

陈洪凡,黄蓉,胡建坤,等.菊花病虫害防治化学农药减施替代技术综述[J].江苏农业科学,2020,48(14):6-11.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.14.002

菊花病虫害防治化学农药减施替代技术综述

陈洪凡,黄蓉,胡建坤,黄瑞荣

(江西省农业科学院植物保护研究所,江西南昌 330200)

摘要:菊花是我国重要的经济作物,菊花病虫害严重制约着菊花的产量和质量,传统化学防控手段存在农药残留和环境污染等弊端,化学农药防治减量替代技术的研究与应用已成为发展可持续农业的必然趋势,对菊花高产、优质和安全具有重要意义。本文在介绍菊花主要病虫害发生特点基础上,从农业防控技术、物理防控技术和生物防控技术 3 个方面对近年来我国菊花病虫害化学农药防治减量替代技术的研究与应用进展进行了综述,以期对菊花的安全生产提供一定理论指导。

关键词:菊花;病虫害;化学农药;减施替代技术

中图分类号:S436.8⁺1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)14-0006-06

菊花(*Chrysanthemum morifolium* Ramat),起源于中国,为菊科多年生宿根植物,是我国的十大名花及世界四大切花之一,有着悠久的栽培历史和重要文化意义,且具有很高的经济价值^[1-3]。如传统

的四大药菊包括杭菊(杭白菊和杭黄菊)、贡菊、亳菊和滁菊,药用菊具有清热明目、抗菌消炎、降血压、抗肿瘤等作用,对头痛眼花、风热感冒、高血压等疾病具有明显疗效^[4]。茶用菊如亳菊、贡菊、杭菊等,泡茶味甘而香,生津润喉^[5]。但菊花生产中病虫害具有多发性、多样性,其防治主要依赖化学农药,导致菊花中农药残留高^[6];其次,菊花生产过程中相关标准缺失,导致种植无序及滥用化肥、农药、生长调节剂的现象时常发生,严重影响了中药疗效及饮品安全^[7],不利于菊花产业可持续发展。本文从菊花病虫害可持续控制目标出发,对菊花主

收稿日期:2019-08-23

基金项目:国家重点研发计划(编号:2018YFD0201100)。

作者简介:陈洪凡(1978—),男,山东临沂人,博士,副研究员,主要从事害虫生物防治及昆虫生态学研究。E-mail: hongfan211@sohu.com。

通信作者:黄瑞荣,研究员,主要从事植物病害防治研究。E-mail: huangruirong073@163.com。

[23] Made A I, Heddy J, Nurliani B, et al. Anticancer activity test of ethyl acetate extract of endophytic fungi isolated from soursop leaf (*Annona muricata* L.) [J]. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 2017, 10(6): 566-571.

[24] Huang W Y, Cai Y Z, Jie X, et al. A potential antioxidant resource: endophytic fungi from medicinal plants [J]. Economic Botany, 2007, 61(1): 14-30.

[25] 郑朝辉, 刘艳云, 范黎. 黄芩内生真菌 N. SBA10 代谢产物抗氧化活性及结构鉴定[J]. 菌物学报, 2012, 31(6): 917-923.

[26] 宋新月, 汤冰雪, 邱君志, 等. 竹叶兰内生真菌的分离鉴定及其抗氧化活性研究[J]. 现代食品科技, 2018, 34(2): 82-88.

[27] Li J Y, Strobel G, Harper J, et al. Cryptocin, a potent tetramic acid antimycotic from the endophytic fungus *Cryptosporiopsis* cf. *quercina* [J]. Organic Letters, 2000, 2(6): 767-770.

[28] 魏永威. 藜香内生真菌的分离纯化及次级代谢产物生物活性研究[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2018.

[29] 刘雷, 潘峰, 杨远兵, 等. 川麦冬内生真菌分离和鉴定及抑菌活性初步研究[J]. 中草药, 2016, 47(8): 1382-1391.

[30] Atiphasaworn P, Monggoot S, Gentekaki E, et al. Antibacterial and

antioxidant constituents of extracts of endophytic fungi isolated from *Ocimum basilicum* var. *thyrsiflora* leaves [J]. Current Microbiology, 2017, 74(10): 1185-1193.

