

## 基于文献计量学的生物炭基肥领域发展态势分析\*

李艳梅<sup>1</sup>, 周亚文<sup>2</sup>, 廖上强<sup>1\*</sup>, 孙焱鑫<sup>1</sup>, 杨俊刚<sup>1</sup>

(1. 北京市农林科学院植物营养与资源研究所, 北京 100097; 2. 河北科技大学环境科学与工程学院, 石家庄, 050018)

**摘要:**【目的】明确当前生物炭基肥研究领域的研究热点和发展态势, 促进农业可持续发展。【方法】基于中国知网数据库, 采用文献计量学方法, 根据发文量、资助项目、研究层次、学科领域、发文机构、研究人员、来源期刊和主题词等指标, 对国内发表于2006—2018年关于生物炭基肥的文献进行数量和质量分析, 探讨生物炭基肥的发展情况。【结果】与生物炭基肥研究相关的论文共有576篇, 近8年来该领域发文量迅速增加, 占统计年限(13年)总发文量的98.7%。沈阳农业大学、南京农业大学和西北农林科技大学是发文量最多的机构, 韩晓日、金政辉和耿增超是发文量最多的作者, 发表的文章主要是基础与应用基础研究, 论文主要分布在农作物、农业资源与环境、化学工程和蔬菜等学科领域, 研究主题主要是肥料产品及作物产量与品质效应。【结论】生物炭基肥研究呈稳步增长态势, 新型产品研发及作物生产调控机制是未来主要研究内容, 确定兼顾农学及环境效益的生物炭基肥产品及配套技术是未来研究的重点。

**关键词:** 生物炭基肥; 中国知网; 文献计量; 发展态势

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20190210

## 0 引言

化肥是重要的农业生产资料, 在促进粮食产量跨越式增长方面具有不可替代的作用, 但化肥不合理施用引起的资源消耗及环境污染问题日益突出<sup>[1-2]</sup>。在环境承载压力不断增大和粗放的农业生产方式所带来的低效率背景下, 加快新型环保缓控释肥料研发及应用技术研究是当前农业可持续发展所亟待解决的问题。生物质高温热解固体产物生物炭不仅富含有机碳, 而且具有巨大的比表面积和疏松的孔隙结构, 在延缓肥料养分释放、减少养分损失及提升肥料利用率方面具有较大的应用潜力<sup>[3-4]</sup>, 是一种优良的肥料缓控释载体。将生物炭与传统肥料进行复合处理制得生物炭基肥相比生物炭直接还田具有更为稳定的正调控效应, 经过几年发展目前已经成为缓控释肥领域的重点研究

收稿日期: 2019-03-05

第一作者简介: 李艳梅(1983—), 博士、副研究员。研究方向: 农林废弃物资源化利用、新型肥料及水肥一体化。  
Email: liyanmei0101@163.com

\* 通信作者简介: 廖上强(1981—), 博士、副研究员。研究方向: 主要从事土壤改良研究。

Email: liaocool625875@sina.com

\* 基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0800405; 2016YFD0201010; 2017YFC0504504; 2018YFD0200601); 北京市农林科学院创新专项(KJ CX20180704); 北京市农林科学院植物营养所科技能力提升专项“果蔬抗逆抑制剂研发及应用”; 北京市粮经作物产业创新团队(BAIC09-2016)

2019年4月

方向<sup>[5-6]</sup>。

文献计量学是采用数学和统计学方法对文献事实进行定量分析的交叉科学,已经被诸多学科所采用<sup>[7-9]</sup>。研究指出,科技文献的数量和质量能在一定程度上反映特定领域科学技术的发展水平<sup>[10]</sup>,采用文献计量学对其进行分析有助于研究人员快速了解既定领域的科学发展态势<sup>[9, 11]</sup>。前人在文献计量学研究学科发展态势方面已经开展了大量研究,研究方法也较成熟。在农业生产及环境污染防控方面,近年先后在作物营养与施肥<sup>[12]</sup>、施氮的农学及环境效应<sup>[13-15]</sup>、农业面源污染<sup>[16-17]</sup>、农业碳排放<sup>[18]</sup>及生物炭应用<sup>[11, 19-20]</sup>等领域开展了学科文献计量学研究,为后续相关研究提供了重要参考。为明确生物炭基肥在国内的研究布局和发展态势,该研究基于中国知网平台数据库对生物炭基肥领域的论文进行计量学统计,探讨该领域的研究现状、重点与发展趋势,为生物炭基肥研究布局的规划及我国生物炭基肥技术的创新提供参考和借鉴。

