

# 基于 Web of Science 数据库的 果树害虫文献计量学分析

程珊珊<sup>1</sup>, 李桂荣<sup>1,2\*</sup>, 全冉<sup>1</sup>, 邹路明<sup>3</sup>, 王保全<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>河南科技学院园艺园林学院, 河南新乡 453003; <sup>2</sup>河南省特色园艺植物开发利用工程技术研究中心, 河南新乡 453003; <sup>3</sup>中国农业科学院深圳农业基因组研究所, 广东深圳 518120)

**摘要:**【目的】分析果树害虫国内外相关科技文献, 深入了解果树害虫在全世界范围内的研究热点和趋势。【方法】利用文献计量学的方法, 以 Web of Science 数据库为数据源, 对果树害虫研究的年度和国家进行了科研合作、关键词、论文发表数量的统计分析。【结果】通过 Web of Science 核心合集数据库, 检索出美国、中国、巴西、澳大利亚和意大利等 20 个国家在 1995—2020 年发表了 8551 篇果树害虫相关文献。国内外果树害虫发表文献数量最多的国家分别是美国和中国, 在果树类型、虫害和虫害管理 3 个方面频次出现最高的分别为杧果、果蝇和生物防治。高频关键词的聚类分析发现果树害虫的研究热点与绿色可持续防控相关, 尤其侧重有害生物综合治理(Integrated Pest Management, IPM)和生物防治两个方面的研究。【结论】近 25 年国内外对果树害虫的研究关注度除了 2019 年之外, 整体处于上升趋势, 研究内容涵盖果树害虫寄主植物、虫害种类和防控技术等方面。IPM 和生物防治作为新兴的防治方法, 通过利用有益生物及其产物控制有害生物种群数量, 达到了避免化学农药防治害虫对果实的危害和影响, 以及利于食用者身体健康的双赢效果, 已经在果树虫害防治中得到了广泛的应用。

**关键词:** 果树害虫; 文献计量学; Web of Science; 生物防治

中图分类号: S66 S436.6

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2021)07-1163-10

## Bibliometric analysis of fruit tree pests based on Web of Science database

CHENG Shanshan<sup>1</sup>, LI Guirong<sup>1,2\*</sup>, QUAN Ran<sup>1</sup>, ZOU Luming<sup>3</sup>, WANG Baoquan<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>School of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, Henan, China; <sup>2</sup>Henan Province Engineering Research Center of Horticultural Plant Resource Utilization and Germplasm Enhancement, Xinxiang 453003, Henan, China; <sup>3</sup>Agricultural Genomics Institute at Shenzhen, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Shenzhen 518120, Guangdong, China)

**Abstract:** 【Objective】We analyzed the relevant scientific and technological literature of fruit tree pests at home and abroad, and further understood the research hotspots and trends of fruit tree pests worldwide. 【Methods】Through statistically inducing, summarizing and analyzing the related literature of fruit tree pests at home and abroad, the experience and technology of prevention and control were obtained, which was of great significance to realize the green and sustainable control of fruit tree pests in China. With the rigorously quantitative analysis method and convinced analysis, the bibliometric was recognized as one of the important methods to quantitatively measure the basic scientific activities, discipline layout and discipline development trends. It was a discipline that studied the characteristics of literature and bibliometrics by using the method of mathematical and statistical analysis, and discussed the current situation and development trend of science and technology. Through the dynamic analysis of the number and changes of the literature in a specific discipline, the emergence and future development trend of the discipline or field can be reflected. Through the bibliometric map and visualization of

收稿日期: 2020-12-29 接受日期: 2021-03-29

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD1000303)

作者简介: 程珊珊, 女, 硕士, 从事果树生物技术研究。Tel: 15225955955, E-mail: 214993275@qq.com

\*通信作者 Author for correspondence. Tel: 13569430110, E-mail: liguirong10@163.com

knowledge domain and scientific literature, we can understand the evolution of a specific scientific field. Although there is certain subjectivity in data collection, parameter set and adjustment, we can still identify a large number of potential information from visualization, and capture the latest development in this field scientifically and objectively. Web of Science is a product developed by Thomson Reuters based on the web platform. It was the world's largest comprehensive academic information resource covered the largest number of disciplines. It includes three citation databases (SCI, SSCI and A&HCI) and two chemical information factual databases (current chemical reactions and index chemicus) as well as three citation databases: SCIE, CPCI-S and CPCI-SSH, which were the most comprehensive academic information resources in the world. It includes more than 12 000 core academic journals in various research fields, such as natural science, engineering technology and biomedicine. ISI Web of knowledge as a retrieval platform can provide great user dependence and operation convenience. Using the rich and powerful retrieval function of Web of Science for bibliometric statistical analysis, we can easily and quickly find valuable scientific research information, comprehensively grasp the latest research information of a discipline and a subject, track the international academic frontier and scientific research projects, and timely understand the international trends in the process of subject research. By using the analysis and retrieval function of Web of Science and Excel, the literature data were analyzed in terms of annual and literature subject categories. Based on the bibliometric analysis software CiteSpace, the key words, the number of published papers and the scientific research cooperation of research years and countries where fruit tree pests' related literature was carried out were statistically analyzed based on Web of Science database, so as to obtain the statistical data and the visualized network of fruit tree pests' research. Accordingly, research hotspots, intellectual structure and frontier topics were analyzed. The related literatures on fruit pests were downloaded from the Web of Science core collection database and analyzed quantitatively. According to the known methods, the subject "fruit tree", "fruit pest" or "pest control" was used in the Web of Science journal paper database. The retrieval period was from January 1, 1995 to October 7, 2020. All published literatures were exported to endnote software (version x8) for duplication. Finally, CiteSpace 5.6.R3 software was used to analyze the number of published papers, cooperation network and keyword co-occurrence visually. The data text was analyzed online by sati to obtain basic statistical data such as high-frequency keywords, cooperation countries and publishing year. **【Results】**A total of 8551 papers on fruit tree pests published in 20 countries including the United States, China, Brazil, Australia and Italy from 1995 to 2020 were retrieved from the core collection database of Web of Science. The number of academic papers published on fruit tree pests and the number of papers published in cooperation with scientific research in various countries ranked second in China, and the number of papers published on fruit tree pests in 2014, 2019 and 2020 exceeded that in the United States. Mango, fruit fly and biological control had the highest frequency in three aspects of fruit tree type, pest and pest management. The research hotspots of fruit tree pests were related to green and sustainable prevention and control, especially focusing on IPM and biological control. **【Conclusion】**In recent 25 years, the number of published literatures on fruit tree pests showed an upward trend. The research contents covered host plants, insect species, and control techniques of fruit tree pests. Fruit tree is a kind of tree with edible fruit. As an important fruit eating economic crop, it has special requirements for the external and internal quality of fruit. Pesticide residues, pathogen resistance and the impact on fruit production greatly limit the large-scale use of pesticides. Pest biological control is the most successful, economical and environmentally safe method in pest management. It refers to the technology of using organisms or biological metabolites to control pests and weeds. It is an indispensable part of sustainable

