



基于文献计量学的大豆根部病害研究动态及可视化分析

陈兴科, 王 洋

(黑龙江大学 现代农业与生态环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要: 选取 Web of Science 核心合集数据库 2000—2022 年大豆根部病害相关领域的文献, 基于文献计量学方法结合 Vosviewer 软件研究大豆根部病害现状和发展趋势。结果表明: 2000—2022 年期间共发表相关文章 1 245 篇, 发文量呈逐年递增趋势; 发文量居于前两位的国家分别是美国和中国; 发文量最多的机构来源于美国, 其次是中国; 发文量最多的期刊是 *Plant Disease*, 其次是 *Molecular Plant Microbe Interactions* 和 *BMC Plant Biology Crop*; 国际上发文量最高的研究者是 Dorrance Anne E., 其次是 Mitchum Melissa Goellner, 国内的研究者发文量最高的是王源超教授, 其次是邢邯教授。关键词分析表明, 研究主要集中在病原物鉴定及其感染大豆植株的机制和大豆抗病相关基因挖掘等方面。近年来关于病害防治相关的研究不断增多, 对生物防治、田间管理方法等方面进行了深入探索。

关键词: 大豆; 文献计量学; 根部病害; 研究动态; 可视化分析

Research Dynamics and Visual Analysis of Soybean Root Diseases Based on Bibliometric

CHEN Xingke, WANG Yang

(School of Modern Agriculture and Ecological Environment, Heilongjiang University, Harbin 150080, China)

Abstract: Based on the Web of Science database, the hot spots and research trends of soybean root diseases from 2000 to 2022 were analyzed using bibliometric methods combining Vosviewer software to clarify the current status and development trend of research. The results showed that 1 245 articles were published between 2000 and 2022, and the number of articles has been increasing year by year. The top two countries in the world in terms of the number of English papers are United States and China, respectively. The institution with the highest number of articles is from the United States, followed by Chinese institutions. The journal with the highest number of articles was *Plant Disease*, followed by *Molecular Plant Microbe Interactions* and *BMC Plant Biology Crop*. The researcher with the highest number of publications internationally was Dorrance Anne E., followed by Mitchum Melissa Goellner, and the researcher in China is Prof. Yuanchao Wang, followed by Prof. Han Xing, respectively. Keywords analysis showed that research in the field was mainly focused on the identification of pathogens and their mechanisms of infecting soybean plants and the mining of soybean disease-resistance related genes. Research related to disease control has been strengthened in recent years, and biological control and field management methods have been further explored in depth.

Keywords: soybean; bibliometric; root diseases; research dynamics; visual analysis

大豆根系是由胚根发育形成的直根系, 是植物吸收营养、水分以及固定植株的重要器官, 发育良好的根系是大豆产量提高的基础。根系生长于地下, 受到生物胁迫和非生物胁迫逆境的影响, 生物胁迫中由于微生物、寄生性线虫等感染而导致大豆产生根腐病、大豆疫霉病、大豆胞囊线虫病等根部病害, 进而影响植株生长及导致减产的情况尤为常见。如在根腐病发生时, 据统计, 一般田块减产 10% ~ 30%, 重病田块减产达 60% 以上, 严重时甚至造成绝产^[1]。因此, 全球范围内对于大豆根部病害的相关研究日趋增加, 发表在各类期刊上的研究论文也逐年增加。本文根据分析得出, 该领域内研究热点主要围绕根腐病、大豆疫霉、大豆胞囊线虫

等方面展开。每种病害主要以抗病性、鉴定、多样性、相关基因表达、防治办法等关键词展开研究, 体现了领域内研究进展与现状。

大豆根部病害研究的内容较为宽泛, 从抗病遗传育种到致病后的生理生化反应以及导致根部病害的微生物种类及防治措施等各个方面, 上述研究多围绕大豆根部病害的具体问题进行, 对于大豆根部病害研究进展及现状缺乏全面系统的报道。因此对大豆根部病害的研究进行全面有效的分析, 掌握国内外大豆根部病害研究的重点与热点, 发掘其中的不足与薄弱环节, 将为今后开展大豆根部病害的研究提供重要的参考。

文献计量学是采用数学和统计学等方法对文

收稿日期: 2023-10-17

基金项目: 农业农村部作物种质资源保护(2018NWB036-12)。

第一作者: 陈兴科(1999—), 硕士研究生, 主要从事大豆抗病研究。E-mail: 1454286683@qq.com。

通讯作者: 王洋(1969—), 博士, 教授, 主要从事种子病理学研究。E-mail: 2004084@hlju.edu.cn。

文献的体系及计量特征进行研究的学科,通过对某一领域大量文献的分布结构、数量关系、变化规律等方面的分析,实现对该领域的现状、热点及发展趋势等方面的评估^[2-3]。文献计量学的分析方法早期在社会人文领域、医学领域等多个方面得到了广泛应用,之后因其研究选题范围广,研究结果具有较高的参考价值,相继在较多的领域得到应用。在农业方面,柑橘^[4]、桃^[5]、葡萄^[6]、梨^[7]和芒果^[8]等领域都有相关研究报道。本研究拟利用文献计量学对国内外大豆根部病害相关课题进行分析,从 Web of Science 核心合集数据库检索获取 2000 年以来关于大豆根部病害的相关文献并进行可视化分析,旨在探讨大豆根部病害领域研究现状、热点及发展趋势,为相关学者在该领域进行研究提供理论信息。

