

水肥一体化知识图谱研究——基于 cnki 和 CiteSpace 的计量分析

蔡秋亮, 陈虹丽, 梁彩婷, 晋治波

百色学院农业与食品工程学院 广西百色
百色学院亚热带特色农业产业学院 广西百色
广西芒果生物学重点实验室 广西百色

【摘要】目的 为了了解我国水肥一体化的发展现状、规模和支撑机构等问题, **方法** 本研究采用信息可视化软件 CiteSpace, 以 cnki 数据库 2004-2020 年收录的 3881 篇水肥一体化文献为研究对象, 对我国水肥一体化领域的概况进行系统阐述, **结果** 结果表明: 我国水肥一体化正处于相对成熟阶段, 总发文量 700 篇左右; 主要资助对象为国家重点研发技术基金和国家自然科学基金基金; 被引频次最多的作者是高祥照; 被引频次最多的机构是全国农业技术推广服务中心; 发文量较多的核心期刊是《农业工程技术: 温室园艺》; 研究热点主要集中在肥料利用率、施肥机械和作物等方向。 **结论** 通过水肥一体化的知识图谱分析, 明确水肥一体化大致研究范畴, 为未来水肥一体化产业发展提供理论依据。

【关键词】 cnki; 水肥一体化; CiteSpace; 知识图谱

【基金项目】 国家自然科学基金项目 (31660171); 广西科技项目 (2020GXNSFAA297123); 国家重点研发项目 (2020YFD1000600)。

Research of Knowledge Graph on Water and fertilizer integration ——Based on CNKI and the measurement analysis of CiteSpace

Qiuliang Cai, Hongli Chen, Caiting Liang, Zhibo Jin

Agriculture and Food Engineering College, Baise University
Industrial College of Subtropical Characteristic Agriculture, Baise University
Guangxi Key Laboratory of Biology for Mango, GuangXi BaiSe

【Abstract】Objective In order to understand the development status, scale and supporting institutions of my country's water and fertilizer integration, **Method** this study used the visualization software CiteSpace, and taked 3,881 literatures on the water and fertilizer integration in the CNKI from 2004 to 2020 as the research object. Systematic elaboration of the overview of the field caught out. **Result** The results showed that the field was currently at a relatively mature stage, with a total publication volume of about 700 articles on water and fertilizer integration in my country; The main funding objects came from the National Key R&D Technology Fund and the National Natural Science Foundation of China; Chen Xi of China Agricultural Materials was the author of the most published articles; The most cited author was Gao Xiangzhao; The most cited institution was the National Agricultural Technology Extension Service Center of the Ministry of Agriculture of China; The core journal with more publications was "Agricultural Engineering Technology: Greenhouse Gardening"; Research hotspots mainly focused on fertilizer utilization, agricultural machinery and agronomy, farmland water saving, growth and development, fertilizer application machinery and crops. **Conclusion** Through the knowledge map analysis of water and fertilizer integration, it provides theoretical basis and feasible suggestions for the future development of water and fertilizer integration industry.

作者简介: 蔡秋亮 (1979-) 男, 博士, 副研究员, 主要研究方向: 植物营养和环境化学和污染治理。

【Keywords】 CNKI; Water and fertilizer integration; CiteSpace; Knowledge graph

引言

【研究意义】我国水资源匮乏^[1], 水安全已全面亮红灯^[2], 同时也是一个农业大国。在农业用水方面灌溉用水(包括田间灌溉和输配水系统供水)占比极高^[3]; 而且我国农业用水量占比高且利用率和重复率极低。水肥一体化灌溉面积已经占我国灌溉面积的一半, 增加了有效灌溉面积, 为我国节水减排做出巨大的贡献。水资源的高效利用成为国家和学者聚焦的热点问题。由于水肥一体化可以高效利用水资源且与肥料结合, 更有利于把控植物生长以及对农业环境相关方面进行研究而被广泛关注。而水肥一体化对于节水、减量施肥和精准施肥起着重要作用。习近平总书记提出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期水利工作思路, 农业用水量为用水量之首, 农业节水刻不容缓。

【前人研究进展】目前水肥一体化技术应用范围较广, 已应用在马铃薯^[4]、玉米^[5]、番茄^[6]、黄瓜^[7]、小麦^[8]、葡萄^[9]、辣椒^[10]、烤烟^[11]、香蕉^[12]、荔枝^[13]、柑橘^[14]、甘蔗^[15]等作物。CiteSpace 是一款由陈超美教授开发的可用于海量文献可视化分析的软件, 可以让研究人员可以更迅速地对这一研究领域更直观的了解, 识别出该领域的发展状况和最新的动态。已有研究者通过 CiteSpace 可视化分析肥料领域内容: 生物碳^[16] 和有机肥^[17]等。

【本研究切入点】随着国家对节水灌溉农业的重视, 对水肥一体化方面研究的发文量呈现飞速增长的趋势, 但是针对水肥一体化方面大体的形势进行定量分析的研究尚未报道。

【拟解决的关键问题】故本文借助可视化软件 CiteSpace 工具, 以文献计量可视化分析为基础, 对于来自中国知网(CNKI)的 2004-2020 年的水肥一体化有关文献进行可视化分析。以期对水肥一体化的研究领域的核心和热点前沿进行归纳, 阐释我国水肥一体化的大体形势, 为推动中国水肥一体化的研究提供理论知识。

