我国豇豆蓟马研究进展及综合防控措施

吴圣勇[1,3]， 谢 文[2,3]， 刘万才[4]， 雷仲仁[1]， 王登杰[5]， 任小云[6]，
张起恺[7]， 吕宝乾[7]， 贺 振[8]， 唐良德[9*]

（1. 中国农业科学院植物保护研究所，植物病虫害综合治理全国重点实验室，北京 100193；2. 中国农业科学院蔬菜花卉研究所，北京 100081；3. 三亚中国农业科学院国家南繁研究院，三亚 572024；4. 全国农业技术推广服务中心，北京 100125；5. 四川省绵阳市农业科学研究院，绵阳 621000；6. 浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所，农产品质量安全危害因子与风险防控国家重点实验室，杭州 310021；7. 中国热带农业科学院三亚研究院，海南省南繁生物安全与分子育种重点实验室，三亚 572000；8. 扬州大学园艺和植物保护学院，扬州 225009；9. 贵州大学绿色农药全国重点实验室，贵州大学绿色农药与农业生物工程教育部重点实验室，贵阳 550025）

摘要 豇豆 *Vigna unguiculata* 喜温喜光，是一种适合在我国南方种植的豆科蔬菜。长期以来，豇豆病虫害多发重发，其中，蓟马是豇豆上最主要和最顽固的害虫之一。传统的化学防治方法对蓟马的防治效果常常不理想，并易造成农药残留问题。本文概述了我国豇豆产业的种植情况和以蓟马为主的病虫害问题及豇豆蓟马研究现状，并从农艺措施、理化诱控、生物防治、化学防治和抗性治理角度总结了豇豆蓟马的综合防治技术。最后，从构建豇豆蓟马的有害生物综合治理（integrated pest management，IPM）技术体系、加强基础研究和防控技术产品开发、建立科学用药和农药监管制度3个方面提出建议，以期为我国豇豆产业的绿色可持续发展提供参考。

关键词 豇豆； 蓟马； 防控技术； IPM

中图分类号： S 436.43 **文献标识码：** A **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2023043

Research progress on thrips in Chinese cowpea and integrated control measures

WU Shengyong[1,3]， XIE Wen[2,3]， LIU Wancai[4]， LEI Zhongren[1]， WANG Dengjie[5]， REN Xiaoyun[6]，
ZHANG Qikai[7]， LÜ Baoqian[7]， HE Zhen[8]， TANG Liangde[9*]

（1. *State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests*，*Institute of Plant Protection*，*Chinese Academy of Agricultural Sciences*，*Beijing* 100193，*China*；2. *Institute of Vegetables and Flowers*，*Chinese Academy of Agricultural Sciences*，*Beijing* 100081，*China*；3. *National Hainan Research Institute*（*Sanya*），*Chinese Academy of Agricultural Sciences*，*Sanya* 572024，*China*；4. *National Agro-Tech Extension and Service Center*，*Beijing* 100125，*China*；5. *Mianyang Academy of Agricultural Sciences*，*Sichuan Province*，*Mianyang* 621000，*China*；6. *State Key Laboratory for Managing Biotic and Chemical Treats to the Quality and Safety of Agro-Products*，*Institute of Plant Protection and Microbiology*，*Zhejiang Academy of Agricultural Sciences*，*Hangzhou* 310021，*China*；7. *Hainan Key Laboratory for Biosafety Monitoring and Molecular Breeding in Off-Season Reproduction Regions*，*Sanya Research Academy*，*Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences*，*Sanya* 572000 *China*；8. *School of Horticulture and Plant Protection*，*Yangzhou University*，*Yangzhou* 225009，*China*；9. *National Key Laboratory of Green Pesticide*，*Key Laboratory of Green Pesticide and Agricultural Bioengineering*，*Ministry of Education*，*Guizhou University*，*Guiyang* 550025，*China*）

Abstract Cowpea，*Vigna unguiculata* L.，a leguminous vegetable，is more suitable for cultivation in the south of China. Diseases and insect pests frequently and severely occurred on cowpea，with thrips being a major persistent pest. Traditional chemical methods are often ineffective in controlling thrips and may lead to pesticide residue problems. This review summarized the cowpea industry in China，the challenges posed by diseases and pests on cowpea，focusing on thrips and its current research status. Integrated control measures for thrips on cowpea were

收稿日期： 2023－02－05 **修订日期：** 2023－02－15
基金项目： 三亚崖州湾科技城科技专项（SKJC-2022-PTDX-017）；国家重点研发计划（2022YFC2601403）；中央级科研院所基本科研业务费（S2022XM18）
* 通信作者 E-mail：tangldcatas@163.com

also outline, including agronomic methods, physical and chemical inducements, biological control, chemical control and resistance management. Finally, we put forward suggestions in three areas: constructing an IPM system for cowpea thrips, strengthening basic research and developing control products against thrips, and implementing a scientific use and supervision system for pesticides. It aims to serve as a reference for promoting the green and sustainable development of the cowpea industry in China.

Key words cowpea; thrips; control measures; IPM

1 我国豇豆产业发展现状

1.1 豇豆种植情况

豇豆 *Vigna unguiculata* L.,原产于西非,主要分布在热带和亚热带地区,包括亚洲、非洲、中南美洲以及南欧和美国部分地区,不少于 45 个国家有种植,面积约 1 450 万 hm^2,平均年产量 620 万 t[1]。在我国,豇豆俗称角豆、带豆、挂豆角,是热带和亚热带省份重要的经济作物,主要种植区为海南、广东、广西、福建和云南,总种植面积超过 67 万 hm^2,年产量约 150 万 t[2-3]。全国统计年鉴中,将豇豆单独列出的仅有海南省。根据海南省统计年鉴数据,近 5 年来,海南豇豆平均每年种植面积 2.17 万 hm^2,年产量 55.1 万 t,平均单产 1 700 kg/667m^2。其中,2022 年为 2.31 万 hm^2,年产量 58.2 万 t。

