

基于 WOS 与 CSCD 文献计量的中国昆虫学研究透视（2011—2016）^{*}

刘雨芳^{**}

（湖南科技大学生命科学学院，园艺作物病虫害治理湖南省重点实验室，湘潭 411201）

摘 要 采用文献计量学的方法，统计 2011—2016 年中国昆虫学研究者发表的 SCI 与 CSCD 论文，客观地计量分析中国昆虫学研究的发展。在 Web of ScienceTM 核心合集中检索到中国昆虫学研究者发表 SCI 文献 6 589 篇，被引频次 40 649，论文来源于 2 899 个研究机构，来源出版物 1 461 种。研究的主要内容表现为昆虫生物化学与分子生物学、杀虫剂及其抗性生理、昆虫系统发育及分类学、昆虫的发育及生理学、害虫防治等方面。在 CSCD 中共检索到中国昆虫学研究文献 6 407 篇，被引频次 7 641，文献来源于 2 833 个研究机构，来源出版物 282 种。研究的主要内容是昆虫分类学、昆虫生物化学与分子生物学、昆虫生理生态学、种群生物学、害虫生物防治及天敌与资源昆虫研究，昆虫超微结构、昆虫生物多样性与群落结构等方面。中国昆虫学研究形成了核心作者群，研究机构与研究人员与国内外的机构与团队有较广泛的合作，SCI 研究论文数量逐年增加，论文被引用频次也迅速增加。CSCD 昆虫学研究论文被引用频次迅速增加，但文献数量呈下降趋势。中国农业科学院植物保护研究所、中国科学院动物研究所等单位集中了中国昆虫学研究优势力量，在促进中国昆虫学学科发展中发挥了重要作用。

关键词 中国，昆虫学，文献计量分析，Web of Science 数据库，中国科学引文数据库

A bibliometric analysis of Chinese entomology based on WOS and CSCD between 2011 and 2016

LIU Yu-Fang^{**}

(College of Life Science, Hunan University of Science and Technology, Hunan Province Key Laboratory for Integrated Management of the Pests and Diseases on Horticultural Crops, Xiangtan 411201, China)

Abstract To quantitatively analyze the current state of entomological research in China based on published literature from Chinese authors indexed in both the Science Citation Index (SCI) and the Chinese Science Citation Database (CSCD). Bibliometric methods were used to analyze entomological articles by Chinese researchers in the SCI and CSCD between 2011 and 2016. A total of 6 589 SCI articles that had been cited 40 649 times were published in 1,461 journals by authors from 2 899 Chinese institutions. These articles mainly focused on the biochemistry, molecular biology, insecticides, the physiology of insecticide resistance, phylogeny, taxonomy, development, physiology, and the biological control of insect pests. A total of 6 407 CSCD articles that had been cited 7 641 times were published in 282 journals by authors from Chinese 2,833 institutions. These articles mainly focused on taxonomy, biochemistry, molecular biology, physiological ecology, population biology, biological control, insects that provide economic resources, natural enemies of insect pests, ultrastructure, biodiversity and insect communities. [Conclusion] A core group of entomological authors has developed in China that has established extensive cooperation with institutions and researchers worldwide. The quantities and citation frequency of Chinese authors in the SCI literature has increased rapidly. The citation frequency of CSCD literature has also increased rapidly, however, the number of

^{*}资助项目 Supported projects 国家重点研发计划(2017YFD0200400) 湖南省 2016 年普通高等学校教学改革研究项目(湘教通〔2016〕400 号，序号 422)

^{**}通讯作者 Corresponding author, E-mail: yfliu2011@126.com

收稿日期 Received: 2017-08-06, 接受日期 Accepted: 2017-09-06

CSCD papers has slightly decreased. Researchers who have played a major role in promoting the development of entomology in China are predominantly concentrated in the Institute of Plant Protection, The Chinese Academy of Agricultural Sciences and The Chinese Academy of Sciences' Institute of Zoology.

Key words China, entomology, bibliometric analysis, Web of Science database (WOS), Chinese Science Citation Database (CSCD)

昆虫是地球上物种多样性最高、数量最多、生物量最大的动物群体 (张传溪, 2005; Sun-Waterhouse *et al.*, 2016), 也是地球上进化最成功的无脊椎动物 (Giron *et al.*, 2016), 分布广泛。一方面昆虫为人类提供生活物资且参与物质循环 (Sun-Waterhouse *et al.*, 2016), 并作为生态功能的有效指标, 用于评估不同生态系统中栖息地质量与差异性 (Maxime *et al.*, 2017), 是研究生物学基本科学问题的良好材料 (赵小凡, 2016)。另一方面, 昆虫中的许多种类是农牧业与森林害虫 (Pimentel, 2009; Culliney, 2014; Pieter *et al.*, 2015; Luca *et al.*, 2016; Mukandiwa *et al.*, 2016; Thomas *et al.*, 2016), 部分昆虫传播疾病 (James *et al.*, 2016), 影响人类健康。因此, 开展昆虫学研究具有重要的理论意义和实践价值, 受到学术界广泛关注。

长期以来, 人们对有益昆虫的保护与利用、重要卫生害虫和农业害虫的发生规律、防治方法等进行了多维度的研究, 取得了一系列重要成果 (张传溪, 2005)。随着分子生物学技术与方法的快速发展, 以及昆虫学学科与生物信息学 (朱斌等, 2016)、信息技术与计算机技术 (Alireza *et al.*, 2017)、食品与安全 (Henry *et al.*, 2015; Charlotte *et al.*, 2016; Jonas, 2016; Verena *et al.*, 2016; Mohammed *et al.*, 2017) 等的交叉渗透, 极大地推动了昆虫学研究进程, 扩大了昆虫学研究领域。如彗星试验被用于研究昆虫的 DNA 损伤, 可应用于环境风险评估和提高我们对昆虫的许多重要的生命现象如昆虫变态、蜕皮、滞育等的认识 (Maria *et al.*, 2016), 转录组测序的普及以及基因编辑 (Gene editing) 技术的成功已经打破了模式生物与非模式生物的界限, 为研究各种