1 研究方法及数据采集

1.1 数据来源

本研究以中国知网(CNKI)作为数据库来获取数据, 以主题为“水肥一体化”和检索时间段为 2004-2020 年。经筛选剔除后总共转换得到 3881 篇

文献, 其中, 核心期刊为 424 篇, EI 为 43 篇, CSSCI 为 7 篇。

1.2 分析方法

选择使用美国德雷塞尔大学陈超美教授团队研发的 CiteSpace 5.7.R2 (64-bit), 以关键词、机构、作者为对象进行可视化分析, 软件主要应用于科研文献数据处理, 进而以可视化的方式探究所研究方向的特征和演变趋势。主要使用 CiteSpace 软件、Excel、PowerPoint 和 CNKI 自带的统计功能等对我国水肥一体化研究领域的发文量、研究机构、作者等数据进行处理。由图 1 显示着知识共现图谱展示的节点和连线的意义。图 2 展示了知识图谱绘制的整体过程。

2 结果与分析

2.1 研究阶段和特点

研究领域发展状况可通过该领域研究成果在某一段时间随着时间变化的趋势体现出来的^[18]。水肥一体化领域的发文量整体变化趋势展现为一个快速增长的趋势。由图 3 可看出, 2004 至 2009 年国内相关发文量平均量为 20 篇(发展初期)。可能原因是国家初引进水肥一体化技术, 且使用成本较高且国家的政策性不足, 导致此领域研究相对滞后。

从 2010 年开始, 相关发文量呈现一个爆发的趋势增加研究发文量, 是该领域的高速发展期(2010-2017 年), 农业部于 2012^[19]和 2017 年下达的相关文件, 呼吁大家节水, 重视全国节水和农业水肥一体化的水肥一体化灌溉, 从而促进相关领域人士对其进行研究。2018 年后发文量趋于稳定, 视为成熟期(2018-2020 年), 期间年平均发文量均有 701 (篇/年)。整个领域的研究趋于一个比较成熟阶段。

结合图 4 和图 5 可以看出随着节水灌溉面积和有效灌溉面积不断增加, 2019 年节水灌溉面积将近占总灌溉面积的 54%。我国节水灌溉面积已由 1998 年 1524 万公顷推广至 2019 年约为 3705 万公顷^[20], 2018 年和 2019 年农业用水(包括灌溉总用水和农业其他用水)在整个用水量中占比 61%左右, 与 1997 年的 70.4%^[21]相比, 农业用水在整个用水量中占比不断下降, 因此, 此领域发文量与节水灌溉面积基本呈现同一发展趋势。

