



曾宪楠,孙羽,王麒,等.基于 Web of Science 数据库的水稻土壤微生物研究态势分析[J].黑龙江农业科学,2024(5):114-118.

基于 Web of Science 数据库的水稻土壤微生物研究态势分析

曾宪楠,孙羽,王麒,宋秋来,梁全喜

(黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所,黑龙江 哈尔滨 150023)

摘要:为进一步了解水稻土壤微生物领域的研究进展和未来发展态势,基于 Web of Science 数据库,采用文献计量学的分析方法,分析了 2014—2023 年水稻土壤微生物领域文章。结果表明,2014—2023 年全球范围内关于水稻土壤微生物发表文章数量共计 768 篇,其中美国、印度、中国发文量排在前 3 位;研究机构中法国国家科学研究中心位居首位,发文量达 36 篇;中国科学院位列第二,发文量为 33 篇。该领域研究论文主要发表在 *Frontiers in Microbiology*、*Microorganisms* 和 *Frontiers in Plant Science*;研究学科包括微生物学、农学、分子生物学等相关学科。

关键词:水稻土;土壤微生物;Web of Science;研究态势

水稻是许多国家主要的粮食作物,在粮食安全上做出了重要贡献,是确保口粮安全的重要基础,对人类生存、发展及全球粮食安全具有重要意义^[1-4]。水稻为人们提供了丰富的营养。水稻的稳产、高产对于确保全球粮食稳定供应至关重要。水稻土经过长期水耕熟化形成了特定的土壤特征,也是耕地土壤中高产稳产的土壤类型,约占全国耕地面积的 1/5^[5-6]。同时受人为活动影响,水稻土质量变化较为显著^[7]。

土壤微生物作为农田生态系统中最重要、最活跃的组成部分,是土壤生态系统的核心,是参与土壤养分循环的重要因子,对维持生态系统稳定性具有重要作用^[8-10]。土壤系统中微生物数量众多,其群落组成较为复杂^[11]。土壤微生物数量和群落结构的变化,影响土壤的养分组成,也是衡量土壤肥力的重要指标^[12]。细菌和真菌是关键微生物菌群,土壤细菌在有机质分解矿化中起到不可或缺的作用,其群落变化在一定程度上反映土壤质量变化趋势^[13-14]。土壤真菌参与植物残体的分解,在生物地球化学循环中起到重要的作用^[15]。因此,研究土壤微生物对保护土壤生态系统和土壤可持续利用等具有重要意义。

文献计量是一种运用数学、统计学等相关计量方法对文献进行初步分析和深入挖掘,通过文献数量的变化关系和发展规律,进一步分析该研究领域现状及趋势的方法^[16-18]。随着人们对水稻土壤微生物的关注,相关研究领域成果增加,文章数量增多。选择文献计量的分析方法,对该领域发文数量、研究方向、期刊等进行深入挖掘分析,得出相应研究领域的研究趋势。目前,文献计

量在众多科研领域有所应用。如王顿等^[19]基于文献计量,运用 CiteSpace 软件对近 20 年国内外地下水数值模拟领域进行系统分析;兰玉彬等^[20]对国内外的智慧果园研究动态、热点和前沿进行文献计量分析;田嘉树等^[21]将中国知网和 Web of Science 两个数据库,对烟草代谢组相关领域研究进行分析;季雪婧等^[22]以 Web of Science 中的科学引文索引(SCIE)、会议论文引文索引(CPCI)为文献数据源,对 1995—2018 年全球十字花科育种相关领域基金资助来源、学科等进行分析;刘婷婷等^[23]以近 20 年的 1 895 篇论文为数据,采用文献计量方法,并结合运用 Excel 2019 和 VOSviewer 等软件对该领域进行了统计分析,并预测未来的研究热点及发展趋势。因此,本研究采用文献计量学的研究方法,结合 VOSviewer 软件对 2014—2023 年水稻土壤微生物相关研究领域进行国内外动态的分析,以期为该领域研究学者掌握和了解水稻土壤微生物的热点、未来发展方向提供文献支撑依据。

1 数据来源及检索方式

本研究数据以 Web of Science 数据库为数据源,检索主题词 TS=(“paddy soil and soil microbial diversity” or “soil bacteria diversity” or “soil fungal diversity”),检索时间跨度为 2014—2023 年,数据库检索的截止时间为 2023 年 11 月,文献检索类型为 Review Article,检索到 2014—2023 年已发表的水稻土壤微生物相关领域论文 768 篇。运用文献计量学对水稻土壤微生物相关领域进行计量分析。研究热点运用 VOSviewer 可视化软件^[24],对关键词进行分析。