重要的农业害虫提供了技术 (赵小凡, 2016)。近年来通过高通量测序结合生物信息学的预测工具, 从黑腹果蝇 *Drosophila melanogaster* (Young *et al.*, 2012)、小菜蛾 *Plutella xylostella* (Etebari *et al.*, 2015) 等昆虫中鉴定出大量长链非编码 RNA (Long noncoding RNA, lnc RNA), 为进一步研究 lnc RNA 在昆虫生长发育过程中的功能奠定了重要基础。对昆虫 RNA 干扰 (RNAi) 的研究, 为昆虫科学发展提供了很多机遇, 尤其是分析基因功能、控制害虫种群、减少疾病的病原体 (Scott *et al.*, 2013) 等研究领域, 可能为未来害虫管理策略提供启示 (Gu and Douglas, 2013)。通过研究单个或群体昆虫的运动, 结合实验生物学和生物医学工程开发昆虫机器人 (Insect biobot), 如蟑螂 biobots 与甲虫 Biobots, 应用于大型机器人无法安全到达的倒塌的建筑废墟里完成勘探和测绘任务, 协助紧急救援工作已取得一定进展 (Alireza *et al.*, 2017)。

昆虫学研究蓬勃发展, 但目前缺少对已积累的大量昆虫学文献的系统分析。基于大量科技文献事实的文献计量学方法从最初的仅是利用数学和统计方法定量分析学术出版物或科学文献 (Niu *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2017), 通过文献计数来评估和量化某个特定主题文献增长情况 (Wang *et al.*, 2017), 至现在它已成为被公认的有效分析工具, 能从小范围的科学工作者与研究所层面, 到大范围的国家与全球层面 (Gao *et al.*, 2016), 研究不同期刊、国家、机构、作者的科学文献出版量与被引用数据, 并更注重内容分析与演化途径研究 (Liu *et al.*, 2011; Hew, 2017), 能较全面地系统分析与评估各学科给定主题的

研究现状、趋势与热点问题 (Liu *et al.*, 2015; Fu *et al.*, 2010), 指导年轻的研究者 (Juliani and Oliveira, 2016)。不仅能促进对学科研究的历史回顾, 有助于我们客观地从宏观和微观两个角度探讨学科的热点和趋势 (Li *et al.*, 2017), 还能准确阐明不同研究领域之间 (Yu *et al.*, 2016) 不同主题词之间的关系, 呈现研究者、研究团队、研究机构及国与国之间的合作关系。且在对科学知识的交流和认知过程中, 能督导学科发展、彰显新兴学科领域与学科知识结构 (Hew, 2017)。美国甚至采用计算文献计量学指标的均值与标准差, 对研究者进行学术分层进而确定其学术职位 (Jiang *et al.*, 2016)。

汤姆逊路透社 (Thomson Reuters) 出版的 ISI Web of Science (简称 WOS) 数据库是全球知名的科技文献检索工具与科学引文索引 (Science citation index, SCI) 数据库, 是进行文献计量学分析最重要的国际数据来源 (Chen *et al.*, 2017)。中国科学引文数据库 (Chinese Science Citation Database, CSCD) 已成为我国公认的了解自然科学领域各学科在国内的研究进展情况最为重要的评价工具数据库。本文从文献计量学的角度, 对 2011—2016 被 WOS 数据库与 CSCD 收录的中国昆虫学研究者发表的相关研究文献进行计量分析, 拟在了解中国昆虫学研究的近年概况。

1 数据来源

数据来源于 WOS 数据库与 CSCD。数据采集年度均为 2011—2016 年。

SCI 论文检索 Web of ScienceTM 核心合集, 以 insect OR insects 为主题词, 以 PEOPLES R CHINA 为国家名, 在 SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI 范围内, 通过高级检索途径完成检索。检索日期: 2017 年 3 月 12 日。CSCD 数据库分别以“学科=昆虫学”、“学科=“生物学”(普通生物学+细胞生物学+遗传学+生理学+生物化学+分子生物学+

古生物学+植物学+动物学)+“农业科学”(农业基础科学+农业工程+农学(农艺学)+植物保护+农作物+园艺+林业+畜牧、动物医学、狩猎、蚕、蜂+水产、渔业)+“医学”(预防医学、卫生学)文摘中含“昆虫”主题词, 时间跨度=2011—2016, 完成检索。数据检索日期: 2017 年 06 月 25 日。

对检索获取的文献原数据进行转换与提取, 对关键词构建全列矩阵并进行共现分析 (刘雨芳, 2016; Liu *et al.*, 2017), 展示中国昆虫学研究在国际国内合作情况与重点研究内容。

2 中国昆虫学文献年索引量与影响力

文献出版量是科研活动在某一阶段的绝对产出成果的现实反映, 是衡量该领域科学研究活跃程度的重要指标。

2.1 国际 SCI 文献年索引量与影响力

2011—2016 年, 在 WOS 数据库共检索到中国昆虫学研究者的 SCI 文献 6 589 篇。各年 SCI 文献量分别为: 2011 年 756 篇, 2012 年 859 篇, 2013 年 1 008 篇, 2014 年 1 204 篇, 2015 年 1 311 篇, 2016 年 1 451 篇。整体态势呈现显著增长趋势, 2016 年较 2011 年增长 91.93%, 年度增长速率以 2014 年最快, 较上一年增长 19.44%。