1 材料与方法

1.1 数据来源

分析所用数据源于 Web of Science 核心合集数据库,以大豆、根部、病害或病原为检索主题词在 Web of Science 进行检索,检索式为:TS = (soybean) AND TS = (root) AND TS = (disease OR pathogen)。共获得 2000—2022 年文献 1 245 篇。

1.2 分析方法

基于 Web of Science 自带工具和 Vosviewer 对发

文量、作者、机构、国家、期刊等方面进行数据分析。可视化分析方面,利用 Vosviewer 对相关作者、机构、期刊和关键词等进行共现网络、密度图等方面的可视化图像展现。

2 结果与分析

2.1 论文发表概况

基于 Web of Science 核心合集数据库,检索到 2000—2022 年间相关文章发表共计 1 245 篇。由图 1 可以看出,国内外大豆根部病害的相关文献发表量逐年增加,全球的发表数量增加分为起步期(2000—2007 年)、发展初期(2008—2015 年)和快速发展期(2016—2022 年)3 个阶段。我国大豆根部病害的相关研究与国际相比起步相对较晚,且可能由于相较近年来,起步阶段我国相关科研人员对于在国际刊物上发表文章重视不足,发展初期作者的英语能力与英语教学程度也受到了限制,故我国 2008 年才开始在国际期刊上发表文章。2010 年以前我国相关领域研究在国际期刊上发文较少,仅有 6 篇相关文章发表。与国际趋势相类似,2009 年后我国在该领域上的研究开始加强,2011 年文章突破 10 篇。2018 年至今我国在该领域发文量已经占到总发文量的 30% 以上,说明在大豆根部病害领域我国学者的关注度日渐增加,在国际上的影响力也在稳步提升。

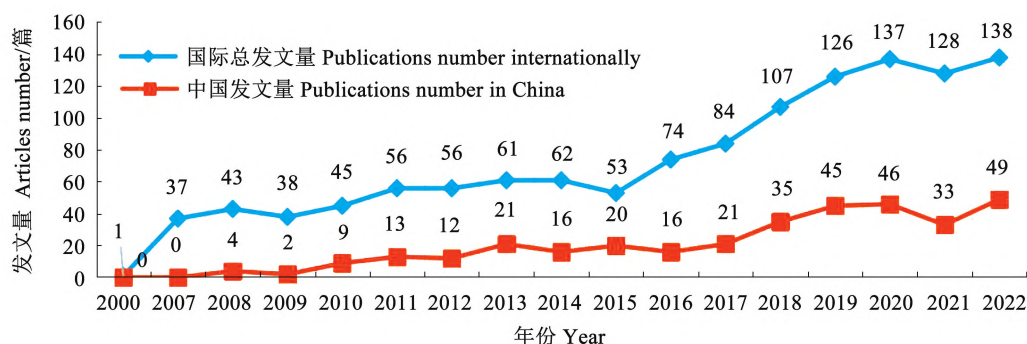


图 1 2000—2022 年大豆根部病害研究论文数量

Fig. 1 Articles number of soybean root disease research from 2000 to 2022

2.2 作者情况

发文量和篇均被引次数是衡量作者的文章在该领域内影响力大小的指标因素,也反映出作者在该领域内被认可情况和贡献度的大小^[9]。同样,作者间的合作情况也从一定层面上反映了该领域的发展情况,更多的交流合作能够为本领域带来更多的创新及发展空间。

由于数据库提供的作者姓名字段在算法和分析上存在一定局限性(同一作者的名字全称和名字简写有时无法完全识别为同一人,同一作者也有可能在不同时期工作于不同的机构或国家),故在作者情况分析方面的结果仅能代表大体上的趋势,和真实结果可能存在一定出入。

2.2.1 作者发文情况分析 首先结合 Web of

Science 数据库工具和 Vosviewer 分析所得,对发文量和篇均被引次数进行统计分析。表1展示了在该领域内发文量排在前10名的作者,其中8名来自美国,2名来自中国(表1)。

国际上,美国俄亥俄州立大学的 Dorrance Anne E. 致力于大豆病理方面的研究^[10-12],对大豆根腐病研究有着较大的贡献,在该领域内发表相关文章43篇,为该领域的首位。美国佐治亚大学的 Mitchum Melissa Goellner 致力于植物线虫方面的研究^[13-14],其总发文量为39篇位居第二,但篇均被引次数最高,达到了35.49,在领域内被认可程度较高,有着较强的影响力。