1.2 豇豆主要病虫害问题

豇豆在生长过程中常受到各种病虫害的侵害,如枯萎病、叶霉病、锈病、病毒病、蓟马、斑潜蝇、豆荚螟、蚜虫、粉虱、叶螨等。我国南方温暖潮湿的气候环境加剧了病虫害的发生和危害[3]。近年来,随着种植制度的变化和持续的化学用药,蓟马和斑潜蝇等小型害虫逐渐取代豆荚螟演替为豇豆上的主要害虫[4],成为困扰豇豆产业发展的重要因素,也是农药残留问题的重要诱因之一。

蓟马是缨翅目 Thysanoptera 蓟马科 Thripidae 昆虫,主要通过锉吸式口器吸食植物汁液,雌虫还可以通过产卵器将卵产至幼嫩植物组织内,使植物褪绿成铁锈色、花朵不能展开,严重影响农作物产量与品质[4-9]。由于蓟马虫体微小、世代周期短、繁殖力高、抗药性强,尤其是其为害隐蔽,经常躲避在心叶、幼荚和花中,导致化学农药防治难度增加且效果不理想,一旦发生,很难根除。从世界范围看,豇豆上的蓟马种类主要有普通大蓟马(又名豆大蓟马)*Megalurothrips usitatus* (Bagnall)[4]、花蓟马 *Frankliniella intonsa* (Trybom)[10]、丝大蓟马 *Megalurothrips sjostedti* (Trybom)[11]、小鬃蓟马 *Thrips parvispinus* (Karny)[12]、瓜蓟马(又名棕榈蓟马)*Thrips palmi* Karny[13]、黄胸蓟马 *Thrips hawaiiensis* (Morgan)[14]、烟蓟马 *Thrips tabaci* Lindeman[15] 和梳缺花蓟马 *Frankliniella schultzei* (Trybom)[16]等。从国内外报道的现状看,国外(主要是非洲)研究最多的是丝大蓟马。我国和东南亚国家研究最多的是普通大蓟马[17]。在我国,豇豆上的蓟马有 4 种:普通大蓟马、花蓟马、瓜蓟马和黄胸蓟马,其中普通大蓟马为优势种[18],该蓟马最早于 1987 年在我国台湾大豆上报道其发生为害[19],1999 年在福建被报道[20],之后在云南的柑橘和三叶草上采集到[21-22],但因未造成严重危害并未受到重视,直到对海南豇豆为害严重,制约了豇豆产业安全生产,才引起人们的广泛关注和高度重视。在海南,普通大蓟马在冬季豇豆的整个生育期均可发生且维持在较高数量水平[23-24],花蓟马主要发生在豇豆开花/结荚期[10, 18]。近年来,普通大蓟马对豇豆造成的危害逐渐扩大,在气候变暖的影响下,出现了为害持续时间延长、地理范围北移和为害作物面积扩大等现象。

2 我国豇豆蓟马的研究概况

在 Web of Science 上检索主题词“cowpea thrips”,截至 2023 年 1 月,全球共发表学术论文 354 篇,其中,收录中文论文(带有英文摘要)18 篇。从中国知网(CNKI)检索主题词“豇豆蓟马”,截至 2022 年 11 月,中国学者发表学术论文 140 余篇。从发表学术论文的角度比较,中国关于豇豆蓟马的研究占全球的 40%。参与发表论文的机构有 20 余家,包括科研院所、高校、植保推广和企业等部门。其中,发文量在 10 篇以上的机构依次为中国热带农业科学院环境与植物保护研究所、海南大学、华南农业大学和海南省三亚市南繁科学技术研究院。根据国内发表论文的资助项目看,支持豇豆蓟马研究和防治的项目主要包括国家科技支撑计划、国家自然科学基金、国家重点研发计划、国家星火计划等国家

级项目,海南省自然科学基金为代表的省部级项目以及地区和高校专项等项目。

综合 Web of Science 和中国知网中中国学者发表的相关论文,95%以上均以中文形式报道。从报道的内容看,主要分为 4 个主题:1)豇豆蓟马的基本生物学和发生规律。普通大蓟马作为豇豆上的优势种,其最适发育温度为 25~30℃。以三亚、陵水、乐东等为代表的海南地区,冬春季(当年 12 月至翌年 3 月)的温度为蓟马的大量繁殖、暴发为害提供了有利条件,其发生高峰期在豇豆盛花期,且呈聚集分布。2)豇豆蓟马的抗药性监测。从文献报道的结果看,目前豇豆蓟马对多种化学农药产生了不同程度的抗性,且不同区域的抗性水平有差异,可选的有效药剂越来越少。3)豇豆蓟马的药剂筛选和田间防效。由于豇豆蓟马的抗药性问题以及不同区域的用药种类和施药习惯的差异,多种化学农药复配成为一些区域的主要用药方式。4)豇豆蓟马的综合防控技术。国内报道的措施主要包括:a. 以田间除草、调节作物种植密度、加强水肥管理为主的农业防治;b. 以防虫网和粘虫板为主的物理防治;c. 以科学用药为主的化学防治;d. 以保护、繁殖、释放优势天敌为主的生物防治。综上可见,我国农业科研人员的研究主要是面向经济主战场、面向国家重大需求,以解决豇豆生产中的蓟马为害问题为目标,为种植户提供技术指导,为农业部门决策提供参考。

3 豇豆蓟马防控技术

3.1 农艺措施

农艺措施被认为是最经济、最安全、且最容易联合其他防治措施整合到有害生物综合治理(integrated pest management, IPM)体系中[25]的方法,也最容易被农民接受。合理间(轮)作以及调节种植密度和时间是农艺措施中最常用的害虫治理技术[26]。在豇豆蓟马的治理中,将豇豆与禾本科作物,如玉米和高粱间作,可营造不利于蓟马发生的环境从而显著降低其田间密度[27-31]。从实践来看,高密度种植豇豆有利于蓟马发生[32],而豇豆与玉米按 1∶1行间作种植可获得最低的害虫发生密度[33]。

种植抗虫品种是有效治理豇豆蓟马的策略,且具有环境友好、低成本和可持续控害的特点[34],因而被认为前景广阔[35]。然而,抗虫治理技术的核心是抗虫种质资源的鉴定和筛选。非洲是世界上豇豆的主要种植区,种植历史悠久,贡献了 90%以上的面积[36],同时,非洲也有着丰富的种质资源,很多品种被鉴定对豇豆蓟马有着很好的抗性并用于蓟马防治实践[34-35, 37-41]和遗传育种[34-35, 42-43]。