从 SCI 文献语种与类型分析表明, 6 589 条记录均为英文文献, 主要归属于 7 个类群, 以文献量排序依次为研究论文 (Article, 6 085 篇, 占 92.35%)、会议论文 (Proceedings paper, 270 篇, 占 4.10%)、综述 (Review, 210 篇, 占 3.19%)、编辑材料 (Editorial material, 16 篇, 占 0.24%)、会议摘要 (Meeting abstract, 15 篇, 占 0.23%)、书章 (Book chapter, 15 篇, 占 0.23%)、修订 (Correction, 5 篇, 占 0.08%)。即原创性研究论文占主导优势。

在 6 589 篇 SCI 文献中, 被引频次总计 40 649 次, 篇均引用次数 6.17, H-index=57。从引文分

析可知,中国昆虫学科近年的 SCI 文献被引用量增加迅速,从 2011 年的引用频次 303 次迅速增加到 2016 年被引用 14 751 次,5 年的引用频次增长 47.68 倍,呈显著增长趋势。

2.2 CSCD 文献年索引量与影响力

2011—2016 年,从 CSCD 数据库共检索到中国昆虫学研究者昆虫学科发表论文被 CSCD 收录 4 720 篇,在生物学其他学科领域、农业科学学科领域及医学(预防医学、卫生学)发表的与昆虫学相关的研究论文被 CSCD 收录 1 991 篇,总计 6 711 篇。经去重合并得到 6 407 篇。其中 2011 年 1 265 篇,2012 年 1 172 篇,2013 年 1 137 篇,2014 年 1 097 篇,2015 年 915 篇,2016 年 821 篇。2011—2016 年各年度的收录文献量呈减少趋势,以 2015 年降低幅度最大,较上一年减少 16.59%,2016 年较 2011 年减少 35.10%。

在被昆虫学科范围内收录的 4 720 篇 CSCD 文献中,被引频次总计 5 263 次,每项平均引用次数 1.12。在被生物学其他学科领域(昆虫学科除外)、农业科学学科领域及医学(预防医学、卫生学)学科范围内被收录的与昆虫学研究相关的 1 991 篇 CSCD 中,被引频次总计 2 378 次,每项平均引用次数 1.19。从引文分析可知,中国昆虫学研究的 CSCD 文献被引用量增加迅速,从 2011 年的引用频次 68 次迅速增加到 2016 年被引用 2 316 次,引用频次增长 34.06 倍,呈显著增长趋势。

3 中国昆虫学研究的机构与合作

3.1 SCI 论文研究机构与国际合作

6 589 篇 SCI 文献源自 2 899 个机构,位居前 5 位的机构依次为中国科学院、中国农业科学院、浙江大学、中国农业大学与南京农业大学,其昆虫学研究 SCI 文献量分别为 1 383、703、548、409 与 370 篇,占昆虫学 WOS 收录文献的 51.79%。中国昆虫学研究机构、研究者与国外的大学与研究院所有广泛的合作。

在前 100 个研究机构中,有 21 个国外大学与研究机构与中国机构有合作关系,其中前 10 位分别为美国农业部农业研究服务中心(USDA ARS)、佛罗里达大学(University Florida)、堪萨斯州立大学(Kansas State University)、德州农工大学(Texas A&M University)、马里兰大学(University Maryland)、密苏里大学(University Missouri)、华盛顿州立大学(Washington State University)、亚利桑那州立大学(University Arizona)、加州大学河滨分校(University California Riverside)与肯塔基大学(University Kentucky)。与国外机构合作研究昆虫学问题关系密切的中国研究机构前 10 位分别是中国科学院、中国农业科学院、浙江大学、中国农业大学、南京农业大学、西北农林科技大学、华中农业大学、西南大学、华南农业大学、中山大学。

3.2 CSCD 论文研究的机构与国内合作

6 407 篇被 CSCD 收录文献源自中国 2 833 个研究单位(各法人单位的二级单位视为独立研究机构),收录文献量居前 5 位的研究单位依次为中国农业科学院植物保护研究所、中国科学院动物研究所、广东省昆虫研究所、南京农业大学植物保护学院、贵州大学昆虫研究所,其文献量依次为 293、170、92、91 与 83 篇次,占昆虫学科 CSCD 文献的 11.38%。

在对文献量前 100 位的研究单位进行共现分析的基础上,重点分析出现 30 次及以上的 43 家机构的共现关系,发现各单位之间存在广泛的合作研究,且以中国农业科学院植物保护所与中国科学院动物研究所为领头,与全国各地的相关研究机构形成最广泛的合作,在中国昆虫学研究领域发挥着重要作用。

4 中国昆虫学研究论文来源出版物与研究方向

4.1 国际 SCI 论文来源出版物与研究方向

6 589 篇 SCI 文献的来源出版物 1 461 种类,

《Plos One》被收录文献最多, 占总文献量的 7.66%。收录文献贡献率 $\geq 1\%$ 的出版物有 13 种, 其收录文献 1 775 篇, 占总文献量的 26.94%。被索引文献量 ≥ 49 篇的出版物进入前 20 位, 收录文献 2 186 篇, 占总文献量的 33.18%。

6 589 篇文献分布在 101 个研究方向, 分别被归于 Web of Science 的 164 个类别中。文献收录量位于前 10 位的研究方向分别是 Entomology (昆虫学)、Biochemistry Molecular Biology (生物化学与分子生物学)、Science Technology Other Topics (科学技术方向)、Genetics Heredity (基因遗传学)、Biotechnology Applied Microbiology (生物技术应用微生物学)、Agriculture (农学)、Environmental Sciences Ecology (环境科学生态学)、Chemistry (化学)、Zoology (动物学) 与 Plant Sciences (植物科学)。表明中国昆虫学研究与生物学及其相关学科方向、科学技术其他学科方向、农学与化学学科方向产生了广泛的交叉渗透融合研究。

