
基于 CiteSpace 的中国农业废弃物 研究现状与前沿分析

李昕欣 周霞¹

(山东农业大学 经济管理学院, 山东 泰安 271000)

【摘要】: 农业废弃物研究可以减少农业面源污染, 促进现代生态高值农业发展, 符合乡村振兴战略要义。利用 CiteSpace 软件分析 1980—2021 年 1 月份中国知网数据库的 964 篇高质量中文期刊文献, 总结发文量、学科种类、高产作者和机构, 挖掘不同研究阶段的热点问题, 考察中国农业废弃物研究的发展演变现状, 以期为深入探究提供思路。结果表明, 未来应加强学者和机构之间的交流合作, 合理分布学术资源, 高效应用农业废弃物新型处理技术。

【关键词】: 农业废弃物 CiteSpace 生态文明

0 引言

中国的“三高”式农业生产模式引致的生态环境负效应愈加凸显, 农业废弃物的大量排放及不合理利用严重威胁粮食安全和人类生存。农业废弃物主要指农业生产和加工过程产生的废弃物及农村生活污水、垃圾等, 产量大、难处理、分布广泛^[1]。我国秸秆年产量约 9 亿吨, 畜禽粪便年产量约 38 亿吨^[2], 未资源化利用率分别超过 20% 和 40%; 病死猪集中无害化处理率低; 农膜、农药、化肥及其包装物等废弃物未进行合理利用, 对大气、土地和地下水造成了沉重负担^[3]。农业废弃物资源化利用可以促进传统农业转型升级, 为现代生态高值农业奠定基础, 是乡村生态振兴必不可少的一环, 把握农业废弃物资源化利用的研究现状与前沿至关重要。

近年来, 党和国家高度重视农业废弃物相关问题。2017 年, 《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》对畜禽废弃物资源化利用首次进行了专业性的指导。2018 年, 《乡村振兴战略规划(2018~2022 年)》《农业农村污染治理攻坚战行动计划》, 提出废弃物资源就近利用, 系统推进养殖业和种植业废弃物资源化。2020 年, 农业废弃物长期定点观测制度在《数字农业农村发展规划(2019—2025 年)》中被提出。这些政策法规为科学合理处置农业废弃物提供了有力参考。

农业废弃物研究不仅探讨了农业废弃物资源化利用的前沿科技方法, 而且厘清了循环农业、循环经济、农业可持续发展的概念和模式。但综述类文献仅基于国际角度或聚焦于某一个子概念、技术进行, 不能清晰呈现各个主题和概念之间的时空联系。为了探讨中国农业废弃物领域的研究主题演变和关联, 分析研究的关键转折点和热点, 基于 CiteSpace 可视化软件从整体上把握农业废弃物研究领域的研究动态, 绘制知识图谱, 廓清文献之间的联系脉络, 发现热点前沿, 以期为农业废弃物无害化处理和资源化利用的政策制定提供相关参考。

作者简介: 李昕欣, 山东农业大学经济管理学院硕士研究生, 研究方向: 农业资源与环境管理; 周霞, 山东农业大学经济管理学院教授、硕士生导师, 研究方向: 农业资源与环境管理。

基金项目: 国家社会科学基金一般项目——“总量控制、替代补偿与果菜茶种植户有机肥替代行为研究”(项目编号: 19BGL171; 项目负责人: 周霞) 成果之一

1 研究方法与数据来源

1.1 研究方法

本文利用 CiteSpace5.7.R3 作为可视化分析工具。该软件分析方法多样,包含聚类分析法、关联规则分析法、社会网络分析法等,可以通过挖掘数据,进行科学计量和准确绘图,重点展现被研究领域的主题演变趋势、研究前沿热点及其关系等^[4]。

1.2 数据来源

在 CNKI 中国知网网络总库中以篇摘为“农业废弃物”进行检索,时间截至 2021 年 1 月 28 日,数据来源选择期刊,共得到 3549 条文献数据。为了使分析更加准确,选择中文核心期刊、SCI 期刊、CSSCI 期刊、EI 期刊的共计 964 条文献数据。对文献进行进一步筛选,去除会议、通讯、作者缺失、时期缺失等无效文献数据,共得到 856 条有效文献数据。