3.2 理化诱控技术

防虫网遮挡是抵御外源蓟马种群进入露地栽培豇豆的一项简易且实用的物理措施。从防治实践看,该措施可分为 2 种,分别是半包围式和全包围式,前者是防虫网沿着豇豆地外延围一圈而上部敞露,后者是防虫网将整个豇豆地沿着外围和上端全部笼罩。防虫网的高度一般为 2~3 m,60~80 目(“目”指的是每英寸筛网上的孔眼数目,60 目和 80 目对应的孔径分别约为 0.25 mm 和 0.18 mm)。防虫网的支架材质主要是竹竿或钢管。从蓟马的防治效果看,全包围式优于半包围式。海南地区的研究表明,用 80 目防虫网分别采取半包围和全包围式处理,豇豆采收期分别延长 7 d 和 14 d,产量分别提高 56.5%和 50.1%。与全包围防虫网处理相比,半包围防虫网中豇豆叶绿素指数显著升高[44]。综合考虑防治效果、经济成本、作物长势、豇豆产量、农事操作等,半包围式更具有推广应用潜力。

利用昆虫的趋光性(视觉)和趋化性(嗅觉)特点开发出害虫的引诱剂(attractants)和驱避剂(repellents)可用于害虫的监测和防治[45]。研究发现,普通大蓟马对蓝色和白色表现出强趋性[46-47],在豇豆种植期,按照离地面 1.2 m、每张间距 13 m 悬挂不同颜色的诱虫板(24 cm×20 cm),每隔 7 d 更换 1 次,平均每张蓝板上的蓟马数量达 1 000 余头,分别是白板和黄板的 2 倍和 5 倍[47]。蓝板被广泛用于田间蓟马的监测和防治[10, 48-49]。

昆虫信息素,如聚集性信息素,因其具有物种特异性、低浓度高活性且对环境安全的特点[50],被广泛用于害虫监测、大量诱杀和交配干扰防治[51]。目前,超过 300 种昆虫聚集信息素被鉴定[52],然而只有 5 种蓟马的聚集信息素被鉴定,分别为西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande)[53]、花蓟马[54]、瓜蓟马[55]、丝大蓟马[56]和普通大蓟马[51]。研究表明,西花蓟马和花蓟马的聚集信息素的主成分

相同,只是在一些组分的比例上存在差异[57],而同为大蓟马属的丝大蓟马和普通大蓟马在聚集信息素的成分上迥异[51,56],表现出种间特异性。最近的研究表明,田间应用丝大蓟马聚集信息素可显著增加其诱捕量[58]。

基于寄主和非寄主植物信息化合物开发的引诱剂和驱避剂也被广泛用于害虫推-拉防治策略[45]。豇豆挥发物 (*E*)-2-hexenal 对丝大蓟马具有显著的驱避作用,有望开发成驱避剂用于该蓟马的综合治理[11]。非寄主植物柠檬香茅 *Cymbopogon citratus* 和印加孔雀草 *Tagetes minuta* 能够显著驱避丝大蓟马雌虫,其中 dihydrotagetone,(*Z*)-3-hexenyl acetate,limonene 和 (*Z*)-*β*-ocimene 为主成分的混合物发挥了重要作用[59]。对于信息素的识别,昆虫嗅觉系统起着关键作用。最近,鉴定出了普通大蓟马 2 个嗅觉蛋白(1 个气味结合蛋白 MusiOBP1 和 1 个化学感受蛋白 MusiCPS1),并明确了与配体(挥发物)的结合特性[60]。

3.3　生物防治技术

生物防治是减少或替代化学农药使用的重要方法和路径。大量证据表明,捕食螨和小花蝽是蓟马最重要的 2 类天敌[61]。巴氏新小绥螨 *Neoseiulus barkeri* 是一种广泛用于多种作物防治蓟马类害虫的商品化捕食螨[62]。最近一项试验数据表明,在豇豆田以 400 头/m^2 的密度释放巴氏新小绥螨对普通大蓟马的校正防效为 59.7%[63]。斯氏钝绥螨 *Amblyseius swirskii* 对普通大蓟马若虫也有很好的捕食能力[64]。东亚小花蝽 *Orius sauteri* 因对普通大蓟马的高捕食率(45.3 头/d)和取食后的高繁殖力(95.4 卵/雌)而有望用于该蓟马的田间治理[65]。在对普通大蓟马的捕食试验中,淡翅小花蝽 *Orius tantillus* 表现出与东亚小花蝽相似的捕食能力[66]。南方小花蝽 *O. strigicollis* 不仅在捕食能力上与上述 2 种小花蝽相当,而且更适应豇豆蓟马的发生环境(热带地区)(未发表资料),目前已实现商品化,因而更具有应用前景。最近在我国海南发现的海岛小花蝽 *Orius maxidentex* Ghauri 为中国新记录种[67],因其对高温有较强的适应能力,对一些热带蓟马种类表现出控害优势[68]。一些广食性天敌昆虫,如大草蛉 *Chrysopa pallens*[69]、六斑月瓢虫 *Cheilomenes sexmaculata*[70] 以及南亚大眼长蝽 *Geocoris ochropterus* 和西沙大眼长蝽 *Geocoris xishaensis*[71] 都对普通大蓟马表现出较强的捕食能力,且大眼长蝽属天敌昆虫在多猎物系统中偏好取食蓟马[72]。侧姬小蜂属 *Ceranisus* 的某些种类是蓟马的优势寄生蜂,如 *Ceranisus femoratus* 是豇豆蓟马的优势寄生蜂[73],我们在海南豇豆地也发现一种寄生普通大蓟马的侧姬小蜂属 *Ceranisus* sp. 寄生蜂(未发表资料)。