收稿日期:2024-01-19

基金项目:黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZKYF2021-2-C027)。

第一作者:曾宪楠(1985—),女,硕士,副研究员,从事作物耕作栽培研究。E-mail:zengxiannanzxn@163.com。

2 结果与分析

2.1 年度发文量趋势

不同年度的发文数量可以体现该研究领域的发展速度、某一时间段的研究热点及未来的发展趋势^[25-26]。2014—2023 年(检索时间截止为 2023 年 11 月,2023 年数据尚未完全收录)。由图 1 可知,2014—2016 年发文数量趋于平稳状态,2016—2019 年呈现平稳上升趋势,表明水稻土壤微生物研究在全球范围内受到研究学者的广泛关注。且 2019 年以后成快速增长,且增速较快,成为研究的热点方向。2023 年发文数量较 2022 年有所降低,可能是因为数据检索截止时间为 2023 年 11 月,2023 年收录没有完全计入当年发文量。

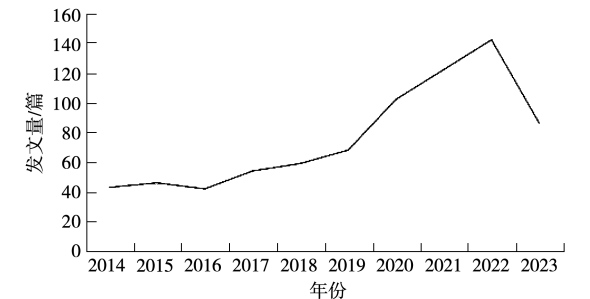


图 1 不同水稻土壤微生物年度发文数量

2.2 主要国家发文量分析

国家的发文数量在一定程度上反映在该研究

领域的关注程度。通过对 Web of Science 数据库已搜索到的水稻土土壤微生物文章数量排名前 10 的国家有美国(152 篇)、印度(111 篇)、中国(109 篇)、德国(62 篇)、法国(58 篇)、加拿大(54 篇)、澳大利亚(49 篇)、英格兰(41 篇)、巴西(37 篇)和荷兰(37 篇)。由表 1 可知,从国家发表文章数量分析,美国发表文章数量(152 篇)位居第一位,较发文量第二和第三的印度和中国分别多 41 和 43 篇,说明美国在该领域的研究实力高于其他国家。中国发文量虽然排在第三位,但文章数量达到 109 篇,较第四的德国多 45 篇,研究成果相对来说也是十分丰硕。

2.3 研究机构发文量

由表 2 可知,发文量排名前 10 的研究机构为法国国家科学研究中心、中国科学院、法国国家农业食品与环境研究院、印度农业研究理事会、西北大学、加利福尼亚大学、西班牙高等学术研究委员会、美国农业部、美国能源部、佛罗里达州立大学,前 10 位的研究机构总发文数量为 232 篇。在前 10 位的研究机构中美国的科研单位和高校所占的比例较多,共有 4 个机构位列前 10。其中发文量最高的机构法国国家科学研究中心,共计发表 36 篇。中国科学院位居第二位,仅次于法国国家科学研究中心,发文数量为 33 篇。说明近年来中国的科研机构中,主要以中国科学院在水稻土壤微生物相关领域逐步展开深入的研究工作。

表 1 2014—2023 年水稻土土壤微生物文章数量排名前 10 的国家及对应发文量

序号	国家	发文量/篇	序号	国家	发文量/篇
1	美国	152	6	加拿大	54
2	印度	111	7	澳大利亚	49
3	中国	109	8	英格兰	41
4	德国	62	9	巴西	37
5	法国	58	10	荷兰	37

表 2 2014—2023 年水稻土土壤微生物文章数量排名前 10 的研究机构

序号	机构	发文量	序号	机构	发文量
1	法国国家科学研究中心	36	6	加利福尼亚大学	21
2	中国科学院	33	7	西班牙高等学术研究委员会	19
3	法国国家农业食品与环境研究院	30	8	美国农业部	16
4	印度农业研究理事会	26	9	美国能源部	15
5	西北大学	22	10	佛罗里达州立大学	14

