

基于文献计量分析芝麻的研究热点与趋势

刘海礁¹, 邱雅洁¹, 周萌¹, 张辉¹, 魏东¹, 张会芳¹, 田媛², 付锦州², 王瑛¹, 郑国清¹

(1. 河南省农业科学院 农业经济与信息研究所/农业农村部黄淮海智慧农业技术重点实验室/农作物种植监测与预警河南省工程实验室, 郑州 450002; 2. 河南省农业科学院 芝麻研究中心, 郑州 450002)

摘要:旨在为芝麻产业发展提供文献支撑, 利用 CiteSpace 及 Excel 软件, 基于 2012—2022 年 Web of Science (WoS) 核心合集数据库和中国知网 (CNKI) 学术期刊数据库中的中文核心期刊, 采用文献计量方法对芝麻研究相关文献发文量、主要发文国家、地区、机构和作者, 以及研究主题、研究前沿等进行了分析。结果显示: WoS 核心合集数据库中, 关于芝麻研究的论文发文量整体呈持续上升趋势, 主要出自中国、印度、伊朗和美国等国家, 中国在发文量和影响力方面有绝对优势; 全球有 342 家机构发表芝麻研究相关论文, 其中中国农业科学院、阿扎德大学和河南工业大学发文量最高; 全球发文量前 10 名的作者中 9 位来自中国农业科学院。CNKI 数据库中, 芝麻相关文献数量整体趋于下降; 有 298 家机构在芝麻研究领域发表了研究论文, 主要发文机构有河南省农业科学院、河南工业大学和中国农业科学院等。国内外芝麻研究热点主要集中在芝麻提取物、芝麻生长、芝麻遗传多样性、抗氧化性、芝麻副产品功能特性、芝麻食品研究和芝麻加工研究等方面。抗氧化方向的研究为近几年的突现热点, 有望成为未来芝麻领域的研究热点。

关键词:芝麻; 文献计量分析; CiteSpace

中图分类号: S565.3; TS222+.1 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2024)08-0103-08

Status and trends of sesame (*Sesamum indicum* L.) research based on bibliometric analysis

LIU Haijiao¹, QIU Yajie¹, ZHOU Meng¹, ZHANG Hui¹, WEI Dong¹, ZHANG Huifang¹, TIAN Yuan², FU Jinzhou², WANG Ying¹, ZHENG Guoqing¹

(1. Institute of Agricultural Economy and Information/Huang-Huai-Hai Key Laboratory of Intelligent Agricultural Technology, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Henan Engineering Laboratory of Crop Planting Monitoring and Warning, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Sesame Research Center, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

收稿日期: 2023-03-29; 修回日期: 2024-03-27

基金项目: 国家特色油料作物产业技术体系 (CARS-14-1-14); 农业农村部农业信息服务技术重点实验室开放课题基金 (2021XXFWKFKT-JX-01); 河南省重点研发与推广专项 (科技攻关) 项目 (212102110213); 河南省农业科学院自主创新项目 (2022ZC49)

作者简介: 刘海礁 (1981), 女, 副研究员, 硕士, 主要从事农业监测预警研究工作 (E-mail) 1256540126@qq.com; 邱雅洁 (1988), 女, 助理研究员, 硕士, 主要从事农业监测预警研究工作 (E-mail) yajieqiu@hotmail.com。刘海礁与邱雅洁共同为第一作者。

通信作者: 郑国清, 研究员, 博士 (E-mail) zgqzx@hnagri.org.cn。

Abstract: In order to provide literature support for the development of the sesame industry, based on the software of CiteSpace and Excel, and the Web of Science (WoS) Core Collection database and the China National Knowledge Infrastructure (CNKI) academic journal database (ocusing on Chinese core journals) spanning the years 2012 to 2022, a bibliometric analysis was conducted to investigate publication trends, primary contributing nations, regions, institutions, and authors in sesame research, as well as emerging research themes and frontiers. The results revealed that there was a consistent upward trajectory in the