pest control. The results of bibliometric visualization analysis can provide new ideas and methods for the research on fruit tree pests and environmentally friendly and efficient control technology in China.

**Key words:** Fruit tree pests; Bibliometric; Web of Science; Biological control

果树害虫是指危害果树的昆虫和螨类。我国果树的种植规模及总产量均居世界前列,种类多且复杂,又是多年生植物,为害虫的繁衍与暴发提供了较为有利的生态环境,害虫发生极为严重且频繁。果树害虫根据口器和取食方式的不同主要分为咀嚼式害虫、嚼吸式害虫和吸收式害虫,其中吸食表面液体的为虹吸式,吸食寄主内部液体的为刺吸式和捕吸式,而大多数果树被刺吸式害虫中的蚜虫类、介壳虫类害虫危害<sup>[1-7]</sup>。近年来,随着果树种植结构的调整和种植面积扩大,虫害发生的种类逐渐增多,危害程度不断加重。果树害虫会导致果树产量减少、品质下降,影响果园的经济效益,目前已经成为制约我国果树种植行业持续发展的主要问题之一,在一定程度上制约了我国农林业经济的发展。

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,进而探讨科学技术的某些结构、特征和规律的科学<sup>[8]</sup>。20世纪初期以来,文献计量学从无到有、从小到大,发展迅速。特别是近些年来,文献计量学的研究新论叠出,硕果累累,逐渐由重视学术方面的研究开始转向实际应用方面的研究,使“理论-技术-应用”的研究格局趋于合理性,引起了国际范围内研究者的普遍关注和高度重视<sup>[9-10]</sup>。随着电子资源的开发和使用,文献计量学定位更加精准,能够科学地捕捉该领域的最新发展动态,定量评估及预测该领域科研的发展方向与趋势,从而将我国文献计量学提高到新高度,朝着现代化信息计量学的方向更快发展。

文献计量学已被广泛用于多种研究领域,在果树病虫害研究中,我国学者已经分析了桃小食心虫(*Carposina sasakii*)、柑橘黄龙病(*Citrus Huanglongbing*, HLB)的发展动态<sup>[11-14]</sup>。笔者利用文献计量学这一技术研究手段,对国内外有关果树害虫的文献进行了较为全面的分析与汇总;从主题关键词和科研文献发表数量等角度分析了国内外果树害虫的发展动态和研究热点,旨在为从事果树害虫研究、防控的学者提供相关数据支撑,更好地为加强果树害虫的防治工作和可持续性治理提供信息支持。

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 数据来源

Web of Science是科学信息研究所(Institute for Scientific Information, ISI)数据库中的引文索引数据库,共收录了8000多种世界范围内最有影响力的、经过同行专家评审的高质量期刊。Web of Science包括3大引文数据库[科学引文索引(Science Citation Index, SCI)、社会科学引文索引(Social Science Citation Index, SSCI)和艺术与人文科学引文索引(Arts & Humanities Citation Index, A & HCI)],2个化学信息事实型数据库(Current Chemical Reactions, CCR和Index Chemicus, IC),以及科学引文检索扩展版(Science Citation Index Expanded, SCIE)、科技会议文献引文索引(Conference Proceedings Citation Index-science, CPCI-S)和社会科学及人文科学会议文献引文索引(Conference Proceedings Citation Index-Social Science & Humanities, CPCI-SSH)3个引文数据库,以ISI Web of Knowledge作为检索平台,具有极强的用户依赖性和操作便利性。

### 1.2 研究方法

利用Web of Science平台。首先通过文献数据库检索国内外果树害虫的研究进展,检索时段为1995—2020年;然后利用Web of Science的核心合集对1995—2020年的关键词进行深入关联分析。

将获得的所有已发表的文献关键词,导出到Microsoft Excel 2010工作表中。经过去重处理,共获取了16 663个有效关键词。利用CiteSpace软件(版本5.6.R3)研究国家和高频关键词等进行科研合作网络分析、主题及领域共现网络聚类分析。

## 2 论文数量年度分析

时间是表明物质、事物所在的位置,以及发生的变化、进程等客观存在的普遍维度,分析发表文献数量的年度分布情况,可以从一定程度上反映该学科相关的发展情况<sup>[15]</sup>。经过检索、去重、筛选和整理分析,笔者得到自1995年以来Web of Science核心数

数据库中有关果树害虫的研究文章8551篇。关于果树害虫不同年份发表文献数量情况如图1所示。检索结果表明,国际上对果树害虫的相关研究文献数量从1995年开始随着时间的推移呈现逐年上升趋势,2018年发表文献数量为705篇,是发表文献数量的峰值;但发表文献数量在2019年出现了波动,仅有347篇,说明研究热度有所降低;而到2019年以后

发表文献数量又呈现非常明显的上升趋势。1995年4月,发达国家通过控制国际标准化组织,实施《国际环境监察标准制度》,要求农副产品必须符合环境友好标准要求,对生态环境及人类健康均无损害。推测基于此背景,国际范围内对果树害虫展开大量相关研究,发表文献的数量也呈现逐年上升的趋势。