虫生真菌是蓟马类害虫的另一类重要生防资源,已报道的有控害潜力的有球孢白僵菌 *Beauveria bassiana*、金龟子绿僵菌 *Metarhizium anisopliae*、玫烟色拟青霉 *Isaria fumosorosea* 和蜡蚧轮枝菌 *Akanthomyces lecanii*(根据蜡蚧菌的最新分类系统,*Lecanicillium* 归到了新属 *Akanthomyces* 中)等[74]。研究表明,多个绿僵菌菌株对豇豆蓟马有潜在的应用前景[75-79]。白僵菌对普通大蓟马和丝大蓟马也有较高的致病力[80-81]。最近研究表明,*Akanthomyces attenuatus* 对普通大蓟马有较高致病力[81-82]。虫生真菌与其他防治措施协同应用可显著增加对豇豆蓟马的防治效果,如绿僵菌可显著增加信息化合物(异烟酸甲酯和邻氨基苯甲酸甲酯)对丝大蓟马的诱捕量[79,83-84],白僵菌可显著增加聚集信息素 (*R*)-lavandulyl 3-methylbutanoate 对丝大蓟马的诱捕量[58]。另外,虫生真菌与生物源杀虫剂有很好的兼容性,并表现出对普通大蓟马的协同增效作用[85-86]。

3.4　化学防治技术及抗性治理

化学农药因其高效、速效、广谱等特点成为害虫防治的主要措施甚至是唯一措施。我国豇豆上登记的农药品种很少[87],但有机磷、有机氯、拟除虫菊酯、新烟碱以及多杀菌素类杀虫剂被广泛应用于豇豆蓟马的防治[88-91]。一些高毒、选择性差的杀虫剂种类逐渐被禁用或限用,淘汰出市场,如某些有机磷和有机氯类杀虫剂在我国蔬菜上已被禁用或限用(http://www.zzys.moa.gov.cn/gzdt/201911/t20191129_6332604.htm)。目前,多杀菌素类杀虫剂因对蓟马成虫和若虫的高活性表现出对豇豆蓟马较高的防治效果[4,24,92-94],而螺虫乙酯因其高杀卵活性对豇豆蓟马也有较好的防效(未发表资料),且两者可协调配合使用。为了延长多杀菌素类杀虫剂在防治豇豆蓟马上的使用寿命,将其与其他杀虫剂进行复配是有效的方法之一[95]。另外,将防

治药剂(乙基多杀菌素、噻虫嗪)与农药助剂进行混用可显著提高对豇豆蓟马的防效和实现减施农药的目的[4,96]。田间药效对比试验表明,豇豆花瓣张开时(7:00—9:00 am)施药可增加药剂与花内蓟马的接触,从而实现增效[97]。

害虫抗药性是化学防治的突出问题。抗药性水平监测可为田间科学用药提供理论依据和科学指导。抗药性监测数据表明,普通大蓟马对常用防治药剂产生了不同程度的抗性且表现出地理差异性[24,98-100]。普通大蓟马具有发育速率快、繁殖力强、世代重叠严重等显著特点[101-102],这些特性也促进了田间药剂选择压下抗药性的形成和发展。因此,豇豆蓟马的抗性治理策略应作为必要选项整合到 IPM 实施方案中。抗性监测、合理用药以及种植抗虫品种被认为是有效的蓟马抗性治理策略[61]。

4 建议

“毒豇豆事件”引发广泛的媒体报道和社会关注,给我们的教训和启示是深远的,其背后的原因值得深思和探讨。当然,原因是多层次多方面的,其直接原因是农药残留超标。有文献报道从加强农药残留监测的角度进行了探讨[103],本文从害虫防治技术和安全用药角度进行分析并提出建议。

4.1 构建豇豆蓟马的 IPM 技术体系

化学防治豇豆蓟马是诱发“毒豇豆事件”的重要原因。从防治实践来看,单一的化学防治措施难以实现理想的豇豆蓟马防治效果,因此,构建豇豆蓟马 IPM 技术体系势在必行。基于现有的单项防治技术,并借鉴非洲豇豆蓟马防控技术,推荐的 IPM 技术方案为:以推广种植抗虫品种为基础,发挥生物多样性控害技术在害虫防治中的作用,鼓励农户多样化种植,与其他作物(如玉米、高粱)进行间作,营造不利于蓟马发生的环境;聚集性信息素与蓝(白)色诱虫板或虫生真菌联用进行种群动态监测和大量诱杀;应用包括生物源农药在内的蓟马生物防治(温室或大棚淹没式释放天敌昆虫/捕食螨进行防治),加强田间种群和抗药性监测,在防治指标(7 头/花)[104]指导下适时合理选择使用化学农药,可在一定程度上实现减施增效,但需要注意农药的混用和轮用以提高防效和延长药剂使用寿命。

4.2 加强基础研究和防控技术产品开发

目前,我国豇豆蓟马的发生规律、灾变机理并不十分明确,且不同地区间存在差异,一些单项防治技术并不具有普适性,难以有效集成综合防控技术体系;在非洲,许多能抗蓟马的豇豆品种被评价鉴定,在我国尚未有抗性品种的鉴定登记;普通大蓟马的聚集性信息素已成功鉴定,但未开发出商业化产品;尽管生物防治显示出广阔的开发应用前景,但害虫生物防治的田间应用技术要求高,效果仍受到质疑,且可用的天敌种类十分有限、成本高昂;施药器械限制了施药技术的发展,有待开发雾滴更细、药液沉积和附着更好的施药器械等。因此,应加强对制约豇豆蓟马防控“卡脖子”问题的立项支持,引导基础研究和绿色防控产品的一体化推进。针对不同区域的发生特点,建立分区治理策略和相应的综合防控技术模式。

4.3 建立科学用药和农药监管制度

目前,豇豆病虫害的防治依然依赖于化学防治。豇豆是循环花序作物,这类作物的典型特点是花果同期,而豇豆蓟马主要发生在这一时期,主要为害花器。豇豆花瓣会在辰时(7:00—9:00)开放,这时施药可最大限度地接触到防治靶标(蓟马),以显著提高防效[98]。而在实际中,每日辰时也正是采摘豇豆的时辰,与最佳喷施农药时间高度重叠,农户通常在采摘豇豆后施药,因而错过了最佳施药时间而导致防效不理想。此外,由于蓟马发育速率快、繁殖力强和易产生抗药性等特点,现有的化学防治效果达不到农户的心理预期,农户完全忽视农药安全间隔期和施用剂量要求,不断增加施药频次(蓟马发生高峰期间隔一天 1 次)和剂量(推荐剂量的数倍)。高强度的田间药剂选择进一步促进了蓟马抗药性的发展,形成恶性循环。另外,蓟马具有一定的跳跃和飞翔能力,可在不同田块中迁移,造成化学防治后的逃逸行为。

