罗汉果间作套种的栽培方法研究,认为在罗汉果间作套种时,种植户要根据自身和当地的实际情况,正确选择间作套种作物及密度。翟勇进等<sup>[44]</sup>研究了罗汉果净光合速率与罗汉果苷V之间的关系,发现罗汉果苷V含量与其净光合速率呈正相关,净光合速率高的罗汉果品种其苷V的含量也相应高,适度遮阴和喷施亚硝酸钠可促进罗汉果净光合速率的提高和罗汉果苷V含量的增加。蒋妮等<sup>[45]</sup>明确了罗汉果新病害——斑枯病的病原菌为子囊菌,同时发现中药材化橘红的挥发油对罗汉果斑枯病菌表现出很强的抑制活性;将化橘红挥发油稀释300倍,其防治罗汉果斑枯病效果可达80.36%。以上研究表明,罗汉果高产除了与果实的

授粉成功率密切相关外,还与果实的大小有关;罗汉果间作套种、适度遮阴和喷施亚硝酸钠可提高罗汉果的净光合速率和罗汉果苷 V 含量,从而提高经济效益。这些技术的开发都为提高罗汉果的产量及有效成分含量提供了重要的参考。

### 2.3 深加工技术

罗汉果附加值的增长主要依赖于原材料的深加工,研发具有特色的新产品或新用途是罗汉果产业高质量发展的重要手段,也是罗汉果产业核心竞争力的重要体现。通过对全球罗汉果加工技术专利有关情况的分析可知,2017年1月至2023年8月,全球关于罗汉果深加工相关的专利申请共4 246件,其中,中国申请人专利申请3 128件,占比接近75%。中国在药物制剂、非酒精饮料、保健食品、茶或茶代用品、酒或酒精饮料、甜苷成分提取领域的专利申请数量占明显优势,但在罗汉果加工业最热门的应用领域——甜味剂的申请上则远远落后于国外(图4)。

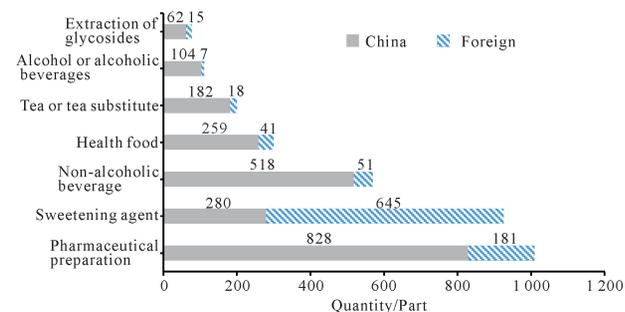


图4 全球罗汉果药食深加工热门技术领域分析

Fig. 4 Analysis of the hot technical fields in the world of *S. grosvenorii* medicinal and food deep processing

广西在涉及罗汉果药食深加工热门技术领域的专利申请共有490件,名列全国第1位。其中,专利申请量最高的领域是非酒精饮料,共有142件;其次是酒精或酒精饮料,有111件;甜苷成分提取则以77件专利申请量排名第3位(图5)。另外,广西有效授权专利(48件)仅占全国专利申请量的9.80%,可见广西专利申请量虽然全国最高,但是创新程度较低。

### 2.4 药用价值开发研究

皂苷成分是罗汉果的主要活性物质,被证实具有止咳化痰、防止骨质疏松、抗炎、抗肿瘤和增强免疫等功效,对其作用机制进行深入研究,可为解决人类健康问题提供新思路,因此罗汉果在医疗领域表现出巨大的开发潜力,已成为近年的研究关注热点。

止咳化痰方面。罗汉果常与其他具有止咳化痰作用的中药配制成复方制剂,用于临床治疗,如清肺罗汉果糖浆、复方罗汉果止咳片、复方罗汉果止咳冲

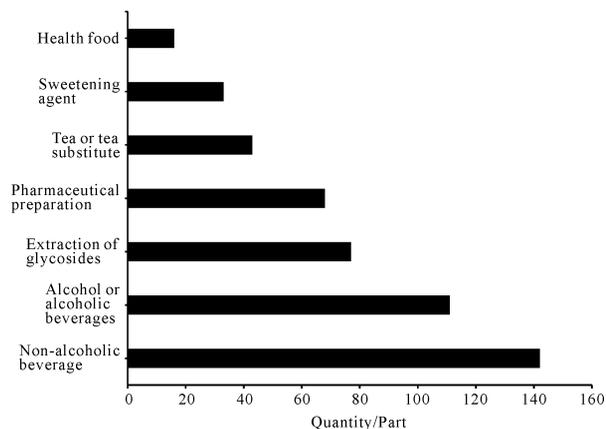


图5 广西罗汉果药食深加工热门技术领域分析

Fig. 5 Analysis of popular technology fields of Guangxi *S. grosvenorii* medicinal and food deep processing