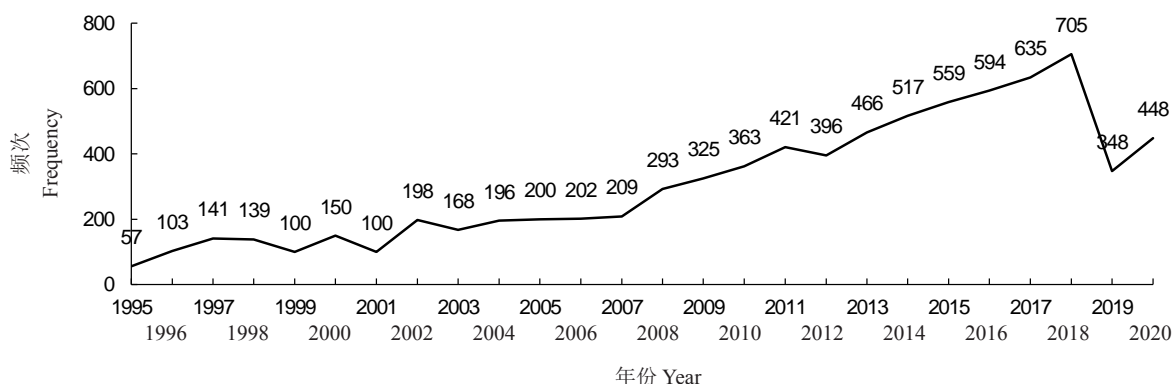


图1 1995—2020年果树害虫相关论文发表数量

Fig. 1 Number of published papers on fruit tree pests during 1995 to 2020

### 3 文献发表国家分析

由图2可以看出,通过对20个国家的学者发表的有关果树害虫的学术论文研究分析,其结果表明,美国、中国、巴西、澳大利亚和意大利是果树害虫研究领域发表文献数量最多的5个国家。其中,美国学者发表文献数量最多,共1500篇;中国发表文献量为400余篇,排名第2位。但在图3中可以看出,我国在2014年的发表文献数量超过了美国,且在之后迅速拉小与美国之间的差距,并在2019年和2020年再次远超美国发表文献数量。从图4各国在该领域合作发表文献数量来看,美国一直处于领先的位置,中国在2013年之后合作论文发表数量与巴西、澳大利亚和意大利的距离快速拉大,跃居排行榜第二位。

随着果树害虫危害日趋严重,各个国家对其研究都在逐渐深入,各国之间的合作也在进一步加深,通过对果树害虫研究国家合作网络分析,图5显示了美国与其他国家之间均有不同程度的合作,包括中国、法国、意大利、巴西、澳大利亚和加拿大等国。通过加强与各国之间的密切合作,美国在果树害虫研究领域具有较高的国际影响力和竞争力。我国与美国、比利时、意大利、法国和英国等国家也有合作,

但根据图5连线的粗细程度可以看出,相关合作的密切度不及美国。

尽管美国在论文发表数量和与各国合作发表文献数量方面均遥遥领先,但是我国在果树害虫研究领域依旧表现出较高的活跃度,这也进一步证实我国在果树害虫研究领域正在逐渐缩小与发达国家的差距。通过加强国际合作有助于推动我国果树害虫的研究,提高国家在该领域的国际竞争力和影响力。

### 4 果树害虫研究热点分析

文献关键词是作者用简洁的词语对论文主旨内容的高度概括,用CiteSpace软件对高频关键词进行主题和领域共现网络聚类分析,高频关键词间共现强度的聚类在一定程度上可以代表这一领域的研究热点<sup>[6]</sup>。对Web of Science核心数据集收录的8551篇发表于1995—2020年的果树害虫相关文献进行高频关键词聚类分析。由图6可以看出,从16663个关键词中筛选出500个高频关键词进行聚类分析,得到果树害虫相关文章关键词的共现网络图谱。通过对发表文献关键词的共现性分析得到9个聚类,分别为:有害生物综合治理(integrated pest management, IPM)、生物防治(biological control)、天敌(natural enemies)、入侵物种(invasive species)、柑