针对上述现实问题,可从管理和政策上采取措施。一是农业主管部门牵头制定发布《豇豆病虫害化学防治行业标准》,尤其是针对豇豆生长特点和蓟马发生规律,提出科学用药标准。通过政策引导、培训宣传、市场监管等措施,建立科学合理的用药制度;二是在豇豆主要种植区,将豇豆病虫害化学防治纳入统防统治社会化服务实施范围,政府安排专项防治经费给予补贴并列入财政支出预算;三是及时修订和严格执行现行农药管理领域相关法律法规,

提高对违法销售和违规使用农药行为的惩罚力度，做到令行禁止，确保科学安全用药。

参考文献

[1] BOUKAR O, FATOKUN C A, ROBERTS P A, et al. Cowpea [M]//DE RON A M. Grain legumes. New York: Springer, 2015: 219 - 250.

[2] HUAN Zhibo, XU Zhi, JIANG Wayne, et al. Effect of Chinese traditional cooking on eight pesticides residue during cowpea processing [J]. Food Chemistry, 2015, 170: 118 - 122.

[3] HUAN Zhibo, XU Zhi, LUO Jinhui, et al. Monitoring and exposure assessment of pesticide residues in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) from five provinces of southern China [J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2016, 81: 260 - 267.

[4] TANG Liangde, GUO Linghang, ALI A, et al. Synergism of adjuvants mixed with spinetoram for the management of bean flower thrips, *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae) in cowpeas [J]. Journal of Economic Entomology, 2022, 115(6): 2013 - 2019.

[5] MORSE J G, HODDLE M S. Invasion biology of thrips [J]. Annual Review of Entomology, 2006, 51: 67 - 89.

[6] REITZ S R. Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): The making of a pest [J]. Florida Entomologist, 2009, 92(1): 7 - 13.

[7] REITZ S R, GAO Yulin, LEI Zhongren. Thrips: pests of concern to China and the United States [J]. Agricultural Sciences in China, 2011, 10(6): 867 - 892.

[8] NIASSY S, EKESI S, MANIANIA N K, et al. Active aggregation among sexes in bean flower thrips (*Megalurothrips sjostedti*) on cowpea (*Vigna unguiculata*) [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2016, 158(1): 17 - 24.

[9] 潘雪莲，杨磊，金海峰，等. 豆大蓟马在海南发生及防治的研究进展[J]. 热带生物学报，2021，12(4)：508 - 513.

[10] 唐良德，梁延坡，韩云，等. 海南豇豆蓟马发生为害调查及蓝板监测技术研究[J]. 中国植保导刊，2015，35(3)：53 - 57.

[11] DIABATE S E, DELETRE L K, MURUNGI K K M, et al. Behavioural responses of bean flower thrips (*Megalurothrips sjostedti*) to vegetative and floral volatiles from different cowpea cultivars [J]. Chemoecology, 2019, 29(2): 73 - 88.

[12] NAGDEV P, BEERENDRA J G, GANGULI R N. First report of a new invasive thrips, *Thrips parvispinus* (Karny) (Thysanoptera: Thripidae) in cowpea (*Vigna unguiculata*) at Raipur, Chhattisgarh [J]. The Pharma Innovation Journal, 2022, 11(7): 4560 - 4562.

[13] FREI A, GU Hainan, BUENO J M, et al. Antixenosis and antibiosis of common beans to *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 2003, 96(5): 1577 - 1584.

[14] REYNAUD P, BALMÈS V, PIZZOL J. *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae), an Asian pest thrips now established in Europe [J]. EPPO Bulletin, 2008, 38(1): 155 - 160.

[15] MUCHERO W, EHLERS J D, ROBERTS P A. QTL analysis for resistance to foliar damage caused by *Thrips tabaci* and *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) feeding in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] [J]. Molecular Breeding, 2010, 25(1): 47 - 56.

[16] FONTES L S, PINENT S M J, LIMA É F B, et al. First register of occurrence of *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910) (Thysanoptera: Thripidae) in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in the State of Piauí, Brazil [J]. Brazilian Journal of Biology, 2011, 71(4): 1023 - 1024.

[17] 黄伟康，孔祥义，柯用春，等. 普通大蓟马的研究进展[J]. 中国蔬菜，2018(2)：21 - 27.

[18] 邱海燕，付步礼，唐良德，等. 豇豆蓟马发生规律及防治药剂筛选的研究[J]. 中国农学通报，2017，33(19)：138 - 142.

[19] CHANG N T. Seasonal abundance and developmental biology of thrips *Megalurothrips usitatus* on soybean at southern area of Taiwan [J]. Plant Protection Bulletin, 1987, 29(2): 165 - 173.

[20] 张维球，童晓立，罗肖南，等. 缨翅目 Thysanoptera [M]//黄邦侃，尤民生，赵景玮，等. 福建昆虫志(第一卷). 福建：福建科学技术出版社，1999：348 - 395.

[21] XIE Yonghui, LI Zhengyue, DONG Kun, et al. Changes in the species composition of thrips on *Trifolium repens* (Fabales) [J]. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 2012, 47(1): 61 - 67.

[22] 徐淑娟，张宏瑞，谢永辉，等. 柑橘蓟马种类和种群季节动态[J]. 云南农业大学学报(自然科学)，2012，27(2)：170 - 175.

[23] 范咏梅，童晓立，高良举，等. 普通大蓟马在海南豇豆上的空间分布型[J]. 环境昆虫学报，2013，35(6)：737 - 743.

[24] FU Buli, TAO Min, XUE Hu, et al. Spinetoram resistance drives interspecific competition between *Megalurothrips usitatus* and *Frankliniella intonsa* [J]. Pest Management Science, 2022, 78(6): 2129 - 2140.

[25] PATIL S B, GOYAL A, CHITGUPEKAR S S, et al. Sustainable management of chickpea pod borer: A review [J/OL]. Agronomy for Sustainable Development, 2017, 37(3): 20. DOI: 10.1007/s13593-017-0428-8.

[26] ADIPALA E, NAMPALA P, KARUNGI J, et al. A review on options for management of cowpea pests: experiences from Uganda [J]. Integrated Pest Management Reviews, 2000, 5: 185 - 196.