## 1 数据来源与统计方法

文章数据来源于中国知网的中文期刊全文数据库(Chinese Journal Full-text Database, CJFD),该数据库是最具特色的一个文献数据库,也是目前世界上最大的连续动态更新的中国期刊全文数据库。该数据库收录了我国1994年至今正式出版的8 000多种重要学术期刊,全文文献总量达2 200多万篇。

利用主题词,设计与生物炭基肥相关文献的检索式如下,ZTC=生物炭肥 or 炭基肥 or 炭基有机肥 or 炭基复合肥 or 炭基复混肥 or 炭基缓释肥 or 炭基专用肥 or 炭基氮肥 or 炭基尿素 or 炭基硝酸铵 or 炭包膜肥 or 生物炭肥 or 炭基肥 or 生物炭基肥,检索2006年1月1日至2018年12月20日间所有期刊来源(全部期刊、SCI期刊、EI期刊、核心期刊、SSCI、CSCD和CSSCI)中与生物炭基肥有关的论文(检索时间为2018年12月20日)。以这些文献作为分析的数据集,并运用Thomson Data Analyzer分析工具,结合Excel和SPSS分析软件,对生物炭基肥的发文量变化趋势、学科分布、项目来源、研究层次、主要发文作者和机构等进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 发文量及年度变化分析

发文量表征科学界对本领域的关注程度,一定意义上反映该领域的发展速度和发展程度<sup>[7]</sup>。通过对2006—2018年中国知网数据库检索,生物炭基肥领域共发表论文576篇。年度发文分布结果(图1)显示:2006—2010年生物炭基肥领域保持年均1~2篇的发文量,从2011年开始,生物炭基肥领域的发文量迅速增加,2011—2018年近8年累计的发文量(569篇)占统计年限(13年)总发文量的98.7%,说明近8年生物炭基肥研发及应用受到高度重视,研究人员在该领域的研究热度明显提高。

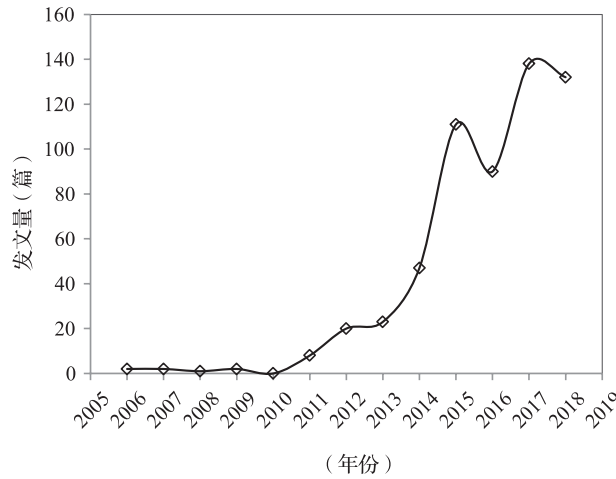


图 1 2006—2018 年生物炭基肥领域年度发文量

Fig.1 Quantity of publications on carbon-based fertilizer from 2006 to 2018

### 2.2 资助项目来源分析

对某一领域资助项目的来源进行分析，可以了解该领域研究的资助类别。对 2006—2018 年生物炭基肥领域的项目来源进行分析可知：来自国家自然科学基金的发文量最多，占到总发文量的 5.03%；来自国家科技支撑计划的发文量排第二，占到总发文量的 3.65%。水利部“948”项目的发文量占总发文量的 1.91%，农业部“948”项目的发文量占总发文量的 1.74%，陕西省科技攻关计划的发文量占总发文量的 1.22%。陕西省自然科学基金和中国博士后科学基金的发文量占总发文量的 0.69%，并列第六；国家高技术研究发展计划的发文量占总发文量的 0.52%，排第七。来自国家重点基础研究发展计划、农业科技成果转化资金、江苏省自然科学基金、内蒙古自然科学基金、贵州省科技攻关计划、重庆市自然科学基金的发文量并列第八，占总发文量的比例均为 0.35%；来自长江学者奖励计划、中国科学院百人计划基金、广西科学基金、黑龙江省博士后科研启动基金、山东省自然科学基金、山西省青年科技研究基金、北京市科技计划项目、北京市自然科学基金、华南农业大学校长基金和福建省自然科学基金的发文量并列第九，占总发文量的比例均为 0.17%。