[31] 刘晓瑜, 马玉超. 抗耐药细菌药用植物内生菌的筛选与鉴定[J]. 生物技术通报, 2015, 31(3): 154-160.

[32] 杨志军, 邓毅, 曼琼, 等. 内生菌在天然药物研究中的研究进展[J]. 中国临床药理学杂志, 2018, 34(5): 593-596.

[33] 郑红梅, 叶耀辉, 王婷, 等. 药用植物内生真菌及其代谢产物活性的研究概况[J]. 江西中医药, 2016, 47(4): 71-73.

[34] 丁常宏, 都晓伟, 徐莹. 药用植物内生真菌的功能研究进展[J]. 中医药学报, 2013, 41(3): 168-171.

[35] 张黎光, 魏希颖, 马彩霞. 药用植物内生真菌——生物活性物质的新来源[J]. 药物生物技术, 2011, 18(5): 453-456.

[36] 丁小丽, 孙建军, 梁健, 等. 丹参叶片内生真菌群落结构及其与有效成分相关性分析[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(14): 2800-2806.

[37] 郑有坤, 刘凯, 熊子君, 等. 药用植物内生放线菌多样性及天然活性物质研究进展[J]. 中草药, 2014, 45(14): 2089-2099.

[38] 任丹, 张波, 张小平, 等. 川楝内生真菌的遗传及 PKS、NRPS 基因的多样性[J]. 中草药, 2014, 45(10): 1461-1467.

要病虫害化学防治绿色替代技术进行了综述,以期
为当前化学农药减施替代技术研究提供理论参考。

1 菊花主要病害

1.1 菊花病毒病

侵染我国菊花的病毒共有 5 种,分别是番茄不
孕病毒(TAV)、B 病毒(CVB)、黄瓜花叶病毒
(CMV)、烟草花叶病毒(TMV)和马铃薯 Y 病毒
(PVY);类病毒 2 种,分别为菊花褪绿斑驳类病毒
(CChMVd)和菊花矮化类病毒(CSVd)^[8]。病毒和
类病毒通过汁液和几种蚜虫以非持久性方式传
播^[9]。菊花感染病毒后,其症状主要为花叶、斑驳、
明脉、褪绿、环斑、黄化、矮化、叶皱缩等^[10]。

番茄不孕病毒(TAV)侵染菊花后,引起严重碎
花症状^[11],还导致菊花矮化、畸形,在有些品种上出
现无叶片症状或丧失生殖活力^[12]。B 病毒(CVB)
是危害菊花最严重的病毒之一^[13]。菊花感染 CVB
后,叶片出现轻度斑驳或叶脉透明。黄瓜花叶病毒
(CMV)有花叶型、皱缩型、绿斑型和黄化型^[14]。烟
草花叶病毒(TMV)危害菊花时,症状一般从叶基向
叶尖发展,逐渐蔓延到整个叶片产生黄绿相间的斑
驳,继而出现花叶^[15]。马铃薯 Y 病毒是马铃薯 Y
病毒属(*Potyvirus*)中最常见、危害最大的病毒之
一^[16],可引起染病寄主叶片部分或完全坏死,在菊
花上引起花叶和落叶^[17]。

菊花褪绿斑驳类病毒(CChMVd)主要引起菊花
枯黄、斑点等症状^[18]。菊花矮化类病毒(CSVd)引
起的主要症状是矮化,比正常植株高度矮 30% ~
50%^[19]。另一个普通症状是花小和提早至少 10 d
的早花现象^[20]。

1.2 菊花根腐病

根腐病病原真菌多为镰孢属真菌(*Fusarium*
spp.)。菊花根腐病的病原菌主要有茄丝核菌
(*Rhizoctonia solani*)、拟丝孢镰刀菌(*Fusarium*
trichothecioides)等。病原菌可单独或复合侵染,其中
复合侵染是主要模式^[21]。被害菊花地上部植株初
期表现叶色变淡,呈黄绿色或紫红色,由下而上蔓
延扩大;地下主根呈深褐色水渍状腐烂,严重时仅
剩下纤维状物。6—9 月为其发病高峰期,雨后低洼
积水地块最易发生^[22]。