[27] MATTESON P C. The effects of inter cropping with cereals and minimal permethrin applications on insect pests of cowpea and their natural enemies in Nigeria [J]. Tropical Pest Management, 1982, 28(4): 372 - 380.

[28] KYAMANYWA S, TUKAHIRWA E M. Effect of mixed

cropping beans, cowpeas and maize on population densities of bean flower thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) (Thripidae) [J]. International Journal of Tropical Insect Science, 1988, 9(2): 255－259.

[29] KYAMANYWA S, BALIDDAWA C W, AMPOFO K J O. Effect of maize plants on colonisation of cowpea plants by bean flower thrips, *Megalurothrips sjostedti* [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1993, 69(1): 61－68.

[30] MACHARIA G, MUEKE J M. Incidence of flowerbud thrips, *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) on resistant and susceptible cowpea cultivars intercropped with maize [J]. East African Agricultural and Forestry Journal, 1995, 61(2): 147－154.

[31] ADATI T M, TAMO S R, YUSUF M C A, et al. Integrated pest management for cowpea-cereal cropping systems in the West African savannah [J]. International Journal of Tropical Insect Science, 2008, 27(3): 123－137.

[32] DIALOKE S. The population of leaf beetles (*Leptualaca fassicollis* Thoms Coleoptera: Chrysomelidae) and flower thrips (*Megalurothrips usitatus* Bagnall Thysanoptera: thripide) on pigeonpea under the influence of plant density and planting date in a rain forest zone, Nigeria [J]. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 2013, 3(8): 81－86.

[33] UMARU A B, OLANIYAN G O, NWOSU K I. Effects of nitrogen levels and crop arrangements on the incidence of *Megalurothrips sjostedti* Trybom and *Maruca vitrata* Fab in maize/cowpea intercrop [J]. Acta Agronomica Hungarica, 2002, 50 (1): 67－74.

[34] TOGOLA A O, BOUKAR S, CHAMARTHI N, et al. Evaluation of cowpea mini core accessions for resistance to flower bud thrips *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) [J]. Journal of Applied Entomology, 2019, 143 (6): 683－692.

[35] AGBAHOUNGBA S, KARUNGI J, BADJI A, et al. Inheritance of cowpea resistance to flower thrips in Uganda germplasm [J]. Journal of Plant Breeding & Crop Science, 2018, 10(1): 21－32.

[36] KAMARA A Y, OMOIGUI L O, KAMAI N, et al. Improving cultivation of cowpea in west Africa [M]// Achieving sustainable cultivation of grain legumes volume 2: Improving cultivation of particular grain legumes, Burleigh Dodds Series in Agricultural Science. Burleigh Dodds Science Publishing, 2018: 1－18.

[37] SINGH S R. Cowpea cultivars resistant to insect pests in world germplasm collection [J]. Tropical Grain Legume Bulletin, 1977, 9(1): 3－7.

[38] ALABI O Y, ODEBIYI J A, JACKAI L E N. Field evaluation of cowpea cultivars (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) for resistance to flower bud thrips (*Megalurothrips sjostedti* Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) [J]. International Journal of Pest Management, 2003, 49(4): 287－291.

[39] ABUDULAI M, SALIFU A B, HARUNA M. Screening of cowpeas for resistance to the flower bud thrips, *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) [J]. Journal of Applied Science, 2006, 6(7): 1621－1624.

[40] ALABI O Y, ODEBIYI J A, TAMO M. Effect of host plant resistance in some cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars on growth and developmental parameters of the flower bud thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) [J]. Crop Protection, 2004, 23(2): 83－88.

[41] AGBAHOUNGBA S, DATINON B, BILLAH M. et al. Flower bud thrips (*Megalurothrips sjostedti* Trybom) population diversity and sources of resistance among Benin cowpea germplasm [J]. Annals of Applied Biology, 2021, 179(3): 395－404.

[42] SIDIBÉ H, BATIÉNO B J, OUEDRAOGO T J, et al. Genetic analysis of flower bud thrips resistance (*Megalurothrips sjostedti*) in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Burkina Faso [J]. European Scientific Journal, 2019, 15(18): 23－37.

[43] TOYINBO J O, FATOKUN C, BOUKAR O, et al. Genetic variability and trait association under thrips (*Megalurothrips sjostedti* Trybom) infestation in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) [J/OL]. Euphytica, 2021, 217(6): 110. DOI: 10.1007/s10681-021-02849-1.

[44] 李强，付步礼，刘奎，等. 不同类型防虫网对豇豆生长特性、品质及产量的影响[J]. 中国农学通报，2018，34(33)：43－47.

[45] COOK S M, KHAN Z R, PICKETT J A. The use of push-pull strategies in integrated pest management [J]. Annual of Review Entomology, 2007, 52(1): 375－400.

[46] CHANG N T. Color preference of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in the adzuki bean field [J]. Plant Protection Bulletin, 1990, 32(4): 307－316.

[47] TANG Liangde, ZHAO Haiyan, FU Buli, et al. Colored sticky traps to selectively survey thrips in cowpea ecosystem [J]. Neotropical Entomology, 2016, 45(1): 96－101.

[48] CIVELEK H S, DEMIRAL O, YILDIRIM E M. Effects of methyl-isonicotine with blue sticky trap on *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) on pepper greenhouse [J]. Agriculture & Food, 2017, 5(1): 571－578.

[49] OTIENO J A, STUKENBERG N, WELLER J, et al. Efficacy of LED-enhanced blue sticky traps combined with the synthetic lure Lurem-TR for trapping of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) [J]. Journal of Pest Science, 2018, 91 (4): 1301－1314.

[50] SAMPSON C, KIRK W D J. Can mass trapping reduce thrips damage and is it economically viable? Management of the western flower thrips in strawberry [J/OL]. PLoS ONE, 2013, 8 (11): e80787. DOI: 10.1371/journal.pone.0080787.

[51] LIU Pingping, QIN Zifang, FENG Mingyue, et al. The male-produced aggregation pheromone of the bean flower thrips

Megalurothrips usitatus in China: identification and attraction of conspecifics in the laboratory and field [J]. Pest Management Science, 2020, 76(9): 2986 - 2993.