volume of research papers on sesame within the WoS Core Collection database, predominantly originating from China, India, Iran, and the United States. Notably, China demonstrated a marked advantage in both the publication volume and their impact. Globally, 342 institutions had contributed to sesame research, with prominent contributors including the Chinese Academy of Agricultural Sciences, Azad University, and Henan University of Technology. Remarkably, nine out of the top ten authors with the highest publication volume globally were affiliated with the Chinese Academy of Agricultural Sciences. In contrast, within the CNKI database, there was a declining trend in the overall quantity of sesame-related literature. Nevertheless, 298 institutions had published research articles in this field, with notable contributors such as the Henan Academy of Agricultural Sciences, Henan University of Technology, and the Chinese Academy of Agricultural Sciences. The prevailing research interests in sesame, both domestically and internationally, include sesame extract studies, sesame cultivation and sesame genetic diversity exploration, antioxidant investigations, functional attributes of sesame by-products, sesame-based food research, and sesame processing methodologies. Particularly noteworthy is the emergence of antioxidant activity research as a recent focal point, suggesting its potential to become a significant area of inquiry within the sesame research domain in the coming years.

Key words: sesame; bibliometric analysis; CiteSpace

芝麻作为我国主要油料作物之一,具有较高的综合利用价值,被广泛应用于医药、化妆品、香料、肥料、涂料和杀虫剂等多个领域^[1-2]。多年来,国内外学者对芝麻进行了广泛研究。在文献计量学分析方面,裴新涌等^[3]对1983—2013年国外科技期刊发表的芝麻英文文献进行了分析,综述了芝麻相关文献的年度变化、期刊类别、学科分布和国外芝麻相关各学科领域研究情况。然而,近10年来,基于文献计量的方法对芝麻研究领域回顾与发展趋势的综述鲜见报道。本文追溯总结了近10年(2012—2022年)芝麻研究领域的发展历程,探究当下的芝麻研究现状,挖掘并预测未来一段时期芝麻的研究热点,展望其发展趋势,以期对芝麻产业发展提供文献支撑。

1 数据来源与分析方法

本研究搜集、整理并分析了2012—2022年与芝麻相关的文献,涵盖中文文献和英文文献两个数据集。中文文献数据采集自中国知网(CNKI)学术期刊数据库,包括检索篇名和关键词中含有“芝麻”的中文核心期刊文献,英文文献数据来自Web of Science(WoS)核心合集数据库,涵盖篇名和关键词中含有“sesame”或“sesamum”的英文文献,限定文献类型为“论文”,经过人工筛选和去重,再分别利用Excel和CiteSpace软件对CNKI和WoS数据进行筛选、去重、统计、分析和可视化处理。中文文献数据中,机构所属地区采用Excel进行处理和分析,而英文文献数据中,机构所属国家(地区)采用

CiteSpace进行处理和分析。

对已处理文献数据采用对数似然(LLR)算法进行聚类分析^[4]。对中英文文献数据分别构建关键词和研究机构合作网络图。分别提取中英文关键词进行突现性检测(Burst detection),计算其突现强度,即出现频次的骤增强度,选择标准为Top 10%。

2 结果与分析

2.1 芝麻研究发文趋势

2012—2022年WoS与CNKI数据库中芝麻相关研究年发文量如图1所示。

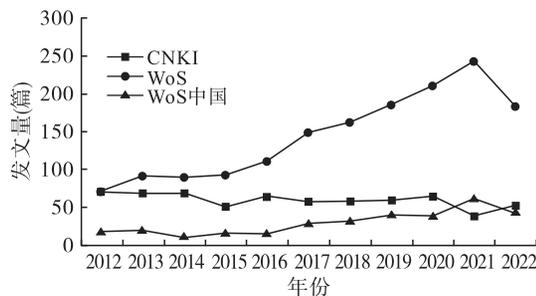


图1 2012—2022年WoS与CNKI数据库中芝麻相关研究年发文量

由图1可知,2012—2022年间,WoS数据库中芝麻相关文献总量达1587篇,年均144篇,总体逐年增长,仅2022年略有回落。CNKI数据库中中文核心期刊中的芝麻相关文献总量为658篇,年均60篇,总体趋于下降,从2012年71篇降至2021年39篇,2022年再度回升至53篇。近年来,国内中