1.3 菊花枯萎病

菊花枯萎病,又称菊花萎蔫病。国内外对菊花
枯萎病病原菌的报道有尖孢镰刀菌(*Fusarium*

oxysporum)^[23]、链格孢菌(*Alternaria alternata*)
等^[24]。发病初期植株地上部叶片叶色变淡,失去光
泽,萎蔫下垂;茎基部微肿变褐,表皮粗糙,间有裂
缝;受害根部变黑腐烂,根毛脱落。将茎秆横切或
纵切,维管束变褐,致植株萎蔫枯死^[25]。

1.4 白粉病

白粉病病原为菊科白粉菌(*Erysiphe*
cichoracearum)^[26-27]。该病主要危害叶片、叶柄和
幼嫩的茎叶。感病初期叶片上出现黄色透明小白
粉斑点,在温湿度适宜时病斑可迅速扩大成白色粉
状斑或灰色粉状霉层;发病严重时叶片呈现褪绿、
黄化、畸形、早衰和枯萎等症状。白粉病多以有性
器官闭囊壳在病残体上越冬,第 2 年借气流或水滴
传播,在湿度大、光照弱、通风不良、昼夜温差在
10 ℃ 左右时及土壤条件不佳等条件下容易发
生^[28]。隐蔽地段、灌水倒伏、种植密度过大时病害
发生更为严重^[29]。

1.5 菊花锈病

菊花锈病包括黑锈病、白锈病、褐锈病等。主
要危害菊花的叶和茎,以叶受害为重,且嫩叶较老
叶感病。发病初期叶片上产生淡黄色小点,后变为
褐色并略凸起。发病后期,叶片、叶柄和叶茎上长
出深褐色或黑色椭圆形肿斑。该病主要由 2 种柄锈
菌属(*Puccinia*)真菌引起,其病菌冬孢子可以在母
株^[30]、干燥堆肥^[31]及土中病残体上越冬^[32],并成
为该病发生的初侵染源。通风透光条件差,土壤缺
肥或氮肥过量,适温高湿,都有利于菊花锈病的
发生^[33]。

1.6 菊花线虫病

菊花线虫病主要有菊花叶枯线虫
(*Aphelenchoides ritzemabosi*)和菊花根结线虫
(*Meloidogyne* spp.)。菊花叶枯线虫又称菊花滑刃
线虫或腋芽滑刃线虫^[33]。菊花叶枯线虫能寄生
200 多种植物包括观赏植物、蔬菜、小果类植物和其
他野生植物,菊花为其典型寄主^[34]。菊花叶枯线虫
取食菊花植株的芽和生长点,导致菊花生长和发育
缓慢,造成叶片扭曲和畸形。

根结线虫属于根结线虫科(*Meloidogynidae*)根
结线虫属(*Meloidogyne* Goeldi, 1889),是世界范围
内的重要病原生物之一。药用植物主要受到 4 种根
结线虫危害,分别是北方根结线虫(*Meloidogyne*
hapla)、南方根结线虫(*M. incognita*)、爪哇根结线
虫(*M. javanica*)和花生根结线虫(*M. arenaria*)^[35]。

根结线虫危害植株根系常发生大小不等的肿瘤状物,植株则长势衰弱,花朵变小,茎基芽点呈现畸形并逐渐枯萎症状。

2 菊花主要害虫

2.1 蚜虫

危害菊花的蚜虫主要种类有菊姬长管蚜 (*Macrosiphoniella sanborni*)、桃蚜 (*Myzus persica*) 和瓜蚜 (*Aphis gossypii*)^[36]。蚜虫自幼苗至花期,时有发生,每年 4—5 月、9—10 月为其繁殖高峰期。桃蚜危害菊花时受害叶变黄,向背面不规则卷缩,严重时叶片干枯早落。瓜蚜危害菊花幼嫩枝叶和花蕾,引起褪绿、卷缩或变脆等症状。菊姬长管蚜多在芽心嫩尖危害,出现发黄、变形和花褪色等症状。