[52] WERTHEIM B, VAN BAALEN E J A, DICKE M, et al. Pheromone-mediated aggregation in nonsocial arthropods: an evolutionary ecological perspective [J]. Annual of Review Entomology, 2005, 50(1): 321 - 346.

[53] HAMILTON J G C, HALL D R, KIRK W D J. Identification of a male-produced aggregation pheromone in the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* [J]. Journal of Chemical Ecology, 2005, 31(6): 1369 - 1379.

[54] ZHANG Pengjun, ZHU Xiaoyue, LU Yaobin. Behavioural and chemical evidence of a male-produced aggregation pheromone in the flower thrips *Frankliniella intonsa* [J]. Physiological Entomology, 2011, 36(4): 317 - 320.

[55] AKELLA S V S, KIRK W D J, LU Y B, et al. Identification of the aggregation pheromone of the melon thrips, *Thrips palmi* [J/OL]. PLoS ONE, 2014, 9(8): e103315. DOI: 10.1371/journal.pone.0103315.

[56] NIASSY S, TAMIRU A, HAMILTON J G C, et al. Characterization of male-produced aggregation pheromone of the bean flower thrips *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae) [J]. Journal of Chemical Ecology, 2019, 45(4): 348 - 355.

[57] LI Xiaowei, GENG Shuangshuang, ZHANG Zhijun. Species-specific aggregation pheromones contribute to coexistence in two closely related thrips species [J]. Bulletin of Entomological Research, 2018, 109(1): 119 - 126.

[58] MFUTI D K, TAMIRU A, KIRK W D J, et al. Exploiting thrips aggregation pheromones to develop a lure-and-kill strategy for the management of the bean flower thrips [J/OL]. Agronomy, 2021, 11(7): 1269. DOI: 10.3390/agronomy11071269.

[59] DIABATE S, MARTIN T, MURUNGI L K, et al. Repellent activity of *Cymbopogon citratus* and *Tagetes minuta* and their specific volatiles against *Megalurothrips sjostedti* [J]. Journal of Applied Entomology, 2019, 143(8): 855 - 866.

[60] LI Zhaoyang, CHEN Weiyi, WANG Xiaoshuang, et al. Transcriptome analysis of *Megalurothrips usitatus* identifies olfactory genes with ligands binding characteristics of MusiOBP1 and MusiCSP1 [J/OL]. Frontiers in Physiology, 2022, 13: e978534. DOI: 10.3389/fphys.2022.978534.

[61] WU Shengyong, TANG Liangde, ZHANG Xingrui, et al. A decade of a thrips invasion in China: lessons learned [J]. Ecotoxicology, 2017, 27(7): 1032 - 1038.

[62] 徐学农，吕佳乐，王恩东. 捕食螨繁育与应用[J]. 中国生物防治学报，2015，31(5)：647 - 656.

[63] 黄伟康，陈积杰，郭静依，等. 巴氏钝绥螨对普通大蓟马的功能反应及田间防效[J]. 中国瓜菜，2022，35(3)：92 - 98.

[64] 禹云超，郅军锐，曾广，等. 斯氏钝绥螨对西花蓟马和豆大蓟马若虫的捕食功能反应[J]. 应用昆虫学报，2019，56(6)：1317 - 1323.

[65] LIU Pingping, JIA Wantong, ZHENG Xuan, et al. Predation functional response and life table parameters of *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae) feeding on *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae) [J]. Florida Enntomologist, 2018, 101(2): 254 - 259.

[66] 邱海燕，付步礼，何石兰，等. 淡翅小花蝽对豆大蓟马的捕食功能反应及猎物偏好性[J]. 中国生物防治学报，2022，38(6)：1443 - 1448.

[67] 王建赟，刘印怡，韩姗妮，等. 中国海南海岛小花蝽(*Orius maxidentex* Ghauri)的发现及生物学记述[J]. 热带作物学报，2022，43(9)：1899 - 1906.

[68] 李金磊，韩姗妮，周世豪，等. 温度对海岛小花蝽 5 龄若虫捕食茶黄蓟马功能反应的影响[J]. 热带作物学报，2022，43(8)：1671 - 1677.

[69] 唐良德，王晓双，赵海燕，等. 大草蛉捕食豆大蓟马和豆蚜的功能反应及生长发育[J]. 中国生物防治学报，2017，31(1)：49 - 55.

[70] 李盼，朱津贤，莫小娜，等. 六斑月瓢虫对普通大蓟马的捕食功能反应[J]. 中国生物防治学报，2022，38(1)：140 - 148.

[71] 李少卡，吴明月，林俊旭，等. 南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽的捕食功能研究[J]. 应用昆虫学报，2022，59(2)：318 - 325.

[72] SMITH O M, CHAPMAN E G, CROSSLEY M S, et al. Alternative prey and predator interference mediate thrips consumption by generalists [J/OL]. Frontiers in Ecology and Evolution, 2022, 10: e752159. DOI: 10.3389/fevo.2022.752159.

[73] AGBOTON C, ATACHI P, TAMO M. Etude experimentale de quelques parametres biologiques de *Ceranisus femoratus* (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) un nouvel ennemi naturel Pour le controle de *Megalurothrips sjostedti* (TRYBOM) (Thysanoptera: Thripidae) ravageur du niebe au benin [J]. Annales des Sciences Agronomiques, 2005, 7(1): 4 - 13.

[74] WU Shengyong, TANG Liangde, FANG Feng, et al. Screening, efficacy and mechanisms of microbial control agents against sucking pest insects as thrips [J]. Advances in Insect Physiology, 2018, 55: 199 - 217.

[75] EKESI S, MANIANIA N K, AMPONG-NYARKO K, et al. Potential of the entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin for control of the legume flower thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Ikybom) on cowpea in Kenya [J]. Crop Protection, 1998, 17(8): 661 - 668.

[76] EKESI S, MANIANIA N K, LWANDE W. Susceptibility of the legume flower thrips to *Metarhizium anisopliae* on different varieties of cowpea [J]. Biological Control, 2000, 45(1): 79 - 95.

[77] EKESI S, MANIANIA N K. Susceptibility of *Megalurothrips sjostedti* developmental stages to *Metarhizium anisopliae* and the effects of infection on feeding, adult fecundity, egg fertility and longevity [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2000, 94(3): 229 - 236.