4.2 CSCD 文献来源出版物与方向

6 407 篇 CSCD 文献的来源出版物 282 种 (类), 其中有 24 种为英文版。收录量 ≥ 60 篇的出版物进入前 20 位, 收录文献 4 536 篇, 占总文献量的 70.80%。收录文献贡献率 $\geq 1\%$ 的出版物有 18 种, 其收录文献 4 422 篇, 占总文献量的 69.02%。居前 5 位的出版物文献收录量均高于 300 篇, 其收录贡献率均 $\geq 4.99\%$, 其中位居首位的出版物为昆虫学报 (1 019 篇, 占 15.90%), 环境昆虫学报 (802 篇, 占 12.52%), 应用昆虫学报 (5 054 篇, 占 7.88%), Zoological Systematics (431 篇, 占 6.73%), Entomotaxonomia (320 篇, 占 4.99%)。

CSCD 收录的 6 407 篇昆虫学相关研究文献涵盖了包括昆虫学在内的 43 个学科方向, 收录量位于前 10 位的学科方向分别是昆虫学、植物保护、畜牧-动物医学-狩猎-蚕-蜂、分子生物学、林业、动物学、植物学、普通生物学、古生物学

与生物化学, 其被收录文献量依次为 5 004、1 597、361、257、249、144、121、88、84 与 77 篇。

5 中国昆虫学研究重点透视

5.1 经 SCI 在国际上展示的中国昆虫学研究主要内容

对出现频次前 100 位的关键词进行人工清洗, 合并实质等同的关键词, 得到关键词 91 个, 构建 91×91 列全矩阵进行共现分析, 中国昆虫学研究者通过 SCI 在国际上展示的昆虫学研究重点表现在昆虫生物化学与分子生物学、杀虫剂及其抗性生理、昆虫系统发育及分类学、昆虫的发育及生理学、害虫防治研究等几个方面。被研究的主要种群为棉铃虫 *Helicoverpa armigera*、飞蝗 *Locusta migratoria*、家蚕 *Bombyx mori*、褐飞虱 *Nilaparvata lugens*、水稻二化螟 *Chilo suppressalis*、小菜蛾 *Plutella xylostella*、甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua*、斜纹夜蛾 *Spodoptera litura*、苏云金芽孢杆菌 *Bacillus thuringiensis*、赤拟谷盗 *Tribolium castaneum*、玉米象 *Sitophilus zeamais*、烟粉虱 *Bemisia tabaci*、灰飞虱 *Laodelphax striatellus*、桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis*、柞蚕 *Antheraea pernyi*、中华蜜蜂 *Apis cerana cerana*、绿盲蝽 *Apolygus lucorum*、白僵菌 *Beauveria bassiana*、稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis*、灰飞虱 *Laodelphax striatellus*。对研究内容归类解析如下。

昆虫生物化学与分子生物学研究 主要集中在昆虫 RNA 干扰研究、昆虫基因表达及其相关研究、昆虫线粒体基因组学及其相关研究与昆虫蛋白质组学及其相关研究等方面。以 RNAi 为核心关键词, 以 *Helicoverpa armigera*、*Locusta migratoria*、*Nilaparvata lugens*、*Bactrocera dorsalis*、*Laodelphax striatellus*、*Bombyx mori*、cytochrome P450、development、gene expression、expression pattern 为核心词群, 以 *Bacillus*

thuringiensis、expression、insect resistance、*Spodoptera exigua*、*Plutella xylostella*、*Spodoptera litura*、*Apolygus lucorum*、*Tribolium castaneum*、pest control、juvenile hormone、20-hydroxyecdysone、innate immunity、insecticide、metamorphosis、reproduction、detoxification、aphid 等为亚核心词群, 展开昆虫 RNA 干扰研究。以 gene expression 为核心关键词, 形成以 RNAi、*Bombya mori*、cloning、transcriptome、*Nilaparvata lugens*、*Apis cerana cerana*、cytochrome P450、*Plutella xylostella*、development、gene、Phylogenetic nanlysis、*Antheraea pernyi*、immune response、ororant binding protein、*Spodoptera exigua* 为中心词群, 以 *Apolygus lucorus* 等为外围词群的关于昆虫基因表达及其相关研究; 以 transcriptome、gene、cloning 为核心关键词, 形成以 gene expression、RNAi、*Bombya mori*、*Helicoverpa armigera* 三者关联的核心词群, 以及 *Bacillus thuringiensis*、phylogenetic nanlysis、*Bactrocera dorsalis* 等二二关联的亚核心词群组成的昆虫转录组及基因克隆研究。昆虫线粒体基因组学及其相关研究是以 mitochondrial genome 为核心关键词, 形成以 Lepidoptera、insect、phylogeny、phylogenetic nanlysis 为核心词群, 以 Hemiptera、Coleoptera 等为外围词群的相关内容的研究。蛋白质组学及其相关研究以 proteomics 为核心关键词, 形成以 proteomics、*Bombyx mori*、silkworm 为核心关键词组, 以 insect、*Bacillus thuringiensis*、immunity、metabolism 为中心词群, 以 development、*Helicoverpa armigera*、Lepidoptera、interaction、immune response、chitinase 等为外围词群的相关内容的研究。

杀虫剂及其抗性生理研究 以 insecticide resistance 与 insecticide 为核心关键词, 形成以 insecticide resistance、insect、insecticide、*Plutella xylostella*、RNAi、*Bacillus thuringiensis*、tolerance