2.2 红蜘蛛

红蜘蛛主要有朱砂叶螨 (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval)、截形叶螨 (*Tetranychus truncatus* Ehara)、二斑叶螨 (*Tetranychus urticae* Koch) 等^[37]。红蜘蛛有成螨、若螨、幼螨、卵 4 种虫态,其中成螨、若螨和幼螨 3 种虫态危害寄主叶片。红蜘蛛 1 年可发生 13~16 代,以雌螨在落叶、杂草根际或残留叶背面越冬。传播方式主要靠风力或浇水时浸染。危害菊花时一般由下部叶片向上蔓延,受害叶片叶背呈灰褐色,危害严重时出现叶片枯黄、花朵变小和花期缩短等症状。

2.3 粉虱

粉虱类害虫主要有烟粉虱 (*Bemisia tabaci* Gennadius)、温室白粉虱 (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) 等,属半翅目粉虱亚目粉虱科。烟粉虱又称棉粉虱、甘薯粉虱,是热带或亚热带大田作物的主要害虫之一^[38],也是世界上危害最大的入侵物种之一^[39]。温室白粉虱是多食性害虫,寄主范围广。向玉勇等报道此虫已知寄主有 121 科 469 属 898 种^[40-41]。粉虱直接刺吸植物汁液,同时还可以分泌蜜露,诱发产生霉菌,使叶片呈现黑色,影响光合作用^[37]。粉虱冬季在菊科植物上越冬,次年春后,逐渐转移扩散,1 年可发生 10 多代。危害菊花时以成虫和若虫多群居于嫩叶背面,刺吸汁液,从而引起叶片萎蔫、变黄和脱落等症状。

2.4 斜纹夜蛾

斜纹夜蛾 (*Spodoptera litura* Fabricius) 别名斜纹夜盗蛾、莲纹夜蛾,俗称椰菜虫、露水虫、夜老虎等,属于鳞翅目双孔亚目夜蛾科灰翅夜蛾属,主要分布

于亚洲热带和亚热带、欧洲地中海及非洲等地区^[42],是一种杂食性和暴食性的农业害虫,其寄主相当广泛,可危害 109 科 389 种(包括变种)植物^[43]。每年主要危害时期皆在 7—10 月,1 年发生 4~5 代,11 月以老熟幼虫在 1~3 cm 表土内化蛹越冬。危害菊花时,以初孵幼虫群聚叶背取食叶肉,仅留上表皮呈透明斑,2 龄以后分散危害,3 龄以后进入暴食期。

2.5 潜叶蝇

危害菊花的潜叶蝇有美国三叶草潜叶蝇 [*Liriomyza trifolii* (Burgess)]^[44] 和美洲斑潜蝇 (*Liriomyza sativae*)^[45]。幼虫在叶片和叶柄上取食时钻洞,仅留上下表皮,形成块状或由细变宽的弯曲隧道,破坏叶绿素和叶肉,危害严重时叶片表现失绿变黄、凋萎和脱落等症状,植株则长势差,开花少且小。一年发生代数随地域而异,夏季完成 1 个世代需 15~30 d。

3 化学农药减施替代技术

3.1 农业防控技术

3.1.1 选育无病种苗或筛选抗病品种 选用无病菊花种子培育种苗,通过组培繁育脱毒种苗或采集无病虫枝条扦插繁殖,从源头上减少病虫害发生概率,对降低病虫害危害具有显著作用^[46-47],如枯萎病、根腐病、病毒病和菊叶螨的防治^[48-49]。菊花对菊花白锈病的抗病性,普遍认为存在品种差异^[50-52],可以在生产中加以利用。梁伟在兰州对 94 个菊花品种进行调查,筛选出 17 个完全免疫品种^[53]。

3.1.2 田间管理 抓好田园清洁,发现病虫株及时拔除并烧毁,如病害灰霉病、枯萎病、白粉病和虫害斜纹夜蛾、菊天牛、大丽菊螟的防治^[45,54];其次,控制土壤含水量,选择适宜植株密度,避免过多施用氮肥,增施磷钾肥,提高植株抗病力。如白粉病、枯萎病、褐斑病、锈病和霜霉病的防治。