国内来看,南京农业大学的王源超教授和邢邯

教授致力于植物病理^[15-17]及植物抗根腐病育种^[18-20]的相关工作。两位在国内大豆根部病害领域的相关研究中有较强的影响,王源超教授发表相关文章32篇,篇均被引为26.00,邢邯教授发表相关文章23篇,篇均被引为17.57。在该领域内无论从国内还是国际上来看,两位都对领域做出了重要的贡献。

总体来看,中美作者在领域内有较高的影响力。相较美国,我国作者在该方面研究依旧有一定差距,但从整体发展趋势来看,这种差距正在被快速缩小。如南京农业大学、中国科学院、中国农业科学院、东北农业大学、黑龙江省农业科学院等相关机构的研究人员近年来在该领域内取得了大量成果。

表1 大豆根部病害相关研究发文量前10位的作者

Table 1 Top 10 authors of soybean root disease-related research

姓名 Name	国家 Country	总发文量 No. of papers	总被引次数 Total citation	篇均被引次数 Mean citations per paper
Dorrance Anne E.	美国	43	985	22.91
Mitchum Melissa Goellner	美国	39	1384	35.49
Chilvers Martin	美国	34	520	15.29
WangYuanchao	中国	32	832	26.00
Leandro Leonor F. S.	美国	31	554	17.87
Mengistu Alemu	美国	27	262	9.70
Nguyen Henry T.	美国	26	181	6.96
Bond Jason P.	美国	25	116	4.64
Xing Han	中国	23	404	17.57
Robertson Alison E.	美国	23	521	22.65

2.2.2 作者合作网络分析 对1245篇文章的作者进行共现网络分析共得到5204名作者,发表5篇文章以上的作者共219名。排除一些相对独立开展研究的作者后剩余177名作者。将剩余作者聚类为9个集群,结合上文中对作者国家及机构的初步分析可以看出,作者集群的划分有着明显以地区为界的特点。同地区的作者间有着相当密集的合作,但涉及到跨国跨地区进行合作时,合作强度远远弱

于同地区间合作。尤其在以国别为区分时,跨国的合作强度更小,且跨国的集群有时只与单一国家有一定强度的合作,在将合作强度设置一定阈值之后,在整个作者合作共现网络分布上,作者集群间的合作甚至趋于线性分布(图2)。表明在跨地区、国别进行合作交流的程度仍显不足,因此在大豆根系病害的研究上不同国家地域间的合作有待加强。

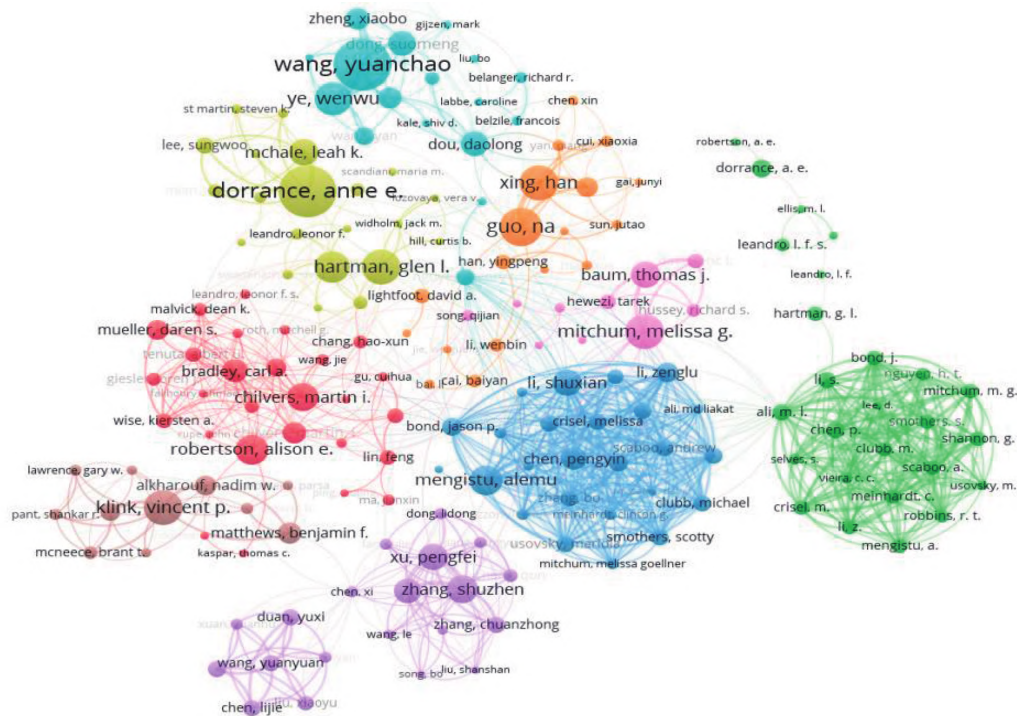


图2 作者共现网络图

Fig. 2 Author co-occurrence network

2.3 机构情况

表2展示了基于Web of Science数据库工具和Vosviewer共同分析得到的发文量前10名的机构。从表中可以看出前十名(发文量第10位和第11位均发表了42篇,故共有11家机构位于前十位)的研究机构中,美国有6所、中国有3所、加拿大有1所。仅从表中的数量来看发文量最多的机构是爱荷华州立大学,但由于美国农业部有着多个不同的机构及缩写名称,所以实际上发文量最高的机构是美国农业部及其相关部门所组成的整体机构。从发文量来看,美国农业部的发文量总数稳居第一,远高