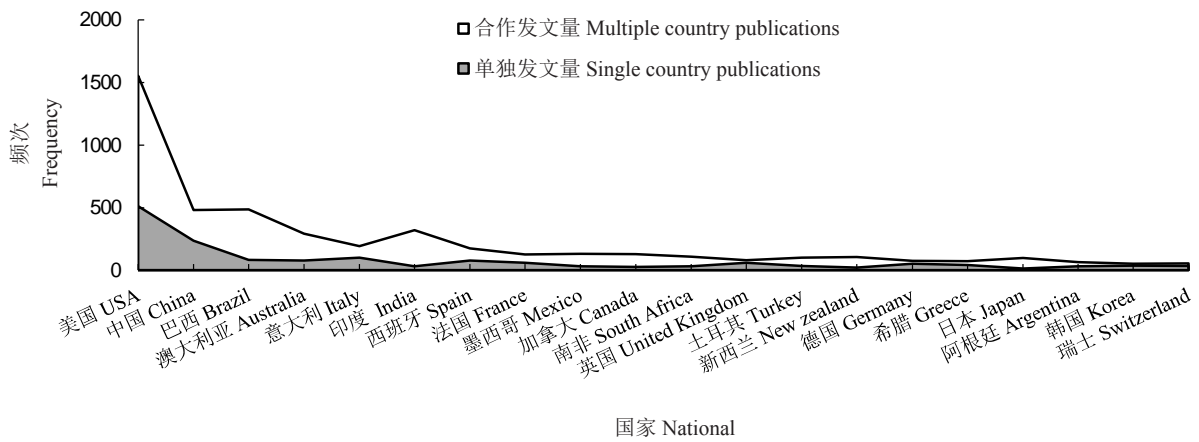


图2 关于果树害虫发文的国家概况

Fig. 2 The national overview of papers on fruit tree pests

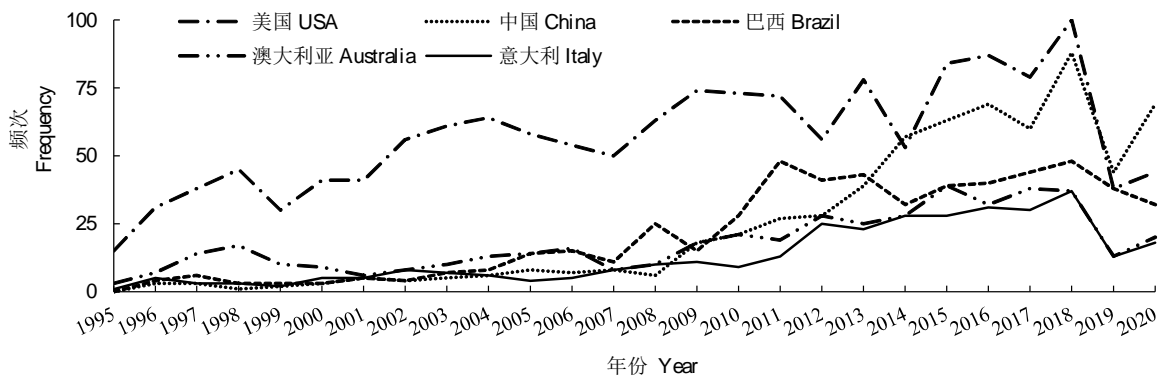


图3 排名前5位国家单独发表文章数量

Fig. 3 Number of articles published separately in the top five countries

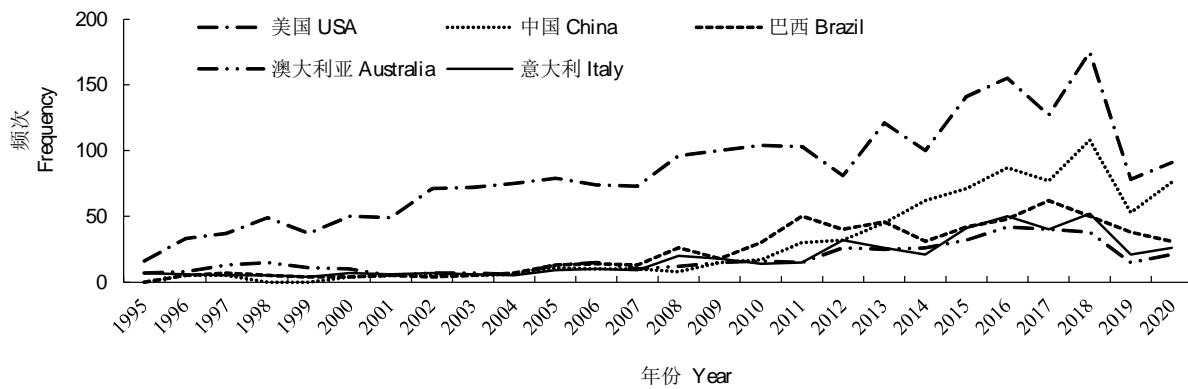


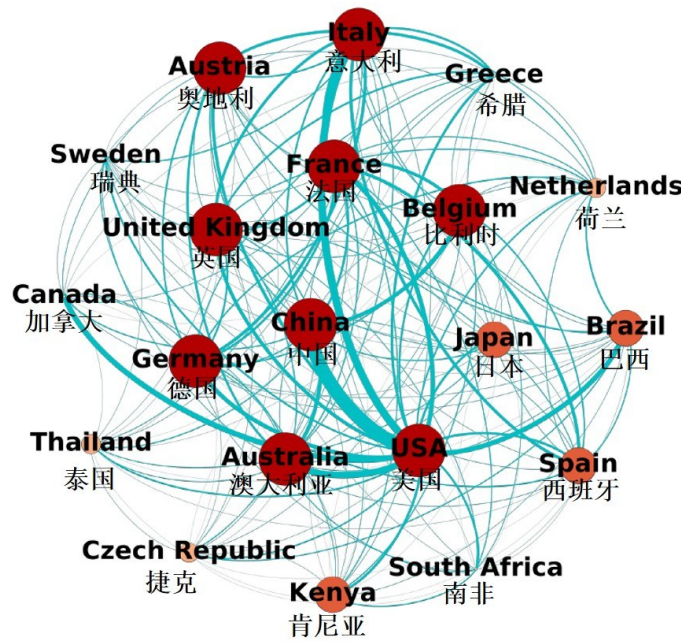
图4 排名前5位国家关于果树害虫合作发表文章数量

Fig. 4 Number of cooperative papers on fruit pests in top five countries

橘属(*Citrus*)、生物多样性(biodiversity)、果蝇(fruit fly)、非洲(Africa)和保护型生物防治(conservation biological control)。

通过对1995—2020年的果树害虫相关文献中出现的高频关键词的聚类分析可知,频次出现最高的关键词是IPM、生物防治、果蝇、入侵物种和芒果,

分别为455、415、246、130和113次。除此之外,关键词为天敌的有49篇文章,关键词为生物多样性的有33篇文章,关键词为保护型生物防治的有31篇文献,而非洲这一关键词只出现在28篇文章中。研究结果说明,1995—2020年这25 a中,对于果树害虫的研究多集中在有害生物综合治理和生物防治等虫



图中各个节点之间连线的粗细表明共现强度的大小,节点的大小与分析对象出现的频率呈正相关。CiteSpace 设置:Node Types 设置为 keyword; Selection Criteria 设置为 Top N=30;其他均为默认。图 6 同。

The thickness of the lines between the nodes in the graph shows the intensity of the co-occurrence. The size of the nodes is proportional to the frequency of the objects in the graph. CiteSpace settings: Node Types set as keyword; Selection Criteria set as Top N=30; others are default setting. The same Fig.6.