3.1.3 改善栽培制度 通过改善栽培制度,合理实施间作、轮作和套种,能有效降低土传病发病概率^[55]。如霜霉病、枯萎病和根腐病的防治。

3.2 物理防治技术

3.2.1 灯光诱杀 趋光性是昆虫的重要行为特征之一,对昆虫的生命活动具有重要意义。害虫灯光诱控技术是物理防治的主要技术之一,它利用昆虫固有的趋光行为特点,将害虫集中诱集后一同杀

灭^[56]。以太阳能频振式杀虫灯为重点的害虫综合防控技术已在我国水稻、棉花、柑橘、蔬菜、玉米、茶叶、花生、甘蔗主产区大面积推广应用^[57]。利用杀虫灯可诱杀菊花害虫斜纹夜蛾、棉铃虫、金龟甲和地老虎等^[58-59]。

3.2.2 黄板诱杀 黄色黏板是利用昆虫对黄色趋性来达到诱杀目的,是设施农业中一种常见的物理防治手段^[60]。目前,黄色黏板已经成功应用于柑橘木虱(*Diaphorina citri* Kuwayama)^[61]、稻纵卷叶螟(*Cnaphalocrocis medinalis* Guenee)^[62]、稻飞虱^[63]、烟粉虱(*Bemisia tabaci* Gennadius)^[64]、温室白粉虱(*Trialeurodes vaporariorum* Westwood)^[65]等害虫的测报或防治。因此,可利用黄色黏板诱杀危害菊花的蚜虫、美洲斑潜蝇^[45]。

3.2.3 地膜覆盖技术 地膜覆盖栽培技术诞生于 20 世纪 40 年代初,现已在世界各国广泛推广^[66],已应用于除草、驱避蚜虫和防治病毒病等方面。王连平等研究表明,地膜覆盖对杂草的防除效果达 72.29%~94.98%,其中,黑地膜覆盖的除草效果达 92.18%~94.98%^[67]。在趋避蚜虫方面,地膜反射的太阳光对蚜虫有明显驱避作用,可减少有翅蚜虫群体数量^[3]。在防治病毒病方面,地膜覆盖是防治烤烟病毒病的主要措施之一,移栽前期可有效避免有翅蚜虫向烟株迁飞,从而切断病毒病传播途径^[68]。高翔等研究表明,采取地膜覆盖和改良式地膜覆盖,与喷施防蚜抗毒药剂相结合可明显减轻蚜虫侵袭,从而有效控制马铃薯 Y 病毒病发生^[69]。因此,菊花田除草、蚜虫和病毒病防治可借助于地膜覆盖技术。

3.3 生物防治技术

3.3.1 保护和利用害虫天敌 利用烟蚜茧蜂防治蚜虫已形成一套较为成熟的生物防治技术,包括寄生蜂大规模防治和最优化释放、蚜虫和重寄生蜂监测、经济效益评估等^[70]。利用烟蚜茧蜂防治烤烟田中烟蚜已取得了显著成绩^[71-72]。蚜虫是菊花上的重要害虫,其类群主要有菊姬长管蚜(*Macrosiphoniella sanborni*)^[27]、棉蚜(*Aphis gossypii*)和桃蚜(*Myzus persica*)等,可充分利用天敌对其进行防治。

3.3.2 利用植物源农药防控技术 生物源农药亦称“生物农药”,是指利用生物资源开发的农药。广义上讲,生物源农药包括生物产生的天然活性物质、生物活体以及按天然物质化学结构或类似衍生

结构而人工合成的农药^[73]。植物源农药属于生物源农药,是来源于植物体的农药,其有效成分通常不是单一化合物,而是植物有机体中的一些有机物质。植物源农药以其可以降低进入周围环境中的有害微粒数量,对人、畜安全无害,在自然界很快分解以及在毒力方面并不次于合成性杀虫剂和对害虫不易产生抗药性等优点,成为国内外农药研究开发的热点^[74-76]。如可以采用藜芦碱、印楝素和苦参碱等植物源农药防治蚜虫和红蜘蛛^[77-78];利用鱼藤酮和苦参碱防治烟青虫和斜纹夜蛾^[79];利用蛇床子素防治白粉病^[80];利用柠檬烯防治粉虱类害虫^[81]。