表 1 2006—2018 年生物炭基肥领域的项目资助来源

Table 1 The project funding sources on carbon-based fertilizer from 2006 to 2018

排名	项目来源	发文量统计 (篇)	占总发文量比例 (%)
1	国家自然科学基金	29	5.03
2	国家科技支撑计划	21	3.65
3	水利部 948 项目	11	1.91
4	农业部 948 项目	10	1.74
5	陕西省科技攻关计划	7	1.22
6	陕西省自然科学基金	4	0.69
6	中国博士后科学基金	4	0.69

2019年4月

续表

排名	项目来源	发文量统计(篇)	占总发文量比例(%)
7	国家高技术研究发展计划	3	0.52
8	国家重点基础研究发展计划	2	0.35
8	农业科技成果转化资金	2	0.35
8	江苏省自然科学基金	2	0.35
8	内蒙古自然科学基金	2	0.35
8	贵州省科技攻关计划	2	0.35
8	重庆市自然科学基金	2	0.35
9	长江学者奖励计划	1	0.17
9	中国科学院百人计划基金	1	0.17
9	广西科学基金	1	0.17
9	黑龙江省博士后科研启动基金	1	0.17
9	山东省自然科学基金	1	0.17
9	山西省青年科技研究基金	1	0.17
9	北京市科技计划项目	1	0.17
9	北京市自然科学基金	1	0.17
9	华南农业大学校长基金	1	0.17
9	福建省自然科学基金	1	0.17

### 2.3 研究层次分布的分析

根据中国知网对期刊研究层次分布分析,国内关于生物炭基肥研究的论文主要分布在基础与应用基础(自科)和工程技术(自科)等层次(图2),其次分布在专业实用技术和行业技术指导层次。排在第一位的是基础与应用基础领域(自科),发文量共440篇,占总发文量的76.4%;排在第二位的是工程技术层次,发文量共91篇,占总发文量的15.8%;排在第三、四、五位的分别是专业实用技术(自科)、行业技术指导(自科)和行业指导(社科),发文量分别为15篇、7篇和6篇,占总发文量的比例分别为2.6%、1.2%和1.0%;排在第六、七位的分别是职业指导(社科)和高级科普(自科),发文量分别为4篇、2篇,占总发文量的比例分别为0.7%和0.3%。

### 2.4 研究学科领域分析

根据对生物炭基肥领域2006—2018年间发表论文所涉及的研究领域进行归类,结果(图3)显示,近几年生物炭基肥领域发表论文共涉及21个研究领域,前4个主要分布在农作物、农业资源与环境、化学工程和蔬菜领域,发文量分别达85篇、70篇、18篇和15篇,分别占发文总量的14.8%,12.2%,3.1%和2.6%,远高于其他领域;其次是环境、果树、工业经济、林学、农业经济和动力工程,发文量分别为11篇、8篇、5篇、3篇、2篇、2篇,占总发文量的比例分别为1.9%,1.4%,0.9%,0.5%,0.3%和0.3%。除以上11个研究领域外,还涉及生态、计算机、金融、工商管理、图书情报档案、控制工程、国民经济、农业工程、生物、草学和园艺,所占发文总量的比例均为0.2%。结果表明,生物炭基肥涉及学科领域分布广泛,以农作物、农业资源与环境、化学工程和蔬菜学研究为主,并逐渐向其他学科领域渗透,呈现出学科交叉趋势。