文核心期刊中有关芝麻研究的发文量减少主要是因为研究深度提升,论文质量显著提高,发表难度上升。另外,越来越多的国内学者选择在外文期刊发表论文,2021年WoS上国内作者的发文量达到过去10年的最高水平。

2.2 芝麻研究发文国家、地区、机构和作者合作特征

2.2.1 WoS数据库中芝麻研究发文国家分析及合作情况

WoS数据库中芝麻研究领域发文量前10名的国家如表1所示。

表1 WoS数据库中芝麻研究发文量前10名的国家

排名	国家	发文量	被引	篇均被引	H指数
1	中国	281	5 003	17.80	37
2	印度	198	2 321	11.72	26
3	伊朗	177	1 872	10.58	22
4	美国	106	1 953	18.42	22
5	土耳其	91	773	8.49	15
6	韩国	76	1 231	16.20	16
7	埃及	65	719	11.06	16
8	巴西	61	854	14.00	17
9	日本	54	582	10.78	14
10	巴基斯坦	53	565	10.66	15

注:H指数是指有 h 篇论文被引用了不少于 h 次,H指数表示论文影响力大小

由表1可知,中国和印度在芝麻研究中发文量居前二,分别为281篇和198篇,占绝对领先地位。伊朗和美国发文量均超过100篇。H指数与发文量前四的国家一致,为中国、印度、伊朗和美国。美国篇均被引最高,为18.42;中国次之,为17.80,显示中国在国际芝麻研究中具有绝对优势。

从芝麻相关研究国家合作情况看,形成了以美国、中国、印度、巴基斯坦、英国和法国为中心的合作布局。中国和高被引文献主要源自国内合作,而美国、巴基斯坦、英国和法国更多涉及国际合作。早期合作主要在欧美和亚洲,近年来在中东和非洲,特别是2018年后,大量非洲国家参与国际合作,这与非洲地区芝麻生产崛起密切相关,中国与非洲各国的合作数量更为显著。

2.2.2 CNKI数据库中芝麻研究发文国内各地区分析

CNKI数据库中芝麻研究发文量前10名的地区

如表2所示。

表2 CNKI数据库中芝麻研究发文量前10名的地区

排名	地区	发文量	被引	篇均被引
1	河南	285	2 409	8.45
2	湖北	83	743	8.95
3	江西	56	501	8.95
4	江苏	39	380	9.74
5	山东	34	200	5.88
6	安徽	29	296	10.21
7	北京	28	166	5.93
8	广东	26	227	8.73
9	河北	24	104	4.33
10	山西	17	213	12.53

由表2可知,作为全国芝麻产量第一的河南省,在芝麻研究领域的论文发文量位居榜首,发文285篇,超过全国发文量的1/3。湖北和江西两省的发文量分别为83篇和56篇。河南、湖北、江西和安徽4个主要芝麻产区的发文量均在前10,说明发文量与地域有显著相关性。尽管安徽省的发文量较低,但其篇均被引较高,高影响力文献占比更大。

2.2.3 WoS数据库中芝麻研究发文主要机构分析及合作情况

2012—2022年WoS数据库中有342家机构在芝麻研究领域发表论文,其中排名前10的机构如表3所示。

表3 WoS数据库中芝麻研究发文量前10名的机构

排名	机构	发文量	被引	篇均被引	国家
1	中国农业科学院	86	1 961	22.80	中国
2	阿扎德大学	54	364	6.74	伊朗
3	河南工业大学	40	351	8.78	中国
4	河南农业科学院	30	465	15.50	中国
5	沙特国王大学	19	226	11.89	沙特
6	阿克德尼兹大学	19	140	7.37	土耳其
7	塞内加尔干旱适应性研究中心	17	532	31.29	塞内加尔
8	成功大学	14	172	12.29	中国
9	沙希德·萨杜吉医科大学	14	57	4.07	伊朗
10	德黑兰大学	14	100	7.14	伊朗

注:成功大学坐落在中国台湾地区

由表3可知,芝麻研究发文量前10名的机构有4家来自中国,3家来自伊朗。近年来伊朗、沙特等中东地区的芝麻研究发展较快,发文时间主要集中在

在近5年。发文量最多的机构为中国农业科学院,其被引频次也居首位。随着非洲芝麻生产的崛起,塞内加尔干旱适应性研究中心(CERAAS)发文量显著提高,跻身为全球发文量前十,其与中国农业科学院合作发表了多篇具有影响力的高被引文章,大大提高了篇均被引数。相较于专注芝麻加工研究的机