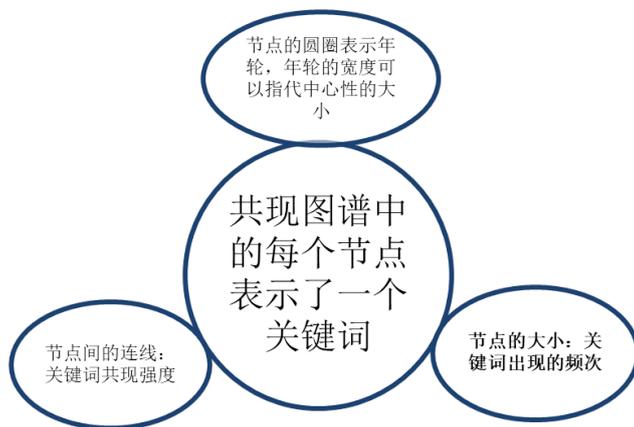


图1 图谱节点的解释说明

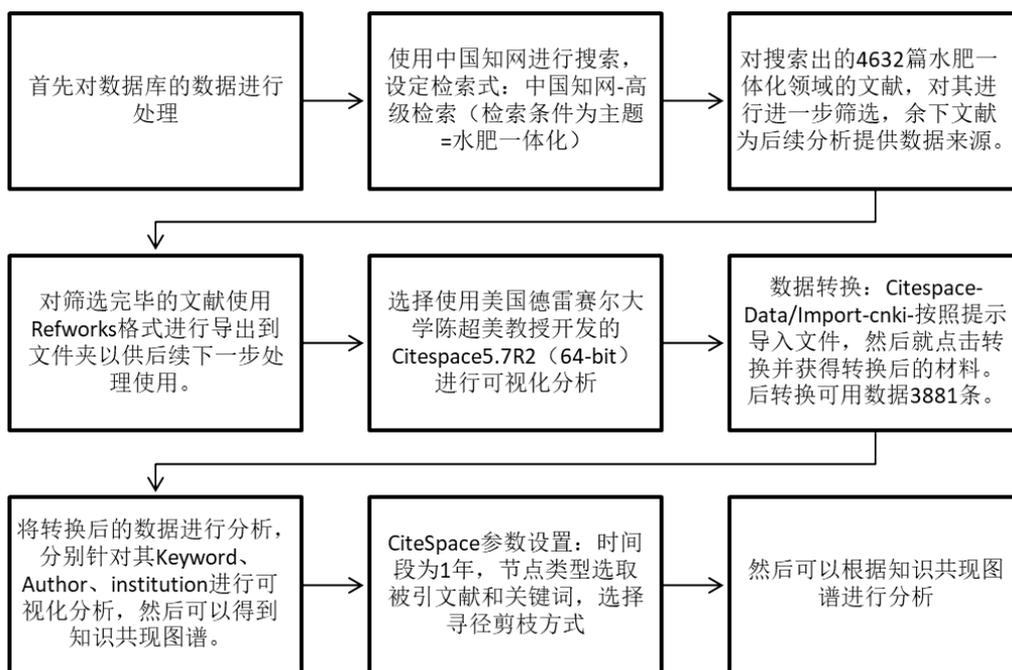


图2 研究方法和数据采集

发文年度趋势



图3 关于水肥一体化研究的文献量年变化趋势

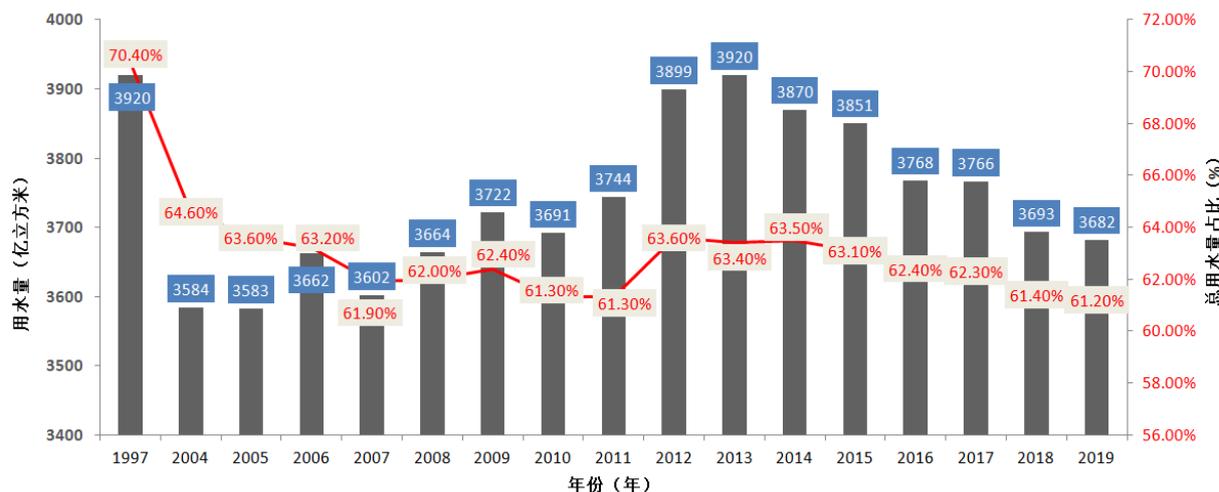


图 4 农业用水量及其在总用水量的占比

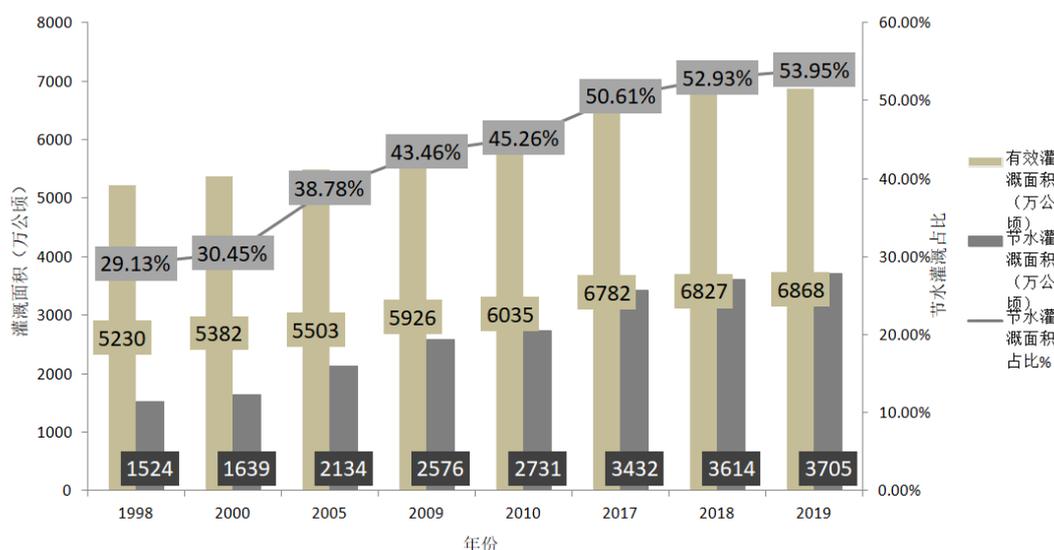


图 5 农业节水灌溉面积及在总灌溉面积占比

2.2 期刊来源情况

根据 cnki 数据库获取 2004 年-2020 年刊载论文章期刊的文章刊载数量, 刊载文献数量超过 40 篇的总共有 21 家, 如表 1 所示。其中《中国农资》刊载数量最多 (304 篇), 其次是《现代农业技术》(129 篇)、《农业工程技术》(92 篇)、农业科技通讯 (86 篇) 等刊物。由表 1 可以看出《节水灌溉》、《农业工程技术: 温室园艺》、《农业科技通讯》、《蔬菜》和《长江蔬菜》均为收录北大核心期刊, 分别总被引次数为 43623 次、15896 次、38597 次、12961 次、36712 次。其中《节水灌溉》在该领域复合影响因子为 1.121, 相关发文量为 42 篇; 《中国