于其他机构,表明其研究实力较为强大,在该领域有着很强的影响力。近年来国内以南京农业大学、中国科学院、中国农业科学院为引领的机构在国际上都有着较高的发文量,该领域研究成果从数据上看已经与国际先进水准相当。从篇均被引角度分析,伊利诺伊大学的篇均被引最高,为34.98,表明其研究在领域内有着重要的参考意义,成为其他研究的基础和依据,体现了其在该领域内的影响程度。国内的部分研究机构在篇均被引方面相对较低,说明其研究在选题、创新性及成果贡献度上有待于进一步提升。

表2 大豆根部病害相关研究发文量前10位的机构

Table 2 Top 10 soybean root disease-related research institutions

机构 Institution	总发文量 No. of papers/篇	总被引次数 Total citation	篇均被引次数 Mean citations per paper
爱荷华州立大学 Iowa State University	118	3208	27.19
美国农业部 USDA ARS	87	1701	19.55
南京农业大学 Nanjing Agricultural University	82	1744	21.27
伊利诺伊大学 University of Illinois	60	2099	34.98
密苏里大学 University of Missouri	56	1840	32.86
美国农业科学研究院 ARS	55	1214	22.07
俄亥俄州立大学 Ohio State University	54	1219	22.57
密歇根州立大学 Michigan State University	47	883	18.79
中国科学院 Chinese Academy of Sciences	43	1253	29.14
加拿大农业及农业食品部门 Agriculture and Agrifood Canada	42	1176	28.00
中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences	42	624	14.86

基于 Vosviewer 对论文来源机构进行的可视化分析共得到相关机构 1 082 个,发表 5 篇文章以上的机构共有 109 个,除去相对独立的研究机构后剩余107 个,共聚类为 6 个集群。从图 3 可以看出,国内大豆根部病害相关研究的主要机构为南京农业大学、中国科学院、中国农业科学院、东北农业大学

和黑龙江省农业科学院等;国外以美国农业部、爱荷华州立大学、伊利诺伊大学、密苏里大学等研究机构较为活跃,发文量前几名的机构仍然以中国和美国机构为主。机构间的合作依旧有着较强的地域性,同一国家内的合作强度较强,但涉及到跨国合作时强度仍有明显下降的趋势。

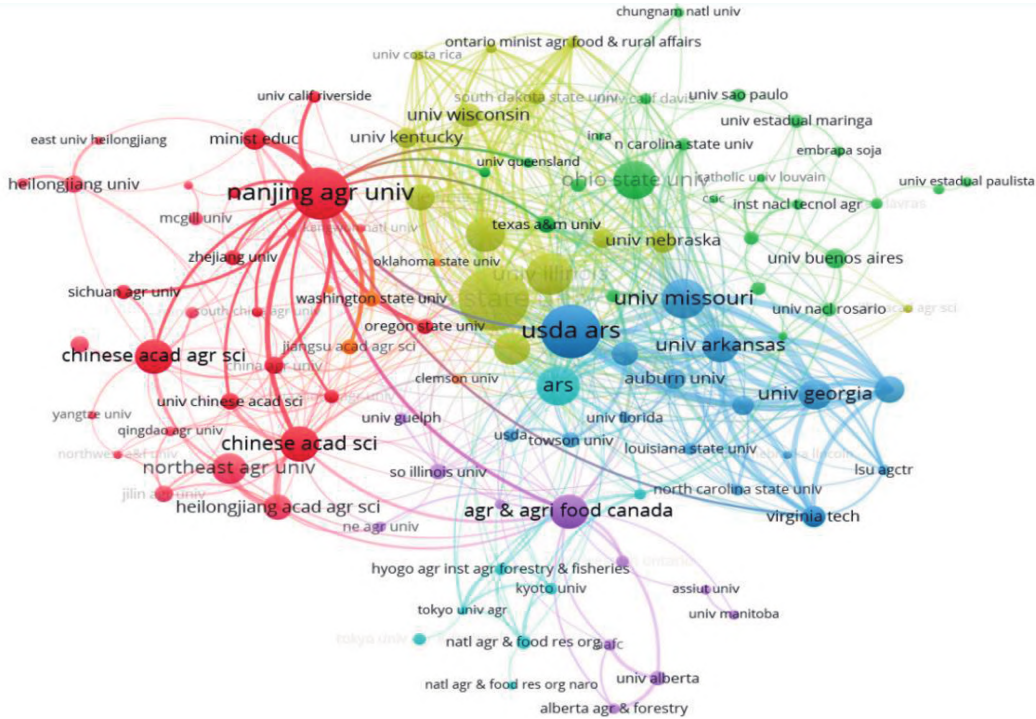


图 3 机构共现网络图

Fig.3 Institutions co-occurrence network

2.4 发文国家

对 1 245 篇文章从国家层面进行分析,共涉及到 74 个国家或地区。表 3 展示了 2000—2009 年和 2010—2022 年不同时期发文量居前 10 位的国家。2010 年以前我国相关领域研究发文较少,在 2000—

