中国生态农业学报 2018 年 10 月 第 26 卷 第 10 期
Chinese Journal of Eco-Agriculture, Oct. 2018, 26(10): 1429−1442

DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.180736

李荣娥, 冯学赞, 谢志霞, 马宝珍. 中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心的研究热点与研究方向变化分析——基于文献计量学分析方法[J]. 中国生态农业学报, 2018, 26(10): 1429−1442

LI R E, FENG X Z, XIE Z X, MA B Z. Changes of research hotspots and trend of Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences based on bibliometric analysis[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2018, 26(10): 1429−1442

中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心的研究热点与研究方向变化分析

——基于文献计量学分析方法

李荣娥, 冯学赞*, 谢志霞, 马宝珍

(中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心 石家庄 050022)

摘 要: 采用中国知网(CNKI)和 Web of Science 核心合集(WoS)两大数据库的文献计量分析工具, 统计分析了中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心(以下简称“农业资源研究中心”)创建 40 年来科技论文发表情况, 从文献角度, 分析农业资源研究中心的研究基础、研究热点和研究趋势的变化历程。共检索到论文 2 052 篇, 中文文献 1 467 篇、英文文献 585 篇。论文发文总量呈逐年增长趋势, 前 20 年以中文论文为主, 2005 年达到峰值, 之后出现回落的趋势, 但年发文量基本保持在 50 篇左右。2002 年以后, 英文论文呈快速增长态势, 2003—2017 年以 26.85%的年均增长率增加。被 CNKI 引用≥50 次的论文有 118 篇, 被 WoS 引用≥50 次的论文有 44 篇。中文论文发表在 235 种期刊上, 英文论文发表在 237 种期刊上; 发文量前 10 的中文来源刊平均影响因子 1.022, 英文来源刊平均影响因子 3.411。论文的资助基金主要来源是中国科学院知识创新工程基金、国家自然科学基金、国家重点基础研究发展计划(973 计划)、国家高技术研究发展计划(863 计划)、国家科技支撑计划等。国际合作基金项目呈逐年上升趋势, 资助基金机构达到 73 个, 出现频率较多的是中国科学院的国际合作项目、澳大利亚国际农业研究中心基金、国家留学基金和欧共体基金等。合作研究机构主要集中在河北、北京、山东、山西等地。与国外合作的研究单位主要集中在美国、日本、荷兰、澳大利亚、丹麦、巴基斯坦等国家。CiteSpace 关键词共现分析显示, 创建初期农业资源研究中心的研究内容少且较分散, 体现在关键词数量少、相互联系弱。之后, 研究主题不断增多, 2000 年左右达到峰值, 关键词之间联系逐渐紧密。研究作物以小麦、玉米为主, 研究区域集中在华北平原。目前气候变化的大背景下, 研究内容主要集中于作物栽培、育种与分子生物学, 农业水资源及其利用, 农田生态系统及其碳、氮循环, 及盐碱地土壤、水和植物的利用等方面。总之, 农业资源研究中心在过去 40 年的发展中, 取得了显著的研究成果, 研究水平不断提高, 形成了鲜明的研究特色。

关键词: 中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心; 学术论文; Web of Science; CNKI; 文献计量分析

中图分类号: S157.4; X524 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-3990(2018)10-1429-14

Changes of research hotspots and trend of Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences based on bibliometric analysis

LI Rong’e, FENG Xuezan*, XIE Zhixia, MA Baozhen

(Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese academy of Sciences,

* 通信作者, 冯学赞, 主要从事文献情报和期刊出版工作。E-mail: fengxz@sjziam.ac.cn

收稿日期: 2018-07-05 接受日期: 2018-08-06

* Corresponding author, E-mail: fengxz@sjziam.ac.cn

Received Jul. 5, 2018; accepted Aug. 6, 2018

Shijiazhuang 050022, China)

Abstract: Published scientific papers included in China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and the core collection of Web of Science (WoS) of Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese academy of Sciences (CARR) since 1978, when CARR was launched, were bibliometrically analyzed to reveal the changes in research hotspots and trends of CARR since its' establishment. The CNKI and WoS searching results showed 2 052 papers of researches conducted by CARR since 1978, of which 1 467 papers were in Chinese and included in CNKI, and 585 papers were in English and included in WoS. Annual published Chinese papers number increased and peaked in 2005, and then kept at around 50 though slightly decreased. Papers in English were mainly published after 2002 and increased quickly with annual increase rate of 26.85% from 2003 to 2017. There were 118 papers in Chinese and 44 papers in English cited more than 50 in CNKI and WoS, respectively. And Chinese papers were published in 235 journals, and English papers in 237 journals. The average impact factors of the Chinese journals and English journals publishing top 10 papers were 1.022 and 3.411, respectively. The papers were mainly supported by the Program of Knowledge Innovation of Chinese Academy of Sciences, National Natural Science Foundation of China, National Basic Research Program of China (973 Program), National High-tech R&D Program of China (863 Program) and National Key Technologies R & D Program of China. The international cooperation of CARR increased yearly, and there were 73 international cooperation funds supporting the researches of CARR, such as International Cooperation Project of Chinese Academy of Sciences, Fund of Australia International Agricultural Research Center, National Study Abroad Fund of China, European Community Fund. The institutions collaborating with CARR to publish scientific papers were mainly from Hebei Province, Beijing City, Shandong Province and Shanxi Province, while the international institutions were mainly from USA, Japan, Netherland, Australia, Denmark, Pakistan. Co-occurrence analysis of keywords of published papers based on CiteSpace showed that the keywords in the first ten years since CARR establishment were less with weak interconnection. After that, the research keywords increased and peaked around 2000. The interconnections among keywords were increasingly close. The studied crops were wheat and maize, the areas concentrated in the North China Plain. Under the climate change background, the research works of CARR now are mainly focusing on crop cultivation, breeding and molecular biology; water resources and water-saving agriculture; carbon and nitrogen recycle of agroecosystem; reclamation of salt soil land, and utilization of halophyte and salt water resources. In summary, CARR have formed its' special research area and made remarkable research achievements.

Keywords: Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese academy of Sciences; Scientific paper; Web of Science; China National Knowledge Infrastructure; Bibliometric analysis

中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心(以下简称“农业资源研究中心”)前身为中国科学院石家庄农业现代化研究所。1978 年，国家为提升和巩固农业基础地位，超前部署农业现代化研究试点和前沿技术研发，着力解决科技与农业生产脱节问题，引领和支撑农业现代化建设，确保农产品的长期有效供给，经报请党中央批准，中国科学院与河北省共同组建了“中国科学院栾城农业现代化研究所”，1979 年 5 月更名为“中国科学院石家庄农业现代化研究所”。2002 年，在中国科学院知识创新工程全面推进阶段，与中国科学院遗传与发育生物学研究所异地整合，成立了“中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心”，保留独立事业单位法人资格。

农业资源研究中心沿北纬 38 度带分别在河北省元氏县、栾城县和南皮县建立了 3 个野外试验台站，形成了从山地丘陵区—山前平原区—滨海平原区具有不同生态类型的农业科学研究基地。其中中国科学院栾城农业生态系统试验站已于 2005 年晋升为国家首批野外试验台站，同时也是中国科学院生态网络台站成员和国际 GTOS 成员。中国科学院太行山山地生态试验站 2013 年成为国家林业局生态系统定位观测研究站。中国科学院南皮生态农业试验站是目前承担国家“渤海粮仓科技示范工程”项目最重要的科研基地。此外还建有中国科学院农业水资源重点实验室、河北省节水农业重点实验室和抗逆植物繁育及种质资源创新河北省工程实验室。

自 1978 年创建以来，经历了中国农业现代化、生态农业、资源节约型农业 3 个重要发展阶段，经过 40 年的不懈努力，在创新农业科学研究，服务国家与地方农业方面做出了巨大贡献。在农业资源研究中心建立 40 周年之际，对发表的科技论文进行计量统计分析，从文献角度，客观反映了当前农业资源研究中心的研究基础、研究热点和研究趋势，为今后的科研提供参考。

1 研究方法

数据统计源采用中国知网(CNKI)和 Web of

Science 两大数据库, 分析方法为基本文献计量分析方法[1-5]。中文数据采用 CNKI 的数据, 英文数据采用 Web of Science 核心合集(WoS)。检索了 1978—2018 年期间农业资源研究中心的科技论文发表情况。中文采用专业检索方法, 用出版年和单位名称组成检索词, 检索式为“AF=中国科学院石家庄农业现代化研究所 or AF=石家庄农业现代化研究所 or AF=中国科学院石家庄农业现代化所 or AF=石家庄农业现代化所 or AF=中科院石家庄农业现代化研究所 or AF=中科院石家庄农业现代化所 or AF=中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心 or AF=中国科学院农业资源研究中心 or AF=中科院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心 or AF=中科院农业资源研究中心”。英文采用出版年和单位地址两个字段进行检索, 检索式为“(050021 or 050022 or huaizhonglu 286 or 286 huaizhonglu) and (Agr Res* or Inst Genet* Dev Biol* or agr* moder*)。检索时间为 2018 年 5 月 8 日。

检索数据采用 Microsoft Excel 2010 进行整理、分析和做图。采用信息可视化软件——CiteSpace 进行关键词共现分析[6-7], 发现论文所反映的研究主题的变化情况, 研究农业资源研究中心创建以来的研究热点和研究方向的变化。进行 CiteSpace 分析时, 将 1978—2018 年按 10 年段划分为 4 个时段, 分析 CNKI 检索到的中文论文; 由于自 1995 年起才开始在 WoS 检索到农业资源研究中心发表的英文论文, 且 2000 年前篇数极少, 故将 WoS 的英文论文按两个时段 1995—2007 年和 2008—2018 年进行分析。

2　结果与分析

2.1　文献类型

检索结果显示, 1978—2018 年, 共检索到论文 2 052 篇, 其中中文文献 1 467 篇, 英文文献 585 篇。中文文献中期刊研究论文 1 320 篇, 期刊综述类论文 62 篇, 会议论文 85 篇。英文文献中期刊研究论文 535 篇, 期刊综述类论文 15 篇, 会议论文 33 篇, 其他 2 篇。文献类型主要以期刊研究论文为主, 占总数 90.39%, 期刊综述类论文占 3.75%, 会议论文占 5.75%。

2.2　年度发文量

发文量是衡量一个单位学术水平的重要指标, 不仅反映了单位的科研现状和科研水平, 同时也体现单位的学术氛围。从图 1 可见, 1978—2018 年的 40 年中, 论文总量呈逐年增长趋势。1978—1979 年是建所阶段没有检索到论文, 中文论文年发文量从 1980 年的 4 篇逐年稳步增长, 到 1990 年发文量 24 篇, 2000 年发文达 40 篇。尤其 2001 年以后进入快速增长阶段, 到 2005 年中文发文量达到顶峰, 年发文量 95 篇, 2006 年之后中文发文量出现回落的趋势, 但年发文量基本保持在 50 篇左右。英文发文量在 2000 年以前非常少, 只有 2 篇, 2002 年以后开始逐年增加, 2003 年 5 篇, 2006 年为 18 篇, 2010 年为 51 篇, 到 2017 年达到年发文 65 篇。由此可见, 农业资源研究中心在 2005 年之前, 发文主要以中文论文为主, 2006 年以后英文发文量呈快速增长趋势, 2010 年以后中英文年均发文量基本稳定, 保持在年发文 50~60 篇, 2016 年英文发文量开始超过中文, 体现科研人员越发注重 WoS 论文的发表。

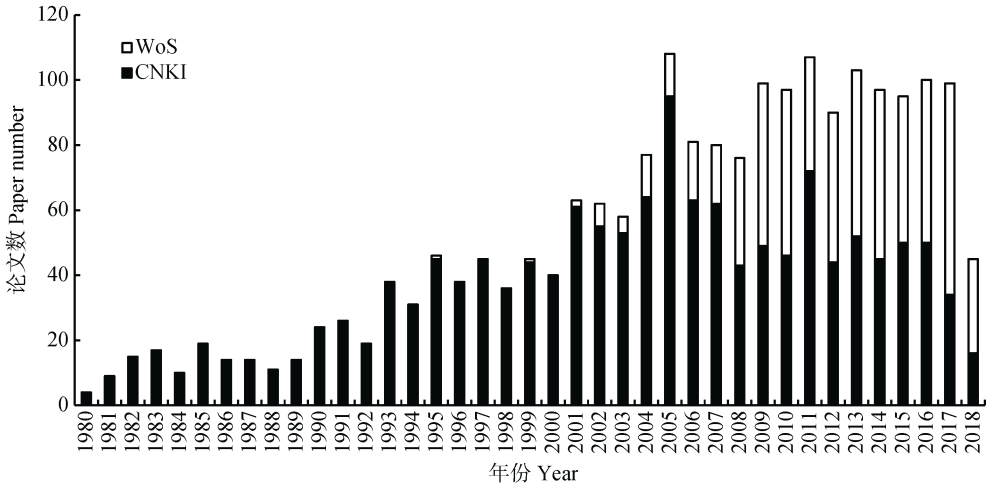

图 1　农业资源研究中心成立以来发表论文数量(截止时间 2018 年 5 月 8 日)

Fig. 1　Published papers number of Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences (“CARR” for short) since establishment till to May 8, 2018

WoS: Web of Science 核心合集; CNKI: 中国知网。WoS: core collection of Web of Science; CNKI: China National Knowledge Infrastructure.

2.3 论文的出版物来源

科技论文的水平与发表出版物的水平密切相关，而影响因子是反映期刊学术水平的重要指标之一。检索到的 585 篇英文论文，刊登在 237 种期刊上。刊登 5 篇以上的期刊有 35 种，发文量为 281 篇，占总发文量的 47.95%；刊登 1 篇论文的期刊有 127 种，占总发文量的 21.67%。1 467 篇中文论文刊登在 235 种期刊上，刊登 5 篇以上的期刊有 55 种，发文量共 999 篇，占总发文量的 68.10%；刊登 1 篇论文的期刊有 225 种，占总发文量的 15.34%。由此可见农业资源研究中心在发表论文期刊的选择比较广泛，但又具有比较明显的集中格局。

从表 1 可以看出，中文论文发表最多的前 10 名期刊是《中国生态农业学报》、《华北农学报》、《农业现代化研究》、《干旱地区农业研究》、《中国农学通报》、《生态学杂志》、《现代农村科技》、《麦类作物学报》、《农业系统科学与综合研究》、《农业工程学报》，发文量为 590 篇，占中文总发文量的 40.22%，其中发文量最多的是《中国生态农业学报》，占中文总发文量的 20.31%。进一步分析可见，发文量最多的前 10 名期刊的质量参差不齐，根据 2017 年版的《中国科技期刊引证报告(核心版)》，影响因子最高的是《农业工程学报》和《中国生态农业学报》，平均影响因子为 1.022，其中 2 种没有被《中国科技期刊引证报告(核心版)》收录。由此可见农业资源研究中心中文论文发表选择的期刊主要以农业综合性应用期刊为主。

英文发表最多的前 10 名期刊是《Agricultural Water Management》、《Hydrological Processes》、《Journal Hydrology》、《Journal of Food, Agriculture & Environment》、《Science of the Total Environment》、《Field Crops Research》、《Scientific Reports》、《Theoretical and Applied Genetics》、《Agronomy Journal》、《Soil Tillage Research》，发文量为 133 篇，占英文总发文量的 22.73%；其中发文量最多的是《Agricultural Water Management》，占英文总发文量的 5.64%。发文量最多的 10 种期刊中 2016 年影响因子最高的是《Science of the Total Environment》和《Scientific Reports》；除《Journal of Food, Agriculture & Environment》2014 年被 WoS 剔除，其他 9 种期刊的平均影响因子达到 3.411，可见农业资源研究中心的英文论文的质量比较高。

表 1 农业资源研究中心发表论文的主要论文来源期刊

Table 1 Main journals publishing papers of researches conducted by CARR

论文来源 Journal	篇数 Paper number	影响因子 Impact factor	论文来源 Journal	篇数 Paper number	影响因子 Impact factor
中文论文 Papers in Chinese					
中国生态农业学报	298	1.462	生态学杂志	27	1.195
华北农学报	46	0.755	现代农村科技	27	—
农业现代化研究	46	0.833	麦类作物学报	24	0.750
干旱地区农业研究	46	0.800	农业系统科学与综合研究	23	—
中国农学通报	30	0.518	农业工程学报	23	1.862
英文论文 Paper in English					
Agricultural Water Management	33	2.848	Field Crops Research	9	3.048
Hydrological Processes	20	3.014	Scientific Reports	9	4.259
Journal of Hydrology	14	3.483	Theoretical and Applied Genetics	9	4.132
Journal of Food, Agriculture & Environment	13	—	Agronomy Journal	8	1.614
Science of the Total Environment	10	4.900	Soil Tillage Research	8	3.401

2.4 论文的资助基金

论文的资助情况可以反映科研项目研究经费的主要来源。为了便于统计分析，将农业资源研究中心中英文论文数据合并统计。1980—1990 年，发表的 151 篇论文中没有基金项目资助，主要由于 1991 年前发表的中文论文未标注资助基金。1991—2000 年间，发表的 362 篇论文的基金项目只有 6 个，分别是国家科技攻关计划(33)、国家自然科学基金(30)、澳大利亚国际农业研究中心基金(9)、中国科学院知识创新工程基金(6)、河北省自然科学基金(1)、河北省科技攻关计划(1)。2001—2010 年间，802 篇论文中有 103 个资助基金，出现频率最多的

是中国科学院知识创新工程基金(254)、国家高技术研究发展计划(863 计划)(127)、国家自然科学基金(114)、国家重点基础研究发展计划(973 计划)(99)、国家科技支撑计划(47)和河北省科技攻关计划(31)。2011—2018 年, 737 篇论文中基金项目达 382 个, 出现频率最多的是国家自然科学基金(273)、中国科学院知识创新工程基金(166)、国家重点基础研究发展计划(973 计划)(129)、国家科技支撑计划(90)、国家高技术研究发展计划(863 计划)(58)、河北省自然科学基金(46)和中国科学院"百人计划"基金(30)。

40 年来农业资源研究中心发表论文的基金项目共 491 个, 前 20 年基金项目较少且种类单一, 只有国家科技攻关计划、国家自然科学基金、中国科学院重点项目和方向性项目和河北省的项目等, 国际合作项目只有澳大利亚国际农业研究中心基金。2002 年与中国科学院遗传与发育生物学研究所整合进入中国科学院知识创新工程后, 资助基金项目到 2010 年达到 103 个, 2018 年达 382 个。国际合作项目呈逐年上升趋势, 达到 73 个, 出现频率较多的是中国科学院的国际合作项目、澳大利亚国际农业研究中心基金、国家留学基金和欧共体基金等。从表 2 可看出, 农业资源研究中心成立以来, 频率最高的基金项目是中国科学院知识创新工程基金和国家自然科学基金, 科研经费来源主要是中国科学院、国家科技部、农业部以及河北省的科技项目。

表 2　农业资源研究中心发表论文出现频率最多的前 **10** 名基金项目

Table 2　Top 10 funds of published papers of CARR

基金名称 Fund name	论文数量 Paper number
中国科学院知识创新工程基金 Knowledge Innovation Program of Chinese Academy of Sciences	426
国家自然科学基金 National Natural Science Foundation of China	417
国家重点基础研究发展计划(973 计划) National Basic Research Program of China (973 Program)	228
国家科技支撑计划 National Key Technologies R & D Program of China	219
国家高技术研究发展计划(863 计划) National High-tech R & D Program of China (863 Program)	185
河北省自然科学基金 Natural Science Foundation of Hebei Province	61
中国科学院"百人计划"基金 '100-Talents Project' of Chinese Academy of Sciences	46
河北省科技攻关计划 Science and Technology Project of Hebei Province	45
中国科学院国际合作项目 International Cooperation Project of Chinese Academy of Sciences	23
中国博士后科学基金会 China Postdoctoral Science Foundation	18

2.5　论文的被引频次

论文的被引频次是评价论文质量的重要指标。通过 CNKI 检索, 1 467 篇中文论文中有 1 099 篇被 CNKI 引用, 被引率 74.92%; 总被引次数为 27 257 次, 篇均被引次数为 18.58 次。其中单篇被引频次最高的是 313 次。被引频次≥100 的论文有 36 篇(表 3), 被引频次≥50 的论文有 118 篇; 被引频次≥100 的 36 篇中文论文中, 有 24 篇第 1 作者单位是农业资源研究中心, 占比 66.67%。根据 WoS 检索结果, 585 篇英文论文中有 490 篇论文被引用, 被引率 83.76%, 总被引次数为 9 475 次, 篇均被引次数为 16.20 次。其中单篇被引频次最高的是 146 次。被引频次≥100 的论文有 8 篇(表 4), 被引频次≥50 的论文有 44 篇。被引频次≥50 的 44 篇英文论文中, 有 28 篇论文的第 1 作者单位为农业资源研究中心, 占 63.64%。

2.6　合作机构、合作国家

合著论文是科技合作实施状况的主要载体, 其文献计量分析可以有效反映科研机构与不同国家、地区、机构之间的科技合作现状与趋势。1978 年以来的 40 年间, 检索到的中文论文中出现 90 个合作机构。合作比较多的机构是中国科学院大学、中国科学院地理科学与资源研究所、中国农业大学、河北师范大学、河北农业大学、中国科学院生态环境研究中心、河北科技大学、日本千叶大学和河北省气象局等(表 5)。检索到的英文论文中有合作机构 138 个。合作比较多的机构是中国科学院大学、荷兰瓦格宁根大学、中国农业大学、中国农业科学院、山东农业大学、河北农林科学院、北京师范大学、河北农业大学、青岛理工大学、青海师范大学、日本千叶大学、日本国家环境研究所、美国奥胡斯大学、北京大学、巴基斯坦卡拉奇大学、中国丹麦教育研究中心和尼日利亚卡拉巴大学等(表 5)。

表 3 农业资源研究中心发表的单篇被 CNKI 引用次数≥100 的中文论文(截止时间 2018 年 6 月 22 日)

Table 3 Published papers in Chinese of CARR with citation frequency≥100 in CNKI (till to June 22, 2018)

第 1 作者 First author	论文名称 Paper title	期刊名称 Journal	出版年 Publication year	被引频次 Citation frequency
陈素英	玉米秸秆覆盖麦田下的土壤温度和土壤水分动态规律	中国农业气象	2002	313
刘昌明	大型蒸渗仪与小型棵间蒸发器结合测定冬小麦蒸散的研究	水利学报	1998	244
许大全	田间小麦叶片光合作用“午睡”现象的研究	植物生理学报	1984	215
张永强	干旱胁迫对冬小麦叶绿素荧光的影响	中国生态农业学报	2002	211
陈素英	秸秆覆盖对夏玉米生长过程及水分利用的影响	干旱地区农业研究	2002	200
刘昌明	土壤-植物-大气系统水分运行的界面过程研究	地理学报	1997	196
刘孟雨	水分胁迫条件下气孔与非气孔因素对小麦光合的限制	植物生理学通讯	1990	191
张秋英	冬小麦叶片叶绿素含量及光合速率变化规律的研究	中国生态农业学报	2005	190
陈素英	秸秆覆盖对夏玉米田棵间蒸发和土壤温度的影响	灌溉排水学报	2004	186
尹 飞	农田生态系统服务功能及其形成机制	应用生态学报	2006	175
李晓欣	不同施肥处理对作物产量及土壤中硝态氮累积的影响	干旱地区农业研究	2003	171
张秋英	水分胁迫对冬小麦光合特性及产量的影响	西北植物学报	2005	166
曾江海	小麦-玉米轮作期土壤排放 N_2O 通量及总量估算	环境科学	1995	159
孙宏勇	微型蒸发器测定土面蒸发的试验研究	水利学报	2004	154
杨 梅	区域土地利用变化驱动力研究进展与展望	地理与地理信息科学	2011	151
张喜英	几种作物的生理指标对土壤水分变动的阈值反应	植物生态学报	2000	148
张 娟	小麦叶片水分利用效率及相关生理性状的关系研究	作物学报	2005	134
李红军	基于 EOS/MODIS 数据的 NDVI 与 EVI 比较研究	地理科学进展	2007	130
张喜英	不同时期水分调亏及不同调亏程度对冬小麦产量的影响	华北农学报	1999	128
张喜英	秸秆覆盖下的夏玉米蒸散、水分利用效率和作物系数的变化	地理科学进展	2002	125
张秋英	水分胁迫对小麦旗叶叶绿素 a 荧光参数和光合速率的影响	干旱地区农业研究	2002	125
夏 军	华北地区水资源及水安全问题的思考与研究	自然资源学报	2004	125
裴 冬	水分调亏对冬小麦生理生态的影响	农业工程学报	2006	120
张永强	华北平原典型农田水、热与 CO_2 通量的测定	地理学报	2002	114
王新元	日光温室冬春茬黄瓜产量与灌水量的关系	中国蔬菜	1999	114
毛任钊	盐渍土盐分指标及其与化学组成的关系	土壤	1997	111
胡立峰	不同土壤耕作法对作物产量及土壤硝态氮淋失的影响	水土保持学报	2005	110
张秋英	不同水分条件下小麦旗叶叶绿素 a 荧光参数与籽粒灌浆速率	华北农学报	2003	109
董宝娣	小麦不同品种的水分利用特性及对灌溉制度的响应	农业工程学报	2007	106
程一松	氮素胁迫下的冬小麦高光谱特征提取与分析	资源科学	2003	104
张和平	华北平原冬小麦根系生长规律及其与氮肥磷肥和水分的关系	华北农学报	1993	102
张正斌	水分利用效率——未来农业研究的关键问题	世界科技研究与发展	2005	102
邢素丽	我国农业遥感的应用现状与展望	农业工程学报	2003	102
段德玉	不同盐分胁迫对盐地碱蓬种子萌发的效应	中国农学通报	2003	101
段德玉	N 素营养对 NaCl 胁迫下盐地碱蓬幼苗生长及渗透调节物质变化的影响	草业学报	2005	101
张玉铭	农田土壤 N_2O 生成与排放影响因素及 N_2O 总量估算的研究	中国生态农业学报	2014	100

表 4　农业资源研究中心发表的单篇被 Web of Science 引用次数≥100 的英文论文(截止时间 2018 年 6 月 22 日)
Table 4　Published papers in English of CARR with citation frequency ≥ 100 in WoS (till to June 22, 2018)

第 1 作者 First author	论文名称 Paper title	期刊名称 Journal	出版年 Year	被引频次 Citation frequency
Hong-yong Sun	Effects of irrigation on water balance, yield and WUE of winter wheat in the North China Plain	Agricultural Water Management	2006	146
Yongqiang Zhang	Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the North China Plain	Agricultural Water Management	2004	142
Zhang, Yongqiang	Trends in pan evaporation and reference and actual evapotranspiration across the Tibetan Plateau	Journal of Geophysical Research-Atmospheres	2007	133
Yang, Yonghui	Abrupt change of runoff and its major driving factors in Haihe River Catchment, China	Journal of Hydrology	2009	128
Niu Can-Fang	Wheat *WRKY* genes TaWRKY2 and TaWRKY19 regulate abiotic stress tolerance in transgenic *Arabidopsis* plants	Plant Cell and Environment	2012	126
Xiying Zhang	Conserving groundwater for irrigation in the North China Plain	Irrigation Science	2003	116
Xu Jin	Exogenous nitric oxide improves antioxidative capacity and reduces auxin degradation in roots of *Medicago truncatula* seedlings under cadmium stress	Plant and Soil	2010	112
Sun, Hongyong	Effect of precipitation change on water balance and WUE of the winter wheat-summer maize rotation in the North China Plain	Agricultural Water Management	2010	104

表 5　与农业资源研究中心合作发表中英文论文超过 10 篇的机构
Table 5　Institutions cooperating with CARR to publish > 10 papers

中文论文合作机构 Cooperating institution of papers in Chinese	论文篇数 Paper number	英文论文合作机构 Cooperating institution of papers in English	论文篇数 Paper number
中国科学院大学	175	University of Chinese Academy of Sciences	108
中国科学院地理科学与资源研究所	46	China Agricultural University	41
中国农业大学	39	Wageningen University	32
河北师范大学	38	Chinese Academy of Agricultural Sciences	31
河北农业大学	25	Shangdong Agricultural University	23
中国科学院生态环境研究中心	17	National Institute of Environment Studies	19
河北科技大学	17	Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences	18
千叶大学	14	Beijing Normal University	16
河北省气象局	14	Qingdao University of Science and Technology	15
西北农林科技大学	13	Agricultural University of Hebie	14
山东农业大学	13	Qinghai Normal University	13
青海师范大学	13	Chiba University	12
北京师范大学	13	Peking University	12
石家庄学院	11	Aarhus University	12
山西省农业科学院小麦研究所	11	University of Karachi	10
中国农业科学院作物科学研究所	10	Hebei Normal University	10
中国林业科学院森林生态环境与保护研究所	10	Sino-Danish Center of Education and Research	10
河北省农林科学院	10	University of Calabra	10

40 年间, 农业资源研究中心先后与 40 个国家(地区)开展了合作研究, 2000 年以前国际合作研究只有日本和美国 2 个国家(地区), 2010 年增加到了 20 个国家(地区), 2018 年达到 40 个国家(地区)。与这 40 个国家(地区)合作发表的中英文论文总量为 364 篇, 占总发文量的 17.74%; 英文论文为 329 篇, 占英文总发文量的 56.24%; 中文 35 篇, 占中文总发文量的 2.39%。由此可见英文论文国际合作比自主研究的论文多, 而中文论文主要以自主研究论文为主。从表 6 可看出, 在 329 篇有国际合作关系的英文论文中, 发文量最多的前 10 名合作国家(地区)分别是美国、日本、荷兰、澳大利亚、德国、英国、丹麦、巴基斯坦、加拿大、新西兰。其中与美国合作最多, 为 62 篇, 占有合作关系英文发文量的 18.85%; 其次是日本和荷兰, 分别为 54 篇和 31 篇, 占有合作关系英文发文量的 16.41%和 9.42%。

表 6 与农业资源研究中心合作发表英文论文数前 10 的国家(地区)

Table 6 Top 10 nations (regions) with institutions cooperating with CARR to publish papers in English

国家(地区) Nation (region)	论文数量 Paper number	占百分比 Proportion (%)
United States of America 美国	62	18.85
Japan 日本	54	16.41
Netherlands 荷兰	31	9.42
Australia 澳大利亚	30	9.12
Germany 德国	18	5.47
Denmark 丹麦	16	4.86
United Kingdom 英国	13	3.95
Prkistan 巴基斯坦	12	3.65
Canada 加拿大	11	3.34
New Zealand 新西兰	11	3.34

2.7 研究主题

2.7.1 1978—1987 年

此时段为农业资源研究中心的初创时期，处于研究领域形成及确立阶段，此时段的研究主题较少，各主题间没有相互联系，均独立存在；且不同主题的时间连续性也不同。此时段共出现了 485 个关键词，其中以麦类作物(小麦、冬麦、冬小麦)(28 次)、农业生态系统(22)、塑料大棚(温室)(14)和农业(10)为主(表 7)。图 2 显示，此时段的研究主题有 3 个大方向：“农业生态系统”、“麦类作物”和“塑料温室”(大棚)。1)“农业生态系统”包括了两个核心的关键词——“农业生态系统”和“农业”。“农业生态系统”于 1984 年爆发，涉及的内容有“庭院生态系统”、“农村庭院”和“村镇”，说明有关农业生态系统的研究仅是围绕庭院经济进行的，时间则是此时段的后期(1985—1987 年)。“农业”关键词主要是肥料，如“无机肥”、“磷肥”；与之联系的有另一个内容是“数学模型”、“试验模型”和“组合方案”等试验方法及农业经济的研究。研究时间贯穿了整个时段，但后期内容更多些。2)“麦类作物”主要是“小麦”或“冬小麦”，研究内容则以育种为主，如“孤雌生殖”、“单性生殖”。时间主要是该时段的前期和中期，后期则以“冬小麦”出现频次更多。3)“塑料温室(大棚)”的内容包括了“棚膜”、“管式”、“日本”等主题，此时段正是农业资源研究中心从日本引进塑料温室(大棚)技术的重要时期，引入后针对国内情况进行了建设材料的研究。另外与之相关联的关键词如“加代”、“子实体”、“平菇”等，则是此技术的应用。这些主题的出现时间集中在此时段的前期和中期。另外，此时段的研究对象以“小麦”为主，其次有“玉米”、“棉花”、“平菇”等。

表 7 1978—2018 年各时段农业资源研究中心发表中文论文的前 10 频次的关键词

Table 7 Top 10 keywords of published papers in Chinese of CARR in different periods from 1978 to 2018

1978—1987		1988—1997			1998—2007			2008—2018	
关键词 Keyword	频次 Frequency	关键词 Keyword	频次 Frequency	爆发系数 Burst	关键词 Keyword	频次 Frequency	爆发系数 Burst	关键词 Keyword	频次 Frequency
麦类作物(小麦、冬麦、冬小麦)	28	冬小麦(小麦)	25		冬小麦(小麦)	69		冬小麦(小麦)	111
农业生态系统	22	农业	11		水分利用效率	28	3.37	产量	34
塑料大棚(大棚)	14	河北	8		产量	13		水分利用效率	25
农业	10	涂层尿素	7		作物	12		气候变化	22
庭院生态系统	5	氧化亚氮	7		河北省	11		华北平原	21
数学模型	5	石家庄	7	2.64	华北平原	11		盐胁迫	15
棚膜	4	大豆	6		太行山	10		河北省	14
日本	4	经济效益	6		太行山前平原	10		玉米(夏玉米)	11
农村庭院	4	八倍体小偃麦	5		遥感	9	2.55	灌溉	10
村镇	4	河北省	5		地下水	9		农艺性状	10

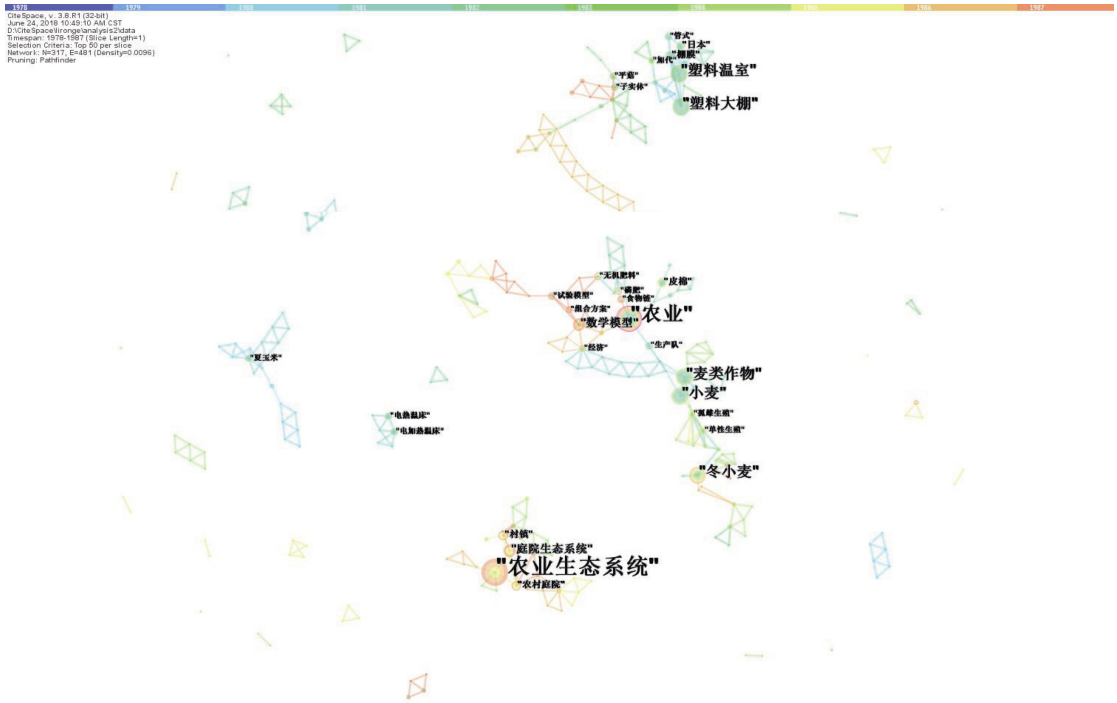

图 2　1978—1987 年农业资源研究中心发表中文论文的关键词共现网络

Fig. 2　Co-occurrence analysis of keywords of published papers in Chinese of CARR from 1978 to 1987

2.7.2　1988—1997 年

此时段进入农业资源研究中心成立的 10~20 年，与刚创建的 10 年相比，论文的关键词明显增加，共 675 个，其中以“冬小麦”(25)、“农业”(11)、“涂层尿素”(7)、“氮化亚氮”(7)为主，同时，1995 年爆发出现“石家庄”(表 7)。图 3 显示，此时段的研究主题呈现出以下

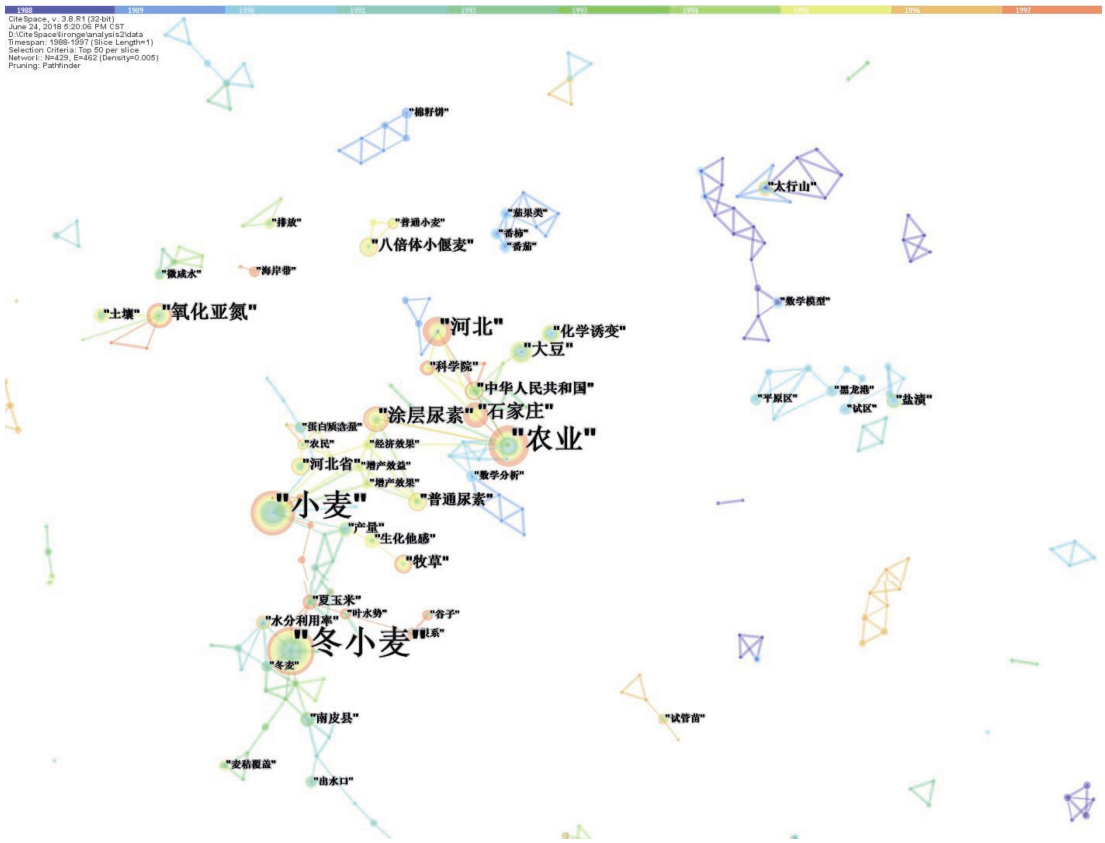

图 3　1988—1997 年农业资源研究中心发表中文论文的关键词共现网络

Fig. 3　Co-occurrence analysis of keywords of papers in Chinese of CARR from 1988 to 1997

几个特点: 1)主要研究方向数量变化不大, 但内容更集中, 各关键词间的相互联系加强。此时段的关键词有“小麦(冬小麦)”、“农业”、“涂层尿素”等, 体现了更注重农业栽培及大农业发展的相关研究。与关键节点“小麦(冬小麦)”共现的关键词主要有“产量”、“水分利用效率”、“生化他感”、“根系”和“叶水势”等, 这些内容出现在整个研究时段, 且是此时段的主体研究内容。与“农业”共现的主要是区域或机构名称, 如“石家庄”、“河北”、“中华人民共和国”、“科学院”等, 反映了此时段农业资源研究中心在区域农业发展及规划方面的研究成果。此时段的另一个研究主题为“涂层尿素”, 与之联系紧密的主题是“经济效益”、“增产效益”、“增产效果”和“普通尿素”; 而此关键节点又与“小麦”和“农业”题节点相关联系。2)新的研究方向开始出现。如前期出现的“太行山”和“盐渍”两个关键词节点, 后期高爆发的“氮化亚氮”、中期高爆发的“八倍体小偃麦”和中期“大豆”及与之相关的“化学诱变”等。此期间农业资源研究中心在太行山和黑龙岗(南皮)建立了两个试验站, 开始进行山地林业生态工程和盐碱地研究; 同时在栾城农业生态系统试验站的研究开始关注农田环境和温室气体排放。3)此时段所关注的作物除小麦外, 还有夏玉米、大豆、番茄、棉花、谷子等, 研究对象更加丰富。4)研究区域更加明显, 主要是面对河北和石家庄, 出现的关键词有“河北省”、“南皮县”、“黑龙岗”、“太行山”等。

2.7.3 1998—2007 年

2.7.3.1 基于 CNKI 数据

基于 CNKI 数据, 与上时段相比, 关键词进一步增加, 共 1 045 个, 其中以“冬小麦(小麦)”(69)、“水分利用效率”(28)、“产量”(13)、“作物”(12)为主; 同时, 分别于 1998 年、2005 年、1998 年和 2005 年爆发出现“水分利用效率”、“遥感”、“农业现代化”和“降雨入渗”主题(表 7)。图 4 显示: 1)此时段研究内容更加集中, 突出体现在“冬小麦”、“水分利用效率”和“产量”方面, 3 个主题紧密相关, “水分利用效率”于 2005 年爆发, 其中有关作物水分利用及水资源的研究占据了主体地位, 如“土壤水分”、“水分胁迫”、“节水农业”、“水资源”、“蒸散”、“降水入渗”、“径流”、“节水”、“渗流”等; 2)此时段的研究对象以“冬小麦”为主, 同时涉及到“夏玉米(玉米)”、“大豆”、“枣树”、“番茄”、“珠美海棠”等; 3)开始从“节水农业”角度关注生态环境和农业发展, 出现了“可持续发展”、“生态环境”和“节水农业”的研究; 4)新的研究手

图 4 1998—2007 年农业资源研究中心发表中文论文的关键词共现网络

Fig. 4 Co-occurrence analysis of keywords of papers in Chinese of CARR from 1998 to 2007

段“遥感”于 2005 年大量爆发出现, 与之密切相关的研究主题有“冬小麦”和“农田”; 5)对“太行山(区)”的研究也贯穿于始终, 但这方面的研究内容较分散, 没有形成相关的重要节点; 6)研究区域扩大, 从上时段的“河北省”、“石家庄”为主, 变化为“河北省”、“太行山前平原”、“华北平原”、“太行山区”为主。

2.7.3.2　基于 WoS 数据

WoS 论文多为农业资源研究中心具有明显特色的研究方向的成果。1995—2007 年, WoS 论文的关键词共 451 个, 前 5 位是“wheat (winter-wheat, winter wheat)”(27)、“yield (grain yield)” (13)、“evapotranspiration”(12)、“irrigation”(11)和“maize” (11) (表 8)。图 5 显示, 此时段英文论文展示的主要研究内容围绕着小麦及玉米的栽培和水资源及水分利用, 各关键词联系紧密, 形成一个核心内容; 且大部分关键词出现在 2004 年以后, 研究区域为“north China plain”。主要的关键词有“yield (grain yield)”、“growth”、“irrigation”、“evapotranspiration”、“evaporation”、“water use efficiency”、“deficit irrigation”、“groundwater”和“recharge”等; 同时, 盐生植物利用及胁迫等主题也出现, 如“halophytes”和“stress”等。

表 8　1995—2007 年和 2008—2018 年农业资源研究中心发表英文论文的前 10 频次的关键词

Table 8　Top 10 keywords of published papers in English of CARR from 1995 to 2007 and from 2008 to 2018

1995—2007		2008—2018	
关键词 Keyword	频次 Frequency	关键词 Keyword	频次 Frequency
wheat	27	wheat	106
grain yield	13	grain-yield	103
evapotranspiration	12	north China plain	48
irrigation	11	management	42
maize	11	China	41
growth	10	evapotranspiration	41
evaporation	9	maize	39
management	8	nitrogen	33
management	8	climate-change	33
north China plain	7	growth	31

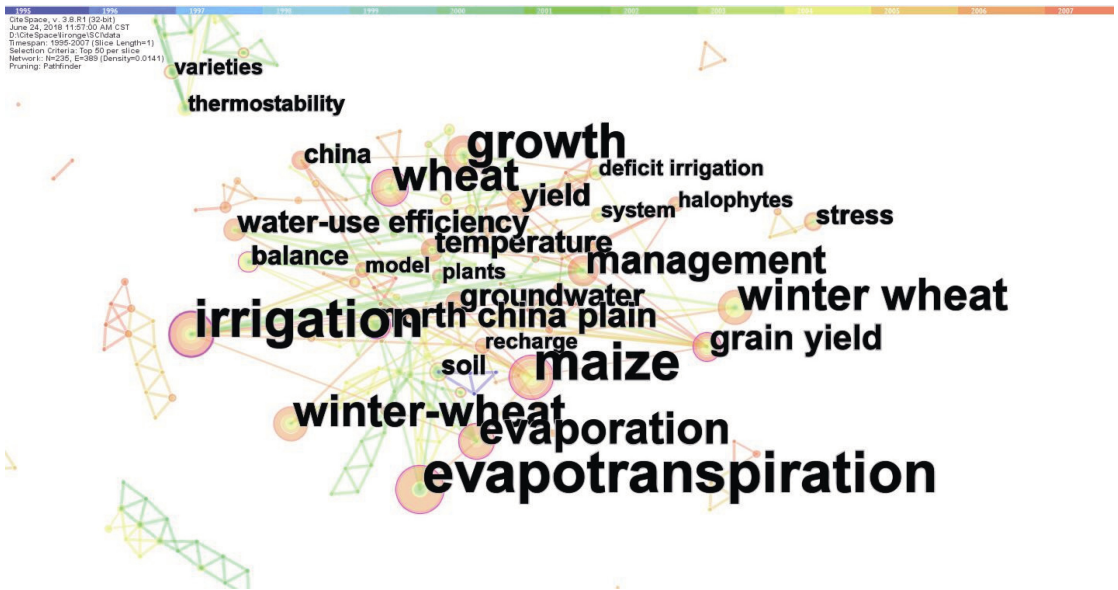

图 5　1995—2007 年农业资源研究中心发表英文论文的关键词共现网络

Fig. 5　Co-occurrence analysis of keywords of papers in English of CARR from 1995 to 2007

2.7.4　2008—2018 年

2.7.4.1　基于 CNKI 数据

基于 CNKI 数据, 与上时段相比, 关键词数量无明显变化, 共 1 011 个; 但内容更加集中, 以“冬小麦(小麦)”(111)、“产量”(34)、“水分利用效率”(25)、“气候变化”(22)、“华北平原”(21)和“盐胁迫”(15)为主; 同时, 分别于 2008 年和 2017 年爆发出现“小麦”(53 次)和“nufer 模型”(5)关键词(表 7)。图 6 显示, 2008—2018 年, 研究内容更加集中, 仍以冬小麦和夏玉米的栽培和水分利用效率为主体, 这些研究密切关联, 在整个时段均匀分布; 这些研究主要涉及“产量”、“农艺性状”、“光合特性”、“品质”、“品种”、“播期”、“灌溉”、“土壤水分”、“耗水量”、“水量平衡”等。同时“气候变化”形成了较大的关键词节点, 与“冬小麦”、“夏玉米”、“华北平原”、“NDVI”等主题相关联。“盐胁迫”、“土地利用”、

“粮食安全”、“营养诊断”等研究内容比重也较大，“渤海粮仓”也占了较大比重。研究区域仍以“华北平原”为主，同时出现了“河北平原”、“太行山区”、“河北省”不同尺度的研究区域。

图 6 2008—2018 年农业资源研究中心发表中文论文的关键词共现网络

Fig. 6 Co-occurrence analysis of keywords of papers in Chinese of CARR from 2008 to 2018

2.7.4.2 基于 WoS 数据

2008—2018 年, WoS 论文的关键词共 2 223 个，是上一个时段的 5 倍，一是因为研究人员更注重在国际期刊上发表论文，另一方面也说明研究水平不断提高，农业资源研究中心的国际影响力显著增加。出现频次最高的前 5 位体现研究方向的关键词有“wheat”(106)、“grain-yield”(103)、“north China plain”(48)、“evapotranspiration”(41)和“maize”(39)，并分别于 2012 年、2009 年、2011 年、2016 年爆发出现“soil”(27)、“stress”(19)、“quantitative trait loci”(11)和“land use”(8)等关键词(因总频次较低，表 8 未显示)。

图 7 显示, WoS 论文的关键词大幅度增加，但研究内容仍比较集中，主要以作物栽培与农业水资源与水分利用、养分管理与氮磷循环、气候变化为主体，凸显了农业资源研究中心的主要研究方向和研究特色，这些内容在整个时间段内均有分布。1)作物栽培方面的关键词“growth”、“yield (grain yield, grain-yield)”、“dry matter”、“stomatal conductance”和“photosynthesis”，反映了在作物生长、生理方向的研究内容；2)水资源、水分利用与作物水分生理关键词主要包括“groundwater”、“water”、“precipitation”、“river-basin”、“groundwater recharge”、“water use efficiency”、“drought”、“irrigation”、“evapotranspiration”和“evaporation”，反映了从不同层面、不同角度进行的农业水资源与利用的研究；3)养分管理方面，主要涉及到“nitrogen”和“phosphorus”两大营养元素，关联的研究方向包括“use efficiency”、“irrigation”、“denitrification”、“flow”、“emission”、“availability”、“manure management”和“sequestration”等，主要从肥料种类、栽培方式、利用效率、环境效应等方面开展研究; 4)气候变化方面的研究主要有“carbon (carbon cycle)”、“precipitation”、“runoff”、“agriculture”等内容；5)作物抗盐也是一个主要的研究方向，涉及“salt tolerance”、“salt stress”和“salinity”等关键词；6)与上个时段相比，新的研究方向所占比重大幅度增加，以小麦育种、作物分子育种、拟南芥分子生物学、植物抗性等研究为主，涉及关键词有“Arabidopsis thealiana”、“identification”、“abscisic acid”、“quantitative trait loci”、“gene express”、“genetic analysis”、“common wheat”、“bread wheat”、“drum wheat”和“hexaploid wheat”等。此阶段的研究作物以小麦和玉米为主，研究区域集中在华北平原。

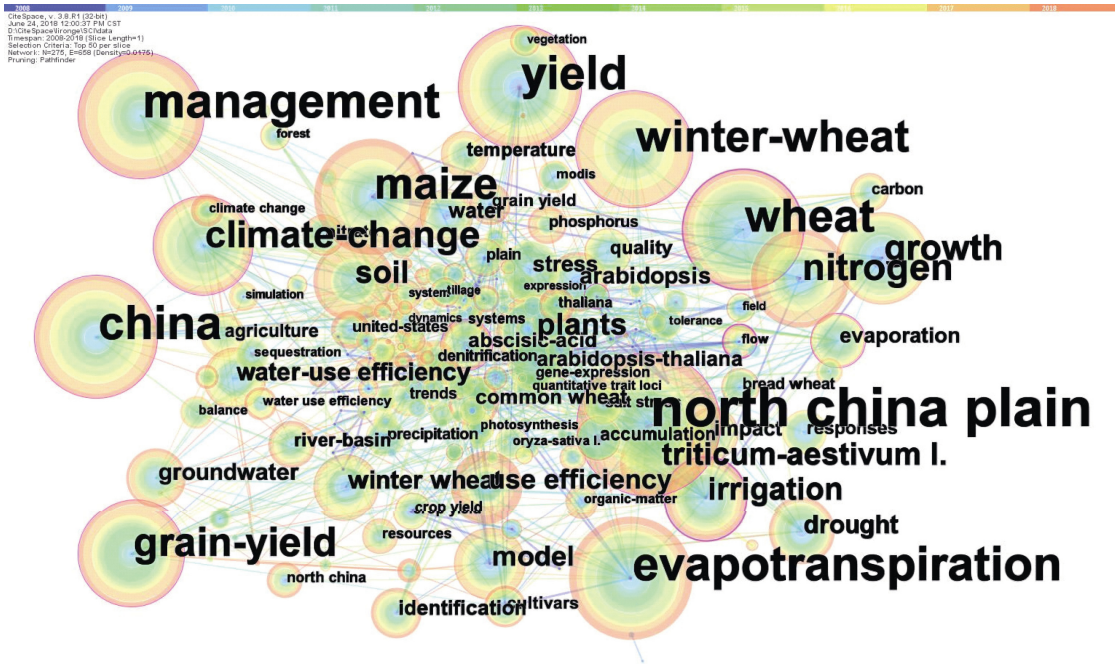

图 7　2008—2018 年农业资源研究中心发表英文论文的关键词共现网络

Fig. 7　Co-occurrence analysis of keywords of papers in English of CARR from 2008 to 2018

3　结论

农业资源研究中心成立 40 年以来，科研论文发文总量呈逐年增长趋势，前 20 年科研论文主要以中文论文为主，2005 年中文发文量达到顶峰，年发文量达到 95 篇，之后出现回落的趋势，但年发文量基本保持在 50 篇左右。2002 年以后，英文论文呈快速增长态势，2003 年年发文量 5 篇，到 2017 年达到 65 篇，年均增长率达 26.85%。说明从 2002 年农业资源研究中心进入中国科学院知识创新工程以后，科研人员越发注重英文论文写作，尤其注重 WoS 论文的发表，从一个侧面反映了农业资源研究中心科研产出明显增加，科研水平和学术影响力逐年增高。

从论文的资助机构看，前 20 年获得资助基金支持的论文少，种类单一，且国际合作基金也少。2002 年以后基金资助机构在逐年增加，到 2018 年 5 月，资助基金机构达到 382 个。资助基金主要来源是中国科学院知识创新工程基金、国家自然科学基金、国家重点基础研究发展计划(973 计划)、国家高技术研究发展计划(863 计划)和国家科技支撑计划等；国际合作基金项目呈逐年上升趋势，国外资助基金机构达到 73 个，只是资助基金比较分散，出现频率比较多的是中国科学院的国际合作项目，以及澳大利亚国际农业研究中心基金、国家留学基金和欧共体基金等。表明农业资源研究中心的主要科研经费来源是中国科学院、国家科技部、农业部以及河北省等科技重大项目，国际合作项目的支持力度也在逐年增加。

论文的合著研究机构主要集中在河北、北京、山东、山西等地，这与农业资源研究中心地处河北省石家庄市直接相关；主要的合著机构有中国科学院地理科学与资源研究所、中国科学院南京土壤研究所、中国科学院遗传与发育生物学研究所、中国科学院生态环境研究中心。合作的国外研究机构主要集中在美国、日本、荷兰、澳大利亚、丹麦、巴基斯坦等国家。

农业资源研究中心科研影响力显著增强，论文被 CNKI 和 WoS 引用的篇数和频次不断提高，被 CNKI 引用频次≥50 的论文有 118 篇，被 WoS 引用频次≥50 的论文 44 篇。

论文发表的期刊来源主要是《中国生态农业学报》、《华北农学报》、《农业现代化研究》、《干旱地区农业研究》、《中国农学通报》、《生态学杂志》、《Agricultural Water management》、《Hydrological Processes》、《Journal Hydrology》、《Journal of Food, Agriculture & Environment》、《Science of the Total Environment》。发文量前 10 名中文来源刊，平均影响因子 1.022，其中，载文量最多的期刊是《中国生态农业学报》，为 298 篇，占中文总发文量的 20.31%，这与该刊的承办单位为农业资源研究中心直接相关。发文量前 10 名英文来源刊，平均影响因子 3.411。农业资源研究中心 WoS 论文的质量逐年提高，而中文发文期刊质量有待进一步提高。

农业资源研究中心的科研热点随着时间的推移不断在发生变化，研究产出不断增加，研究方向不断凝练。1978—1987 年，研究的热点是麦类作物、农业生态系统、塑料大棚等，各研究方向间联系松散，是初创阶段研究方向摸索和确立的时期。1988—2007 年，研究方向逐渐清晰明确，研究特色不断突出，研究内容逐渐集中在小麦、玉米的栽培与水分利用的研究，且农业水资源利用的研究成为重点；同时，对太行山区和盐碱地的研究开始加强，作物育种、盐生植物利用、农田氮循环等的研究成果不断涌现。最近 10 年间，在气候变化的大背景下，农业资源研究中心在已有研究的基础上，对作物栽培、育种与分子生物学、水资源利用、农田生态系统碳氮循环、温室气体排放、及盐碱地土壤、水和植物的利用等方面的研究明显加强。

参考文献 References

[1] 李荣娥，冯学赞. 以栾城实验站为研究基地的科研论文发表情况分析[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(5): 1205–1301
LI R E, FENG X Z. Analysis of published research papers based on experimental data from Luancheng Agro-Ecosystem Experimental Station of Chinese Academy of Sciences[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2011,19(5): 1205–1301

[2] 刘伟远，李国栋，王初，等. 海南医学院科研产出分析——基于 SCI 及中文期刊论文数据库的文献计量分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2017, (5): 20–23
LIU W Y, LI G D, WANG C, et al. Scientific research output analysis of Hainan Medical College — Based on bibliometric analysis of SCI and Chinese journals database[J]. Inner Mongolia Science Technology & Economy, 2017, (5): 20–23

[3] 白建华. 高校二级学院 Web of Science 核心合集收录文献统计分析——以沈阳农业大学园艺学院为例[J]. 情报探索, 2018, (8): 16–21
BAI J H. Statistical analysis of WOS core collection database included articles of secondary college in university: Case study of horticulture college of Shenyang Agricultural University[J]. Information Research, 2018, (8): 16–21

[4] 孙春梅，严春云，王蓉. 2002—2015 年科研论文统计分析——以安顺职业技术学院为例[J]. 江苏科技信息，2017，(35): 21–26
SUN C M, YAN C Y, WANG R. Statistical analysis of research papers from 2002 to 2015: Taking an example of Vocational and Technical College of Anshun[J]. Jiangsu Science & Technology Information, 2017, (35): 21–26

[5] 徐砚田，刘楠. 基于 InCites 的 ESI Geoscience 学科数据统计与分析——以南京师范大学为例[J]. 江苏工程职业技术学院学报：综合版, 2018, 18(1): 67–69
XU Y T, LIU N. Disciplinary data statistics and analysis of ESI geoscience based on InCites — Take Nanjing Normal University as an example[J]. Journal of Jiangsu College of Engineering and Technology, 2018, 18(1): 67–69

[6] 何燕，王引斌，樊晓璐，等. 山西省农业科学研究热点和趋势分析——以山西省农业科学院为例[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(17): 204–209
HE Y, WANG Y B, FAN X L, et al. Research hotspots and trend analysis of agricultural science research in Shanxi Province — Taking Shanxi Academy of Agricultural Sciences as an example[J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2018, 46(17): 204–209

[7] 谭清月，许明祥，李彬彬，等. 中国生态系统服务研究发展过程解析[J]. 水土保持研究, 2018, 25(4): 330–337
TAN Q Y, XU M X, LI B B, et al. Historical vernation of ecosystem services research in China[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2018, 25(4): 330–337