为中心词群, 以 insect、*Plutella xylostella*、RNAi、*Laodelphax striatellus*、gene、*Bemisia tabaci*、detoxification、evolution、*Cnaphalocrocis medinalis*、cytochrome P450、*Nilaparvata lugens*、Lepidoptera、glutathione S-transferase、midgut、*Tribolium castaneum* 等为共词群, 以 oxidative stress、metabolism、toxicity、gene expression、fitness、jasmonic acid 等为外围词群的杀虫剂抗性相关内容的研究。以 insecticidal activity 与 toxicity 为核心关键词, 分别形成以 activity、synthesis、baculovirus 为核心词群, 及以 fumigant、essential oil、*Sitophilus zeamais*、*Tribolium castaneum* 为核心词群, 以 *Sitophilus zeamais*、essential oil、*Tribolium castaneum*、*Bacillus thuringiensis*、*Plutella xylostella*、repellency、*Spodoptera exigua* 等为共词群, 以 *Bemisia tabaci*、*Helicoverpa armigera*、development、pest control、chitinase、*Nilaparvata lugens* 等为外围词群的杀虫剂毒理相关内容的研究。

昆虫系统发育及分类学研究 以 new species、taxonomy、China 为核心关键词, 形成以 Taxonomy、new species、China、Hemiptera、Lepidoptera、phylogeny、morphology、distribution、insect、parasitoid 等为中心共词群, 以 Biological control、diversity、insect resistance、rice、*Bemisia tabaci*、tolerance、*Spodoptera exigua*、*Bemisia tabaci*、Antimicrobial peptide、Coleoptera、climate change、whitefly、mitochondrial genome 等为外围词群的分类学相关内容的研究。以 phylogenetic analysis 为核心关键词, 形成以 mitochondrial genome、Lepidoptera、*Nilaparvata lugens*、*Chilo suppressalis*、expression pattern、RNAi 中心词群, 以 biological control、*Spodoptera exigua*、chitinase、morphology 等为外围词群的系统发育分析相关内容的研究。

昆虫的发育及繁殖研究 以 development 为中心词, 以 RNAi、reproduction、fecundity、

temperature, *Helicoverpa armigera*, *Bombyx mori* 等为核心词群, 以 *Apolygus lucorum*, parasitoid, *Plutella xylostella*, *Laodelphax striatellus*, expression patten, cytochrome P450, transcriptome, *Apis cerana cerana* 等为亚中心词群, 以 gene expression, evolution, tolerance 等为外围关键词, 形成了昆虫发育相关主题的研究内容, 被研究的类群(种群)主要为 *Bemisia tabaci*, *Helicoverpa armigera*, *Bombyx mori*, *Hemiptera*, *Plutella xylostella*, parasitoids, *Laodelphax striatellus*, *Tribolium castaneum*, *Antheraea pernyi*, *Chlio suppressalis*, *Cnaphalocrocis medinalis*, *Nilaparvata lugens*, *Locusta migratoria*, *Apis cerana cerana*, *Apolygus lucorum*, *Spodoptera litura*。以 fecundity 与 reproduction 为中心词, 形成了以 development, RNAi, Coleoptera, *Spodoptera litura*, *Bactrocera dorsalis*, temperature, *Nilaparvata lugens*, *Helicoverpa armigera*, *Bombyx mori*, *Plutella xylostella*, expression 为共词群的繁殖生物学研究。

害虫防治研究 以 pest control 与 biological control 为中心词, 形成以 Lepidoptera, *Nilaparvata lugens*, insect resistance 为共词群, 以 RNAi, *Helicoverpa armigera*, parasitoid, rice, China, climate change, temperature, virulence 为核心词群, 以 toxicity, chitinase, insecticidal activity 等为外围词群的关于害虫防治的研究内容。被重点研究的种群(类群)主要有 *Helicoverpa armigera*, *Locusta migratoria*, *Nilaparvata lugens*, *Laodelphax striatellus*, *Plutella xylostella*, *Sitophilus zeamais*, Lepidoptera, Coleoptera, entomopathogenic fungi。以 *Tribolium castaneum* 与 *Sitophilus zeamais* 为中心词, 形成以 fumigant, contact toxicity, essential oil, repellency, toxicity, insecticide 与 insecticidal activity 为中心共词群, 以 *Tribolium castaneum*, *Sitophilus zeamais*, RNAi, evolution, development, transcriptome, reproduction 等为亚核心词群, 以 insect resistance, insect,

mitochondrial genome, Cytochrome P450, temperature, biological control, tolerance 等为外围词群的关于贮粮害虫 *Tribolium castaneum* 与 *Sitophilus zeamais* 的防治研究。

5.2 经 CSCD 在国内展示的中国昆虫学研究主要内容

对出现频次前 100 位的关键词进行手工清洗、合并同义词、构建共现矩阵, 得到 89×89 列全矩阵, 对矩阵进行共现分析, 得到关键词共现关系。分析显示中国昆虫学研究者在国内经 CSCD 展示的昆虫学研究内容, 表现在昆虫分类学, 昆虫生物化学与分子生物学, 昆虫生理生态学, 种群生物学、害虫生物防治及天敌与资源昆虫研究, 昆虫超微结构, 昆虫生物多样性与群落结构等方面。对研究内容归类解析如下。

昆虫分类学研究 昆虫分类学研究 CSCD 论文明显分成两组, 一组为中文文献, 研究的主要类群为膜翅目、鳞翅目、直翅目、鞘翅目、半翅目等在中国的新种与新记录, 并与分类学核心关键词“中国”、“新种”与“新纪录”构成分类学研究核心词群之一。另一组为英文文献, 研究的类群主要有 Diptera(双翅目)、Orthoptera(直翅目)、Lepidoptera(鳞翅目)、Hemiptera(半翅目), 这些词与分类学核心关键词“China(中国)”、“new species(新种)”与“new record(新纪录)”构成分类学研究另一核心词群。