构和高校,如阿扎德大学、河南工业大学等,研究芝麻农艺性状和种质资源相关的研究机构,如河南农业科学院等,发文被引频次更高,影响更广。

2012—2022年WoS数据库中芝麻相关研究机构合作网络图如图2所示。



注:合作网络图中节点的年轮厚度反映该节点的发文量。节点之间的连线表示节点在共同合作发文或被引用方面存在关系,连线的颜色反映合作或被引的年份,颜色越深表示时间距离2022年越近。下同

图2 2012—2022年WoS数据库中芝麻相关研究机构合作网络图

由图2可知,全球芝麻研究机构整体合作较弱,较明显的几个小规模合作网络分别围绕中国农业科学院、河南工业大学、河南农业科学院、阿扎德大学、沙特国王大学为中心开展。机构整体中心性均不显著,仅中国农业科学院中心性相对较为显著,中心性为0.09。中国农业科学院除了在中国国内合作网络中占有中心地位外,还有较多的国际合作,特别是与非洲芝麻生产国合作较多。中国网络中另外两个核心地位机构分别为河南农业科学院和河南工业大学,均以国内合作为主。中东地区的合作网络主要围绕阿扎德大学和沙特国王大学构建,其中沙特国王大学国际合作更多。整体机构间跨国合作中心性不明显,芝麻相关研究国际合作有待进一步加强。

2.2.4 CNKI数据库中国内芝麻研究发文主要机构分析及合作情况

根据CNKI数据,近10年来国内有298家机构发表了芝麻领域研究论文,其中排名前10的机构如表4所示。

由表4可知,中国芝麻研究领域发文量以各省农业科学院研究机构和农业高校居多,地域相关性显著,其中7个机构位于4个主要芝麻产区河南、湖

北、安徽和江西。前10名中河南省相关研究机构最多,有河南省农业科学院、河南工业大学、河南农业大学。

表4 CNKI数据库中中国芝麻研究发文量前10名的机构

排名	机构	发文量	中心性	地区
1	河南省农业科学院	144	0.19	河南
2	河南工业大学	118	0.09	河南
3	中国农业科学院	52	0.05	北京、湖北
4	江西省农业科学院	38	0.05	江西
5	河南农业大学	24	0.04	河南
6	山西农业大学 (山西省农业科学院)	16	0.06	山西
7	安徽省农业科学院	15	0.01	安徽
8	南京农业大学	10	0.04	江苏
9	四川旅游学院	10	0	四川
10	武汉轻工大学	10	0	湖北

从国内芝麻研究机构合作情况看,河南省农业科学院是国内芝麻研究的核心单位,作为国家特色

油料作物产业技术体系首席科学家单位,其发文量和中心性均居首位,发文量为144篇,中心性达到0.19。国内机构主要在本地科研机构之间展开合作,同省及同体系内的合作较为频繁,而跨地区和跨专业的合作相对较少。河南省农业科学院与河南工业大学是芝麻生产和加工领域最具优势的两个科研

机构,合作研究居多。

2.2.5 WoS数据库中芝麻研究发文主要作者分析及合作情况

WoS数据库中芝麻研究发文量前10名的作者如表5所示。

表5 WoS数据库中芝麻研究发文量前10名的作者

排名	作者	机构	发文量	被引	篇均被引
1	Zhang Xiurong	Chinese Academy of Agricultural Sciences	59	1 611	27.31
2	Wang Linhai	Chinese Academy of Agricultural Sciences	49	1 431	29.20
3	Li Donghua	Chinese Academy of Agricultural Sciences	41	1 040	25.37
4	Zhang Yanxin	Chinese Academy of Agricultural Sciences	38	1 177	30.97
5	Zhou Rong	Chinese Academy of Agricultural Sciences	35	602	17.20
6	Dossa Komivi	Chinese Academy of Agricultural Sciences	34	818	24.06
7	You Jun	Chinese Academy of Agricultural Sciences	31	422	13.61
8	Yu Jingyin	Chinese Academy of Agricultural Sciences	20	697	34.85
9	Wei Xin	Chinese Academy of Agricultural Sciences	18	474	26.33
10	Liu Huamin	Henan University of Technology	17	51	3.00