图 5 各国在果树害虫研究方面国家科研合作网络关系

Fig. 5 National scientific research cooperation network in fruit tree pest research

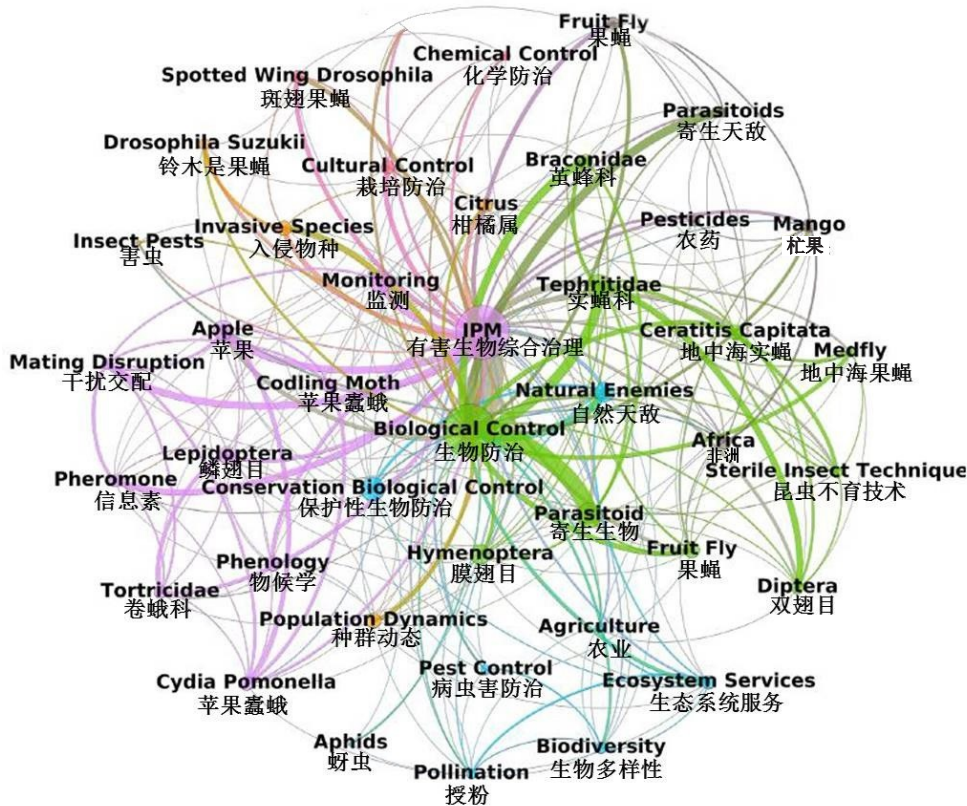


图 6 果树害虫相关论文关键词共现的关系

Fig. 6 Relationship of keywords co-occurrence in papers related to fruit pests

害防治方面。

为了了解关键词之间的关联和特征,通过深入剖析相关研究热点的关键词共现发现,除了非洲与其他8个研究热点无直接关联外,其余研究热点之间均有不同程度的关联,特别是有害生物综合治理、生物防治、天敌和保护生物防治这4个研究热点交叉非常多。对研究热点及关键词的分析,有助于更深入了解该领域将来的发展趋势。

长期以来,对果树害虫的防治措施单一,化学防治依赖性强,滥用农药现象突出。而通过上述研究结果而知,对果树害虫的防治研究已经迈入对环境和人类健康友好的生物防治等领域。

除此之外,对出现频次最高的果树类型、虫害和虫害管理3个方面的分析如图7所示。结果表明,在果树高频关键词中,关键词为杧果类的出现频次最高,其次次数多达113次,而关键词柑橘属出现107次,关键词桃出现85次。除此之外,草莓、梨、凤梨和蓝莓这些关键词在果树害虫相关文献中出现的频次均不足50次;在虫害高频关键词中,果树害虫相关文章中以果蝇为关键词出现的次数多达246次,以苹果蠹蛾为关键词的出现次数有228次;其次是地中海实蝇、橘小实蝇、入侵害虫和翅果蝇,分别出现有156、143、130和113次,而文章关键词为双翅目和铃木氏果蝇的发表文献数量差异不大,其在发表论文中出现的次数分别为96和94次;针对这些虫害的防治研究热点主要集中于生物防治方面,在已发表的论文中出现频次多达455次,其次为有害生物综合治理,出现次数为415次,而以昆虫不育技术、监测、检疫隔离、信息素和干扰交配等为关键词的在已发表的论文中出现的次数差异不大,分别有207、167、161、132和130次。

### 5 讨论

通过对国内外果树害虫研究领域1995—2020年公开发表的文献进行检索,并按照文献计量学的方法进行统计对比分析,客观解析了国内外对果树害虫相关研究的热点及动态变化。据报道,在昆虫学领域已经有关于桃小食心虫(*Carposina sasakii*)<sup>[11]</sup>、橘小实蝇(*Bactrocera dorsalis* Hendel)<sup>[17]</sup>、亚洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)<sup>[18]</sup>、扶桑绵粉蚧(*Phenacoccus solenopsis* Tinsley)<sup>[19]</sup>、苹果蠹蛾(*Cydia pomonella* L.)<sup>[20]</sup>等文献计量的相关研究分析,但