2009 年仅有 6 篇文章在国际期刊上发表。近十几年来随着我国科研实力飞跃式增强,对于在国际上发表文章的重视程度不断提高,相关研究成果极剧增加。截至 2022 年,我国相关领域研究在国际期刊上的发文数量从原来的第 5 位跃居至第 2 位。

表 3 大豆根部病害相关研究发文量前 10 位的国家

Table 3 Top 10 countries for soybean root disease-related research publications

2000—2009 年				2010—2022 年			
国家 Country	总发文量 No. of papers/篇	总被引次数 Total citation	篇均被引次数 Mean citations per paper	国家 Country	总发文量 No. of papers/篇	总被引次数 Total citation	篇均被引次数 Mean citations per paper
美国 America	69	3444	49.91	美国 America	572	13696	23.94
加拿大 Canada	14	539	38.50	中国 China	342	6084	17.79
日本 Japan	10	386	38.60	加拿大 Canada	96	2275	23.70
韩国 Korea	9	363	40.33	巴西 Brazil	83	931	11.22
中国 China	6	523	87.17	日本 Japan	59	1604	27.19
德国 Germany	6	312	52.00	阿根廷 Argentina	58	1081	18.64
阿根廷 Argentina	6	127	21.17	印度 India	52	826	15.88
巴西 Brazil	4	55	13.75	韩国 Korea	38	863	22.71
法国 France	3	46	15.33	巴基斯坦 Pakistan	35	661	18.89
巴基斯坦 Pakistan	3	98	32.67	德国 Germany	26	948	36.46

由表 3 可以看出美国和中国在该领域内发文量分别为 572 和 342 篇,在该领域研究的工作量上全球领先。从篇均被引角度来看,德国的总发文量虽然位于第 10 名,但在篇均被引次数方面超过了前面各国家,达到了 36.46。说明其研究在领域内有相当可观的影响力。而巴西在领域内虽然发文量一直十分可观,近年来发文量以 83 篇的数量位于第 4 位,但其篇均被引次数相较于其他国家较低,总篇均被引次数只有 11.22,表明其在该领域内的科研水平仍有一定的上升空间。

2.5 期刊情况

本研究采取了两种互相印证的方法发掘在该领域内有较高影响力的期刊^[21]。首先基于 Web of Science 数据库对 1 245 篇文献的期刊来源进行检索并利用 Vosviewer 绘制可视化密度图,结果如图 4 所示,获取文献来源期刊 205 个,其中刊载量前 10 名的期刊共有 12 个,内容详见表 4。

从期刊所属国家角度分析:6 个来自美国,3 个

来自英国,瑞士、德国、加拿大各 1 个。前 10 名期刊中 1/2 来源于美国,不仅因其科研实力的强大,也得益于其是最大的大豆生产国之一。其次是英国,其在整个农业领域的科研体系庞大、完善且历史悠久,又因为大多数期刊所使用的语言为英语,在 12 个期刊中包含 3 个。而我国在该领域的研究无论从贡献量还是影响力都名列前茅,但并没有一个期刊进入到该行列当中。前 10 个期刊的刊载量占所有期刊总刊载量的 34.3%。其中 *Plant Disease* 位于第一位,收录了 103 篇文章,占总刊载量的 8.27%,其影响因子也在前列,说明该期刊的论文具有较高水平。*Molecular Plant Microbe Interactions* 虽然发文量和影响因子都处于中游水平,但在该领域其相关文章的篇均被引次数达到了 50.65,说明该期刊在大豆根部病害领域有较高参考价值。*BMC Plant Biology* 的影响因子为 5.761,位于第一位的同时,其篇均被引也达到了 39.58,表明该期刊收录的论文在领域内也有较高的影响力。

表 4 大豆根部病害相关研究刊载量前 10 位的期刊
Table 4 Top 10 journals for research related to root diseases of soybean

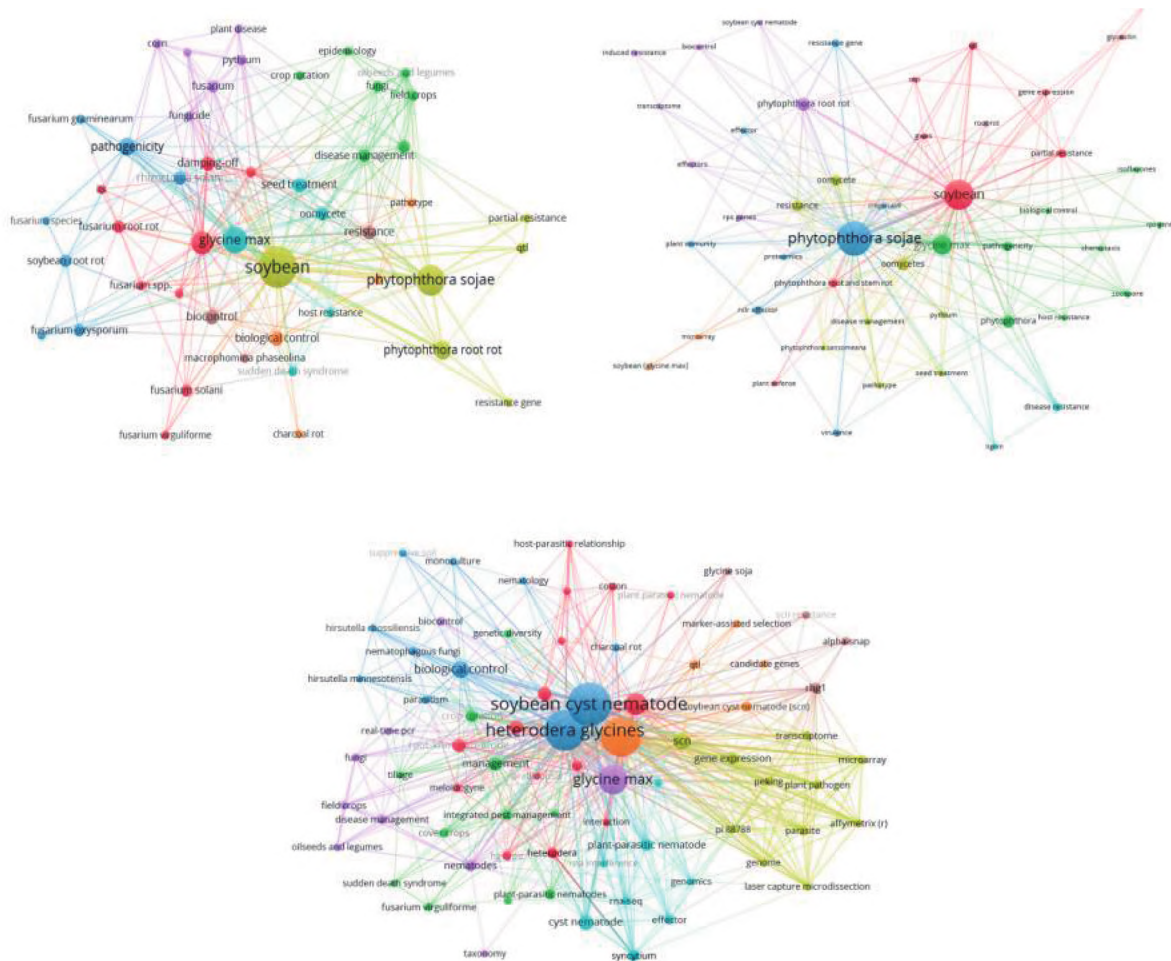
期刊 Journal	刊登文章 No. of papers/篇	总被引次数 Total citation	篇均被引次数 Total citation	影响因子 IF	国家 Country
<i>Plant Disease</i>	103	1998	19.40	5.330	美国
<i>Phytopathology</i>	59	873	14.80	4.457	美国
<i>Plos One</i>	40	976	24.40	4.069	美国
<i>Theoretical and Applied Genetics</i>	36	952	26.44	5.662	德国
<i>Frontiers in Plant Science</i>	35	540	15.43	7.255	瑞士
<i>Journal of Plant Registrations</i>	30	95	3.17	0.958	美国
<i>Canadian Journal of Plant Pathology</i>	27	242	8.96	2.057	加拿大
<i>Molecular Plant Microbe Interactions</i>	20	1013	50.65	4.274	美国
<i>Scientific Reports</i>	20	314	15.70	5.516	英国
<i>BMC Plant Biology</i>	19	752	39.58	5.761	英国
<i>Crop Protection</i>	19	425	22.37	3.320	英国
<i>Crop Science</i>	19	396	20.84	2.856	美国

行分型也已成为相关工作的重点。而从 QTL、resistance gene 等关键词中可以看出,将大豆对不同病原物的抗性作为一种较为特殊的数量性状进行研究,从而挖掘相关抗病基因的方法也在成为大豆根腐病研究的新趋势。

大豆疫霉方面,高频词汇包括 resistance (抗性)、seed treatment (种子处理)、biocontrol (生物防治)、QTL (数量性状基因座)、resistance gene (抗性基因)、GWAS (全基因组关联分析)、RPS gene (RPS 基因)、crisp/cas9、plant immunity (植物免疫系统)、RXLR effector (RXLR 效应) 等。从研究趋势来看,相较于大豆根腐病,针对大豆疫霉病这种单一病原病害的研究相对更加深入。研究上除了抗性、防治等方面,对于该菌的研究已经进入到分子层面。以利用生物信息学分析寻找相关基因为例,对已经挖