农资》总被引次数为 3831 次, 是水肥一体化相关文献发布最多的期刊 (达 304 篇), 在水肥一体化领域总被引为 66 次; 《现代农业科技》的总被引频次最高 (190930 次), 且在 21 个期刊中水肥一体化领域总被引频次最高 (604 次)。在这些刊物上刊载的论文, 基本上代表着水肥一体化研究领域的重点核心。由表 2 可以看出水肥一体化领域被引频次最高的前 10 篇文献, 其中高鹏等于 2012 年发表的《水肥一体化技术的应用现状与发展前景》, 在水肥一体化领域中至今被引频次最高 (197 次)。水肥一体化为农业新技术, 更具有应用性。主要方向是水肥一体化技术与作物的契合度以及对作物需肥情况研

究。

2.3 主要研究力量分析

(1) 主要研究机构分析

机构共现分析可用于揭示某一领域的核心研究机构以及相关机构的合作关系强度。通过对“水肥一体化”相关的机构进行知识图谱构建(如图6),并从此图谱6可以看出机构的学科相关度的强度是否居于该领域的前沿。

经过剔除筛选,列出19个机构的数据进行分析,结合表3,中介中心性是处于网络的中心,是指网络中经过某点连接两点间的最短路径占这两点路径的中间最短路径线总数之比,用来刻画节点重要性的指标。从表3的中心性来看,北京农业智能装备技术研究中心最高,中心性为7,在水肥一体化这一方面为重要的研究机构,与其他机构合作联系强度大,影响性较强,其次是全国农业技术推广服务中心,

中介中心性为6,河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所,中介中心性为5。从机构的频次上来看,吉林农业大学资源与环境学院,频次为42,其次是全国农业技术推广服务中心,频次为20;中国农业大学土地科学与技术学院,频次为18。说明这几个机构在水肥一体化领域研究是在该领域研究前沿。

从表3和图6可以看出,对于水肥一体化研究更深入的机构主要分布在北方地区和西北地区,而南方地区相对较少。特别对于广西这样的农业大区而言,研究水肥一体化可以在很大程度促进当地农业发展,由于它的地形没有北方和西北的地形平缓,水肥一体化的推广相对会更难进行,若能研究适合广西地区水肥一体化研究,对应研究的普及将可以使广西的各种农作物获得有效增产手段和节水灌溉的方式。

表1 水肥一体化研究文献主要期刊

| 期刊 | 数量/篇 | 总引用次数(次) | 该领域被引次数(次) | 是否为核心期刊 |
|----------|------|----------|------------|---------|
| 中国农资 | 304 | 3831 | 66 | 否 |
| 现代农业技术 | 129 | 190930 | 604 | 否 |
| 农业工程技术 | 92 | 15896 | 146 | 是 |
| 农业科技通讯 | 86 | 36712 | 126 | 是 |
| 农业与技术 | 85 | 59990 | 153 | 否 |
| 长江蔬菜 | 79 | 38597 | 193 | 是 |
| 中国农技推广 | 79 | 14019 | 299 | 否 |
| 现代农村科技 | 75 | 20430 | 81 | 否 |
| 农业知识 | 71 | 4450 | 13 | 否 |
| 西北农林科技大学 | 67 | 185657 | 480 | 否 |
| 农民致富之友 | 52 | 36200 | 56 | 否 |
| 农业开发与装备 | 52 | 19403 | 79 | 否 |
| 农业科技与信息 | 51 | 59990 | 49 | 否 |
| 南方农业 | 49 | 25166 | 61 | 否 |
| 农村科技 | 48 | 7538 | 29 | 否 |
| 节水灌溉 | 46 | 43623 | 323 | 是 |
| 果农之友 | 45 | 7631 | 33 | 否 |
| 中国农业信息 | 44 | 22117 | 375 | 否 |
| 山东农业大学 | 43 | 88008 | 164 | 否 |
| 现代农业 | 43 | 19260 | 39 | 否 |
| 蔬菜 | 40 | 12961 | 96 | 是 |

表 2 我国水肥一体化被引数居前的 10 篇文献

| 序号 | 文献名称 | 作者 | 被引数 |
|----|-------------------------------|---------------|-----|
| 1 | 水肥一体化技术的应用现状与发展前景 | 高鹏,简红忠,魏祥,等 | 197 |
| 2 | 水肥一体化发展现状与展望 | 高祥照,杜森,钟永红,等 | 185 |
| 3 | 水肥一体化技术应用现状、存在问题与对策及发展前景 | 刘建英,张建玲,赵宏儒 | 153 |
| 4 | 我国水肥一体化技术应用及研究现状 | 陈广锋,杜森,江荣风,等 | 113 |
| 5 | 我国蔬菜化肥减施潜力与科学施用对策 | 黄绍文,唐继伟,李春花,等 | 102 |
| 6 | 水肥一体化施磷对滴灌玉米产量、磷素营养及磷肥利用效率的影响 | 张国桥,静,刘涛,等 | 88 |
| 7 | 水肥一体化技术提高水肥利用效率研究进展 | 李传哲,许仙菊,马洪波,等 | 86 |
| 8 | 水肥一体化技术对不同生态区果园苹果生产的影响 | 路永莉,白风华,杨宪龙,等 | 84 |
| 9 | “水肥一体化”技术试验示范与应用展望 | 李茂权,朱帮忠,赵飞,等 | 83 |
| 10 | 山东省设施黄瓜水肥一体化滴灌技术应用研究 | 于舜章 | 78 |