剂等。另外,基于其润喉功效,罗汉果还被开发成罗汉果咽喉片和罗汉果泡腾片。

抗骨质疏松方面。姚顺晗等<sup>[46]</sup>研究了罗汉果苷 V 对成骨细胞增殖、分化的影响,结果发现  $1.25 \times 10^{-2}$  g/L 的罗汉果苷 V 能明显提高成骨细胞碱性磷酸酶的活性,促进细胞矿化,并促进 *BSPOCN*、*RUNX2* 和 *COL1A1* 基因的表达;另外,罗汉果苷 V 还可促进成骨细胞的增殖分化,可为防止骨质疏松药物的制备提供理论参考依据。罗诒财等<sup>[47]</sup>研究发现罗汉果苷 V 浓度为  $6.25 \times 10^{-3}$  g · L<sup>-1</sup> 时,可通过调控 Wnt/ $\beta$ -catenin 信号通路来最大强度地促进细胞增殖活性。

抗肿瘤方面。王慧娟<sup>[30]</sup>对罗汉果根部的90%乙醇提取物进行系统研究,从中分离得到83个单体化合物;同时,根据实验推测葫芦烷型三萜类化合物是罗汉果根部的主要化学成分,是罗汉果根部发挥抗肿瘤活性的药效物质基础,其中化合物 Siragrosvenin D 对 MCF-7 乳腺癌细胞增殖的抑制作用最为显著。王森等<sup>[48]</sup>从罗汉果中筛查出4个与肿瘤相关的活性成分,信号通路分析显示罗汉果活性成分通过癌症通路、白细胞介素 17(IL-17)信号通路、流体剪切应力与动脉粥样硬化等信号通路发挥抗肿瘤作用。闫明瑞<sup>[49]</sup>研究发现罗汉果醇通过抑制 AKT/mTOR 信号通路来发挥抗肿瘤作用,认为罗汉果醇可能是一种用于癌症治疗的分子靶向策略的潜在药物。另外,罗汉果苷 V 在胰腺癌、肺癌、结直肠癌中还具有一定的抑制细胞增殖、促进癌细胞凋亡的作用<sup>[49,50]</sup>。

抗炎抗氧化方面。李浩雨等<sup>[51]</sup>研究发现罗汉果总黄酮可提高慢性应激抑郁(CSD)小鼠大脑、血清中的抗氧化酶活性及相关基因 mRNA 的相对表达量,

降低大脑/血清中丙二醛(MDA)与炎症因子的含量及相关基因 mRNA 的相对表达量,改善 CSD 小鼠的氧化应激及炎症反应。吴涓江等<sup>[52]</sup>研究了罗汉果水提果渣的化学成分及其体外抗炎活性,结果发现果渣中有 6 类化合物能抑制肿瘤坏死因子  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) 的生成,有 2 类化合物能同时抑制白细胞介素 1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ )、白细胞介素 6 (IL-6) 的生成,3 类化合物能抑制 IL-1 $\beta$  的生成。

### 3 展望

自 21 世纪以来,罗汉果因其药食同源的属性被社会广泛关注。作为罗汉果的主产地广西桂林,其产业由弱到强,走出了特色罗汉果发展之路,取得了很大的进步和显著的成绩,使罗汉果成为广西的特色产业。尤其是在“十二五”时期,广西出现了罗汉果育种、种植、加工研究的热潮,并取得了大量的研究成果。