由表5可知,WoS数据库中发文量前10名的作者均来自中国,前9名均来自中国农业科学院,1名来自河南工业大学。前9名作者均为中国农业科学院油料作物研究所芝麻种质资源课题组成员,研究方向为芝麻种质资源和遗传育种^[5-10]。第10名作者主要从事油料多糖结构鉴定及材料化应用、多糖与木质素的链接机制、加工过程中多糖等大分子热转化与降解过程研究^[11-13]。

对芝麻研究发文作者的合作分析可知,研究团队内合作为主要合作形式,整个网络中最核心的是以中国农业科学院张秀荣所在团队为中心的合作群,主要围绕芝麻优异基因资源挖掘、重要性状分子生物学研究、芝麻重要功能基因发掘与鉴定开展研究。其次是以河南工业大学汪学德所在团队为核心的合作网络,其以芝麻油脂与蛋白加工技术条件为主要研究方向,该合作网络近几年的英文发文量增长明显;成功大学Liu Mingyie所在团队,主要对芝麻油的营养成分及其在医疗领域的应用进行研究;沙希德·萨杜吉医科大学Raeisi-dehkordi, Hamidreza所在团队,主要对芝麻油在医疗领域的使用效果进行研究。

2.2.6 CNKI数据库中芝麻研究发文国内主要作者分析及合作情况

CNKI数据库中芝麻研究发文量前10的作者如表6所示。国内作者合作网络如图3所示。

由表6可知,国内发文量前10的作者多数来自河南省,核心学者的研究方向主要集中在芝麻种质

资源、基因研究和芝麻加工。芝麻加工领域中,河南工业大学汪学德发文量达69篇,是发表文章总数最多的作者,论文发表集中在2012—2017年间。近3年来,河南省农业科学院农副产品加工研究所黄纪念发表论数量更为突出,发文量49篇。芝麻种质资源和基因组学研究方向,发表论文最多的作者是河南省农业科学院的国家特色油料产业技术体系首席科学家张海洋,发文量36篇。

表6 CNKI数据库中芝麻研究发文量前10名的作者

排名	作者	机构	发文量	被引	篇均被引
1	汪学德	河南工业大学	69	655	9.49
2	黄纪念	河南省农业科学院农副产品加工研究所	49	410	8.37
3	张海洋	河南省农业科学院芝麻研究中心	36	419	11.64
4	孙强	河南省农业科学院农副产品加工研究所	35	223	6.37
5	芦鑫	河南省农业科学院农副产品加工研究所	30	264	8.80
6	张秀荣	中国农业科学院油料作物研究所	29	363	12.52
7	苗红梅	河南省农业科学院芝麻研究中心	28	318	11.36
8	刘玉兰	河南工业大学	28	246	8.79
9	宋国辉	河南省农业科学院农副产品加工研究所	27	222	8.22
10	张丽霞	河南省农业科学院农副产品加工研究所	26	279	10.73