2 可视化结果分析

2.1 统计分析

2.1.1 发文量分析

据图 1 所示,中国关于农业废弃物的研究起步于改革开放之后,呈现“J”字形的发展趋势,可以分为 3 个阶段。

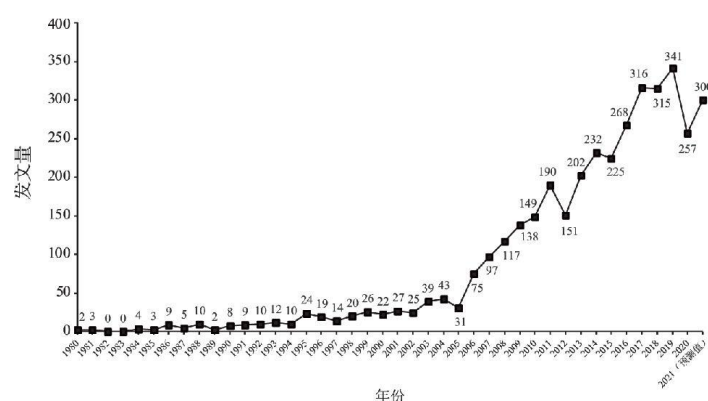


图 1 农业废弃物研究领域 1980—2020 年发文量

初始起步期(1980—1994 年),中国关于农业废弃物的研究始于 1980 年左右,该时期年发文量大部分低于 10 篇。缓慢增长期(1995—2005 年),农业废弃物问题逐步引起了中国学者的关注,初步探索农业废弃物的无害化处理技术,开发利用新途径,发文量逐步上升,年均发文量约 26 篇。极速增长期(2006 年至今),该时段中国农业飞速发展,农业废弃物大量出现,生态环境污染日趋严重,受到了中国学者的广泛关注,年均发文量高达 205 篇,约是前一阶段的 8 倍。在此阶段,2016 年农业农村部发布《关于推进农业废弃物资源化利用试点的方案的通知》推进农业废弃物资源化利用试点,探索农业废弃物资源化利用治理模式,推动了农业废弃物研究热度上升。

2.1.2 学科分布分析

对目前中文相关文献按照学科进行分类,发文章前 10 的学科(占比前 10 名发文章总量)为:环境(39.77%)、农业经济(20.10%)、农业资源与环境(13.69%)、化学工程(7.36%)、作物(4.85%)、蔬菜(4.42%)、工业经济(3.22%)、生物(2.39%)、畜牧(2.21%)、动力工程(1.99%)。

农业废弃物的研究涉及学科多元化,综合了环境、经济、农业、生物等多学科的特点。产出研究成果最多的学科是环境类,这也证实了农业废弃物与生态环境密不可分的关系。农业废弃物与乡村振兴生态宜居息息相关,因此农业经济、农业资源与环境两学科的发文章量较高。其他学科多数致力于研发农业废弃物处理技术的生物、化工类。

2.1.3 高产作者分析

对农业废弃物研究领域高产作者进行分析,选取发文章量最多的前 10 名,见表 1。

表 1 农业废弃物研究领域高产作者前 10 名

作者和研究领域	研究领域	发文章量
张俊飏	农业经济; 农业基础科学; 环境科学与资源利用	13
秦清军	农业基础科学; 农艺学; 农作物	13
高华	园艺; 农业基础科学; 农艺学	13
谷洁	农业基础科学; 农艺学; 环境科学与资源利用	13
李鸣雷	园艺; 农业基础科学; 农艺学	10
何可	农业经济; 环境科学与资源利用; 农业基础科学	8
李生秀	农作物; 农业基础科学; 农艺学	7
常志州	农业基础科学; 环境科学与资源利用; 农艺学	5
林聪	园艺; 农业工程; 化学	5
赵立欣	动力工程; 农业基础科学; 环境科学与资源利用	5