掘到的大豆疫霉相关的 RPS 基因,开展如鉴定、定位、机制解析等各细分领域上的研究;同时该菌作为卵菌的模式种,部分研究也集中在利用该菌侵染植物的过程,及探索植物免疫系统在面对侵染时相关效应因子的调控应答机制。

大豆胞囊线虫方面,高频词汇主要有 resistance (抗性)、biocontrol (生物防治)、management (管理)、crop rotation (轮作)、gene expression (基因表达)、*rhg1* (*rhg1* 基因)、QTL (数量性状基因座)、RNAi (RNA 干扰)、RNA-seq (转录组测序) 等。相较于上述两种病害,大豆胞囊线虫的研究更侧重生物防治方面,同时也比较注重栽培方式对该种病害的预防。相关研究已经定位到高度相关的抗病基因 *rhg1*,针对该基因的研究工作也已经进入转录组层面,相较其他两种病害在研究层次上更加深入。



注:从左至右依次为根腐病、大豆疫霉、大豆胞囊线虫。

Note: From left to right are root-rot, *phytophthora sojae* and *heterodera-glycines*, respectively.

图 7 3 种病害关键词共现网络图

Fig. 7 Co-occurrence network of keywords for the three diseases

3 讨论

利用高频关键词分析评估领域热点、研究现状及发展方向可以发现:对于大豆根部病害的研究随着时间的推移,研究的对象也发生改变,2017 年前根部病害研究主要针对胞囊线虫,在此之后大豆疫霉病也成为研究重点之一,利用现代分子技术,对大豆群体抗病性精准鉴定、挖掘大豆的抗病种质资源,寻找关键的抗病基因并加以利用成为当前及今后的研究热点;其次,针对不同病原物有针对性地开展研究,了解大豆在感染不同病原物时的感染机制,明确作用的机理,探寻相关病害的有效防治方法,如适合的田间管理,运用生物防治等手段,将病害带来的损失降到最低。

基于文献计量学方法对大豆根部病害领域相关文献研究可以发现,美国在该领域内无论是发文量、作者、机构和出版物方面都有着相当强的影响力。我国在该领域的研究如今也有一定影响力,但除了相关研究起步较晚外,由于诸多客观原因如语言问题、研究发展期对国际期刊发表的重视程度、国外期刊对我国学者的文章的接受程度等因素,导致在某些方面如载文期刊、跨国合作、篇均被引等仍有一定短板,相关科研影响力仍有进步空间。但从发展的眼光审视我国在该领域上的发展,成果令人瞩目,从最初仅几篇的发文量,到现在跻身前列,成为该领域内发文量第二的国家,十几年的时间中国在该领域有了质的飞跃,希望本研究有助于研究者选择适合的合作机构、投稿期刊及合作者,引领该领域研究不断深入并取得巨大成果。

4 结论

2000—2022 年期间共发表相关文章 1 245 篇,发文量呈逐年递增趋势,美国和中国在大豆根部病害领域有着十分突出的贡献。*Plant Disease*、*Molecular Plant Microbe Interactions*、*BMC Plant Biologycrop* 等期刊在领域内都有着很强的影响力。领域内研究主要集中在病原物鉴定及其感染大豆植株的机制和大豆抗病相关基因挖掘等方面。近年来病害防治相关研究加强,在生物防治、田间管理方法等方面开展了进一步探索。