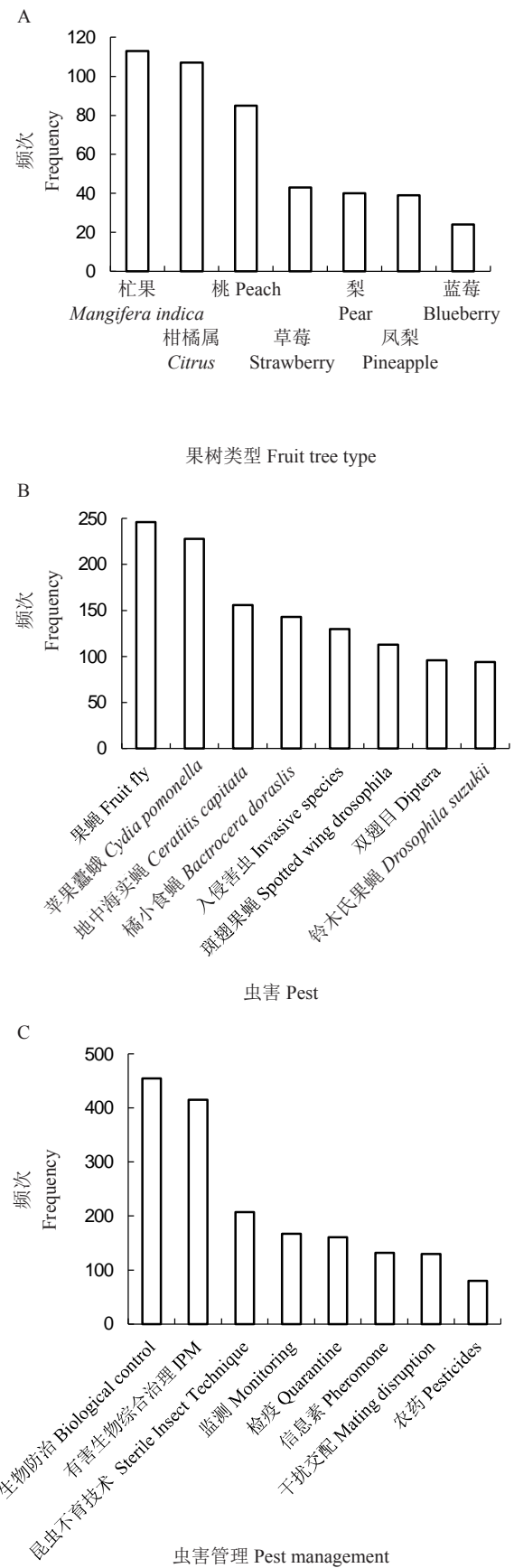


图7 高频关键词分析  
Fig. 7 High frequency keywords analysis of fruit tree pests

目前关于果树昆虫文献计量研究的发表数量少之又少,并且国际影响力不足,对了解果树害虫的研究热点及发展趋势带来了很大的难度。

我国果树栽培历史悠久,资源丰富,种类繁多,在农业生产中占据十分重要的地位。从统计数据来看,杧果在果树类型文献报道中一直处于非常活跃的态势,国内外科研人员都在积极探索,这与该类型果树的种植范围越来越广、资源价值越来越大有关。在果树虫害中,果蝇作为一种存在于各种水果上专门危害果树的害虫,成为果树虫害研究者选择的主要对象。苹果蠹蛾作为危害极强的蛀果性害虫,其寄主种类广泛,繁殖能力强,世代重叠,被我国和其他许多国家列为国际重点检疫对象,这与入侵害虫在我国的危害呈现不断加重的趋势相关,因此急需加强有关入侵害虫的研究。通过了解近年来研究最多的果树种类和相关虫害类型,对于果树害虫相关研究的研究材料选择具有一定的参考意义。

科研合作研究在某一程度上反映了国际合作关系,笔者通过对国际范围内科研人员在果树害虫相关论文发表数量的分析发现,中国自2014年以来果树害虫论文发表数量急剧上升,逐渐注重加强与各国之间的合作关系。国内外科研人员之间合作的加强对果树害虫相关领域学者间知识的交流与共享具有极大的推动作用,更有利于该领域的长远发展。从果树害虫相关发表文献数量及国家间合作的发表文献数量等指标综合来看,美国在该领域的研究一直处于世界领先地位,说明美国的相关研究较为广泛,研究人员整体实力较强。中国是世界果树大国,栽培历史悠久,虽然相关的论文发表数量位居世界第二,但无论从国家单独发表论文数量还是合作发表论文数量,综合显示出我国在果树害虫防治研究方面与美国发达国家的先进水平还存在很大的差距。其可能与我国目前果树害虫相关科研团队缺乏分工与合作,不够开拓创新,在国际上发表的论文创新性不强等原因有关,从而使得我国在果树害虫相关研究领域的国际综合影响力和竞争力与美国还有很大的差距<sup>[12]</sup>。中国、美国、比利时、意大利、法国、英国、澳大利亚等国之间的科研合作不断增强,这将有利于提升我国在果树害虫研究领域的学术地位。

除此之外,通过对果树害虫防治高频关键词聚类分析,发现果树害虫研究热点与可持续绿色防控高度相关,这表明以有害生物综合治理为中心,多角

度多方面的进行果树害虫防治工作十分重要。生物防治作为新兴的防治办法,利用有益生物及其产物控制有害生物种群数量<sup>[21-23]</sup>,可以有效避免化学农药防治害虫对果实的危害和影响,有利于食用者的身体健康,已经在果树虫害防治中得到了广泛的应用,包括利用天敌、病原微生物和生物产物等。

通过对1995—2020年的果树害虫相关文献中出现的高频关键词的聚类分析,发现频次出现最高的关键词是IPM。IPM从农业生态系统的总体出发,根据有害生物和环境之间的相互关系,将人为防治措施与自然控制相协调,而在自然生态环境中,害虫和天敌相互依存、相互制约,维持动态平衡。利用天敌防治果树害虫,充分体现了IPM防治的特点,两者之间存在共现关系,在本研究高频关键词共现关系分析结果中证实了这一结论,两者之间的交叉点非常多,有较强的共现关系。自然界中天敌种类十分丰富,据报道美国和加拿大的85 000种昆虫中,仅有1425种是重要害虫;中国估计有150 000种昆虫,其中害虫也只有1000多种,仅占昆虫总数的1%左右<sup>[24]</sup>。王振伟<sup>[25]</sup>通过对食心虫类、叶螨类、卷叶蛾类、蚜虫类和介壳虫类等果树害虫的天敌种类进行统计,主要分为捕食性天敌和寄生性天敌2大类。天敌昆虫主要通过弥散在空气中的专一性信息化学物质(包括植物受害虫破坏后产生的挥发性化学物质,以及害虫自身散发的化学物质信息),判断害虫的方向和位置,通过捕食和寄生等方式寻找特定的寄主或猎物,因此引进和利用天敌昆虫防治害虫是目前在害虫生物防治中的一个重要手段,并且在国际上已有许多先例:19世纪末美国从大洋洲引进了澳洲瓢虫(*Rodolia cardinalis*)防治柑橘吹棉蚧,很快就起到了完全控制的作用;我国在1978年将丽蚜小蜂(*Encarsia formosa* Gahan)从英国某研究所引进,其对控制白粉虱[*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)]有十分明显的作用。据统计,世界范围内引进天敌防治成功、基本消除危害的主要害虫有100多种<sup>[17]</sup>。另外,我国已能成功利用天敌防治害虫的作物有玉米(*Zea mays* L.)、棉花(*Gossypium* spp.)、番茄(*Solanum lycopersicum*)、辣椒(*Capsicum annuum* L.)、苹果(*Malus domestica*)、甘蔗(*Saccharum officinarum*)、荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.)等。在生态系统中,通过天敌控制,并协调应用生物农药等技术进行科学调控,实现果树害虫的可持续控制,在一定