昆虫生物化学与分子生物学研究 以基因克隆、基因表达、序列分析、荧光定量 PCR、表达谱、酶活性、RNA 干扰等词为核心词群, 涉及的主要研究对象有家蚕、小菜蛾、棉铃虫、褐飞虱、烟粉虱、桔小实蝇、斜纹夜蛾、西花蓟马、白背飞虱、昆虫病原线虫、亚洲玉米螟、甜菜夜蛾、异色瓢虫、稻纵卷叶螟、扶桑绵粉蚧、球孢白僵菌、蜜蜂、白蚁与直翅目等种群(类群)等。

昆虫生理生态学研究 昆虫生理生态学研究包括发育生理生态学与抗性生理学两个主要内容。发育生理生态学以温度、生长发育、发育

历期、有效积温与滞育等为核心词组,形成以温度、生长发育、发育历期、有效积温、滞育、繁殖、生命表、发育起点温度、光周期、寄主植物、西花蓟马、扶桑绵粉蚧、甜菜夜蛾、棉铃虫等为核心词群的关于昆虫生理生态学研究的主要内容。。抗性生理学以抗药性、酶活性、毒力、解毒酶、杀虫剂、保护酶等为核心词组,形成以基因表达、家蚕、西花蓟马、球孢白僵菌、杀虫剂、保护酶、抗药性、毒力、解毒酶、桔小实蝇、小菜蛾、棉铃虫、褐飞虱、酶活性等为核心词群的关于昆虫抗性生理学研究的主要内容。

种群生物学、害虫生物防治及天敌与资源昆虫研究 被研究的害虫种群主要有蚜虫、烟粉虱、亚洲玉米螟、白背飞虱、褐飞虱、稻纵卷叶螟、小菜蛾、棉铃虫、西花蓟马、斜纹夜蛾、桔小实蝇、甜菜夜蛾、扶桑绵粉蚧、红火蚁、白蚁等,研究内容从系统发育、分布、地理种群、多样性、形态学、超微结构、发育生理生态学到生化与分子生物学,从性信息素、捕食功能反应到生物防治,涉及昆虫生物学各方面,研究内容广泛。被研究的天敌与资源昆虫主要有家蚕、异色瓢虫、中华蜜蜂、蜜蜂与昆虫病原线虫等。以天敌、生物防治与害虫等为核心词组,形成以天敌、害虫、行为与生物防治等为核心词群,种群动态、生物学特性、蚜虫、生物多样性为亚核心词群,以棉铃虫、异色瓢虫、昆虫群落、寄主植物、生活史、昆虫病原线虫、扶桑绵粉蚧、形态特征、物种多样性、分布、温度、红火蚁、桔小食蝇、西花蓟马等为外围词群的关于害虫生物防治方面的研究。以异色瓢虫、家蚕与中华蜜蜂为核心关键词,形成以基因表达、基因克隆、荧光定量 PCR、序列分析、抗菌肽、酶活性、RNA 干扰等为核心词群,以生长发育、杀虫剂、滞育、生物学特性、表达谱、生物多样性、毒力与生物信息学等为亚核心词群,以斜纹夜蛾、天敌、棉铃虫、生物防治等为外围词群的关于天敌与资源昆虫相关内容方面的研究。

昆虫超微结构主要利用扫描电镜对昆虫触

角感器的超微结构进行研究,涉及的内容主要是与形态学、生长发育、性信息素、毒力及昆虫生活史等相关。被研究的主要对象有褐飞虱、桔小实蝇、家蚕、扶桑绵粉蚧、甜菜夜蛾、小菜蛾、西花蓟马、棉铃虫、蜜蜂等种群及半翅目、鞘翅目与直翅目等类群。

昆虫生物多样性与群落结构 以生物多样性与群落结构为关键词,形成以区系、群落结构、生物多样性等为核心词群,以鞘翅目、寄主植物、天敌、膜翅目、害虫、生物防治、蚜虫、种群动态、分布、Wolbachia 等为亚核心词群,以棉铃虫、斜纹夜蛾、稻纵卷叶螟等为外围词群的关于昆虫生物多样性与群落结构的研究内容。

6 展望

科学数据的大量积累将导致重大的科学规律的发现。从近年中国昆虫学文献计量分析,一方面,中国昆虫学研究基础广泛,研究机构较多,形成了动态稳定的核心作者队伍,各研究机构与国内外的研究机构有较广泛的合作,虽 CSCD 论文数量有下降趋势,但 SCI 论文数量逐年增加。SCI 论文与 CSCD 论文被引用频次均迅速增加。另一方面,中国昆虫学优势研究力量与研究成果相对集中,中国科学院、中国农业科学院、浙江大学、中国农业大学、南京农业大学等机构在促进中国昆虫学学科发展中发挥了重要作用。

论文是科研的重要产出形式,其数量与引用情况常被用于比较与评估高校与科研院所不同学科的状态、研究水平与影响 (McKay, 2012),文献计量学就是利用一系列基于引用的指标来衡量与评价论文质量 (Ruscio *et al.*, 2012; Bornmann and Leydesdorff, 2013)。而采用关键词频率与共现分析法可以生动地展示各领域的研究重点与特点、规律及基本状况等,从而得出该研究领域的重点和趋势 (Keiser and Utzinger, 2005; van Raan, 2005),高频关键词更能客观反映该领域的研究热点。从核心关键词共现关系分析表明,中国昆虫学研究在 SCI 与 CSCD 展示