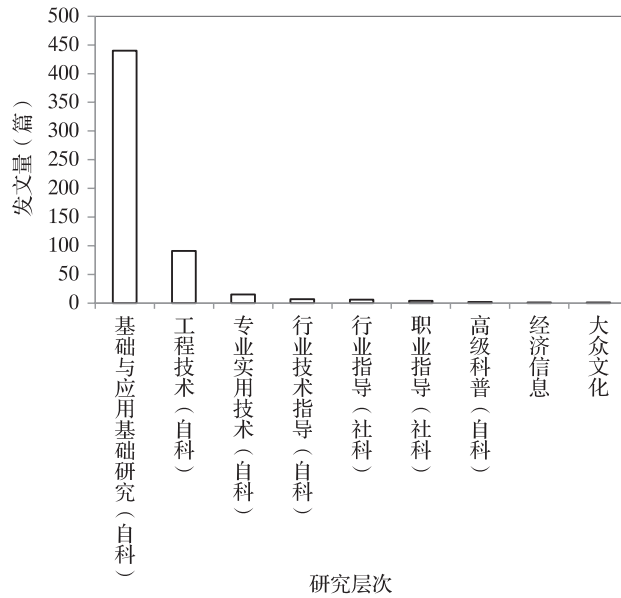


图 2 2006—2018 年生物炭基肥领域文章的研究层次分布情况

Fig.2 Research level on carbon-based fertilizer from 2006 to 2018

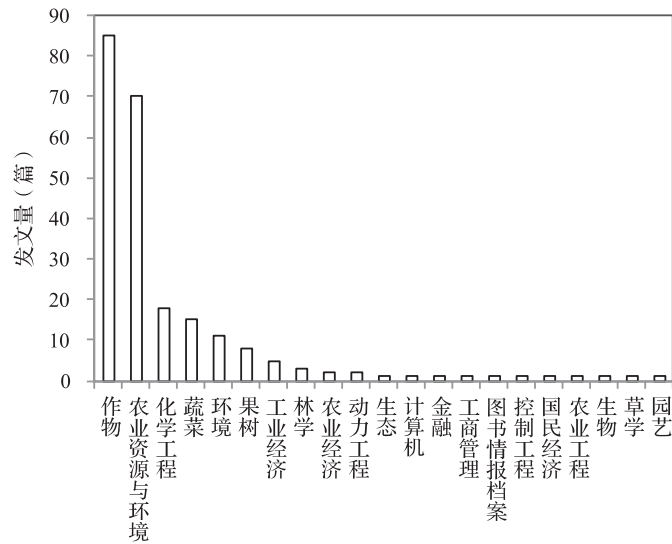


图 3 2006—2018 年生物炭基肥发文所涉及的研究领域分析

Fig.3 Discipline distribution of publications on carbon-based fertilizer from 2006 to 2018

### 2.5 重要研究机构分析

通过对发文机构进行梳理，2006—2018 年间国内生物炭基肥领域发文量排名前 30 位的机构如表 2 所示。2006—2018 年沈阳农业大学在生物炭基肥技术领域的发文量最高，为 33 篇，占总发文量比例达 5.73%；发文量排第二位的是南京农业大学，为 20 篇，占总发文量比例达 3.47%；发文量排第三、四、五位的分别是西北农林科技大学、河南农业大学和内蒙古农业大学，分别为 15 篇、14 篇和 12 篇，占总发文量的比例分别为 2.6%，2.43% 和

2019年4月

2.08%；发文量并列排第六位的是安徽省宁国市中化司尔特化肥有限公司和华中农业大学，为10篇，占总发文量的比例为1.74%。以上七个单位发文量占总发文量的比例高达19.8%，在该领域的活跃程度较高，在生物炭基肥研发和应用上发挥了重要作用。

发文量排在第七位的是东北农业大学，发文量为9篇，占总发文量比例为1.56%；并列第八位的是华南农业大学、青岛农业大学和广东省东莞市大众农业科技有限公司，发文量均为8篇，占总发文量比例均为1.39%；发文量排第九位的是湖南农业大学，发文量为7篇，占总发文量比例为1.22%；并列第十位的是浙江科技学院、山东农业大学、北京科技大学和中国农业部规划设计研究院，发文量均为5篇，占总发文量的比例均为0.87%；并列第十一位的是北京市农林科学院植物营养与资源研究所、南京林业大学、山东省烟台市农业科学院、浙江省农业科学院、河南省商丘市睢阳区农业局、桂林工学院和中国农业大学，发文量均为4篇，占总发文量比例均为0.69%；其余机构发文量均为3篇，占总发文量的比例均为0.52%，分别来自国家林业局竹子研究开发中心、辽宁省土壤肥料工作站、常州大学、黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所、新疆农业科学院土壤肥料与农业节水研究所、浙江农林大学和塔里木大学。

表2 2006—2018年生物炭基肥领域发文量排名前12位的研究机构  
Table 2 The top 12 research institutes publishing carbon-based fertilizer from 2006 to 2018