根据普赖斯计算公式 $M = 0.749 \times \sqrt{N_{max}}$ (N_{max} 为该领域发文章量最多的作者数), 计算得出农业废弃物研究领域高产作者的阈值约为 2.7, 因此发文章量 ≥ 3 的作者可以视为高产作者。符合此发文章量条件的作者有 34 位, 占总作者数的 5.23%; 共发文章 173 篇, 占总发文章量数的 20.2%。其中, 发文章量最多的是张俊飏(华中农业大学经济管理学院)、秦清军、高华、谷洁(西北农林科技大学), 4 位学者发文章量均为 13 篇。由此可见, 农业废弃物研究领域学者发文章频次较低, 高产作者较少。

从高产作者的研究方向来看, 都包含但不限于农业基础科学, 这体现出农业废弃物研究的专业性。第一名高产作者张俊飏的研究领域还包括农业经济、环境科学与资源利用, 其他高产作者的研究领域多为农艺学、农作物、园艺或工科方向, 表明农业废弃物的研究理论与实践紧密结合。

2.1.4 高产机构分析

对农业废弃物研究领域高产机构及其所在地区进行分析，选取发文量最多的前 10 名，见表 2。

表 2 农业废弃物研究领域高产机构前 10 名

机构和地区	地区	发文量
西北农林科技大学资源环境学院	陕西	16
中国农业科学院农业资源与农业区划研究所	北京	16
华中农业大学经济管理学院	湖北	13
中国科学院研究生院	北京	9
中国农业大学食品科学与营养工程学院	北京	8
华中农业大学湖北农村发展研究中心	湖北	7
西北农林科技大学农学院	陕西	6
中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所	北京	6
农业农村部规划设计研究院	北京	6
湖北农村发展研究中心	湖北	5

据表 2, 发文量超过 10 篇的机构有西北农林科技大学资源环境学院、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、华中农业大学经济管理学院。高校和科研院所是主要研究机构，发文量分别占比 50%和 40%。高产机构集中在北京、湖北和陕西，北京的高产科研机构占比最高(50%), 成为农业废弃物研究领域学术成果的高产区。除此之外，其他地区没有形成研究力量较强的机构团队，高产研究机构集聚，可能反映出了中国各地区对农业废弃物问题的重视程度。

2.2 关键词检索结果分析

2.2.1 研究热点分析

关键词包含了作者的学术思想和观点，反复出现的关键词可以反映该领域的研究热点^[4]。对关键词进行共现分析，结果如图 2 所示。

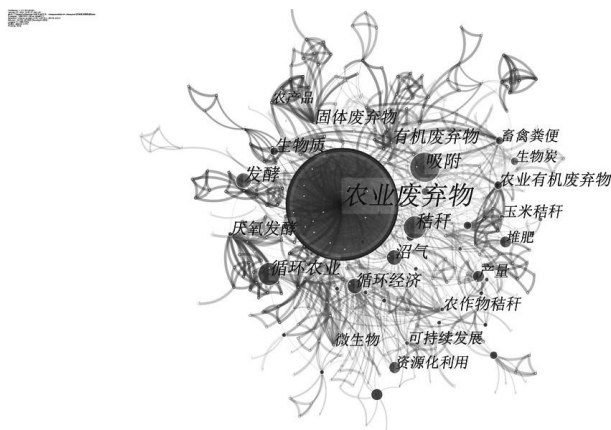


图 2 关键词共现图谱

图 2 中有 763 个节点，1569 条连线，密度为 0.0054。这表明农业废弃物领域研究范围广泛，关键词联系比较密切。关键词“农业废弃物”出现频率最高，中心度高达 0.71。围绕这一主题的关键词可以分为应用类和管理类。

应用类关键词包含秸秆、吸附、发酵等，多样化的农业废弃物的资源化利用新技术不断涌现。中心度最高的关键词是“秸秆”，为 0.09。秸秆问题成为研究热点，原因一是秸秆的传统用途在经济发展中被新兴行业和技术替代。秸秆以前主要作为燃料和动物饲料，但逐渐被煤和天然气替代；畜牧业饲料行业的飞速发展导致秸秆在饲料中的占比降低。原因二是利用秸秆的限制条件多，推广难度大，因此秸秆囤积，给生态环境造成了显著压力。秸秆的处理引发了学界的广泛关注，目前秸秆存在处理成本高，产业化发展缓慢的问题。