近年来罗汉果产量持续增长,产业发展带动了乡村振兴,农民脱贫致富,但通过技术文献分析发现广西罗汉果特色产业高质量发展还存在不足。一是罗汉果遗传信息资源、基因表达等“高精尖”领域的研究相对薄弱,现有育种和培植大多采用传统方法,研究手段相对落后,品种的遗传性状不稳定、果实的药效成分含量不高等问题仍很突出。二是罗汉果高附加值产品研发水平低,广西在罗汉果药剂应用高端领域中的研究还相对落后,以罗汉果为主导原料的药品品种仍然较少。三是产业发展遇到瓶颈期,由前述可知 2016 年罗汉果产业技术研究成果产出达到了最高峰,此后技术研究热度逐年回落;至 2021 年,研究热度回归到 2013 年的水平,科学技术研究热度逐渐进入冷静期,科技创新驱动产业发展动力不足。四是产业发展的顶层设计不足,罗汉果产业发展的规划相比芒果、螺蛳粉等特色产业缺乏顶层设计,产业优势只凸显在“量”上,在“高质”方面优势不足。

作为罗汉果主产区,未来广西罗汉果产业技术研究应注重以下 5 个方面。一是加强与掌握先进研究技术的地区合作。北京地区在罗汉果的多倍体育种、遗传组学、生物合成等方面开展了诸多前端研究,广西应与先进地区开展科技创新合作,加强罗汉果的基因遗传学研究,充分利用分子生物学、遗传学等技术来提高罗汉果的育种水平。二是加强罗汉果种植技术的研究与推广,提高罗汉果对不同气候环境的适应性,加快罗汉果种植从山区向丘陵平原地区转移,扩

大罗汉果种植面积和提高产量,巩固罗汉果产业发展的基础。三是加强罗汉果药剂的高附加值产品研究,通过对罗汉果药效物质的提取、分离、纯化、浓缩、冷藏保鲜等深加工技术的研究与开发,形成稳定的工业化提取体系,延伸产业链条,提高产品附加值,开发多种形式的罗汉果加工终端产品,满足广大人民群众对健康产品的需求。四是持续加大科技投入,提高研究的热度,增强罗汉果产业技术领域的研究氛围。五是加强产业顶层设计,发布罗汉果产品有关的地方标准、产业升级发展的实施方案、文化旅游服务规范等,尤其是对罗汉果原材料种养、生产加工、经营流通等全过程的研究开发。

### 参考文献

- [1] 杨光,苏芳芳,陈敏. 药食同源起源与展望[J]. 中国现代中药, 2021, 23(11): 1851-1856.
- [2] 熊绵靖,唐其,马小军. 罗汉果三萜皂苷生物合成规律研究探讨[J]. 广东药学院学报, 2011, 27(5): 543-548.
- [3] 梁英,朱志仁,潘英明,等. 罗汉果叶总黄酮的提取及清除自由基活性研究[J]. 食品科技, 2010, 35(11): 211-213, 218.
- [4] QI X Y, CHEN W J, ZHANG L Q, et al. Mogrosides extract from *Siraitia grosvenori* scavenges free radicals in vitro and lowers oxidative stress, serum glucose, and lipid levels in alloxan-induced diabetic mice [J]. Nutrition Research, 2008, 28(4): 278-284.
- [5] SUZUKI Y A, TOMODA M, MURATA Y, et al. Antidiabetic effect of long-term supplementation with *Siraitia grosvenori* on the spontaneously diabetic Goto-Kakizaki rat [J]. British Journal of Nutrition, 2007, 97(4): 770-775.
- [6] 梁英,朱志仁,潘英明,等. 罗汉果叶总黄酮的提取及清除自由基活性研究[J]. 食品科技, 2010, 35(11): 211-213, 218.
- [7] 谈建成,曾思恩. 罗汉果药用功能研究与进展[J]. 中国继续医学教育, 2019, 11(13): 147-149.
- [8] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 2020 年版. 北京:中国医药科技出版社, 2020.
- [9] 于琴芝,吴永琼,谭海文,等. 桂林罗汉果产业发展现状及绿色优质栽培技术[J]. 现代农业科技, 2022(19): 85-88.
- [10] 宁锦嵩. 罗汉果野生资源现状及保护建议[J]. 农村经济与科技, 2019, 30(15): 69, 71.
- [11] 陆艳,覃圣云,胡婷婷,等. 打造广西百亿“甜蜜产业”[J]. 企业科技与发展, 2022(2): 25-27.
- [12] LU F L, SUN J Y, JIANG X H, et al. Identification and