排名	机构名	发文量统计(篇)	占总发文量比例(%)
1	沈阳农业大学	33	5.73
2	南京农业大学	20	3.47
3	西北农林科技大学	15	2.60
4	河南农业大学	14	2.43
5	内蒙古农业大学	12	2.08
6	华中农业大学	10	1.74
6	安徽省宁国市中化司尔特化肥有限公司	10	1.74
7	东北农业大学	9	1.56
8	华南农业大学	8	1.39
8	青岛农业大学	8	1.39
8	广东省东莞市大众农业科技有限公司	8	1.39
9	湖南农业大学	7	1.22
10	浙江科技学院	5	0.87
10	山东农业大学	5	0.87
10	北京科技大学	5	0.87
10	中国农业部规划设计研究院	5	0.87
11	南京林业大学	4	0.69
11	北京市农林科学院植物营养与资源研究所	4	0.69
11	山东省烟台市农业科学院	4	0.69
11	浙江省农业科学院	4	0.69
11	河南省商丘市睢阳区农业局	4	0.69
11	桂林工学院	4	0.69
11	中国农业大学	4	0.69
12	国家林业局竹子研究开发中心	3	0.52



续表

排名	机构名	发文量统计 (篇)	占总发文量比例 (%)
12	辽宁省土壤肥料工作站	3	0.52
12	常州大学	3	0.52
12	黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所	3	0.52
12	新疆农业科学院土壤肥料与农业节水研究所	3	0.52
12	浙江农林大学	3	0.52
12	塔里木大学	3	0.52

## 2.6 核心研究人员分析

通过对文献作者分析发现, 2006—2018 年在国内生物炭基肥领域发文量排名在前 3 (存在多组并列) 的作者如表 3 所示。2006—2018 年生物炭基肥发文最多的作者是韩晓日、金政辉 (并列第一), 发文量均为 10 篇, 发文量占总发文量的比例均为 1.74%; 排名第二的作者是耿增超, 发文量 9 篇, 所占比例为 1.56%; 排名第三的作者是张雯、林小明、王明峰、杨友坤 (并列第三), 发文量 8 篇, 所占比例为 1.39%; 排名前三的 7 名作者发文量占总发文量的比例达 10.6%。并列排名第四的作者是何绪生和王月, 发文量 7 篇, 所占比例均为 1.22%; 并列排名第五的作者是高海英、蒋恩臣、陈心想、潘根兴、陈坤、郑金伟和杨劲峰, 发文量 6 篇, 所占比例为 1.04%; 并列第六名的作者是沈玉君、吕娟、张旭辉、李恋卿、赵立欣、任少勇、孟海波、单胜道、徐为宁、彭靖、钟旋、乔志刚和王秋静, 发文量 5 篇, 所占比例为 0.87%。

表 3 2006—2018 年生物炭基肥领域发文量排名前 6 位的研究作者

Table 3 The top 6 research authors publishing carbon-based fertilizer from 2006 to 2018

排名	作者名	发文量统计 (篇)	占总发文量比例 (%)
1	韩晓日	10	1.74
1	金政辉	10	1.74
2	耿增超	9	1.56
3	张雯	8	1.39
3	林小明	8	1.39
3	王明峰	8	1.39
3	杨友坤	8	1.39
4	何绪生	7	1.22
4	王月	7	1.22
5	高海英	6	1.04
5	蒋恩臣	6	1.04
5	陈心想	6	1.04
5	潘根兴	6	1.04
5	陈坤	6	1.04
5	郑金伟	6	1.04
5	杨劲峰	6	1.04
6	沈玉君	5	0.87
6	吕娟	5	0.87
6	张旭辉	5	0.87

2019年4月

续表

排名	作者名	发文量统计(篇)	占总发文量比例(%)
6	李恋卿	5	0.87
6	赵立欣	5	0.87
6	任少勇	5	0.87
6	孟海波	5	0.87
6	单胜道	5	0.87
6	徐为宁	5	0.87
6	彭靖	5	0.87
6	钟旋	5	0.87
6	乔志刚	5	0.87
6	王秋静	5	0.87