2.4 不同学术期刊发文量

期刊来源在一定程度上反映了研究内容的影响力,也是该研究内容的一个重要展现平台^[27]。因此,对期刊来源进行分析可以迅速掌握具有权威性的科研成果,追踪该领域的研究方向和热点问题。表 3 的期刊来源分析,有助于我们对水稻土壤微生物研究趋势进行准确分析。通过对 Web of

Science 数据库检索,检索到排名前 10 的期刊主要有 *Frontiers in Microbiology*、*Microorganisms*、*Frontiers in Plant Science*、*Applied Microbiology and Biotechnology* 和 *Science of the Total Environment* 等,影响因子范围为 4.2~9.8。研究学者可以多关注以上研究期刊追踪研究动态。

表 3 2014—2023 年水稻土土壤微生物文章排名前 10 的期刊

排名	期刊名	文章数量	影响因子	出版国家	出版商
1	<i>Frontiers in Microbiology</i>	52	5.2	SWITZERLAND	Frontiers Media S. A.
2	<i>Microorganisms</i>	19	4.5	SWITZERLAND	MDPI (Basel, Switzerland)
3	<i>Frontiers in Plant Science</i>	18	5.6	SWITZERLAND	Frontiers Media S. A.

表 3 (续)

排名	期刊名	文章数量	影响因子	出版国家	出版商
4	<i>Applied Microbiology and Biotechnology</i>	14	5.0	GERMANY	Springer Berlin Heidelberg
5	<i>Science of the Total Environment</i>	14	9.8	NETHERLANDS	Elsevier
6	<i>Soil Biology Biochemistry</i>	13	9.7	ENGLAND	Elsevier Ltd
7	<i>Fems Microbiology Ecology</i>	12	4.2	NETHERLANDS	Oxford University Press
8	<i>New Phytologist</i>	11	9.4	ENGLAND	Wiley-Blackwell Publishing Ltd
9	<i>Applied Soil Ecology</i>	10	4.8	NETHERLANDS	Elsevier
10	<i>Current Opinion in Microbiology</i>	9	5.4	ENGLAND	Elsevier Ltd

2.5 高被引论文分析

通过对 2014—2023 年对水稻土土壤微生物研究领域总被引频次排名前 10 的文章分析(表 4)。学者 Shrivastava 等^[28]于 2015 年发表在 *Saudi Journal of Biological Sciences* 上的“*Soil salinity: a serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation*”被引频次高达 1 307 次,该文在水稻土土壤微生物研究领域关注度最高。其次是 van

der Heijden 等^[29]于 2015 年发表在 *New Phytologist* 上的“*Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future*”,该文表明地下真菌发挥关键作用,并影响土壤结构和生态系统多功能性,被引频次为 1 085 次。排名第三的是来自 Qiao 等^[30]在 *Environment International* 发表“*Review of antibiotic resistance in China and its environment*”,自 2018 年发表后,至今被引频次为 948 次。

表 4 2014—2023 年水稻土土壤微生物被引频次排名前十的文章

排名	题名	第一作者	来源期刊	被引频次	发表年份
1	Soil salinity: a serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation	Shrivastava P	<i>Saudi Journal of Biological Sciences</i>	1307	2015
2	Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future	van der Heijden M G A	<i>New Phytologist</i>	1085	2015
3	Review of antibiotic resistance in China and its environment	Qiao M	<i>Environment International</i>	948	2018
4	Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms:a review	Geisseler D	<i>Soil Biology & Biochemistry</i>	791	2014
5	Microbial Phosphorus Solubilization and Its Potential for Use in Sustainable Agriculture	Alori E T	<i>Frontiers in Microbiology</i>	724	2017
6	Bacteria and archaea on Earth and their abundance in biofilms	Flemming H C	<i>Nature Reviews Microbiology</i>	704	2019
7	Biostimulants in Plant Science: a Global Perspective	Yakhin O I	<i>Frontiers in Plant Science</i>	617	2017
8	A review on the plant microbiome: ecology, functions, and emerging trends in microbial application	Compant S	<i>Journal of Advanced Research</i>	610	2019
9	The Ecology of Acidobacteria: moving beyond Genes and Genomes	Kielak A M	<i>Frontiers in Microbiology</i>	545	2016
10	Mycobiome diversity: high-throughput sequencing and identification of fungi	Nilsson R H	<i>Nature Reviews Microbiology</i>	456	2019

2.6 学科排名分析

由表 5 可知,水稻土土壤微生物相关领域所发表文章排名情况中,微生物学位居第一位,达到 224 篇,所占总文章数量 29.17%。环境科学生态学发表文章数量 170 篇,所占总文章数量 22.14%,