管理类关键词包含循环农业、循环经济等，体现的是农业废弃物概念的归属以及理论依据。在中国大力促进传统农业转型升级，建设绿色农业的背景下，农业废弃物资源问题可与生态环境、社会可持续发展进一步结合。中心度较高的是循环经济和循环农业，分别是 0.07 和 0.05。中国农业人均资源禀赋不足，利用有限的土地创造丰富的农产品是国家安全和社会稳定的需要，因此循环农业技术与模式被学者重视。

2.2.2 研究热点变迁

图 3 为关键词时序图谱，直观呈现了中国农业废弃物研究热点的时序特点。

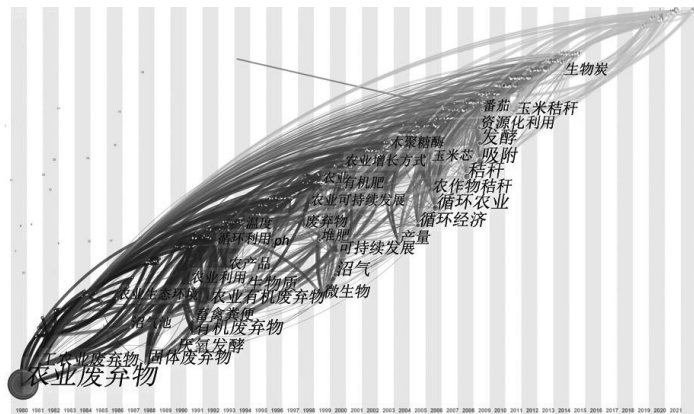


图 3 研究热点时序图谱

据图 3 所示,横坐标代表关键词首次出现的时间,纵轴代表关键词,线段代表关键词之间存在联系。农业废弃物研究领域每年都出现大量新关键词,由于联系密切,研究范围广而不乱。根据研究热点划分为 3 个研究阶段。

第一阶段(1980—2003 年)是中国农业废弃物研究的起步阶段,资源化利用技术进步迅速。首先,沼气池和厌氧发酵技术成为研究热点。沼气与厌氧发酵技术密不可分,易储存、用途广的沼气是通过厌氧微生物分解农业废弃物中的可降解有机废弃物转化而来的。1979 年,国务院成立了全国沼气建设领导小组,1980 年成立了中国沼气协会(后更名为中国沼气学会),在其领导下中国沼气建设开始进入稳步发展时期。随后,生物质能的相关研究逐步开展。农业废弃物产量大,为生物质能产业发展提供了丰富的原材料。该阶段的生物质能研究处于起步探索阶段,现在生物质能发电和沼气利用技术已经成熟,新的生物质能利用方向——海藻制油等在不断开发。2019 年,以农业农村部为首的多部门联合印发《关于促进生物天然气产业化发展的指导意见》,推动清洁燃气生产消费体系;根据中国生物质能近期战略目标(2020—2025 年),将在部分乡镇或村庄推广沼气能源的综合服务,加快生物能源体系在新型农村社会的构建。1999 年,堆肥成为新的研究热点,与之相关的微生物也受到关注。微生物堆肥中频次最高的微生物菌剂影响着堆肥的效率和质量,寻求高效率、低成本的微生物菌剂是重中之重,目前最新发现的基于环境微生物资源库功能信息构建堆肥复合菌剂是一种快速有效的菌剂构建方法^[6]。

第二阶段(2004—2015 年),循环农业成为研究热点。自 2006 年,中央一号文件多次提出“加快发展循环农业”。“农田循环高效生产模式关键技术与集成示范”“循环农业科技工程”等一系列国家科技支撑项目相继启动。相关政策和项目促进了循环农业的发展,论文和科技成果数量也日渐增加。目前,研究方法涉及能值分析法、生命周期评价法、碳足迹分析法等^[6,7,8,9];应用方面,研究了中国发展循环农业的市场选择和影响因素^[10,11]。