## 2.7 来源期刊分析

对来源期刊的分析有助于准确了解某一研究领域的主要发文期刊。对2006—2018年生物炭基肥领域的文献检索结果进行分析,在中国知网数据库中,收录与生物炭基肥相关的研究论文按数量排名,生物炭基肥发文量最高的是沈阳农业大学学报,发文所占比例为2.08%;发文量排在第二的期刊是南京农业大学学报,发文所占比例为1.74%;发文量排在第三、第四的期刊分别是安徽农学通报、中国农学通报,发文所占比例分别为1.56%和1.22%;并列第五的期刊是华中农业大学学报和西北农林科技大学,发文所占比例均为1.04%;并列第六的期刊是内蒙古农业大学学报、山东农业大学学报、农业环境科学学报和河南农业大学学报,发文所占比例均为0.69%;并列第七的期刊是中国土壤与肥料、江西农业学报、安徽农业科学、沈阳农业大学学报和土壤通报,发文所占比例均为0.52%;发文量排在并列第八的期刊是农机化研究、天津农业科学、东北农业大学学报、可再生能源、华北农学报、中国烟草学报、农业机械学报、科技日报、花生学报、北京科技大学学报、安徽农业大学学报、现代农业科技、农业科技通讯、中国农业科学和东北农业大学学报,占总发文量的比例均为0.35%。

表4 2006—2018年生物炭基肥领域发文量排名前8位的研究期刊  
Table 4 The top 8 research journals publishing carbon-based fertilizer from 2006 to 2018

排名	期刊名	发文量统计(篇)	占总发文量比例(%)
1	沈阳农业大学学报	12	2.08
2	南京农业大学学报	10	1.74
3	安徽农学通报	9	1.56
4	中国农学通报	7	1.22
5	华中农业大学学报	6	1.04
5	西北农林科技大学	6	1.04
6	内蒙古农业大学学报	4	0.69
6	山东农业大学学报	4	0.69
6	农业环境科学学报	4	0.69
6	河南农业大学学报	4	0.69
7	中国土壤与肥料	3	0.52



续表

排名	期刊名	发文量统计 (篇)	占总发文量比例 (%)
7	江西农业学报	3	0.52
7	安徽农业科学	3	0.52
7	沈阳农业大学学报	3	0.52
7	土壤通报	3	0.52
8	农机化研究	2	0.35
8	天津农业科学	2	0.35
8	东北农业大学学报	2	0.35
8	可再生能源	2	0.35
8	华北农学报	2	0.35
8	中国烟草学报	2	0.35
8	农业机械学报	2	0.35
8	科技日报	2	0.35
8	花生学报	2	0.35
8	北京科技大学学报	2	0.35
8	安徽农业大学学报	2	0.35
8	现代农业科技	2	0.35
8	农业科技通讯	2	0.35
8	中国农业科学	2	0.35
8	东北农业大学学报	2	0.35

## 2.8 基于作者关键词的研究主题分析

对关键词的分析有助于把握领域内研究热点和未来研究方向。对分析结果中出现频次较高的前 30 个关键词进行合并、归类统计,发现近几年在生物炭基肥领域的研究主题主要集中在以下几个方面:(1)生物炭基肥产品。主要有生物炭、炭基肥料、生物炭基肥、生物质炭基肥、生物质炭、炭基复混肥、高碳基土壤修复肥、竹炭、缓释肥、肥料等。(2)作物种类。主要有水稻、花生、玉米、小麦、烤烟、番茄、马铃薯和大豆。(3)农学及环境效应。包括产量、品质、生长、土壤养分、理化性质、温室气体、土壤性质、土壤、经济效益、土壤改良和氮素利用率。

表 5 2006—2018 年生物炭基肥领域出现频次最高的前 30 个关键词

Table 5 The top 30 authors' keywords in carbon-based fertilizer from 2006 to 2018

类别	关键词	出现频次
生物炭基肥产品	生物炭	75
	炭基肥料	45
	生物炭基肥	36
	生物质炭基肥	16
	生物质炭	14
	炭基复混肥	13
	高碳基土壤修复肥	8
	竹炭	6
	缓释肥	6
	肥料	5
	热解	5

2019年4月

续表

类别	关键词	出现频次
作物种类	水稻	15
	花生	14
	玉米	11
	小麦	11
	烤烟	8
	番茄	7
	马铃薯	6
农学及环境效应	大豆	5
	产量	59
	品质	23
	生长	8
	土壤养分	7
	理化性质	7
	温室气体	7
	土壤性质	6
	土壤	6
	经济效益	5
	土壤改良	5
	氮素利用率	5