图 6 研究机构共现知识图谱

表 3 研究机构文章发表频次和中心性情况

| 研究机构 | 频次 | 研究机构 | 中心性 |
|----------------------|----|----------------------|-----|
| 吉林农业大学资源与环境学院 | 42 | 北京农业智能装备技术研究中心 | 7 |
| 全国农业技术推广服务中心 | 20 | 全国农业技术推广服务中心 | 6 |
| 中国农业大学土地科学与技术学院 | 18 | 河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所 | 5 |
| 中国农业科学院作物科学研究所 | 17 | 农业农村部作物高效用水原阳科学观测实验站 | 4 |
| 河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所 | 15 | 河南农业大学国家小麦工程技术研究中心 | 4 |
| 农业农村部作物高效用水原阳科学观测实验站 | 14 | 河南财经政法大学 | 4 |
| 南京邮电大学经济学院 | 14 | 河南省黄河流域节水农业野外科学观测研究站 | 4 |
| 华东理工大学化工学院 | 14 | 中国农业大学资源与环境学院 | 4 |
| 北京农业职业学院 | 13 | 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所 | 4 |
| | | 西北农林科技大学水土保持研究所 | 4 |

表 4 我国水肥一体化发文的总被引量居前的 20 位作者

| 序号 | 作者 | 所在机构 | 发文量/篇 | 总被引次数 |
|----|-----|-------------------|-------|-------|
| 1 | 张承林 | 华南农业大学 | 18 | 173 |
| 2 | 高祥照 | 中国农业部全国农业技术推广服务中心 | 14 | 471 |
| 3 | 杜森 | 中国农业部全国农业技术推广服务中心 | 13 | 390 |
| 4 | 邓兰生 | 华南农业大学 | 11 | 131 |
| 5 | 杨铁钊 | 河南农业大学 | 10 | 104 |
| 6 | 马蔚红 | 中国热带农业科学院 | 10 | 61 |
| 7 | 周杰 | 石河子大学 | 10 | 60 |
| 8 | 臧小平 | 中国热带农业科学院 | 10 | 72 |
| 9 | 郭文忠 | 北京农业智能装备工程技术研究中心 | 10 | 69 |
| 10 | 胡笑涛 | 西北农林科技大学 | 9 | 41 |
| 11 | 涂攀峰 | 华南农业大学 | 9 | 132 |
| 12 | 陈清 | 中国农业大学 | 9 | 95 |
| 13 | 李莉 | 中国农业大学 | 7 | 183 |
| 14 | 杨林林 | 北京农业职业学院 | 7 | 104 |
| 15 | 姜远茂 | 中国农资杂志 | 7 | 100 |
| 16 | 李银坤 | 北京农业智能装备工程技术研究中心 | 7 | 78 |
| 17 | 刘宝 | 石河子大学 | 7 | 38 |
| 18 | 李家春 | 贵州大学 | 7 | 45 |
| 19 | 马德新 | 青岛农业大学 | 6 | 39 |
| 20 | 阳继辉 | 广西土壤肥料工作站 | 6 | 161 |