- isolation of  $\alpha$ -glucosidase inhibitors from *Siraitia grosvenorii* roots using bio-affinity ultrafiltration and comprehensive chromatography [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2023, 24(12): 10178.
- [13] ZHANG S, ZENG C, LOU B H, et al. First report of watermelon silver mottle orthotospovirus infecting *Siraitia grosvenorii* in China [J]. Plant Disease, 2023, 107(10): 3323.
- [14] LU R H, HU J H, LIU X X, et al. Mogroside-rich extract from *Siraitia grosvenorii* fruits protects against heat stress-induced intestinal damage by ameliorating oxidative stress and inflammation in mice [J]. Food & Function, 2023, 14(2): 1238-1247.
- [15] LU F L, SUN J Y, JIANG X H, et al. The generally useful estimate of solvent systems method facilitates off-line two-dimensional countercurrent chromatography for isolating compositions from *Siraitia grosvenorii* roots [J]. Journal of Separation Science, 2023, 46(3): 2200708.
- [16] XIE B B, LAI B W, CHEN L P, et al. Phylogeographic analysis of *Siraitia grosvenorii* in subtropical China provides insights into the origin of cultivated monk fruit and conservation of genetic resources [J]. Ecology and Evolution, 2023, 13(6): e10181.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 田荣荣, 李美锋, 刘泽平, 等. 罗汉果水提物对小鼠非酒精性脂肪肝的干预作用[J]. 现代食品科技, 2023, 39(4): 1-6.
- [20] 贤欢, 冯婉怡, 罗进, 等. 桂花罗汉果保水果冻的研制[J]. 食品与发酵科技, 2021, 57(3): 103-107.
- [21] 吴启贤, 伍锦鸣, 冯云子, 等. 不同罗汉果提取物挥发性成分对比分析及其在卷烟中的应用研究[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(16): 132-136.
- [22] 李俊英. 罗汉果雪梨汤, 缓解喉咙干痒[J]. 健康养生, 2021, 7(2): 10.
- [23] 戴胜, 汪惠丽. 天然甜味剂罗汉果甜苷的研究进展[J]. 中成药, 2023, 45(2): 503-509.
- [24] 黄媛, 林杨, 汤丹峰, 等. 不同施肥处理对罗汉果产量和质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(10): 123-126, 129.
- [25] 张兴. 罗汉果甜苷提取分离及检测技术研究进展[J]. 安徽化工, 2017, 43(2): 4-6.
- [26] 何安乐, 熊瑶, 刘庚贵, 等. 罗汉果甜苷 V 亚临界水纯化工艺及抗氧化活性研究[J]. 中国食品添加剂, 2023, 34(2): 85-92.
- [27] 尹家全, 刘歆旖, 王兰, 等. 冠突散囊菌发酵罗汉果渣过程中功能性成分及抗氧化活性的变化[J]. 现代食品科技, 2023, 39(4): 88-95.
- [28] 吴涓江, 黄华学, 李文楚, 等. 罗汉果果渣的化学成分及抗炎活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2023, 35(7): 1124-1134.
- [29] 何安乐, 熊瑶. 大孔吸附树脂对罗汉果甜苷 V 竞争吸附行为研究及纯化工艺优化[J]. 食品科技, 2023, 48(1): 188-196.
- [30] 王慧娟. 罗汉果根抗肿瘤活性成分研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2022.
- [31] 高海云, 高龙龙, 刘远, 等. 罗汉果 2 个氧化鲨烯环化酶基因克隆及功能表征[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(22): 6050-6057.
- [32] 刘灿, 马兰青, 孙媛霞. 罗汉果甜苷降糖机制及生物合成研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2018, 30(11): 2023-2031.
- [33] 王瑞昊, 邓业成, 陈广桂, 等. 罗汉果土传病害拮抗细菌的筛选及鉴定[J]. 福建农业学报, 2021, 36(8): 927-935.
- [34] 冯蓓蓓, 邓业成, 卢丹丹, 等. 广西地不容和地枫皮内生真菌对罗汉果土传病原真菌的抑制活性[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(1): 123-128.
- [35] 朱晓珍, 卢清彪, 胡兴华, 等. 罗汉果叶片挥发性成分与访花昆虫: 雌雄株差异及其生态影响[J]. 广西植物, 2020, 40(9): 1259-1268.
- [36] 张泽, 邓业成, 陈敢, 等. 罗汉果土传病害拮抗真菌的筛选及其抗菌活性研究[J]. 河南农业科学, 2021, 50(6): 91-98.
- [37] 梁丽芬, 孙涛, 李铁军, 等. 发酵罗汉果渣对黄羽肉鸡生长性能、血清生化指标和肉品质的影响[J]. 动物营养学报, 2022, 34(10): 6514-6526.
- [38] 黄小华, 聂天军, 班兆丹, 等. 罗汉果扦插苗规范化生产技术规程[J]. 中国南方果树, 2022, 51(3): 182-185.
- [39] 甘金佳, 毛玲莉, 蒋水元, 等. 罗汉果“桂航 1 号”无性系与主栽品系性状特征比较[J]. 中药材, 2022, 45(7): 1551-1555.
- [40] 谢文娟, 陈成彬, 李海涛, 等. 罗汉果与三种苦瓜属植物的核型比较分析[J]. 南开大学学报(自然科学版), 2021, 54(3): 35-40.
- [41] 唐凝, 朱晓琴, 韩霜, 等. 罗汉果茎段组培快繁技术研究[J]. 东北农业科学, 2022, 47(2): 38-41.
- [42] 黄小华, 班兆丹, 李小勇, 等. 二甲戊灵对罗汉果腋芽生长及药材产量的影响[J]. 中国南方果树, 2022, 51(6): 148-151.
- [43] 杨洋. 高寒干旱地区罗汉果间作套种栽培方法[J]. 果