的主要研究内容既有传统的昆虫学内容:如昆虫系统发育及分类学研究、昆虫的发育及生理学研究、害虫防治研究及天敌与资源昆虫、昆虫超微结构、昆虫生物多样性与群落结构等,同时也在利用新的技术和方法深入研究与阐释昆虫学领域关键的科学问题,可以推动昆虫学研究进展和提高研究水平,如昆虫 RNA 干扰、昆虫生物化学与分子生物学研究。全球已有许多昆虫基因组被测序、转录组数据被报道。昆虫基因数据的积累、对昆虫 RNAi 的研究积累将可能催生全新的害虫控制技术,开辟资源昆虫利用的新领域(张赞等, 2012)及发展保护有益昆虫和非昆虫节肢动物的有效方法(Scott *et al.*, 2013)。在利用新兴技术方法开展昆虫学应用研究,达到高效防治有害昆虫、合理开发利用资源昆虫与天敌昆虫、实现昆虫学研究的可持续发展,有广阔前景。

参考文献 (References)

- Alireza D, Alper B, Edgar L, 2017. A framework for mapping with biobotic insect networks: From local to global maps. *Robotics and Autonomous Systems*, 88: 79–96.
- Bornmann L, Leydesdorff L, 2013. The validation of (advanced) bibliometric indicators through peer assessments: a comparative study using data from In Cites and F1000. *Journal of Informetrics*, 7(2): 286–291.
- Charlotte LRP, Peter S, Mike R, Kenichi N, 2016. A systematic review of nutrient composition data available for twelve commercially available edible insects, and comparison with reference values. *Trends in Food Science & Technology*, 47: 69–77.
- Chen HB, Jiang W, Yang Y, Yang Y, Man X, 2017. State of the art on food waste research: a bibliometrics study from 1997 to 2014. *Journal of Cleaner Production*, 140: 840–846.
- Culliney TW, 2014. Crop losses to arthropods// Pimentel D, Peshin R (eds.). *Integrated Pest Management: Pesticide Problems*. Netherlands: Springer. 201–226.
- Etebari K, Furlong MJ, Asgari S, 2015. Genome wide discovery of long intergenic non-coding RANs in diamondback moth (*Plutella xylostella*) and their expression in insecticide resistant strains. *Scientific Report*, 5(11): 14642.
- Fu HZ, Ho YS, Sui YM, Li ZS, 2010. A bibliometric analysis of solid waste research during the period 1993–2008. *Waste Manage*, 30(12): 2410–2417.
- Gao CX, Sun M, Geng Y, Wu R, Chen W, 2016. A bibliometric analysis based review on wind power price. *Applied Energy*, 182: 602–612.
- Giron D, Huguet E, Stone GN, Body M, 2016. Insect-induced effects on plants and possible effectors used by galling and leaf-mining insects to manipulate their host-plant. *Journal of Insect Physiology*, 84: 70–89.
- Gu LQ, Douglas CK, 2013. Recent advances in RNA interference research in insects: Implications for future insect pest management strategies. *Crop Protection*, 45(3): 36–40.
- Henry M, Gasco L, Piccolo G, Fountoulaki E, 2015. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Science and Technology*, 203: 1–22.
- Hew JJ, 2017. Hall of fame for mobile commerce and its applications: A bibliometric evaluation of a decade and a half (2000–2015). *Telematics and Informatics*, 34(1): 43–66.
- James HD, Mph MD, DrPH TM, 2016. Chemical and plant-based insect repellents: efficacy, safety, and toxicity. *Wilderness & Environmental Medicine*, 27(1): 153–163.
- Jiang A, Ginocchio LA, Rosenkrantz AB, 2016. Associations between academic rank and advanced bibliometric indices among United States academic radiologists. *Academic Radiology*, 23(12): 1568–1572.
- Jonas H, 2016. Consumer acceptance of insect-based foods in the Netherlands: Academic and commercial implications. *Appetite*, 107: 47–58.
- Juliani F, Oliveira OJ, 2016. State of research on public service management: Identifying scientific gaps from a bibliometric study. *International Journal of Information Management*, 36(6): 1033–1041.
- Keiser J, Utzinger J, 2005. Trends in the core literature on tropical medicine: a bibliometric analysis from 1952–2002. *Scientometrics*, 62(3): 351–365.
- Li L, Liu Y, Zhu HH, Ying S, Luo QY, Luo H, Kuai X, Xia H, Shen H, 2017. A bibliometric and visual analysis of global