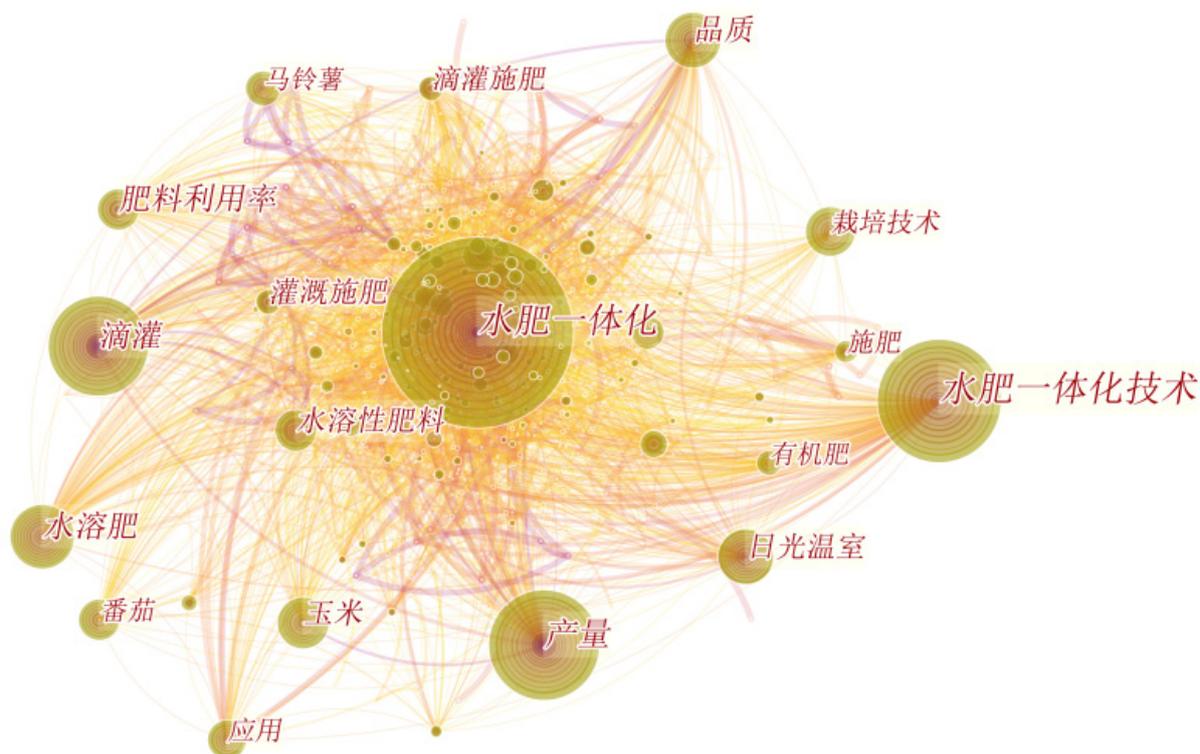


图 10 关键词知识图谱

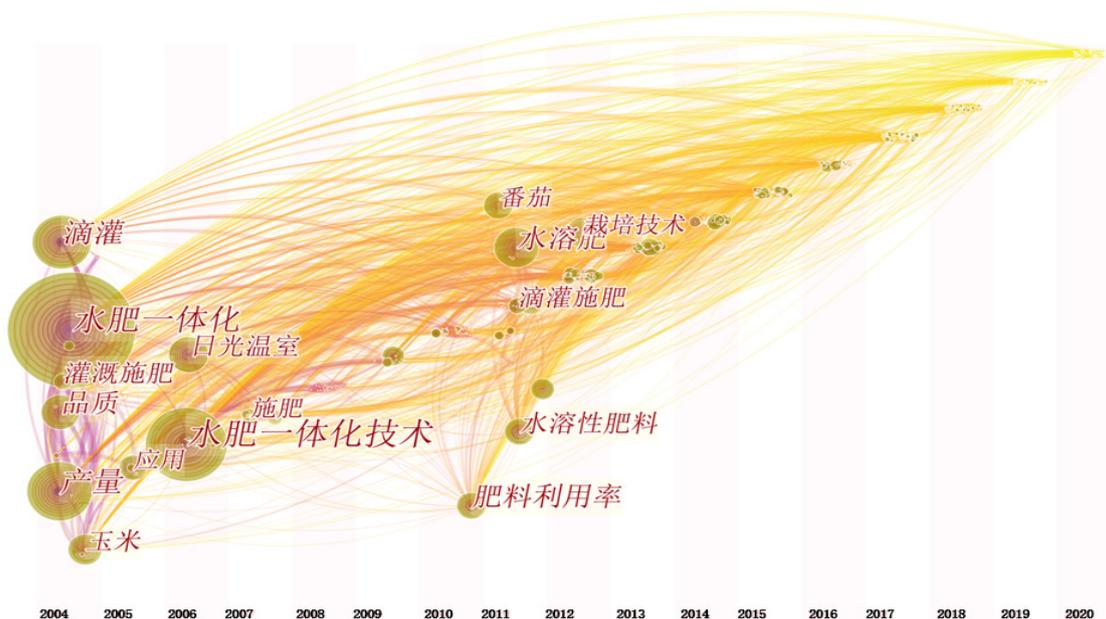


图 11 关键词知识图谱

Fig.11 Keyword knowledge map

| Keywords | Year | Strength | Begin | End | 2004 - 2020 |
|----------|------|----------|-------|------|-------------|
| 磷肥利用率 | 2004 | 9.69 | 2004 | 2014 | |
| 滴灌 | 2004 | 5.67 | 2004 | 2011 | |
| 低位均衡 | 2004 | 5.17 | 2004 | 2012 | |
| 分配比例 | 2004 | 4.92 | 2004 | 2011 | |
| 农业化工 | 2004 | 4.92 | 2004 | 2011 | |
| 农产品电商 | 2004 | 4.92 | 2004 | 2011 | |
| 农机农艺 | 2004 | 4.92 | 2004 | 2011 | |
| 增效减排 | 2004 | 4.46 | 2004 | 2010 | |
| 响应型控释 | 2004 | 4.46 | 2004 | 2010 | |
| 工艺流程 | 2004 | 3.91 | 2004 | 2009 | |
| 日光温室 | 2004 | 8.29 | 2006 | 2010 | |
| 农田节水 | 2004 | 5.26 | 2008 | 2013 | |
| 高效节水技术 | 2004 | 4.32 | 2010 | 2012 | |
| 灌溉施肥 | 2004 | 7.75 | 2011 | 2014 | |
| 滴灌施肥 | 2004 | 6.71 | 2011 | 2015 | |
| 水溶肥料 | 2004 | 4.3 | 2011 | 2015 | |
| 水溶肥 | 2004 | 13.27 | 2012 | 2014 | |
| 水溶性肥料 | 2004 | 8.29 | 2012 | 2014 | |
| 金正大 | 2004 | 12.02 | 2013 | 2015 | |
| 对策 | 2004 | 5.16 | 2013 | 2015 | |
| 以色列 | 2004 | 8.43 | 2014 | 2015 | |
| 新型肥料 | 2004 | 4.12 | 2014 | 2015 | |
| 生长发育 | 2004 | 4.66 | 2017 | 2020 | |
| 滴灌水肥一体化 | 2004 | 4.06 | 2017 | 2020 | |
| 柑橘 | 2004 | 4.53 | 2018 | 2020 | |