排第 2 位。农学位于第 3 位,文章数量 141 篇。该研究领域在植物学、生物技术应用微生物学、分子生物学和科学技术其他专题、化学、真菌和食品科学与技术等学科也有所研究。不同学科的交互研究,才能使某一研究领域研究更加全面、深入。

表 5 2014—2023 年文章排名前 10 学科

排名	学科	发文量/篇	所占比例/%	排名	学科	发文量/篇	所占比例/%
1	微生物学	224	29.17	6	分子生物学	48	6.25
2	环境科学生态学	170	22.14	7	科学技术其他专题	34	4.43
3	农学	141	18.36	8	化学	24	3.13
4	植物学	121	15.76	9	真菌学	23	3.00
5	生物技术应用微生物学	91	11.85	10	食品科学与技术	18	2.34

2.7 关键词分析

关键词的整理与分析可以体现出文章的研究主题,进一步预测未来的研究前景。本研究对已筛选出来的文章进行整理,运用 VOSviewer 可视化分析软件对其进行共现及聚类分析(图 2)将筛选的数据分为 3 个聚类,说明 2014—2023 年水稻土土壤微生物研究中,有 3 个主要的研究热点:

(1)以“diversity”为中心主题,主要研究水稻土土壤微生物的生物多样性所受到的影响,如何保证稳定的多样性。(2)以“microbial community”为中心主题,主要探究影响微生物群落结构,组成的因素。(3)以“abundance”为中心主题,主要探讨水稻土土壤微生物受不同因素影响下的物种丰富度。