- geo-ontology research. *Computers & Geosciences*, 99: 1–8.
- Liu X, Zhang L, Hong S, 2011. Global biodiversity research during 1900–2009: a bibliometric analysis. *Biodiversity Conservation*, 20(4): 807–826.
- Liu YF, 2016. Bibliometric review of international research on insect-resistant transgenic Bt rice. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 53(3): 648–659. [刘雨芳, 2016. 基于 WOS 文献计量的转 Bt 基因抗虫水稻研究国际动态分析. *应用昆虫学报*, 53(3): 648–659.]
- Liu YF, Sun LC, Jiang YL, 2017. Bibliometric review of research on phytoplankton in water quality assessment. *Acta Ecologica Sinica*, 37(3): 165–172.
- Liu Z, Yin Y, Liu W, Dunford M, 2015. Visualizing the intellectual structure and evolution of innovation systems research: a bibliometric analysis. *Scientometrics*, 103(1): 135–158.
- Luca L, Gerardo C, Samanta Z, 2016. New technologies for insect-resistant and herbicide-tolerant plants. *Trends in Biotechnology*, 34(1): 49–57.
- Maria A, Marcin G, Marta D, 2016. The Comet assay in insects—Status, prospects and benefits for science. *Mutation Research*, 767: 67–76.
- Maxime M, Donatello C, Romain R, Ingrid A, Damien M, Gills V, 2017. A survey on image-based insect classification. *Pattern Recognition*, 65: 273–284.
- McKay S, 2012. Social policy excellence—peer review or metrics? Analyzing the 2008 research assessment exercise in social work and social policy and administration. *Social Policy and Administration*, 46(5): 526–543.
- Mohammed HA, Søren BO, Suzanne EV, Kennedy OP, Victor OO, 2017. Combining product attributes with recommendation and shopping location attributes to assess consumer preferences for insect-based food products. *Food Quality and Preference*, 55: 45–57.
- Mukandiwa L, Naidoo V, Katerere DR, 2016. The use of *Clausena anisata* in insect pest control in Africa: A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 194: 1103–1111.
- Niu B, Hong S, Yuan J, 2014. Global trends in sediment-related research in earth science during 1992–2011: a bibliometric analysis. *Scientometrics*, 98: 511–529.
- Pieter VL, Erik L, Shiroma S, Gianluca F, 2015. Global forest area disturbance from fire, insect pests, diseases and severe weather events. *Forest Ecology and Management*, 352: 78–88.
- Pimentel D, 2009. Pesticide and pest control// Peshin P, Dhawan AK (eds.). *Integrated Pest Management: Innovation-Development Process*. Dordrecht, Netherlands: Springer. 83–87.
- Ruscio J, Seaman F, D’Orio C, Stremlo E, Mahalchik K, 2012. Measuring scholarly impact using modern citation-based indices. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 10(3): 123–146.
- Scott JG, Michel K, Bartholomay LC, Siegfried BD, Hunter WB, Smaghe G, Zhu KY, Douglas AE, 2013. Towards the elements of successful insect RNAi. *Journal of Insect Physiology*, 59: 1212–1221.
- Sun-Waterhouse DX, Waterhouse GIN, You LJ, Zhang JN, Liu Y, Ma LK, Gao J, Dong Y, 2016. Transforming insect biomass into consumer wellness foods: A review. *Food Research International*, 89(1): 129–151.]
- Thomas EK, Christopher JF, Matthew PA, Barbara JB, Jeffrey AH, Robert M, Jane SE, Aaron SW, 2016. Observed and anticipated impacts of drought on forest insects and diseases in the United States. *Forest Ecology and Management*, 380: 321–334.
- van Raan AFJ, 2005. For your citations only? Hot topics in bibliometric analysis. *Measurement Interdisciplinary Research and Perspectives*, 3(1): 50–62.
- Verena N, Diedelinde P, Doris R, Charrondiere UR, 2016. Review of food composition data for edible insects. *Food Chemistry*, 193: 39–46.
- Wang LY, Zhao L, Mao GZ, Zuo J, Du HB, 2017. Way to accomplish low carbon development transformation: A bibliometric analysis during 1995–2014. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(1): 57–69.
- Young RS, Marques AC, Tibbit C, Haerty W, Bassett AR, Liu JL, Ponting CP, 2012. Identification and properties of 1, 119 candidate linc RNA loci in the *Drosophila melanogaster* genome. *Genome Biology and Evolution*, 4 (4): 427–442.
- Yu H, Wei YM, Tang BJ, Mi ZF, Pan SY, 2016. Assessment on the research trend of low-carbon energy technology investment: A bibliometric analysis. *Applied Energy*, 184: 960–970.
- Zhang CX, 2015. Current research status and prospects of genomes of insects important to agriculture in China. *Scientia Agricultura*

- Sinica*, 48(17): 3454–3462. [张传溪, 2015. 中国农业昆虫基因组学研究概况与展望. 中国农业科学, 48(17): 3454–3462.]
- Zhang Z, Liu JD, Huang SQ, Li F, 2012. Application of bioinformatics in entomology. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(1): 1–11. [张赞, 刘金定, 黄水清, 李飞, 2012. 生物信息学在昆虫学研究中的应用. 应用昆虫学报, 49(1): 1–11.]
- Zhao XF, 2016. Basic scientific questions and molecular biology techniques in entomology. *Acta Entomologica Sinica*, 59(8): 896–905. [赵小凡, 2016. 昆虫学的基本科学问题及分子生物学技术. 昆虫学报, 59(8): 896–905.]
- Zhu B, Liang P, Gao XW, 2016. Long noncoding RNAs (lnc RNAs) and their research advances in entomology. *Acta Entomologica Sinica*, 59(11): 1272–1281. [朱斌, 梁沛, 高希武, 2016. 长链非编码 RNA(lncRNA)及其在昆虫学研究中的进展. 昆虫学报, 59(11): 1272–1281.]



菜豆象 *Acanthoscelides obtectus* (Say)

菜豆象原产中美洲和南美洲，隶属鞘翅目 Coleoptera 豆象科 Bruchidae。体长 2.6~4.0 mm，体宽 1.7~2.1 mm。触角 1~4 节和第 11 节，腹部，足大部分红棕色；身体其他部分体黑色；体被浓密暗黄色短毛。菜豆象成虫活动能力强，善于飞行，自然扩散年平均距离可达 25~30 km；成虫具假死性和趋光性，1 头雌虫最多可产卵 200 粒左右。幼虫钻蛀豆粒危害。菜豆象主要危害菜豆 *Phaseolus vulgaris* L.、豇豆 *Vigna unguiculate* (L.)、绿豆 *V. radiata* (L.) 和小豆 *V. umbellata* (Thunb.) 等，发生隐蔽，繁殖速度快，既可在田间危害，也可在仓储危害，是我国全国农业植物检疫性昆虫。图片为菜豆象成虫。

(中国科学院动物研究所，张润志)