图 12 引文爆发率最高的前 25 个关键词

(2) 主要研究作者分析

要了解某领域哪些作者是高影响力作者可通过作者知识共现图谱展示出来^[22]。通过梳理数据可以看出主要有 40 多位学者长期在水肥一体化领域研究(图 7)。可根据普莱斯定律来确定核心作者^[23], 并根据该定律可确定发表 5 篇以上的学者可确定为水肥一体化研究领域的核心作者(M=4.1)。图 7 是通过研究水肥一体化的核心作者进行团队聚类分析, 获得可视化共现图谱。由图 7 可知, 陈熙在水肥一体化领域做出了卓越的贡献, 构建了以她为中心的网络研究体系, 与中国农资的吴江、张琴有着密切的协作关系, 与相关发文量总被引量最高且发文量居前的 20 位作者(表 4), 共同构建水肥一体化的研究中心。其中有中国农业部全国农业技术推广服务中心的杜森, 华南农业大学的张承林、邓兰生、涂攀峰; 中国农业大学的陈清; 中国热带农业科学院的马蔚红、臧小平; 西北农林科技大学的胡笑涛, 石河子大学的周杰, 宁夏大学贾彪, 北京农业智能装备工程技术研究中心的郭文忠, 李银坤; 河南农业大学杨铁钊; 山东农业大学姜远茂; 西北农林科技大学王文娥等作者。在该领域中, 总被引量最高的是高祥照(471 次), 同时可以看出高祥照也是水肥一体化领域核心作者中的重要作者。

(3) 资助单位或基金

从图 9 可以看出对该领域支持最大的基金是: 国家重点研发技术基金(134 篇)、国家自然科学基金(131 篇), 其余是现代农业产业体系建筑专项基金(78 篇)、国家高技术研究发展计划(65 篇)等。该领域的资助单位或基金可明确该领域的被相关单位或部门关注的对象或程度。我国水肥一体化的研究受到国家层面的高度重视。目前水肥一体化主要是国家层面支撑, 各级地方政府也高度重视此领域发展。

2.4 研究主题

根据关键词的知识共现图谱, 可以了解在该关键词研究领域的热点和方向。从图 10 可以看出以水肥一体化为主要核心的关键词, 其他核心的关键词有水肥一体化技术、滴灌、产量水溶肥和品质等。图 11 展示了 2004 年到 2020 年期间各个年段主要的研究对象和方向。可以根据多诺霍公式计算得到 T 值为 55.8, 所以当关键词出现超过 56 次就表示为该领域的主

要研究关键词, 本文数据的关键词总共有 670 个。从图 11 可知: 水肥一体化出现了 1585 次, 中心性为 0.46; 水肥一体化技术出现了 512 次, 中心性为 0.51; 产量出现了 300 次, 中心性 0.15; 滴灌出现了 210 次, 中心性为 0.13; 水溶肥出现了 152 次, 中心性为 0.11; 玉米出现了 115 次, 马铃薯出现了 82 次, 番茄出现了 72 次等高频词等代表了水肥一体化的研究热点, 其研究热点可以归纳为水肥一体化-作物。从文献中可知, 我国已对水肥一体化-马铃薯^[24]、水肥一体化-玉米^[25]、水肥一番茄^[26]、水肥一体化-黄瓜^[27]、水肥一体化-小麦^[28]、水肥一体化-葡萄^[29]、水肥一体化-辣椒^[30]、水肥一体化-烤烟^[31]等水肥一体化-作物领域进行研究。

关键词的出现后续会在首次出现那年进行叠加, 可以从图 11 中看出关键词首次出现的年份。图 12 展示着关键词共现图谱中前 25 个引文爆发率最高的关键词; 并从图 12 可看出磷肥利用率的研究强度是在 2004-2014 年, 滴灌的研究强度是在 2004-2011 年, 低位均衡研究强度是在 2004-2012 年, 农田节水研究强度是在 2008-2013 年, 滴灌施肥研究强度是在 2011-2015 年, 水溶肥研究强度是在 2012-2014 年等。结合图 11 和图 12 可看出我国对于水肥一体化是有一个循序渐进的过程, 先是对灌溉和肥料一个分开的研究, 然后才是一个相对全面的整合的体现, 最后才是对水肥一体化领域的后续进行研究。从单一研究肥料或者灌溉方式或者作物, 到把肥料和灌溉方式融合在一起, 使其有一个相对完整的水肥一体化的构架, 然后也是对最终结果收成的研究。水肥一体化区域的结构逐渐开始完善, 研究有了一个更深入的进展。

3 结论与展望

通过对水肥一体化研究的时间、机构以及期刊分布进行了分析, 阐释了关键词、作者和机构为中心的知识图谱内容, 分析了近 17 年水肥一体化领域的知识基础和研究热点等问题。结果表明, 目前中国水肥一体化科研经历了三个时期: 起步期(2000-2009)、高速发展期(2010-2017)和相对成熟期(2018-2020 年); 国内刊载水肥一体化研究论文量多的期刊有《中国农资》、《农业工程技术: 温室园艺》等; 以中国农资的陈熙为核心的研究网络; 水肥一体化的研究热点领域在水肥一体化、产量、滴

灌、水肥一体化技术、栽培技术等高频关键词等；水肥一体化领域主要研究方向为水肥一体化-作物；主要支持基金项目：国家重点研发计划、国家自然科学基金、现代农业产业技术体系建设专项基金、国家高技术研究发展计划、国家星火计划等。