程度上实现生态平衡,维护生态系统的稳定,从而保证社会经济与生态效益双向增长的新局面。

长期以来,果树害虫的肆虐和严重危害一直困扰着广大果农,已经成为制约果树产业发展的首要因素。结合果树害虫相关主题词频次分析,世界范围内果树害虫研究的热点主要有IPM、生物防治、天敌、入侵物种等方面。近年来,国内外相关学者一直致力于研究防治果树害虫的有效措施及方法。我国在害虫监测预警技术、基于生物多样性保护利用的生态调控技术、害虫生物防治技术、化学防治技术、抗虫转基因作物的开发利用等方面展开的研究已取得了一系列重要进展,但就基因组学推动的分子生物学和生物技术的发展,衍生出抗虫转基因植物、作物害虫的分子检测与诊断技术来看<sup>[26-27]</sup>,我国与发达国家害虫综合治理的理论和技术研究还存在一定的差距,相关基础研究还比较薄弱。

随着全球气候变暖和农业结构的改变,有害生物综合治理方法将逐渐代替化学农药的防治成为果树害虫的主要防治手段。以天敌-害虫-作物之间的关系为基础,研究和发 展天敌昆虫资源繁殖保护利用技术、开发不同作用机制的*Bt*(*Bacillus thuringiensis*)菌株以减轻靶标害虫的抗性问 题<sup>[28-29]</sup>,通过加强对果树害虫的绿色可持续防控理论和技术研究,保障国家农林业类食品安全。

## 6 结 论

文献计量学研究能够客观、全面、科学地反映被研究对象的发展趋势。笔者在本研究 中将文献计量学的方法运用于果树害虫研究领域,分析果树害虫国内外相关科技文献,对国内外有关果树害虫的文献进行较为全面的分析与汇总;从主题关键词和科研文献发表数量等角度深入分析全世界范围内果树害虫的发展动态和研究热点及趋势。我国在果树害虫防控方面发表论文的数量远远低于美国,亟待通过加强国际合作等方式推动我国果树害虫防治的研究,缩短与发达国家的差距,提高我国在该领域的国际影响力。

### 参考文献 References:

- [1] 相栋,徐秉良,王森山,臧建成,代万安,杨杰,张树武,尼玛玉珍,路康,毛维兴,陈翰秋,德庆卓嘎,旺珍. 西藏果树病虫害种类及发生情况调查[J]. 中国果树,2020(2):130-136.  
XIANG Dong, XU Bingliang, WANG Senshan, ZANG Jiancheng, DAI wan'an, YANG Jie, ZHANG Shuwu, NIMA Yuzhen, LU Kang, MAO Weixing, CHEN Hanqiu, DEQING Zhuoga, WANG Zhen. Investigation on species and occurrence of pests and diseases of fruit tree in Tibet[J]. China Fruits, 2020(2): 130-136.
- [2] NYAMBO B, SEVGAN S, CHABIOLAYE A, EKESI S. Management of alien invasive insect pest species and diseases of fruits and vegetables: experiences from east Africa[J]. Acta Horticulturae, 2011, 911: 215-222.
- [3] 曹克强,王春珠,耿硕. 我国苹果主要病虫害及其防治策略[J]. 河北农业科学, 2010, 14(8): 72-74.  
CAO Keqiang, WANG Chunzhu, GENG Shuo. Occurrence status and control strategies of apple diseases and insect pests in China[J]. Journal of Hebei Agricultural Science, 2010, 14(8): 72-74.
- [4] 袁军海,杜红亚,沈福英,韩文素,张红杰,曹克强. 张家口市苹果主要病虫害发生与防治现状调查[J]. 北方园艺, 2012(10): 144-147.  
YUAN Junhai, DU Hongya, SHEN Fuying, HAN Wensu, ZHANG Hongjie, CAO Keqiang. Investigation on the present situation of occurrence and control of main apple diseases and pests in Zhangjiakou city[J]. North Horticulture, 2012(10): 144-147.
- [5] 岳兰菊. 安徽砀山梨树主要病虫害发生动态及综合治理[J]. 中国果树, 2010(4): 53-55.  
YUE Lanju. Occurrence dynamics and comprehensive control of main diseases and insect pests of pear trees in Dangshan, Anhui province [J]. China Fruits, 2010(4): 53-55.
- [6] 张承胤,李福芝,许跃东,杜相堂,张文忠,史贺奎. 北京地区桃园主要害虫的发生与综合防治措施[J]. 中国果树, 2012(3): 64-66.  
ZHANG Chengyin, LI Fuzhi, XU Yuedong, DU Xiangtang, ZHANG Wenzhong, SHI Hekui. Occurrence and integrated control measures of main pests in peach orchards in Beijing[J]. China Fruits, 2012(3): 64-66.
- [7] 蔡明,仇贵生,朴春树,林文忠,王树礼. 辽宁省果树病虫害疫情发生现状及防控对策建议[J]. 中国果树, 2014(4): 78-81.  
CAI Ming, QIU Guisheng, PIAO Chunshu, LIN Wenzhong, WANG Shuli. Occurrence status and control countermeasures of fruit pests and diseases in Liaoning province[J]. China Fruits, 2014(4): 78-81.
- [8] 邱均平. 文献计量学[M]. 北京:科学技术文献出版社,1988.  
QIU Junping. Bibliometrics[M]. Beijing: Scientific and Technological Documentation Publishing House, 1988.
- [9] 邱均平. 我国文献计量学的研究和发展[J]. 情报学报, 1987, 6(6): 466-472.  
QIU Junping. Research and development of bibliometrics in China[J]. Information Learned Journal, 1987, 6(6): 466-472.
- [10] LIU Z G, YIN Y M, LIU W D, DUNFORD M. Visualizing the intellectual structure and evolution of innovation systems re-

- search: a bibliometric analysis[J]. *Scientometrics*, 2015, 103(1): 135-158.
- [11] 孙丽娜, 仇贵生, 张怀江, 闫文涛, 岳强, 李艳艳. 基于文献计量学的桃小食心虫研究动态分析[J]. *果树学报*, 2015, 32(6): 1208-1219.  
SUN Lina, QIU Guisheng, ZHANG Huaijiang, YAN Wentao, YUE Qiang, LI Yanyan. Research dynamics on the peach fruit moth *Carposina sasakii* based on bibliometric[J]. *Journal of Fruit Science*, 2015, 32(6): 1208-1219.
- [12] 张娟, 王宁, 张以民, 李云霞. 基于 Web of Science 的国际柑橘黄龙病文献计量分析[J]. *果树学报*, 2014, 31(6): 1139-1146.  
ZHANG Juan, WANG Ning, ZHANG Yimin, LI Yunxia. Bibliometric analysis of the research on *Citrus huanglongbing* based on Web of Science[J]. *Journal of Fruit Science*, 2014, 31(6): 1139-1146.
- [13] 肖畅, 彭婷, 刘继红. 基于 WOS 和 CiteSpace 分析我国近 10 年柑橘研究热点与前沿[J]. *果树学报*, 2020, 37(10): 1573-1583.  
XIAO Chang, PENG Ting, LIU Jihong. Analysis on hotspots and frontiers of Chinese *Citrus* research based on WOS and CiteSpace in the past decade[J]. *Journal of Fruit Science*, 2020, 37(10): 1573-1583.
- [14] LI L J, TAN W S, LI W J, ZHU Y B, CHENG Y S, NI H. Citrus taste modification potentials by genetic engineering[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2019, 20(24): 6194.
- [15] 朱长菊. 2000—2011 年 SCI 收录我国食品科学研究论文的文献计量分析[J]. *食品科学*, 2013, 34(19): 386-389.  
ZHU Changju. Bibliometric analysis of SCI cited research papers in food science during 2000 to 2011[J]. *Food Science*, 2013, 34(19): 386-389.
- [16] 周超峰. 文献计量常用软件比较研究[D]. 武汉: 华中师范大学, 2017.  
ZHOU Chaofeng. Comparative study of commonly used software for bibliometrics[D]. Wuhan: Central China Normal University, 2017.
- [17] 蔡普默, 李高辉, 张贺贺, 仪传冬, 张琪文, 林嘉, 杨建全, 陈家骅. 基于文献计量学的橘小实蝇国内外研究态势分析[J]. *中国植保导刊*, 2018, 38(8): 23-32.  
CAI Pumo, LI Gaohui, ZHANG Hehe, YI Chuandong, ZHANG Qiwen, LIN Jia, YANG Jianquan, CHEN Jiahua. Research status of *Bactrocera dorsalis* based on bibliometric analysis[J]. *China Plant Protection*, 2018, 38(8): 23-32.
- [18] 蔡卓平, 朱红惠. 基于文献计量学方法分析中国 2005—2009 年亚洲玉米螟的研究动态[J]. *浙江农业学报*, 2012, 24(1): 76-80.  
CAI Zhuoping, ZHU Honghui. Using bibliometrics method to analyze researches on Asian corn borer during 2005 to 2009 in China[J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2012, 24(1): 76-80.
- [19] 翟欣. 扶桑绵粉蚧研究状况的文献计量分析[J]. *环境昆虫学报*, 2015, 37(3): 693-699.  
ZHAI Xin. Bibliometrical analysis on the research progress of phenacoccus solenopsis[J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37(3): 693-699.
- [20] 孙丽娜, 李艳艳, 张怀江, 闫文涛, 岳强, 仇贵生. 基于文献计量学的苹果蠹蛾研究动态分析[J]. *植物检疫*, 2017, 31(1): 1-6.  
SUN Lina, LI Yanyan, ZHANG Huaijiang, YAN Wentao, YUE Qiang, QIU Guisheng. Research dynamics on the codling moth based on bibliometric[J]. *Plant Quarantine*, 2017, 31(1): 1-6.
- [21] 万方浩, 叶正楚, 郭建英, 谢明. 我国生物防治研究的进展及展望[J]. *昆虫知识*, 2000, 37(2): 65-74.  
WAN Fanghao, YE Zhengchu, GUO Jianying, XIE Ming. Progress and prospect of biological control research in China[J]. *Entomological Knowledge*, 2000, 37(2): 65-74.
- [22] 韩召军. 植物保护学通论[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2012.  
HAN Zhaojun. General theory of plant protection[M]. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2012.
- [23] 赵伶俐. 基于文献计量分析中国蔬菜农药残留的研究概况[J]. *中国农学通报*, 2015, 31(1): 156-159.  
ZHAO Lingli. Research progress of pesticide residues in vegetables in China based on bibliometrics[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2015, 31(1): 156-159.
- [24] 林绍光. 天敌昆虫在生态农业中的应用[J]. *广西农学报*, 2005, 20(1): 41-44.  
LIN Shaoguang. The utilization of natural enemy-insect in organic agriculture[J]. *Journal of Guangxi Agriculture*, 2005, 20(1): 41-44.
- [25] 王振伟. 果树害虫天敌的主要种类和保护措施[J]. *特种经济动植物*, 2013, 16(5): 52.  
WANG Zhenwei. Main species and protection measures of natural enemies of fruit tree pests[J]. *Special Economic Animal and Plant*, 2013, 16(5): 52.
- [26] ROMEIS J, SHELTON A M, KENNEDY G G. Integration of insect-resistant genetically modified crops within IPM programs [M]. Dordrecht: Springer Netherlands, 2008: 41-85.
- [27] HOY M A. Insect molecular genetics: An introduction to principles and applications[M]. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2003: 544.
- [28] ZHAO J Z, CAO J, LI Y, COLLINS H L, ROUSH R T, EARLE E D, SHELTON A M. Transgenic plants expressing two *Bacillus thuringiensis* toxins delay insect resistance evolution[J]. *Nature Biotechnology*, 2003, 21(12): 1493-1947.
- [29] TABASHNIK B E, GASSMANN A J, CROWDER D W, CARRIERE Y. Insect resistance to Bt crops: evidence versus theory [J]. *Nature Biotechnology*, 2008, 26(2): 199-202.