第三阶段(2015 年至今),关于农业废弃物的处理技术不断进步。生物炭相关研究逐渐成为新的研究热点。富含生物质能的农作物秸秆残渣和畜禽粪便是制备生物炭的良好原料^[12]。关于生物炭的作用,有研究发现它能够改善土壤机理,提高贫瘠土壤的养分含量,还可以促进种子萌发和植物根系生长。在污染水体修复和作为新型肥料方面,生物炭也做出了贡献。在近 5 年,厌氧发酵技术和吸附技术成果显著,新型技术序批式厌氧干发酵、多孔生物炭相继成为研究热点,农业废弃物再利用与抑尘剂和气相产物也逐渐结合,资源化利用技术蓬勃发展。

2.2.3 研究前沿分析

突现词是 CiteSpace 软件从一段时间内的相关文献中检测出来频次变化率最高的关键词,基于此可以分析前沿的科学问题。图 4 展示了农业废弃物领域 1980—2020 年的突现词,从图中可以看到其开始与结束的时间跨度和频次变化强度。

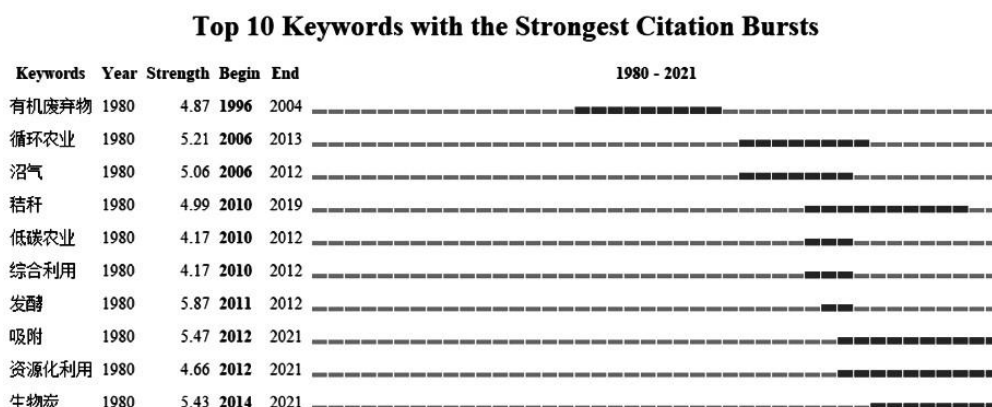


图 4 关键词共现网络突现图

据图 4, 1996 年之前没有形成突现词, 从 1996—2004 年关键词是有机废弃物。在这一时期, 研究集中于农业废弃物的处理问题, 有机废弃物是农业废弃物资源化利用的主要对象, 故该时期有机废弃物成为研究热点。

从突现词频度来看, “发酵”“吸附”“生物炭”是频度较高的关键词。这些都是农业废弃物的资源化处理技术, 是循环农业的实际应用, 是实现“山水林田湖草”生命共同体的具体形式。在大力提倡生态系统完整有序、人与自然和谐共生的时代背景下, 农业废物资源化处理技术也应运发展。

从突现词时间来看, 循环农业和沼气分别在 2006—2013 年和 2006—2012 年持续较高热度, 低碳农业、综合利用、发酵也陆续在 2010 年和 2011 年成为学者热门研究方向。“秸秆”一词的热度从 2010 年持续到了 2019 年, 对农作物秸秆问题的研究在这 10 年内一直是学术界关注的焦点。在 2012 年之后, “吸附”“资源化利用”“生物炭”三词研究热度较高, 并且一直持续到现在, 表明这 3 个方面是农业废弃物研究领域较新的研究热点。

3 结论与展望

3.1 结论

通过分析发现, 1980 年以来, 文献发文量呈现“J”字形增长, 目前处于发文热潮期。农业废弃物研究领域涉及学科多元化, 发文量最多的学科前 3 名分别是环境类、农业经济和农业资源与环境。在这一领域, 研究方向具有专业性, 包含但不限于农业基础科学, 其中张俊飏、秦清军、高华、谷洁是目前中国此领域发文量最多的 4 位作者, 发文量均达 13 篇。在研究机构方面, 西北农林科技大学资源环境学院、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所和华中农业大学经济管理学院是中坚力量。