参考文献

- [1] 杜宜新,石姐姐,阮宏椿,等. 银川大豆根腐病原鉴定及种衣剂对其防治效果[J]. 中国农学通报, 2021, 37(8): 103-109. (DU Y X, SHI N N, RUAN H C, et al. Study on pathogenic fungi causing soybean root rot in Yinchuan and field disease control efficiency of seed coating[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2021, 37(8): 103-109.)
- [2] ROLDAN-VALADEZ E, SALAZAR-RUIZ S Y, IBARRA-CONT-RERAS R, et al. Current concepts on bibliometrics: A brief review about impact factor, Eigenfactor score, CiteScore, SCImago Journal Rank, Source-Normalised Impact per Paper, H-index, and alternative metrics[J]. Irish Journal of Medical Science, 2019, 188(3): 939-951.
- [3] ELLEGAARD O, WALLIN J A. The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? [J]. Scientometrics, 2015, 105(3): 1809-1831.
- [4] 肖畅,王敏,彭婷. 基于文献计量学的世界柑橘研究发展状况分析[J]. 中国果树, 2021(8): 36-42. (XIAO C, WANG M, PENG T. Analysis on global development of citrus research based on bibliometrics[J]. China Fruits, 2021(8): 36-42.)
- [5] 孙丽娜,仇贵生,张怀江,等. 基于文献计量学的桃小食心虫研究动态分析[J]. 果树学报, 2015, 32(6): 1208-1219, 1318. (SUN L N, QIU G S, ZHANG H J, et al. Research dynamics on the peach fruit moth *Carposina sasakii* based on bibliometric[J]. Journal of Fruit Science, 2015, 32(6): 1208-1219, 1318.)
- [6] 冯立娟,尹燕雷,招雪晴,等. 基于 Web of Science 世界葡萄研究态势分析[J]. 北方园艺, 2014(16): 199-204. (FENG L J, YIN Y L, ZHAO X Q, et al. Analysis on the research tendency of grapes based on web of science in the world [J]. Northern Horticulture, 2014(16): 199-204.)
- [7] 孟照刚,仇贵生,段文昌,等. 基于文献计量学的梨研究动态[J]. 天津农业科学, 2017, 23(1): 104-108. (MENG Z G, QIU G S, DUAN W C, et al. Research dynamics on the pear based on bibliometric[J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2017, 23(1): 104-108.)
- [8] 孟菲平,何新华,罗聪,等. 基于文献计量学和 VOSviewer 的世界芒果研究态势分析[J]. 中国果树, 2023(1): 83-88, 99. (MENG F P, HE X H, LUO C, et al. Analysis on global mango research situation based on bibliometrics and VOSviewer [J]. China Fruits, 2023(1): 83-88, 99.)
- [9] 邱均平,段宇锋,陈敬全,等. 我国文献计量学发展的回顾与展望[J]. 科学学研究, 2003, 21(2): 143-148. (QIU J P, DUAN Y F, CHEN J Q, et al. The retrospect and prospect on bibliometrics in China[J]. Studies in Science of Science, 2003, 21(2): 143-148.)
- [10] ELLIS M L, PAUL P A, DORRANCE A E, et al. Two new species of *Pythium*, *P. schmitthenneri* and *P. selbyi* pathogens of corn and soybean in Ohio [J]. Mycologia, 2012, 104(2):

- 477-487.
- [11] DORRANCE A E. Management of *Phytophthora sojae* of soybean; A review and future perspectives[J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 2018, 40(2): 210-219.
- [12] MIDEROS S, NITA M, DORRANCE A E. Characterization of components of partial resistance, Rps2, and root resistance to *Phytophthora sojae* in soybean [J]. Phytopathology, 2007, 97(5): 655-662.
- [13] MAIER T R, MASONBRINK R E, VIJAYAPALANI P, et al. Esophageal gland RNA-seq resource of a virulent and avirulent population of the soybean cyst nematode *Heterodera glycines*[J]. Molecular Plant-Microbe Interactions: MPMI, 2021, 34(9): 1084-1087.
- [14] ITHAL N, RECKNOR J, NETTLETON D, et al. Parallel genome-wide expression profiling of host and pathogen during soybean cyst nematode infection of soybean[J]. Molecular Plant-Microbe Interactions: MPMI, 2007, 20(3): 293-305.
- [15] YANG H, YE W, MA J, et al. Endophytic fungal communities associated with field-grown soybean roots and seeds in the Huang-Huai region of China[J]. PeerJ, 2018, 6: e4713.
- [16] WU X L, ZHAO J M, SUN S, et al. A survey of soybean germplasm for resistance to *Phytophthora sojae* [J]. Euphytica, 2010, 176(2): 261-268.
- [17] 张杰, 董莎萌, 王伟, 等. 植物免疫研究与抗病虫绿色防控: 进展、机遇与挑战[J]. 中国科学: 生命科学, 2019, 49(11): 1479-1507. (ZHANG J, DONG S M, WANG W, et al. Plant immunity and sustainable control of pests in China: Advances, opportunities and challenges[J]. Scientia Sinica (Vita), 2019, 49(11): 1479-1507.)
- [18] LI L, GUO N, NIU J, et al. Loci and candidate gene identification for resistance to *Phytophthora sojae* via association analysis in soybean[*Glycine max* (L.) Merr.] [J]. Molecular Genetics and Genomics, 2016, 291(3): 1095-1103.
- [19] CUI X, YAN Q, GAN S, et al. GmWRKY40, a member of the WRKY transcription factor genes identified from *Glycine max* L., enhanced the resistance to *Phytophthora sojae* [J]. BMC Plant Biology, 2019, 19(1): 598.
- [20] WU X L, ZHANG B Q, SUN S, et al. Identification, genetic analysis and mapping of resistance to *Phytophthora sojae* of Pm28 in soybean[J]. Agricultural Sciences in China, 2011, 10(10): 1506-1511.
- [21] BOYACK K W, KLAVANS R. Co-citation analysis, bibliographic coupling, and direct citation: Which citation approach represents the research front most accurately? [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010, 61(12): 2389-2404.

协 办 单 位

中国作物学会大豆专业委员会
东北农业大学大豆研究所
吉林省农业科学院大豆研究所
南京农业大学大豆研究所
辽宁省农业科学院作物研究所
河北省农林科学院粮油作物研究所