[78] EKESI S, MANIANIA N K, AMPONG-NYARKO K, et al. Importance of timing of application of the entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* for the control of legume flower thrip *Megalurothrips sjostedti* and its persistence on cowpea [J]. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 2001, 33(5): 431 - 445.

[79] MFUTI D K, SUBRAMANIAN S, VAN TOL R W H M, et al. Spatial separation of semiochemical Lurem-TR and entomopathogenic fungi to enhance their compatibility and infectivity in an autoinoculation system for thrips management [J]. Pest Management Science, 2016, 72(1): 131 - 139.

[80] EKESI S, MANIANIA N K, ONU I, et al. Pathogenicity of entomopathogenic fungi (Hyphomycetes) to the legume flower thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) (Thysan., Thripidae) [J]. Journal of Applied Entomology, 1998, 122: 629 - 634.

[81] YANG Bo, DU Cailian, ALI S, et al. Molecular characterization and virulence of fungal isolates against the bean flower thrips, *Megalurothrips usitatus* Bagnall (Thysanoptera: Thripidae) [J/OL]. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 2020, 30(1): 50. DOI: 10.1186/s41938-020-00225-0.

[82] DU Cailian, YANG Bo, WU Jianhui, et al. Identification and virulence characterization of two *Akanthomyces attenuatus* isolates against *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae) [J/OL]. Insects, 2019, 10(6): 168. DOI: 10.3390/insects10060168.

[83] MFUTI D K, SUBRAMANIAN S, NIASSY S, et al. Screening for attractants compatible with entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* for use in thrips management [J]. African Journal of Biotechnology, 2016, 15(17): 714 - 721.

[84] MFUTI D K, NIASSY S, SUBRAMANIAN S, et al. Lure and infect strategy for application of entomopathogenic fungus for the control of bean flower thrips in cowpea [J]. Biological Control, 2017, 107: 70 - 76.

[85] WU Jianhui, YANG Bo, ZHANG Xiaochen, et al, Synergistic interaction between the entomopathogenic fungus *Akanthomyces attenuatus* (Zare & Gams) and the botanical insecticide matrine against *Megalurothrips usitatus* (Bagrall) [J/OL]. Journal of Fungi, 2021, 7(7): 536. DOI: 10.3390/JOF7070536.

[86] ZHANG Youdan, ZHANG Xiaochen, TIAN Qingheng, et al. Toxicological and biochemical description of synergism of *Beauveria bassiana* and emamectin benzoate against *Megalurothrips usitatus* (Bagrall) [J/OL]. Journal of Fungi, 2022, 8(9): 916. DOI: 10.3390/JOF8090916.

[87] 刘刚，黄晓伟，杨传新，等. 我国豇豆病虫害防治用药登记应用现状及对策建议[J]. 农药科学与管理，2017，38(3)：15 - 22.

[88] ALGHALI A M. On-farm evaluation of control strategies for insect pests in cowpea with emphasis on flower thrips, *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) [J]. Tropical Pest Management, 1992, 38(4): 420 - 424.

[89] AMATOBI C I. Field evaluation of some insecticides for the control of insect pests of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in the Sudan savanna of Nigeria [J]. International Journal of Pest Management, 1994, 40(1): 13 - 17.

[90] YASMIN S, LATIF M A, ALI M, et al. Management of thrips infesting mung bean using pesticides [J]. SAARC Journal of Agriculture, 2019, 17(2): 43 - 52.

[91] MEENA R K, MEENA R K, ANOKHE A, et al. Effect of bio-pesticides against thrips, *Megalurothrips usitatus* (Bagnall) in green gram [J]. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 2020, 8(1): 63 - 66.

[92] 肖春雷，刘勇，吴青君，等. 不同药剂对三亚地区豇豆上普通大蓟马的毒力[J]. 植物保护，2014，40(6)：164 - 166.

[93] 唐良德，付步礼，邱海燕，等. 豆大蓟马对12种杀虫剂的敏感性测定[J]. 热带作物学报，2015，36(3)：570 - 574.

[94] 陈剑山，李鹏，刘奎，等. 3种药剂对豇豆蓟马的田间防效评价[J]. 中国植保导刊，2015，35(5)：66 - 67.

[95] 沈登荣，何超，曾通明，等. 乙基多杀菌素与4种杀虫剂复配对普通大蓟马的毒力测定[J]. 西南师范大学学报(自然科学版)，2017，42(12)：53 - 57.

[96] 王潇楠，王思威，常虹，等. 两种喷雾助剂对噻虫嗪防治豇豆上蓟马的减施增效作用[J]. 农药学学报，2022，24(2)：368 - 375.

[97] 唐良德，林军，付步礼，等. 豇豆闭花前后施药对防治蓟马效果的影响[J]. 中国植保导刊，2016，36(3)：66 - 67.

[98] 唐良德，赵海燕，付步礼，等. 海南地区豆大蓟马田间种群的抗药性监测[J]. 环境昆虫学报，2016，38(5)：1032 - 1037.

[99] 唐良德，赵海燕，付步礼，等. 海南普通大蓟马抗药性监测及对6种杀虫剂的敏感性[J]. 环境昆虫学报，2018，40(5)：1175 - 1181.

[100] 邱海燕，付步礼，谭魁孙，等. 海南豆大蓟马田间种群对多种杀虫剂的抗性监测[J]. 中国植保导刊，2022，42(11)：67 - 71.

[101] 邱海燕，刘奎，李鹏，等. 豆大蓟马的生物学特性研究[J]. 热带作物学报，2014，35(12)：2437 - 2441.

[102] TANG Liangde, YAN Kaili, FU Buli, et al. The life table parameters of *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae) on four leguminous crops [J]. Florida Entomologist, 2015, 98(2): 620 - 625.

[103] 卢维海，黄健林，左方华，等. 广西加强农产品农药残留监测的实践与探讨[J]. 农药，2010，49(12)：932 - 934.

[104] NABIRYE J, NAMPALA P, KYAMANYWA S, et al. Determination of damage-yield loss relationships and economic injury levels of flower thrips on cowpea in eastern Uganda [J]. Crop Protection, 2003, 22(7): 911 - 915.

（责任编辑：杨明丽）