参考文献

- [1] 国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见[J].中华人民共和国水利部公报,2012(01):2-6.
- [2] 发展改革委 水利部关于印发《国家节水行动方案》的通知[J].中华人民共和国国务院公报,2019(22):39-45.
- [3] 高占义.用智慧用水管理技术推动实现农业节水化[DB/OL].“专家谈农业节水化”,(carta.org.cn).
- [4] 李晓强.马铃薯水肥一体化栽培的优势与技术要点[J].农业工程技术,2020,40(20):33.
- [5] 武继承,杨永辉,潘晓莹,等.小麦-玉米滴灌水肥一体化的节水增产效应[J].河南农业科学,2017,46(2):16-21.
- [6] 杜文波.日光温室番茄应用滴灌水肥一体化技术初探[J].山西农业科学,2019,37(1):58-60.
- [7] 方剑,王春青,徐建东,等.水肥一体化对冬暖大棚黄瓜生产的影响[J].河北农业科学,2010,14(5):47.
- [8] 李月华,李琴,王树生,等.小麦微喷水肥一体化技术初验示范初报[J].河北农业科学,2012,16(7):28-31.
- [9] 吴云,逯连静.水肥一体化技术在葡萄种植中的推广应用[J].上海蔬菜,2020(6):60-61.
- [10] 沈建国,王忠,李丹,等.减量施肥后不同水肥一体化模式对春大棚辣椒产量和效益的影响[J].中国蔬菜,2020(1):63-67.
- [11] 纪祥龙,邵红英,姚德贵,等.水肥一体化对烤烟生长与养分吸收的影响[J].陕西农业科学,2021,67(02):17-22,29.
- [12] 邓兰生,涂攀峰,张承林,等.水肥一体化技术在香蕉生产中的应用研究进展[J].安徽农业科学,2011,39(25):15306-15308.
- [13] 陈厚彬,庄丽娟.关于促进我国荔枝产业发展的政策建议[J].中国热带农业,2011(01):14-15.
- [14] 杨培丽,范琪祺,唐志鹏,等.柑橘水肥一体化对产量和效益的影响[J].安徽农业科学,2014,42(14):4266-4268.
- [15] 陆绍德,关经伦,黄所,陈建辉.甘蔗水肥一体化技术应用效果[J].中国热带农业,2013(05):62-63.
- [16] 安显金,李维.基于 CNKI 的我国生物炭研究趋势文献计量学分析[J].农业资源与环境学报,2018,35(06):483-491.
- [17] 邢素芝,李孝良,肖新,等.基于 CiteSpace 可视化分析有机肥料研究进展[J].土壤,2020,52(04):659-667.
- [18] 鑫雨,张青松,陈文勇.基于 Citespace 的农业机械化研究可视化分析[J].中国农机化学报,2017,38(2):145-149,158.
- [19] 国务院办公厅关于印发国家农业节水纲要(2012—2020年)的通知[J].中华人民共和国水利部公报,2012(04):2-6.
- [20] 中华人民共和国水利部.nm./9_yhfceds2wqftgimk,l;cv [EB/OL].1997年中国水资源公报(节录)(mwr.gov.cn).
- [21] 中华人民共和国水利部.1997年中国水资源公报(节录) [EB/OL].1997年中国水资源公报(节录)(mwr.gov.cn).
- [22] 王鑫雨,张青松,陈文勇.基于 Citespace 的农业机械化研究可视化分析[J].中国农机化学报,2017,38(2):145-149,158.
- [23] 李忠义,何铁光,唐红琴,等.中国绿肥研究知识图谱——基于 Citespace 的可视化分析[J].中国农机化学报,2019,40(7):158-164.
- [24] 屈志敏.马铃薯膜下水肥一体化滴灌技术分析[J].农业与技术,2019,39(15):107-108.
- [25] 张国桥,王静,刘涛,等.水肥一体化施磷对滴灌玉米产量、磷素营养及磷肥利用率的影响[J].植物营养与肥料学报,2014,20(05):1103-1109.
- [26] 孙丽丽.水肥一体化条件下设施番茄水肥施用技术的研究[D].西北农林科技大学,2014.
- [27] 方剑,王春青,徐建东,等.水肥一体化技术对冬暖大棚黄瓜生产的影响[J].河北农业科学,2010,14(05):43-45+47.
- [28] 郭丽,王丽英,张彦才,等.滴灌水肥一体化下施氮量对小麦氮素吸收及土壤硝态氮含量的影响[J].华北农学报,2017,32(03):207-213.
- [29] 杨俐苹.葡萄园水肥一体化养分管理技术[J].中外葡萄与葡萄酒,2015(04):36-39.
- [30] 孟亮.水肥一体化技术对设施辣椒产量形成和养分吸收与分配规律的影响[D].甘肃农业大学,2017.
- [31] 霍昭光,孙志浩,邢雪霞,等.北方烟区水肥一体化对烤烟

生长、根系形态、生理及光合特性的影响[J].中国生态农业学报,2017,25(09):1317-1325.

收稿日期: 2022 年 3 月 5 日

出刊日期: 2022 年 6 月 24 日

引用本文: 蔡秋亮, 陈虹丽, 梁彩婷, 晋治波, 水肥一体化知识图谱研究——基于 cnki 和 CiteSpace 的计量分析[J]. 农业与食品科学, 2022, 2(1): 11-22
DOI: 10.12208/j.jafs.20220003

检索信息: 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS