基于文献计量学核盘菌研究现状及趋势分析

孙 颉[1], 原保忠[2*]

(1. 华中农业大学图书馆, 武汉 430070; 2. 华中农业大学植物科学技术学院, 武汉 430070)

摘要 核盘菌是当今世界上最难防治的农业植物病原真菌之一,对植物生产危害极大,核盘菌的致病性研究备受国内外专家、学者的关注。本文运用文献计量学方法,统计2002—2017年间SCIE数据库收录的相关核盘菌研究文献1 972篇,通过对论文产出数量和被引次数进行数据分析,综合考量论文的学术影响力,全面反映目前世界核盘菌研究现状及发展态势。核盘菌研究领域科研论文数量呈上升趋势,美国、中国、加拿大是核盘菌研究领域的主要发文国家。*Plant Disease* 和 *European Journal of Plant Pathology* 是核盘菌研究领域发文的主要刊源,我国核盘菌相关研究文献数量近年来增长迅速,华中农业大学、中国农业科学院、南京农业大学等是我国核盘菌研究领域科研实力较强的机构。把握时机,加强科研国际合作与交流,增加论文的学术影响力是我国今后的发展方向。

关键词 核盘菌; SCIE; 文献计量学; 可视化分析

中图分类号: Q 939.96 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018505

A bibliometric analysis of the research status and trend in *Sclerotinia sclerotiorum*

SUN Jie[1], YUAN Baozhong[2]

(1. *Library of Huazhong Agricultural University*, *Wuhan* 430070, *China*; 2. *College of Plant Science and Technology*, *Huazhong Agricultural University*, *Wuhan* 430070, *China*)

Abstract *Sclerotinia sclerotiorum* is one of the most difficult-to-control plant pathogenic fungi in the world, which is harmful to plant production. The pathogenicity research of *S. sclerotiorum* has attracted attention of many experts and scholars at home and abroad. In this paper we used the bibliometrics method to analyze 1 972 papers related to *S. sclerotiorum* research collected in the SCIE database from 2002 to 2017. By analysis of the numbers of output, citations, and the academic influences of the papers, the current research status and development trend of *S. sclerotiorum* research in the world were comprehensively reflected. The results showed that the number of scientific papers displayed an upward trend. United States, China and Canada constituted the main countries. Two journals, *Plant Disease* and *European Journal of Plant Pathology*, are the main sources of papers published in the field. The number of relevant research documents in China has developed rapidly in recent years. Huazhong Agricultural University, Chinese Academy of Agricultural Sciences and Nanjing Agricultural University are the institutions with strong scientific research strength in China. It is proposed to seize the opportunity, strengthen international cooperation and exchanges in scientific research and increase the academic influence of the papers in the future.

Key words *Sclerotinia sclerotiorum*; SCIE; bibliometric; visualization analysis

核盘菌 *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary 是一种世界性死体营养型植物病原真菌,可以危害多种农作物和蔬菜,寄主范围广泛,能侵染75个科450种植物[1],引起多种作物的菌核病,导致作物产量下降和品质降低,每年给全世界的农业生产带来严重损失。核盘菌在生物学上的分类地位属于真菌界 Fungi、子囊菌门 Ascomycota、锤舌菌纲 Leotiomycetes、锤舌菌亚纲 Leotiomycetidae、柔膜菌目 Helotiales、核盘菌科 Sclerotiniaceae、核盘菌属 *Sclerotinia*[2-3]。核盘菌对植物生产危害极大,历史

收稿日期: 2018-12-10 **修订日期:** 2019-01-22
基金项目: 湖北省教育厅人文社会科学研究项目(16G059)
* 通信作者 E-mail:yuanbz@mail.hzau.edu.cn

上,在北美洲、欧洲、亚洲和大洋洲都造成过重大的经济损失。在我国每年造成 10 亿～30 亿元的经济损失,发病严重区域作物减产近 50%[4]。由核盘菌引起的作物菌核病危害范围广、防治难,目前主要依靠化学防治,随着生物资源的开发与利用,生物防治因其绿色安全受到人们越来越多的重视。随着现代分子生物学技术在核盘菌研究中的应用,人们对其致病机理等方面的研究也越来越深入。特别是 2005 年核盘菌全基因组序列的公布,为研究这一真菌病害开启了新的篇章[5]。在我国,杨新美 1959 年已记载核盘菌的寄主植物达 36 科,214 种[6]。核盘菌 *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary 是中国最早发现的核盘菌之一[7]。王崇仁和吴友三发现寄生于细辛和人参上的两个种[8],李国庆、姜道宏研究发现核盘菌有 2 个近缘种,三叶草核盘菌 *S. trifoliorum* 和小核盘菌 *S. minor*[9-10]。我国在核盘菌研究方面有一定基础,近年来相关核盘菌研究发展迅速,备受国内外专家学者的关注,关于菌核病防治的相关研究一直在不断进行。因此,很有必要对世界核盘菌研究文献进行计量学分析,探讨我国核盘菌研究的国际地位。文献计量学是以文献体系和文献计量特征为研究对象,采用数学、统计学等计量研究方法,研究文献情报的分布结构、数量关系、变化规律和定量管理,并进而探讨科学技术的某些结构、特征和规律的一门学科[11]。对 2002 年－2017 年核盘菌研究领域公开发表的国际文献被 SCIE 收录情况进行文献统计与分析,从科研文献产出的角度揭示有关核盘菌研究领域世界论文的生产规律、分布情况和研究发展态势,探究核盘菌研究领域学术发展,为学者深入进行核盘菌研究提供可借鉴的参考。

1　数据来源与分析方法

根据核盘菌的学名,检索策略采用检索式为:主题＝“Sclerotinia sclerotiorum”AND 文献类型＝Article or review。时间范围 2002 年－2017 年,检索时间为 2018 年 3 月 8 日。通过检索显示 SCIE 库 16 年中相关核盘菌研究文献有 1 972 篇,采用 SCIE 检索工具,使用 WoS 平台中的分析功能,利用 Excel 软件在对所得检索结果的基础上进行数据合并、去重处理后统计分析;借助陈超美博士研发的 CiteSpace 为工具,CiteSpace 是一款可视化文献分析软件,是目前最流行的知识图谱绘制工具之一,应用于科学文献中识别并显示科学发展新趋势和新动态,能够显示一个学科或知识域在一定时期发展的趋势与动向,形成若干研究前沿领域的演进历程[12]。采用版本为 5.3.R4,对检索到的相关核盘菌研究文献进行多层次可视化分析处理。对相关核盘菌研究文献进行发文年代、国家/地区分布、发文机构、作者、刊物、研究方向、关键词及 ESI 高被引论文等变量多方位的统计与分析,采用定量和定性的方法,进行指标对比分析,揭示近年来世界相关核盘菌研究论文的分布情况及发展态势。

2　结果分析

2.1　文献国家/地区分布

由于核盘菌寄主范围广泛,致病机理复杂,危害范围广,又难以发现抗性品种,因此菌核病的控制是农业生产中的世界性难题,各国学者都很关注。1 972篇文献来自 82 个国家/地区,排名前 10 位的国家/地区其论文共计 1 825 篇,占总数的 92.55%,排名前 10(top10)的国家文献数量比较集中。

核盘菌研究领域论文数量排名前 10 位的国家/地区如表 1 所示,美国总被引频次、h 指数最高,说明其研究实力强大;英国、德国、法国、西班牙的平均引用次数都大于 20,并且他引率都超过 90%,说明其文献质量高,是核盘菌研究领域具有影响力的国家;从 h 指数上看,美国、中国、加拿大是核盘菌研究领域的主要发文国家。中国的发文量、高被引文献数最多,说明我国目前在此领域具有相当的研究实力,并且研究前景好。但我国论文他引率较低,仅 75.84%,位列 top10 中最后,说明我国的核盘菌研究文献影响力较低。我国核盘菌研究的文献总量虽然是加拿大的 2 倍以上,但 h 指数相当,平均引用次数较低,仅为 10.73,因此加强国际间交流,增加论文的学术影响力是今后的发展方向。

2.2　文献发文年代分布及发展趋势

为进一步了解核盘菌研究国家/地区近年来的研究状况,对核盘菌研究的主力前 3 位国家进行详细的年代发展变化统计分析。文献数量的增长变化,反映学科发展的过程以及未来的发展趋势。详细分析世界核盘菌研究领域论文发表时间,2002 年－2017 年期间 SCIE 论文的总数不断增长(图 1),文献数量变化显示核盘菌研究领域学术研究论文量总体上保持稳定增长,呈现上升态势。16 年间共收录相

关核盘菌的研究论文 1 972 篇，年均论文约 123.25 篇。2016 年达到峰值，从 2002 年的文献 57 篇增至 2016 年的 226 篇，文献数量达到 2002 年的 3.96 倍。但在 2017 年文献量有所下降，显示今后的文献量将处于一段相对平稳发展状态。

表 1 核盘菌研究国家/地区排名前 10 位文献情况[1)]

Table 1 Top 10 countries/regions in the field of *Sclerotinia sclerotiorum*

排序 Rank	国家/地区 Country/region	文献数/篇 No. of publications	占比/% Ratio	总被引频次 Sum of the citations	他引率/% Percentage of the citations without self-citations	平均引用频次 Average citations	*h* 指数 *h*-index	高被引文献数/篇 Highly cited
1	中国 P. R. China	534	27.08	5 728	75.84	10.73	36	6
2	美国 USA	402	20.39	8 050	84.55	20.02	43	4
3	加拿大 Canada	247	12.53	4 931	89.37	19.96	36	1
4	巴西 Brazil	135	6.85	828	82.73	6.13	14	0
5	印度 India	127	6.44	1 470	92.04	11.57	21	1
6	法国 France	93	4.72	2 190	94.79	23.55	25	1
7	澳大利亚 Australia	87	4.41	1 554	81.85	17.86	22	2
8	德国 Germany	81	4.11	1 967	97.51	24.28	24	3
9	英国 England	64	3.25	1 810	94.92	28.28	23	2
10	西班牙 Spain	55	2.79	1 289	97.28	23.44	18	1

1) 他引率=他引总频次/总被引频次。
Percentage of citations without self-citations=Citations without self-citations/Sum of citations.

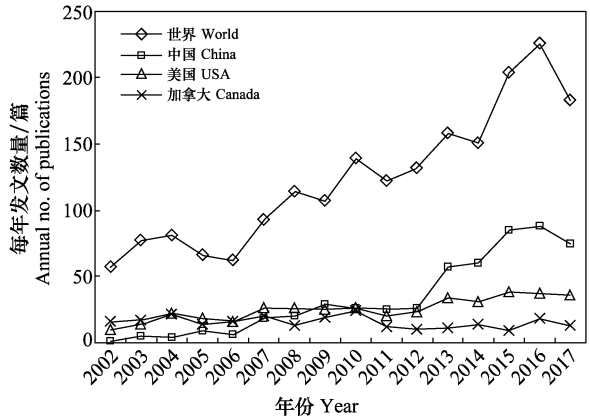

图 1 2002 年－2017 年核盘菌领域发文量前 3 位国家年发文量

Fig. 1 Annual publications of top 3 countries for *Sclerotinia sclerotiorum* from 2002 to 2017

中国的文献数量发展经历了 3 个阶段，2002 年－2006 年发展缓慢，2006 年－2012 年发展较快，在 2009 年文献的数量跃居世界第一，此后始终保持第一位置，2012 年后处于快速发展期，文献的数量飞速增长。我国核盘菌研究与美国、加拿大相比起步较迟，但后劲足，发展势头猛。16 年间美国呈现稳步缓慢增长态势；加拿大处于发展平稳状态，在此研究领域保持相对稳定状态。

核盘菌的研究历程始于化学防治研究，然而化学防治不仅成本高、污染环境，而且防效也不理想；同时，食品的安全性也受到严重影响。随着世界学者对于核盘菌研究的不断深入，陆续开展了深入解析核盘菌的致病机理，开发和利用植物自身的抗病相关基因等方面的研究工作，这些工作有助于发展菌核病绿色防控新策略；深入解析核盘菌的分子致病机理，则有助于在植物中发现更多的抗病相关蛋白，有望获得具有一定抗性的品种应用于菌核病的安全防控[13]。

2.3 发文机构分析

核盘菌研究领域 1 972 篇科研论文来源于 1 266 个研究机构，排名前 10 位的研究机构共发表论文 699 篇，占总数的 35.45%，文献量相对比较集中，占 1/3 还多。中国华中农业大学、美国农业部、加拿大农业及农业食品部的发文量位列前 3 位，发文量、总被引频次、*h* 指数较高，是这些国家核盘菌研究领域的主要机构。表 2 显示我国在全球核盘菌研究学术领域处于领先地位，在此领域具有强大的科研实力，排名前 10 位(top10)的研究机构中 3 个来自我国，华中农业大学、中国农业科学院、南京农业大学在世界核盘菌研究领域科研实力较强，进入了前 10 位，排名分别为第 1、第 4 和第 5，是我国此研究领域的佼佼者；top10 研究机构中 6 个机构的他引率大于 90%，其中我国的 3 个机构都低于 90%，说明我国发表论文的学术影响力较低。我国研究机构所发表的论文虽然数量骄人，但他引率、平均引用次数都偏低，值得思索。

表 2　核盘菌研究领域排名前 10 位论文发文机构分布

Table 2　The top 10 institutions in the field of *Sclerotinia sclerotiorum*

排序 Rank	机构名称 Organization	文献数/高被引文献数/篇 Publications/Highly cited papers	占比/% Ratio	总被引频次 Sum of the citations	他引率/% Percentage of the citations without self-citations	平均引用次数 Average citations	*h* 指数 *h*-index
1	华中农业大学	129/3	6.54	2 176	79.55	79.55	27
2	美国农业部	118/0	5.98	1 742	90.01	90.01	23
3	加拿大农业和农业食品部	116/0	5.88	2 014	93.55	93.55	23
4	中国农业科学院	76/1	3.85	927	89.86	89.86	18
5	南京农业大学	59/0	2.99	756	85.05	85.05	17
6	法国国家农业研究所	48/1	2.43	1 391	96.12	96.12	17
7	法国国家科研中心	39/1	1.98	999	95.30	95.30	15
8	巴西农牧研究院	39/0	1.98	384	92.97	92.97	11
9	西澳大学	39/0	1.98	470	58.09	58.09	14
10	佛罗里达州立大学	36/1	1.83	968	93.39	26.89	15

分析核心作者通过 Cite Space 软件生成共被引作者的知识网络来进行。图 2 中的节点表示的是作者姓名,越大的节点代表着共被引用次数越多,同时链接不同节点之间的线条代表作者共同被引用。作者的共被引频次可以展现出作者在该领域的中心度,频次高代表中心度高,也就意味着在该领域的研究中起着重要的作用,为其他研究者的研究奠定了一定的基础,可以视为领域内的关键作者[14]。

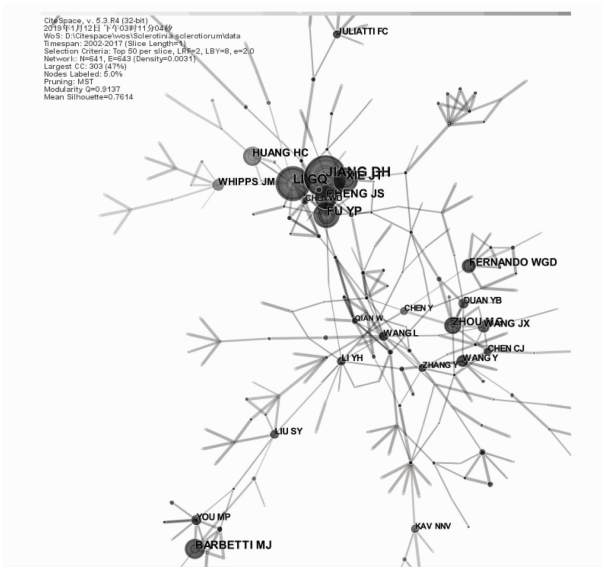

图 2　核盘菌研究论文核心作者知识图谱

Fig. 2　Analysis of author co-citations in the field of *Sclerotinia sclerotiorum*

核盘菌研究论文 1 972 篇共有 5 632 位作者,top10 作者文献量有 367 篇,占 18.61%、华中农业大学的 5 名作者姜道宏、李国庆、付艳苹、谢甲涛、程家森进入 top10 作者,显示了该校在此领域的科研水平,是我国此领域较强的学科研究团队。在植物病原真菌核盘菌致病机理研究领域,以姜道宏教授领衔的湖北省“作物真菌病害及其安全控制研究”创新团队多年来致力于核盘菌致病和菌核发育的分子机理研究,采用真菌病毒防治菌核病的生物防治技术,取得了一系列研究突破,显示了我国核盘菌研究的勃勃生机[15]。

2.4　论文来源出版物分析

学术期刊是科学知识的主要载体,统计核盘菌研究文献相关的期刊(表 3),载文量 top10 期刊显示核盘菌领域的研究文献来源出版物分布比较分散,又相对集中。1 972 篇论文分散于 449 种刊物中,期刊平均载文量为 4.39 篇;文献数量排名前2 位杂志 *Plant Disease* 和 *European Journal of Plant Pathology* 的文献数量多达 50 篇以上,是核盘菌研究领域发文的主要刊源。top10 文献的影响因子(2016 年)范围在 1.085～4.697 之间。按期刊载文数量的多少对期刊进行统计,并按降序排列,用布拉德福定律(Law of Bradford)进行分析,将期刊按其刊载学科专业论文的数量多少,以递减顺序排列[16],top10 出版物累计载文量 420 篇,论文总数累计占比 21.31%,是该学科的核心期刊。top10 刊源出版国较集中,美国占 70%、荷兰占 20%、英国占 10%。

2.5　论文学科方向分析

核盘菌论文研究范围涉及 48 个学科,研究领域广泛,是多学科全面发展的。统计显示核盘菌研究领域 top10 文献数均大于 75 篇,且学科分布占比均大于 3.80%(表 4)。学科研究方向主要集中在植物科学、农业、生物技术与应用微生物学、生物化学与

分子生物学、微生物学等研究领域；研究文献量较多，是此领域的主要研究方向，其总被引频次、h 指数均达到了较高水平。植物科学作为基础学科，是核盘菌的主要研究方向；引人关注的是遗传学科方向虽然文献数仅有 107 篇，排在第 8 位，但平均引用次数最高，总被引频次、h 指数都相对较高，是核盘菌研究新兴的发展方向。随着核盘菌抗药性的增强以及人们对食品安全意识的增强，学者目前希望通过生物防治的途径来解决菌核病，从核盘菌致病机理入手，筛选抗性材料，进行无花瓣育种；利用高通量测序技术，挖掘真菌病毒资源；通过微生物防治、基因工程等，从生理、生化、分子机制等多角度阐明菌核病的病理机制是攻克菌核病需要解决的问题[17]。

表 3 核盘菌研究论文 Top 10 期刊

Table 3 The top 10 journals on *Sclerotinia sclerotiorum*

排序 Rank	来源出版物名称 Source titles	出版国 Publishing countries	影响因子 Impact factor (2016)	文献数/篇 Publications	占比/% Ratio	累计占比/% Accumulated ratio
1	*Plant Disease*	美国	3.173	65	3.30	3.30
2	*European Journal of Plant Pathology*	荷兰	1.478	55	2.79	6.09
3	*PLoS ONE*	美国	2.806	49	2.49	8.58
4	*Plant Pathology*	美国	2.425	42	2.13	10.71
5	*Phytopathology*	美国	2.896	41	2.08	12.79
6	*Biological Control*	美国	2.307	39	1.98	14.77
7	*Molecular Plant Pathology*	美国	4.697	38	1.93	16.70
8	*Molecular Plant-Microbe Interactions*	美国	4.332	33	1.67	18.37
9	*Crop Protection*	英国	1.834	30	1.52	19.89
10	*Australasian Plant Pathology*	荷兰	1.085	28	1.42	21.31

表 4 排名前 10 位论文学科分布

Table 4 The top 10 Science categories in the field of *Sclerotinia sclerotiorum*

排序 Rank	学科研究方向 Science categories	文献数/篇 Publications	占比/% Ratio	总被引频次 Sum of the citations	平均引用次数 Average citations	h 指数 h-index	高被引数 Highly cited papers
1	植物科学 Plant sciences	741	37.58	12 352	16.69	48	10
2	农业 Agriculture	536	27.18	5 686	10.61	35	0
3	生物技术与应用微生物学 Biotechnology & applied microbiology	297	15.06	4 732	15.93	34	2
4	生物化学与分子生物学 Biochemistry & molecular biology	223	11.31	4 913	22.03	38	4
5	微生物学 Microbiology	207	10.50	3 407	16.46	32	0
6	化学 Chemistry	137	6.95	1 357	9.91	19	0
7	昆虫学 Entomology	111	5.63	1 119	10.08	18	0
8	基因遗传 Genetics heredity	107	5.43	2 390	22.34	28	1
9	科学技术其他主题 Other topics of science technology	86	4.36	1 008	11.72	17	2
10	真菌学 Mycology	75	3.80	1 365	18.20	23	0

2.6 核盘菌研究关键词分析

对核盘菌研究领域文献的关键词进行可视化分析，有助于挖掘相关领域的研究热点。按照齐普夫的词频分布规律，关键词是对一篇文献研究内容的提炼，是文献的一个重要组成部分，代表一篇文献的核心，是文献的精髓，如果某一关键词在其所属领域反复出现，即为高频次关键词，可反映出该关键词所表征的研究主题是当前研究热点领域[18-19]。运用 Cite Space 软件，采用高频关键词的共现分析对核盘菌研究文献的关键词进行分析，可以得到国内外核盘菌领域的研究主题和热点。

从 2002 年－2017 年发表的 1 972 篇核盘菌主题 SCIE 文献中统计分析得到高频关键词，使用频次超过 100 的 16 个高频关键词见表 5。比较发现核盘菌领域的研究热点主要集中在生物防治、灰葡萄孢、草酸、抗真菌活性、病原菌鉴定等。明确核盘菌的致病特性，明确病原菌的致病机理，有助于病害的控制。灰葡萄孢是引起作物灰霉病的病原菌，和核盘菌同属子囊菌门核盘菌科，是亲缘关系比较近的两种病原真菌，灰葡萄孢大量分泌物可以引起植物

的细胞死亡和抑制幼苗生长[20]。研究表明草酸在核盘菌的致病过程中起着重要作用,草酸是核盘菌的必需致病因子,可以对菌核病进行生物防治[21]。

表 5　核盘菌研究文献高频关键词列表前 16 位(Freq>100)

Table 5　The top 16 keywords ranked by count for *Sclerotinia sclerotiorum*

排序 Rank	关键词 Keywords	频次 Frequencies	中心度 Centrality
1	核盘菌 *Sclerotinia sclerotiorum*	977	0.09
2	生物防治 Biological control	256	0.08
3	抗性 Resistance	239	0.19
4	灰葡萄孢 *Botrytis cinerea*	227	0.09
5	病害 Disease	225	0.06
6	草酸 Oxalic acid	178	0.14
7	生防 Biocontrol	169	0.14
8	抗真菌活性 Antifungal activity	136	0.10
9	茎腐 Stem rot	121	0.06
10	侵染 Infection	119	0.11
11	白色霉菌 White mold	114	0.13
12	鉴定 Identification	108	0.06
13	病原菌 Pathogen	108	0.06
14	甘蓝型油菜 *Brassica napus*	106	0.10
15	基因 Gene	101	0.05
16	真菌 Fungi	101	0.09

2.7　ESI 高被引论文分析 (highly cited papers)

对核盘菌研究领域 ESI 高被引论文进行分析,有助于把握学术动态,揭示学科发展前沿。核盘菌研究文献 1 972 篇中有 13 篇高被引论文,其中 8 篇论文和 5 篇综述,说明综述性文献所引起的关注较多;出版年在 2008 年－2016 年间,其中 2015 年最多,达 5 篇,占 38.46%;国家地区分析显示:中国 6 篇,占 46.15%,美国 4 篇,占 30.77%,德国 3 篇,占 23.08%,其余≤2 篇的分散于 13 个国家/地区,说明越是影响力高的文献国际合作越高;在机构分布中,华中农业大学和德克萨斯农工大学各有 3 篇文献,各占 23.08%,其余≤2 篇的分散于 41 个机构中;作者的分布中,姜道宏等 8 人有 2 篇文献,各占 15.39%,其余 123 人均有 1 篇文献;13 篇分散发表于 13 种刊物中;13 篇文献中 11 篇有基金资助,并且每篇文献有多项基金资助,说明核盘菌的研究受到多方面的重视。研究方向属于植物科学有 10 篇,占 76.92%,属于生物化学与分子生物学有 4 篇,占 30.77%,属于生物技术与应用微生物学、科技及其他专题有 2 篇,各占 15.39%。来自 ESI 的数据显示,根据对应领域和出版年中的高引用阈值,到 2017 年 12 月为止,高被引论文受到引用的次数归入植物与动物科学 12 篇、分子生物学与遗传学 1 篇,在学术领域同一出版年最优秀的前 1%之列(表 6)。

表 6　核盘菌研究高被引频次文献分析

Table 6　Analysis of the highly cited publications in the field of *Sclerotinia sclerotiorum*

排序 Rank	文献名称 Title	通信作者/国家 Correspondence author/Country	刊物名称 Source titles	影响因子 Impact factor (2016)	发表年度 Publication years
1	Genome-wide association analysis and differential expression analysis of resistance to *Sclerotinia* stem rot in *Brassica napus*	Li Jiana/中国	Plant Biotechnology Journal	7.443	2016
2	Comparative transcriptomic analysis uncovers the complex genetic network for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in *Brassica napus*	Zhou Yongming/中国	Scientific Reports	4.259	2016
3	An RLP23-SOBIR1-BAK1 complex mediates NLP-triggered immunity	Nurnberger T/德国	Nature Plants	10.300	2015
4	Reactive oxygen species and plant resistance to fungal pathogens	Metraux J P/瑞士	Phytochemistry	3.205	2015
5	Loci and candidate gene identification for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean (*Glycine max* L. Merr.) via association and linkage maps	Qiu Lijuan/中国	Plant Journal	5.901	2015
6	Pathogenic attributes of *Sclerotinia sclerotiorum*: Switching from a biotrophic to necrotrophic lifestyle	Dickman M B/美国	Plant Science	3.437	2015
7	The interactive effects of simultaneous biotic and abiotic stresses on plants: Mechanistic understanding from drought and pathogen combination	Senthil-Kumar M/印度	Journal of Plant Physiology	3.121	2015
8	The cuticle and plant defense to pathogens	Metraux J P/瑞士	Frontier in Plant Science	4.291	2014

续表 6 Table 6(Continued)

排序 Rank	文献名称 Title	通信作者/国家 Correspondence author/Country	刊物名称 Source titles	影响因子 Impact factor (2016)	发表年度 Publication years
9	New insights into mycoviruses and exploration for the biological control of crop fungal diseases	Jiang Daohong/中国	Annual Review of Phytopathology	10.981	2014
10	Arabidopsis receptor-like protein 30 and receptor-like kinase suppressor of BIR1-1/EVERSHED mediate innate immunity to necrotrophic fungi	Brunne F/德国	Plant Cell	8.726	2013
11	Genomic analysis of the necrotrophic fungal pathogens *Sclerotinia sclerotiorum* and *Botrytis cinerea*	Amselem J/法国	PLoS Genetics	6.1	2011
12	A geminivirus-related DNA mycovirus that confers hypovirulence to a plant pathogenic fungus	Jiang Daohong/中国	Proceedings of the National Academy of Sciences	9.661	2010
13	Oxalic acid is an elicitor of plant programmed cell death during *Sclerotinia sclerotiorum* disease development	Dickman M B/美国	Molecular Plant-Microbe Interactions	4.332	2008

根据对应领域和出版年中的高引用阈值，到2017年12月为止，在ESI中学科分类比较集中，高被引论文归入植物与动物科学12篇、分子生物学与遗传学有1篇。ESI高被引论文质量高，现时学术影响力强，刊物的影响因子(2016年)其范围在3.121～10.981，相对较高。通信作者中国4名，分别为华中农业大学姜道宏、周永明，中国农业科学院邱丽娟、西南大学李加纳，美国、德国、瑞士各2名，印度、法国各1名。ESI高被引论文显示，植物抗病基因的研究是目前植物遗传学和病理学科的热点及难点之一。目前的研究前沿是结合多种生化分析技术、质谱分析技术、蛋白质组学、转录组学、代谢组学等技术手段用于转录因子的鉴定和体外相关分析，运用转基因手段研究转录组的调控机制，以期为菌核病防治及抗病育种提供新的思路[22-24]。

3 结论

2002年－2017年核盘菌相关研究共发表SCIE研究论文1 972篇，其中有13篇高被引论文，包括8篇研究论文，5篇综述；归入植物与动物科学12篇、分子生物学与遗传学1篇。美国、中国、加拿大是核盘菌研究领域的主要发文国家。美国总被引频次、h指数最高，说明其研究实力强大；中国华中农业大学、美国农业部、加拿大农业及农业食品部的发文量位列前三位，发文量、总被引频次、h指数较高，是这些国家核盘菌研究领域的主要研究机构。文献数量排名前2位的刊物是*Plant Disease*和*European Journal of Plant Pathology*，其文献数量多达50篇以上，是核盘菌研究领域发文的主要刊源。核盘菌论文研究范围涉及48个学科，学科研究方向主要集中在植物科学、农业、生物技术与应用微生物学、生物化学与分子生物学、微生物学等研究领域；植物抗病基因的研究是目前植物遗传学和病理学科的热点及难点之一。华中农业大学、中国农业科学院、南京农业大学是我国核盘菌研究领域科研实力较强的机构，成为进入世界top10的研究机构。我国核盘菌相关研究文献数量近年来增长迅速，在2012年文献量超过了美国，成为世界第一。华中农业大学5位作者进入了top10作者行列，占到1/2，形成实力较强的学科研究团队，在全球核盘菌研究学术领域有一定地位。目前我国处于核盘菌研究领域的最佳发展时期，ESI高被引论文有6篇说明我国在该领域的良好发展前景。分析显示我国目前仅在文献数量上显示骄人成绩，但文献的学术影响力有待提高，科研合作关系是机构国际化的重要因素，因此把握时机，加强科研国际合作与交流，增加论文的学术影响力是今后我国在该领域的发展方向。

全面了解核盘菌的生物学特性，特别是核盘菌菌核发育和致病的分子机制，对研发新的菌核病防控技术具有重要意义。随着核盘菌功能基因的研究日渐深入，越来越多的核盘菌致病因子被发现，为了解核盘菌致病的分子机理以及其与寄主植物的互作机理奠定了基础，从而为认识和防控菌核病害提供可靠的理论基础。深入解析核盘菌的致病机理，开发和利用植物自身的抗病相关基因，将有助于发展菌核病绿色防控新策略。

参考文献

[1] BOLAND G J, HALL R. An index of plant hosts susceptible to *Sclerotinia sclerotiorum*[J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 1994, 16: 93 - 108.

[2] HIBBETT D S, BINDER M, BISCHOFF J F, et al. A higher level phylogenetic classification of the fungi[J]. Mycological Research, 2007, 111(5):509 - 547.

[3] 庄文颖. 中国核盘菌科分类地位研究概况[J]. 真菌学报, 1994,13(1):13 - 23.

[4] 牛伯庆,汪文静,谢响明. 菌核病防治研究进展[J]. 生命科学研究,2011,15(6):537 - 541.

[5] 李秀丽,高智谋. 核盘菌(*Sclerotinia sclerotiorum*)致病分子机理研究进展[J]. 安徽农业大学学报, 2013, 40(2):266 - 272.

[6] 杨新美. 油菜菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)在我国的寄主范围及生态特性的调查研究[J]. 植物病理学报,1959(2):111 - 122.

[7] BOLTON M D, THOMMA B P H J, NELSON, B D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen [J]. Molecular Plant Pathology, 2006, 7(1): 1 - 16.

[8] 王崇仁,吴友三,王冶刚,等. 细辛菌核疫病(*Sclerotinia asari*)的发生规律及综合防治研究[J]. 中国农业科学,1985(3):63 - 68.

[9] 李国庆, 王道本, 张顺和, 等. 菌核寄生菌盾壳霉的研究Ⅰ. 生物学特性及在湖北省的自然分布[J]. 华中农业大学学报, 1995,14(2):125 - 129.

[10] 姜道宏, 李国庆, 易先宏, 等. 菌核寄生菌盾壳霉的研究Ⅱ. 不同菌株培养特性及寄生致腐菌核能力的比较[J]. 华中农业大学学报,1996(3):229 - 232.

[11] 赵蓉英,许丽敏. 文献计量学发展演进与研究前沿的知识图谱探析[J]. 中国图书馆学报,2010, 36(5): 60 - 68.

[12] CHEN C. CiteSpace Ⅱ: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006,57(3): 359 - 377.

[13] SERRANO M, COLUCCIA F, TORRES M, et al. The cuticle and plant defense to pathogens [J]. Frontiers in Plant Science, 2014,5:274.

[14] 赵蓉英, 魏明坤. 基于可视化图谱的国内信息服务研究热点分析[J]. 情报科学, 2016, 34(10):3 - 7.

[15] YU X, FU Y P, JIANG D H, et al. A geminivirus-related DNA mycovirus that confers hypovirulence to a plant pathogenic fungus [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2010, 107(18): 8387 - 8392.

[16] 叶鹰. *h* 指数和类 *h* 指数的机理分析与实证研究导引[J]. 大学图书馆学报,2007(5):2 - 5.

[17] 王美玲,耿丽丽,段江燕,等. 拮抗核盘菌 Bt 菌株的筛选及抑菌活性研究[J]. 植物保护, 2017, 43(6): 62 - 67.

[18] 邱均平. 信息计量学(五) 第五讲文献信息词频分布规律—齐普夫定律[J]. 情报理论与实践, 2000(5): 394 - 400.

[19] 张勤,马费成. 国外知识管理研究范式—以共词分析为方法[J]. 管理科学学报, 2007(6):65 - 75.

[20] FRÍAS M, GONZÁLEZ M, GONZÁLEZ C, et al. BcIEB1, a *Botrytis cinerea* secreted protein, elicits a defense response in plants [J]. Plant Science, 2016, 250:115 - 124.

[21] XU L S, XIANG M C, WHITE D, et al. pH dependency of sclerotial development and pathogenicity revealed by using genetically defined oxalate-minus mutants of *Sclerotinia sclerotiorum* [J]. Environmental Microbiology, 2015,17(8):2896 - 2909.

[22] XIE J T, JIANG D H. New insights into mycoviruses and exploration for the biological control of crop fungal diseases [J]. Annual Review of Phytopathology, 2014,52: 45 - 68.

[23] KABBAGE M, YARDEN O, DICKMAN M B. Pathogenic attributes of *Sclerotinia sclerotiorum*: switching from a biotrophic to necrotrophic lifestyle [J]. Plant Science,2015,233:53 - 60.

[24] ZHANG J,ZHOU J M. Plant immunity triggered by microbial molecular signatures [J]. Molecular Plant Advance, 2010, 3: 783 - 793.

(责任编辑: 田　喆)

(上接 53 页)

[35] 陈大福,牛宝龙,翁宏飚,等. 棉铃虫(*Helicoverpa armigera*)幼虫性特征和精子的发生[J]. 浙江农业学报,2004(6):6 - 9.

[36] MILONAS P G, ANDOW D A. Virgin male age and mating success in *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) [J]. Animal Behaviour, 2010, 79(2): 509 - 514.

[37] KLEMME I, SOULSBURY C D, HENTTONEN H. Data from: Contrasting effects of large density changes on relative testes size in fluctuating populations of sympatric vole species [J]. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 2014, 281(1792): 46 - 51.

[38] 叶恭银,胡萃,龚和. 高温对珍贵绢丝昆虫——天蚕睾丸生长发育的影响[J]. 应用生态学报,2000,11(6):851 - 855.

[39] ROGERS D W, CHAPMAN T, FOWLER K, et al. Mating-induced reduction in accessory reproductive organ size in the stalk-eyed fly *Cyrtodiopsis dalmanni* [J]. BMC Evolutionary Biology, 2005, 5(1): 37.

[40] WARD P I, SIMMONS L W. Copula duration and testes size in the yellow dung fly, *Scathophaga stercoraria* (L.): the effects of diet, body size, and mating history [J]. Behavioral Ecology and Sociobiology, 1991, 29(2): 77 - 85.

[41] 卢筹. 小地老虎生殖系统的研究[J]. 昆虫学报,1982,25(3):268 - 274.

[42] MITCHELL E R, AGEE H R, HEATH R R. Influence of pheromone trap color and design on capture of male velvet bean caterpillar and fall armyworm moths (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Journal of Chemical Ecology, 1989, 15(6): 1775 - 1784.

(责任编辑: 杨明丽)