### 3 讨论

开展肥料缓控释技术研究对于提升肥料利用率和防控面源污染具有重要意义。以生物炭作为肥料缓释载体与传统肥料复合制备生物炭基肥的研究是农业科学领域的一个重要研究方向。通过对生物炭基肥领域 2006—2018 年间中国知网文献的计量分析,发现国内在生物炭基肥领域的发文总量近 8 年呈现稳步增长态势,沈阳农业大学、南京农业大学、西北农林科技大学、河南农业大学、内蒙古农业大学、安徽省宁国市中化司尔特化肥有限公司和华中农业大学是生物炭基肥领域发文量最多的机构,表明这 7 所机构在该领域的研发活动较为活跃。此外,东北农业大学、华南农业大学、青岛农业大学、广东省东莞市大众农业科技有限公司和湖南农业大学在该领域也取得重要进展。但总体而言,生物炭基肥研究还处于起步发展阶段,发文数量与质量均有较大的提升空间。

在研究布局上,主要在生物炭基肥的农学效应、肥料利用及农业减排方面开展了初步探索,涉及的农作物种类相对较少,主要集中在经济作物,有关生物炭基肥农田应用的机理探索不足,对生物炭基肥新型产品研发的工艺也有待加强。此外,在注重发文数量的同时,也应关注论文质量的提升,才能有效提升研究成果的影响力。

在借鉴已有研究成果基础上,应对生物炭基肥农田应用的调控机理进行深入探索;广泛筛选新型生物质来源及热解工艺参数制备的炭缓释载体,优化生物炭与肥料和助剂的复配比例与方式,研发并试验生物炭载体改性及强化缓释性能的研究,筛选并应用经济环保的改性材料及制剂;同时,注重生物炭基肥农田应用配套技术的研发,加快技术成果的转化。

## 4 结论

(1) 国内对生物炭基肥的重视程度越来越高, 在生物炭基肥领域的发文量近 8 年呈稳步增长趋势。研究机构方面, 以沈阳农业大学、南京农业大学和西北农林科技大学在生物炭基肥领域发文量较多, 在生物炭基肥领域的工艺技术成熟度和重视程度也表现较强; 核心研究人员方面, 以韩晓日、金政辉和耿增超发文量较多, 研发活动较为活跃。

(2) 国家自然科学基金、国家科技支撑计划、水利部和农业部项目是生物炭基肥领域的重要项目支持者。生物炭基肥的论文主要分布在基础与应用基础和工程技术(自科)研究层次, 涉及的学科主要分布在农作物、农业资源与环境、化学工程和蔬菜领域, 且有交叉学科研究。

(3) 生物炭基肥研究总体略显薄弱, 在不同来源期刊的发文量均不是很多, 研究论文的数量及质量亟待加强。生物炭基肥的研究主题主要分布在生物炭、炭基肥料、生物炭基肥、和生物质炭基肥等产品上, 主要应用的作物是水稻、花生、玉米和小麦等经济作物, 主要考察的指标是产量和品质。