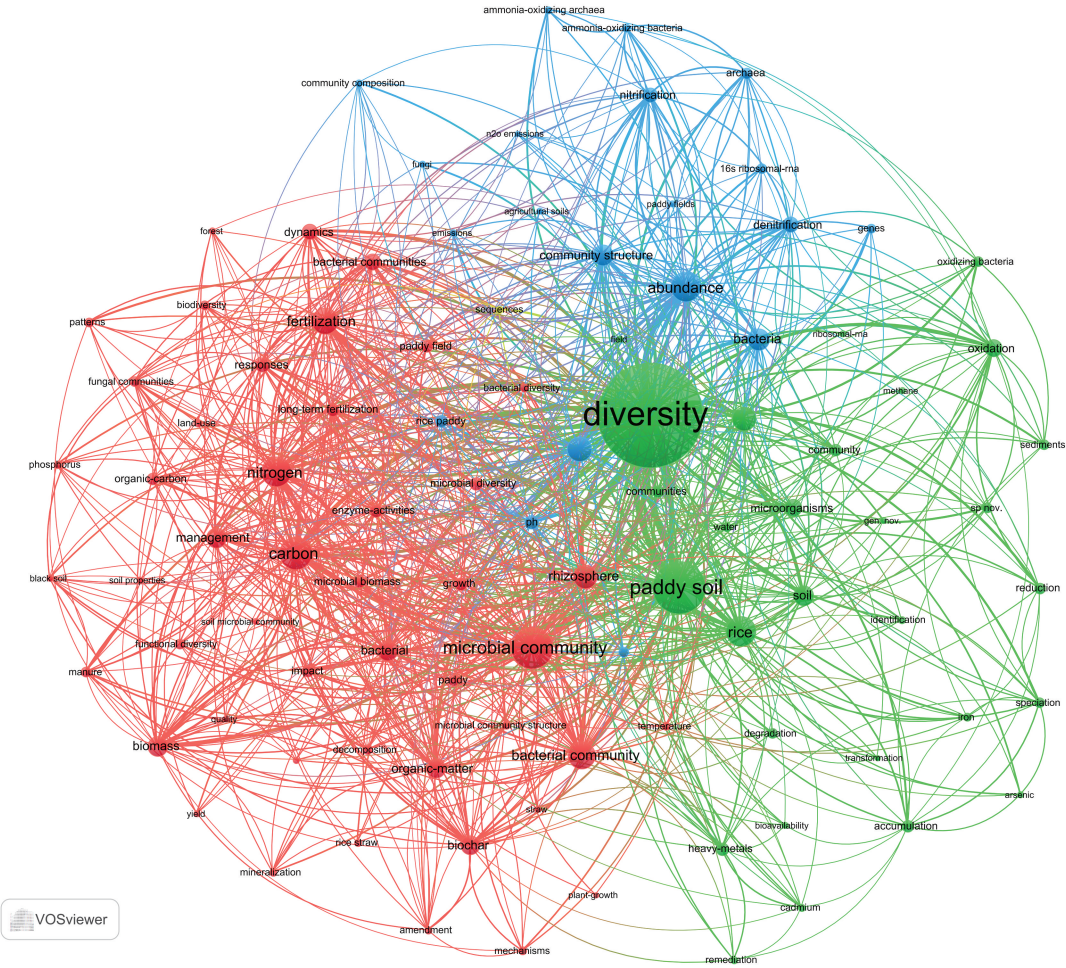


图 2 2014—2023 年水稻土土壤微生物关键词可视化分析

3 讨论

本研究以 2014—2023 年为时间范围,以 Web of Science 核心数据库中检索整理了关于水稻土土壤微生物相关研究的文献,并借助 VOSviewer 等软件,从年份、国家、机构、高被引文章,高频关键词共现及聚类分析等方面对该领域进行文献计量以及可视化分析,得到了关于水稻土土壤微生物研究的基本情况、发展态势。

在过去的 10 年,水稻土土壤微生物研究发文数量呈现出稳步增长的趋势,预计在未来,该领域的文献数量将会持续稳步增长。水稻土土壤微生物研究关注到微生物的多样性、群落结构、组成、丰富度等方面。Frontiers in Microbiology 为发文数量较多的期刊之一。

在水稻土土壤微生物研究中,维护微生物稳定性较为重要。随着对水稻土土壤微生物领域关注,未来也需要更加关注引起微生物变化的影响因素,包括自然因素、人为因素等。同时还要加强机构、地区和国家之间的交流合作,更加关注学科之间的融合,为水稻土土壤微生物领域研究做出贡献。

4 结论

综上所述表明,目前全球范围内水稻土土壤微生物发表文章数量呈现平稳上升趋势,其中美国、印度、中国为搜索数据库中发文量位居前 3 位的国家。被引频次最高的文章是学者 Shrivastava P 发表在 Saudi Journal of Biological Sciences 上的 Soil salinity: a serious environmental issue and

plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation,达到 1 307 次。通过数据库搜索近 10 年文章,研究学科目前已经涵盖微生物学、农学、分子生物学等。

参考文献:

- [1] 陈宏法,胡时开,唐绍清,等. 稻米品质遗传改良现状及展望[J]. 长江大学学报(自然科学版),2023,20(5):110-123.
- [2] 袁梦,李冰,尹航,等. 不同激素和环境胁迫调控水稻分蘖的研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2019(2):134-139.
- [3] 张艺籍,李东坡,肖富容,等. 生化抑制剂和浒苔多糖配施的稳定性尿素在黑土中的肥料效果[J]. 华北农学报,2023,38(5):139-147.
- [4] 宋云生,于雅洁,曹鹏辉,等. 基于分子标记辅助选择的优质、高产、抗稻瘟病水稻新品种育种综述[J]. 江西农业学报,2023,35(7):20-25,36.
- [5] 章明奎,麻万诸. 中国植稻土壤发生分类的研究现状与存在问题[J]. 中国农学通报,2023,39(27):67-74.
- [6] 曹彦强,张中峰,徐广平,等. 水稻土细菌群落对长期施肥和短期氮添加的响应[J]. 广西科学,2021,28(4):389-395.
- [7] 周喜新,刘婵,李海平,等. 添加不同秸秆对酸性水稻土 pH 值及有机碳组分的影响[J]. 江苏农业科学,2023,51(15):225-230.
- [8] 肖力婷,杨慧林,赖政,等. 稻田土壤微生物群落对稻蟹共作模式的响应特征[J]. 农业工程学报,2022,38(24):102-109.
- [9] 孙倩,吴宏亮,陈阜,等. 不同作物轮作对谷田土壤酶活性和土壤细菌群落的影响[J]. 生态环境学报,2020,29(12):2385-2393.
- [10] 浦滇,石明,周孟孟,等. 基于高通量绝对定量对不同树龄茶树土壤细菌群落多样性的研究[J]. 西南农业学报,2022,35(1):186-193.
- [11] 李金婷,黄少欣,韦持章,等. 不同氮素营养水平对茶树根际土壤微生物的影响及其在养分调控中的作用[J]. 华北农学报,2019,34(S1):281-288.
- [12] 杨桂生,宋长春,宋艳宇,等. 三江平原小叶章湿地剖面土壤微生物活性特征[J]. 生态学报,2010,30(22):6146-6153.
- [13] 赵彤,黄懿梅,温鹏飞. 高通量测序技术研究宁南山区不同植被恢复对土壤细菌的影响[J]. 西部大开发(土地开发工程研究),2016(4):19-26.
- [14] 温美娟,杨思存,王成宝,等. 深松和秸秆还田对灌耕灰钙土土壤细菌多样性和群落结构的影响[J]. 农业资源与环境学报,2023,40(2):423-433.
- [15] BARBI F, PRUDENT E, VALLON L, et al. Tree species