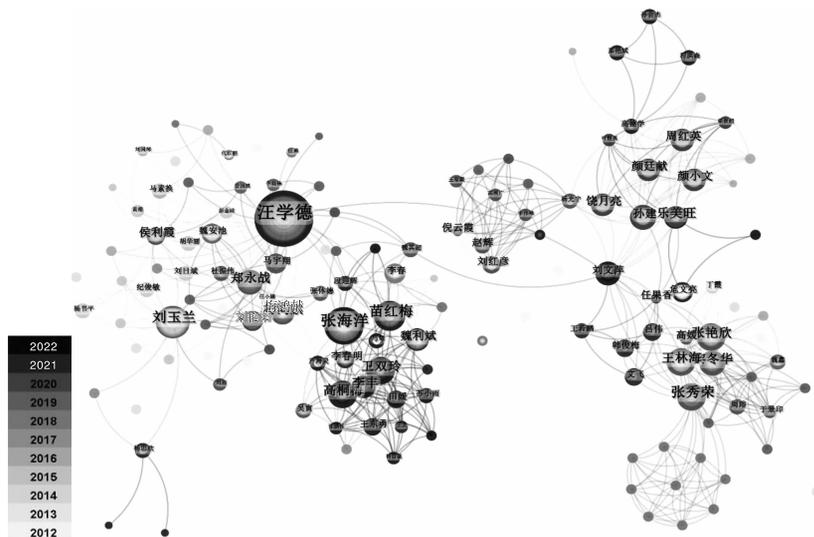


图3 2012—2022年CNKI数据库中芝麻相关研究作者合作网络图

核心作者汪学德、刘文萍代表节点的最外层,圆环的厚度代表中心性的高低,中心性指关键词在领域内的影响力程度,中心性数值越高代表该节点影响力越大,也意味着在合作网络中的关联作用越强。由图3可知,从国内芝麻研究发文主要作者合作情况看,主要合作形式仍为研究团队内合作,跨机构跨专业合作也有一定数量,但相对于同地区机构间的合作较少。河南省农业科学院张海洋位于国内核心作者群合作网络的中心位置,该合作网络的主要研究方向是芝麻基因图谱构建、基因测序及分子遗传育种。其次是围绕河南工业大学汪学德团队和中国农业科学院张秀荣团队的合作网络,这两个合作网络近2年中文发文量均有下降,更多转向英文发文。在芝麻加工方向,河南省农业科学院黄纪念团队的合作网络近年来中文发文量更多。

2.2.7 芝麻研究论文高频关键词分析

芝麻研究论文前20高频关键词及频次如表7所示。

表7 芝麻研究论文前20高频关键词及频次

排序	WoS		CNKI	
	频次	关键词	频次	关键词
1	269	sesame oil	115	芝麻油
2	225	antioxidant	36	产量
3	126	seed	34	黑芝麻
4	118	quality	33	品质
5	101	growth	31	芝麻酱
6	98	oxidative stress	29	芝麻素
7	96	identification	18	芝麻粕
8	93	lignan	17	响应面
9	89	sesame seed	16	种质资源
10	89	yield	16	农艺

续表7

排序	WoS		CNKI	
	频次	关键词	频次	关键词
11	86	protein	16	稳定性
12	85	oil	14	芝麻饼
13	80	vegetable oil	13	芝麻林素
14	75	fatty acid	13	芝麻蛋白
15	66	oxidative stability	12	提取
16	66	acid	11	掺伪
17	52	stability	10	加工
18	52	extraction	10	感官评价
19	51	optimization	9	光合特性
20	48	expression	9	抗氧化

由表7可知,中英文献中有关芝麻油、芝麻产品质量和芝麻生长及产量方面有大量研究,而在芝麻成分及其产品抗氧化性方面的英文文献更多。受饮食文化差异影响,中文文献中有大量有关芝麻酱的研究。

通过对芝麻研究论文关键词贡献度的聚类分析,可识别出芝麻相关英文文献研究热点主要围绕以下几个主题:①芝麻提取物。围绕各类芝麻提取物,如芝麻林素、芝麻素等的提取方式,以及利用其特性进行芝麻油鉴定和抗氧化性及其在医疗领域的应用等相关研究。②芝麻生长相关研究。围绕芝麻生长、性状及其影响因素等方面进行研究,主要有基因表达和生长环境研究两个方面内容。③芝麻遗传多样性。围绕芝麻优异基因资源挖掘、基因图谱构建、遗传育种、抗病分子生物学等方面进行研究。④抗氧化性。围绕芝麻和芝麻油的抗氧化性和利用的研究,主要集中在医疗领域的应用。⑤芝麻副产品功能特性。围绕芝麻副产品的功能特性进行的研