## 参考文献

- [1] Yin G H, Gu J, Zhang F S, et al. Maize yield response to water supply and fertilizer input in a semi-arid environment of Northeast China. *Plos One*. 2014, 9(1): 1~5.
- [2] 刘兆辉, 薄录吉, 李彦, 等. 氮肥减量施用技术及其对作物产量和生态环境的影响综述. *中国土壤与肥料*, 2016(4): 1~8.
- [3] 陈温福, 张伟民, 孟军. 农用生物炭研究进展与前景. *中国农业科学*, 2013, 46(16): 3324~3333.
- [4] 程效义, 刘晓林, 孟军, 等. 生物炭对棕壤  $\text{NH}_3$  挥发、 $\text{N}_2\text{O}$  排放及氮肥利用效率的影响. *农业环境科学学报*, 2016, 35(4): 801~807.
- [5] 李艳梅, 杨俊刚, 孙焱鑫, 等. 炭基氮肥与灌水对温室番茄产量、品质及土壤硝态氮残留的影响. *农业环境科学学报*, 2015, 34(10): 1965~1972.
- [6] Li Yanmei, Sun Yanxin, Liao Shangqiang, et al. Effects of two slow-release nitrogen fertilizers and irrigation on yield, quality, and water-fertilizer productivity of greenhouse tomato. *Agricultural Water Management*, 2017, 186: 1~8.
- [7] 串丽敏, 郑怀国, 赵同科, 等. 基于 Web of Science 数据库的土壤污染修复领域发展态势分析. *农业环境科学学报*, 2016, 35(1): 12~20.
- [8] 吴同亮, 王玉军, 陈怀满, 等. 基于文献计量学分析 2016 年环境土壤学研究热点. *农业环境科学学报*, 2017, 36(2): 205~215.
- [9] 范利超, 韩文炎. 基于 Web of Science 数据库的生物炭研究发展态势分析. *浙江农业科学*, 2017, 58(3): 541~546.
- [10] 闫惠红, 肖仙桃, 孙成权. 从文献计量分析看国际及中国农业科学发展态势. *图书与情报*, 2004(2): 29~31.
- [11] 邢颖, 孔红梅, 刘天星. 基于 SCI 发文的中国生态学研究态势文献计量分析. *生态环境学报*, 2010, 19(2): 447~452.
- [12] 丁博锐, 李佛琳, 刘敏惠, 等. 中国烟草营养与施肥研究现状——基于 1998—2007 年文献计量分析. *中国农学通报*, 2009, 25(12): 133~139.
- [13] 张亦涛, 刘宏斌, 雷秋良, 等. 基于全球文献计量的国际农田施氮效应研究. *生态环境学报*, 2015, 24(8): 1415~1424.
- [14] 张亦涛, 王洪媛, 刘申, 等. 氮肥农学效应与环境效应国际研究发展态势. *生态学报*, 2016a, 36(15): 4594~4608.
- [15] 张亦涛, 刘宏斌, 王洪媛, 等. 农田施氮对水质和氮素流失的影响. *生态学报*, 2016b, 36(20): 6664~6676.
- [16] 高懋芳, 邱建军, 刘三超, 等. 基于文献计量的农业面源污染研究发展态势分析. *中国农业科学*, 2014, 47(6): 1140~1150.
- [17] 于飞, 施卫明. 基于文献计量学的中国面源污染研究概况分析. *环境污染与防治*, 2014, 36(5): 102~110.



2019年4月

- [ 18 ] 张露, 张俊飏, 童庆蒙, 等. 农业碳排放研究进展: 基于 CiteSpace 的文献计量分析. 科技管理研究, 2015, 35(21): 219-223.
- [ 19 ] 王晓娜, 吴川福, 汪群慧, 等. 1992—2015 年期间生物炭领域研究趋势的文献计量分析. 2016 中国环境科学学会学术年会, 2016.
- [ 20 ] 张继宁, 周胜, 陈桂发, 等. 基于文献统计的农业领域生物炭研究现状. 环境科学与技术, 2015(s2).

## Trends in research on carbon-based fertilizer based on bibliometrics

Li Yanmei<sup>1</sup>, Zhou Yawen<sup>2</sup>, Liao Shangqiang<sup>1\*</sup>, Sun Yanxin<sup>1</sup>, Yang Jungang<sup>1</sup>

( 1. Institute of Plant Nutrition and Resource, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Beijing 1000972, China; 2. School of environmental science and engineering, Hebei University of science and technology, Shijiazhuang 050018, China )

**Abstract:** [ **Purpose** ] To identify the hot topics and trends of national research on carbon-based fertilizer, and to promote sustainable development of agriculture. [ **Method** ] Articles indexed by China HowNet database during 2006—2018 were retrieved and analyzed. Literature quantity and quality including number of articles, funding projects, research subordinate and subject area, institutional of publications, researchers, journals and keywords were analyzed by using the bibliometric method. The outcomes are further used to discuss the development of carbon-based fertilizer. [ **Result** ] A total of 576 articles were published in the field of carbon-based fertilizer during this period, and during the past eight years, the number of articles increased rapidly and the article quantity in this period reached up to 98.7% of the total article quantity during the whole thirteen years. Shenyang Agricultural University, Nanjing Agricultural University, and Northwest A & F University were the pioneer institutions. Han Xiaori, Jin Zhenghui, and Geng Zengchao were the pioneer researchers. The published articles are mainly divided into basic and applied basic researches, which are mainly distributed in crops, agricultural resources and environment, chemical engineering, and vegetables. Researches topics are mainly focused on the new fertilizer products, and its impacts on crop yield and quality. [ **Conclusion** ] The research on carbon-based fertilizers has been increasing steadily, the research and development of new carbon-based fertilizers and research on its regulation mechanism on crop production will be the main direction, and identifying optimum carbon-based fertilizer and its supporting techniques to achieve both crop yield and environment benefits will be the focus of this field in future.

**Key words:** carbon-based fertilizer; China HowNet database; bibliometric; research trends