通过对农业废弃物研究的热点前沿及时序演变进行分析发现, 中国学术界关于农业废弃物的研究分为 3 个阶段, 在经历了农业废弃物资源化技术飞速进步的第一阶段和密切关注循环农业的第二阶段后, 现阶段仍处于不断研发农业废弃物处理前沿技术的时期。目前的研究热点可分为两方面, 一是农业废弃物利用方面, 例如吸附污水中的有害物质等; 二是农业废弃物的转化方面, 例如堆肥、沼气、转化为乙醇等。

3.2 展望

为了进一步深化农业废弃物研究, 未来可以从以下几个方面多加关注: 第一, 各地区可加强对农业废弃物资源化利用的关注, 加强农业废弃物资源化技术的合作交流。第二, 鉴于未来农业废弃物的资源化利用仍是研究热点, 各地区可根据本地的农业资源禀赋、农业产业结构和生态环境承载力对农业废弃物的处理进行合理布局 and 规划, 积极推进新型种养关系建设, 明确本地循环农业最切合的模式; 第三, 目前学术界对农业废弃物研究存在总量估算不清晰, 生态评价不完善的问题, 需要更深入地探索科学准确估计农业废弃物总量的方法, 并且关注农业废弃物的生态效益, 将其与生态补偿有机结合。

参考文献:

- [1] 吕晶, 樊静, 徐建玲, 等. 废弃物净化家庭生活污水的资源化利用探究[J]. 东北师大学报(自然科学版), 2018, 50(1): 149-154.
- [2] 赵会杰, 胡宛彬. 环境规制下农户感知对参与农业废弃物资源化利用意愿的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2021, 29(3): 600-612.

-
- [3] 卢月, 徐建玲. 堆肥的温室气体排放和氮素转化进展研究[J]. 环境科学与管理, 2019, 44(5):57-60.
- [4] 施生旭, 童佩珊. 基于 CiteSpace 的城市群生态安全研究发展态势分析[J]. 生态学报, 2018, 38(22):8234-8246.
- [5] 张丹, 岳华, 杨惠兰, 等. 基于环境微生物资源库快速构建易腐垃圾高效堆肥复合菌剂[J/OL]. 微生物学报: 1-18[2021-02-20]. <https://doi.org/10.13343/j.cnki.wsxb.20200766>.
- [6] 陈源泉, 隋鹏, 严玲玲, 等. 有机物料还田对华北小麦玉米两熟农田土壤有机碳及其组分的影响[J]. 农业工程学报, 2016, 32(S2):94-102.
- [7] 李柘锦, 隋鹏, 龙攀, 等. 不同有机物料还田对农田系统净温室气体排放的影响[J]. 农业工程学报, 2016, 32(S2):111-117.
- [8] WANG X L, DADOUMA A, CHEN Y Q, et al. Sustainability Evaluation of the Large-scale Pig Farming System in North China: an Emergy Analysis based on Life Cycle Assessment[J]. Journal of Cleaner Production, 2015, 102(9):144-164.
- [9] WANG X L, LI Z J, LONG P, et al. Sustainability Evaluation of Recycling in Agricultural Systems by Emergy Accounting[J]. Resources, Conservation & Recycling, 2017, 117(Part B):114-124.
- [10] 徐卫涛, 张俊飏, 李树明, 等. 循环农业中的农户减量化投入行为分析——基于晋、鲁、鄂三省的化肥投入调查[J]. 资源科学, 2010, 32(12):2407-2412.
- [11] 蒋琳莉, 张俊飏, 何可, 等. 农业生产性废弃物资源处理方式及其影响因素分析——来自湖北省的调查数据[J]. 资源科学, 2014, 36(9):1925-1932.
- [12] 王煌平, 张青, 栗方亮, 等. 热解温度对畜禽粪便生物炭重金属特征变化的影响[J]. 环境科学学报, 2018, 38(4):1598-1605.