- 农之友, 2021(6):34-36.
- [44] 翟勇进, 黄浩, 白隆华, 等. 罗汉果净光合速率与甜苷 V 关系研究[J]. 中药材, 2022, 45(4):799-803.
- [45] 蒋妮, 宋利沙, 冯世鑫, 等. 一种严重危害罗汉果新病害的防控关键技术研究及示范[Z]. 南宁: 中国医学科学院药用植物研究所广西分所, 2022.
- [46] 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.
- [47] 罗诒财, 钟晓霞, 李昊. 罗汉果苷 V 通过 Wnt/ $\beta$ -catenin 信号通路对糖尿病状态成骨细胞增殖与分化的影响[J]. 中国医院药学杂志, 2022, 42(8):781-785.
- [48] 王森, 张子梅, 杨小萱, 等. 基于网络药理学的罗汉果治疗肿瘤的作用机制研究[J]. 时珍国医国药, 2020, 31(3):560-562.
- [49] 闫明瑞. 罗汉果醇对肺癌的作用及应用研究[D]. 桂林: 桂林医学院, 2022.
- [50] 李梦圆. 罗汉果皂苷 V 对结直肠癌细胞的抑制功效及其分子机制[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2023.
- [51] 李浩雨, 徐兴军, 李雪涵, 等. 罗汉果总黄酮对慢性睡眠剥夺小鼠抗氧化能力及炎症反应的影响[J]. 动物营养学报, 2023, 35(7):4668-4677.
- [52] 吴涓江, 黄华学, 李文楚, 等. 罗汉果果渣的化学成分及抗炎活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2023, 35(7):1124-1134.

## Research Progress of *Siraitia grosvenorii* Industrial Technology Based on Technical Literature Analysis

CHEN Yanrong, ZHANG Na, LU Yan, HU Tingting, GUO Xiang, SONG Min, LI Rongde<sup>\* \*</sup>  
(Guangxi Zhuang Autonomous Region Science and Technology Information Research Institute, Nanning, Guangxi, 530022, China)

**Abstract:** In order to promote the high-quality development of the characteristic industry of *Siraitia grosvenorii* in Guangxi, this article analyzes the research status of *S. grosvenorii* industry technology based on domestic and foreign books, journal academic papers, dissertations, conference papers, patent technology, standard technology, scientific and technological achievements registration and other technical literatures, and analyzes the 'peak' development of industry technology based on the award-winning situation of science and technology awards. The hot spots of *S. grosvenorii* industry in recent three years were analyzed from the aspects of variety breeding and breeding, planting and cultivation, deep processing technology, application and development. The research progress of *S. grosvenorii* industry technology is reviewed in an all-round, multi-angle and targeted manner, and the shortcomings of *S. grosvenorii* industry technology are also analyzed. It is expected to provide reference for the research direction and development planning of Guangxi *S. grosvenorii* industry.

**Key words:** *Siraitia grosvenorii*; technical literature; seed breeding; planting and cultivation; deep processing

责任编辑: 米慧芝



微信公众号投稿更便捷

联系电话: 0771-2503923

邮箱: gxkx@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>