家,均保持较为单一的团队内合作模式。随着中国同非洲和中东国家的合作增多,巴基斯坦的芝麻研究水平随着其芝麻生产的发展也有了飞速提高。国内芝麻相关研究的文献数量保持在一个平稳水平。国内芝麻主要研究力量仍然聚集在河南、湖北、江西和安徽4个芝麻主产省中,有明显的地域相关性。尤其是河南省,河南工业大学、河南省农业科学院农副产品加工研究所和河南省农业科学院芝麻研究中心研究团队在国内芝麻研究中占据重要地位,发文量和影响力水平均处在国内核心地位。目前,国内研究合作大部分仍局限在单位和课题组内部间合作,外部和跨界合作较少。近年来,全球芝麻生产结构发生了重大变化,生产重心从传统芝麻生产国向多个非洲国家倾斜发展,国际合作研究需求也逐渐增加。随着芝麻产业研究进入深水区,亟须进一步加强交流合作,不断促进芝麻研究学科交叉融合,拓展新的研究方向,促进芝麻产业可持续发展。从芝麻研究领域来看,与芝麻加工利用研究团队规模相比,我国芝麻种质资源研究团队规模仍然较小。建议加强芝麻种质资源研究团队建设,进一步加强我国芝麻种质资源研究,充分利用基因测序技术,发掘并利用优势基因,加强芝麻种质资源挖掘利用研究。

参考文献:

- [1] 刘红艳, 赵应忠. 芝麻产量性状与品质性状的典型相关分析[J]. 中国油料作物学报, 2006, 28(2): 129-133.
- [2] 王瑞元. 开拓创新, 推动芝麻产业的发展[J]. 中国油脂, 2007, 32(1): 7-8.
- [3] 裴新涌, 李春明, 秦灵儿. 基于国外期刊英文文献浅析芝麻研究现状与发展趋势[J]. 河南农业科学, 2014, 43(5): 13-19.
- [4] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 242-253.
- [5] WANG L, YU S, TONG C, et al. Genome sequencing of the high oil crop sesame provides insight into oil biosynthesis[J/OL]. *Genome Biol*, 2014, 15(2): R39 [2023-03-29]. <https://doi.org/10.1186/gb-2014-15-2-r39>.
- [6] ZHANG Y, WANG L, XIN H, et al. Construction of a high-density genetic map for sesame based on large scale marker development by specific length amplified fragment (SLAF) sequencing[J/OL]. *BMC Plant Biol*, 2013, 13: 141 [2023-03-29]. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-141>.
- [7] YOU J, ZHANG Y J, LIU A L, et al. Transcriptomic and metabolomic profiling of drought-tolerant and susceptible sesame genotypes in response to drought stress [J/OL]. *BMC Plant Biol*, 2019, 19(1): 267 [2023-03-29]. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1880-1>.
- [8] WANG L, YU J, LI D, et al. Sinbase: An integrated database to study genomics, genetics and comparative genomics in *Sesamum indicum* [J/OL]. *Plant Cell Physiol*, 2015, 56(1): e2 [2023-03-29]. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcu175>.
- [9] YU A, LI F, XU W, et al. Application of a high-resolution genetic map for chromosome-scale genome assembly and fine QTLs mapping of seed size and weight traits in castor bean [J/OL]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 11950 [2023-03-29]. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48492-8>.
- [10] LI D, LIU P, YU J, et al. Genome-wide analysis of WRKY gene family in the sesame genome and identification of the WRKY genes involved in responses to abiotic stresses [J/OL]. *BMC Plant Biol*, 2017, 17(1): 152 [2023-03-29]. <https://doi.org/10.1186/s12870-017-1099-y>.
- [11] LIU H M, HAN Y F, WANG N N, et al. Formation and antioxidant activity of Maillard reaction products derived from different sugar-amino acid aqueous model systems of sesame roasting [J]. *J Oleo Sci*, 2020, 69(4): 391-401.
- [12] LIU H M, YAO Y G, YAN Y Y, et al. Elucidation of the structural changes of sesame hull hemicelluloses during roasting [J]. *Int J Biol Macromol*, 2020, 161: 1535-1544.
- [13] QIN Z, YANG Q L, CHENG X C, et al. Structural features, chemical composition, antioxidant activities of organosolv lignins extracted from black and white sesame capsules and stalks [J]. *Ind Crop Prod*, 2021, 169: 113167 [2023-03-29]. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113677>.
- [14] CHEN C. Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization [J]. *PNAS*, 2004, 101(Suppl 1): 5303-5310.