- select diverse soil fungal communities expressing different sets of lignocellulolytic enzyme-encoding genes[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2016, 100: 149-159.
- [16] NEDERHOF A J. Bibliometric monitoring of research performance in the Social Sciences and the Humanities: a Review[J]. Scientometrics, 2006, 66(1): 81-100.
 - [17] 陈妹姑,李新国,周兆禧,等. 基于 Web of Science 数据库的榴莲研究文献计量学分析[J]. 中国南方果树,2023,52(5):220-224.
 - [18] 郑倩,李鹏云,周迪. 基于文献计量学的智慧农业研究现状及趋势分析[J]. 华中农业大学学报,2023,42(3):29-38.
 - [19] 王顿,裴丽欣,张礼中,等. 基于文献计量学近 20 年国内外地下水数值模拟研究进展及展望[J]. 环境工程,2023,41(S1):240-247.
 - [20] 兰玉彬,林泽山,王林琳,等. 基于文献计量学的智慧果园研究进展与热点分析[J]. 农业工程学报,2022,38(21):127-136.
 - [21] 田嘉树,丁光荣,王晓丽,等. 基于文献计量学的烟草代谢组知识图谱分析[J]. 烟草科技,2022,55(3):31-38.
 - [22] 季雪婧,寇远涛,叶飒,等. 基于文献计量学的全球十字花科育种领域学科态势分析[J]. 中国蔬菜,2020(12):82-88.
 - [23] 刘婷婷,侯丽君,刘佳茜,等. 基于文献计量的塑料地膜研究发展态势分析[J]. 中国农业大学学报,2020,25(9):90-103.
 - [24] van ECK N J, WALTMAN L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping[J]. Scientometrics, 2010, 84(2): 523-538.
 - [25] 王忠静,于蘇越,许兴. 基于文献计量学的土壤盐渍化研究动态定量综述[J]. 清华大学学报(自然科学版),2024,64(2):303-317.
 - [26] 李雅,刘梅,曾全超,等. 基于文献计量的土壤有机碳与土壤微生物多样性研究前沿态势分析[J]. 土壤通报,2017,48(3):745-756.
 - [27] 陈君. 国内关于数字货币研究的演进与前沿:基于 CSSCI 文献(2002—2020)科学知识图谱分析[J]. 开发性金融研究,2023,12(2):87-96.
 - [28] SHRIVASTAVA P, KUMAR R. Soil salinity: a serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation[J]. Saudi Journal of Biological Sciences, 2015, 22(2): 123-131.
 - [29] van der HEIJDEN M G A, MARTIN F M, SELOSSE M A, et al. Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future[J]. The New Phytologist, 2015, 205(4): 1406-1423.
 - [30] QIAO M, YING G G, SINGER A C, et al. Review of antibiotic resistance in China and its environment[J]. Environment International, 2018, 110: 160-172.

Research Trends on Soil Microorganisms in Paddy Soil Based on Web of Science

ZENG Xiannan, SUN Yu, WANG Qi, SONG Qiulai, LIANG Quanxi

(Institute of Crop Cultivation and Tillage, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150023, China)

Abstract: In order to further understand the research progress and future development trends in the field of soil microorganisms in paddy soils, based on the Web of Science database, bibliometric analysis methods were used to analyze articles in the field of soil microorganisms in paddy soils from 2014 to 2023. The results showed that from 2014 to 2023, there were a total of 768 published articles on soil microorganisms in paddy soils worldwide; The United States, India, and China rank in the top three in terms of publication volume; The French National Center for Scientific Research ranks first among research institutions, the number of published articles reached 36. The Chinese Academy of Science ranked second, with 33 publications; Research papers in this field had mainly been published in *Frontiers in Microbiology*, *Croorganisms* and *Rontiers in Land Sciencef*; The research disciplines include microbiology, agriculture, molecular biology, and other related disciplines.

Keywords: paddy soil; soil microorganism; Web of Science; research situation