3.3.3 植物免疫诱抗剂控害技术 植物免疫诱抗剂是一种新型生物农药,它对农作物病原菌没有直接的杀灭作用,而是通过激活植物的免疫系统并调节植物的新陈代谢,从而增强植物的抗病性和抗逆能力^[82]。目前,国内研究较多的植物免疫诱抗剂典型产品包括天然赤霉素、芸薹素内酯、氨基寡糖素、壳聚糖等^[83-84]。其中氨基寡糖素已成功应用于防治草莓白粉病^[85],香菇多糖已成功应用于防治辣椒病毒病^[86]。菊花中的白粉病、病毒病等病害,可利用植物免疫诱抗剂进行防治。

4 展望

针对菊花病虫害类型及发病规律,形成以精细化田间管理为基础的菊花病虫害化学农药减施替代防治技术体系,有助于生态环境和谐,保障饮品菊花茶或药用安全,助力其产业升级。菊花病虫害化学农药减施替代防治技术体系应按照“预防为主,综合防治”的原则,优先选用农业防治、生物防治和物理防治的方法,最大限度减少化学农药使用量,从而达到防治病虫害,生产优质菊花茶或药材的目的。随着菊花病虫害防治化学农药减施替代技术研究的开展与深入,农业、物理和生物防治技术已部分得到推广应用,但化学农药在病虫害灾情严重时具有不可替代性,如何更好地协调化学农药及其减施替代技术,实现菊花病虫害轻简、经济、安全、高效防控和菊花高产、优质的目标,仍需从高效低风险农药筛选,减量高效用药技术研发,生物农药与化学农药协调使用技术以及构建菊花生产农药减施增效综合技术模式等方面进一步探索。

参考文献:

[1] 陈 希. 菊花连作障碍防控技术研究[D]. 南京:南京农业大

- 学,2014.
- [2]张玉英. 菊花的栽培与管理[J]. 中国园艺文摘,2010,26(3): 107,171.
- [3]王 杰,胡惠露,张成林,等. 菊花病虫害综合防治研究[J]. 应用生态学报,2002,13(4):444-448.
- [4]戴思兰,温小惠. 菊花的药食同源功效[J]. 生命科学,2015,27(8):1083-1090.
- [5]魏丹丹,常相伟,郭 盛,等. 菊花及菊资源开发利用及资源价值发现策略[J]. 中国现代中药,2019,21(1):37-44.
- [6]蒋细旺,包满珠,薛 东,等. 我国菊花虫害种类、直观特征及危害[J]. 湖北农业科学,2002(6):74-76.
- [7]王 旭,李西文,陈士林,等. “四大怀药”地黄、牛膝、山药、菊花的无公害栽培体系研究[J]. 世界中医药,2018,13(12):2941-2948,2955.
- [8]刘兴亮. 菊花病毒和类病毒病原鉴定及其分子诊断方法研究[D]. 北京:中国农业大学,2014:12-15.
- [9]Ohkawa A, Yamada M, Sayama H, et al. Complete nucleotide sequence of a Japanese isolate of chrysanthemum virus B (genus Carlavirus)[J]. Archives of Virology,2007,152(12):2253-2258.
- [10]吴红芝,孔宝华,陈海如,等. 昆明地区菊花病毒病的调查与鉴定[J]. 云南农业大学学报,2002,17(1):24-27.
- [11]Raj S K, Kumar S, Choudhari S. Identification of tomato aspermy virus as the cause of yellow mosaic and flower deformation of chrysanthemums in India[J]. Australasian Plant Disease Notes, 2007,2:1-2.
- [12]Verma N, Kumar K, Kulshrestha S, et al. Detection and molecular characterization of a tomato aspermy virus isolate infecting chrysanthemums in india[J]. Acta Horticulturae,2006(722):41-54.
- [13]张健如,沈淑林. 花卉植物病毒及病毒病[D]. 上海:上海科学技术出版社,1991.
- [14]颜琛娜. 菊花 CVB、TAV 和 CChMVd 病毒的 RT-PCR 检测及匍匐小菊叶盘再生体系的建立[D]. 南京:南京农业大学,2008.
- [15]吕春霞. 烟草花叶病毒病的发生及化学防治机理研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2003.
- [16]章绍延. 马铃薯 Y 病毒属病毒通用 RT-PCR 检测方法的建立及应用[D]. 海口:海南大学,2014.
- [17]Singh R P, Valkonen J T, Gray S M, et al. Discussion paper: the naming of potato virus Y strains infecting potato[J]. Archives of Virology,2008,153(1):1-13.
- [18]尤燕平. 菊花病毒鉴定及茎尖培养脱毒方法研究[D]. 南京:南京农业大学,2012.
- [19]Hollings M. American stunt in English chrysanthemum stocks[R]. Glasshouse Crops Research Institute Annual Report for 1959,1960: 104-105.
- [20]Hollings M, Olwen M S. Attempts to eliminate chrysanthemum stunt from chrysanthemum by meristem-tip culture after heat-treatment[J]. Annals of Applied Biology,1970,65(2):311-315.
- [21]高 芬,任小霞,王梦亮,等. 中草药根腐病及其微生物防治研究进展[J]. 中国中药杂志,2015,40(21):4122-4126.
- [22]张春桃,陈 轶,蔡建武,等. 观赏性杭白菊病虫害综合防治及无公害栽培技术[J]. 中国植保导刊,2010,30(3):25-26,31.
- [23]李明远,敖地秀. 李明远断病手迹(八十三)菊花枯萎病鉴定及防治[J]. 农业工程技术,2017,37(25):52-55.
- [24]Kumar G A, Kamanna B C, Benagi V I. Management of chrysanthemum leaf blight caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler under field condition[J]. Plant Archives,2011,10(2): 553-555.
- [25]叶琪明,郭方其,吴 超,等. 浙江省菊花病害种类及危害特征与分布调查[J]. 江西农业学报,2019,31(3):82-86.
- [26]郭宏伟. 昆明菊花病害的种类与分布调查[J]. 云南农业大学学报,2002,17(3):299-300.
- [27]杨际双,郭贺伟,牛丽云. 保定地区菊花常见病虫害的种类和危害[J]. 安徽农业科学,2007,35(8):2311-2312.
- [28]蔡佩娜. 花卉白粉病的防治方法[J]. 福建农业,2011(11): 23-23.
- [29]贾菊生,方德立. 新疆百日菊白粉病及其防治[J]. 新疆农业科学,2000(6):279-280.
- [30]Water J K. Chrysanthemum white rust[J]. EPPO Bulletin,1981, 11(3):239-242.
- [31]Firman I D, Martin P H. White rust of chrysanthemums[J]. Annals of Applied Biology,1968,62(3):429-442.
- [32]黄江华,施祖荣,张云霞,等. 菊花白锈病的识别与防控关键技术[J]. 广东农业科学,2011,38(11):23-24.
- [33]谢 辉. 菊花叶枯线虫及其检测和防疫方法[J]. 植物检疫, 2007,21(3):190-192.
- [34]Nicola V, Alberto T, Lamberti F, et al. Identification and histopathology of the foliar nematode *Aphelenchoides ritzemabosi* (Nematoda: Aphelenchoididae) on basil in Italy[J]. Nematology, 2005,7(2):301-308.
- [35]徐红兵. 蔬菜上根结线虫种群检测、毒性分化及防治研究[D]. 杭州:浙江大学,2015.
- [36]李明远,孙国学. 李明远断病手迹(六十七)菊花上的三种蚜虫[J]. 温室园艺,2016(4):54-57.
- [37]袁 准. 棉田节肢动物群落及棉红蜘蛛生防研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2015.
- [38]胡敦孝,吴杏霞. 烟粉虱和温室白粉虱的区别[J]. 植物保护, 2001,27(5):15-18.
- [39]张芝利,罗 晨. 我国烟粉虱的发生危害和防治对策[J]. 植物保护,2001,27(2):25-30.
- [40]向玉勇,李子忠,张 帆,等. 烟粉虱和温室粉虱的研究进展[J]. 山地农业生物学报,2004,23(4):352-359.
- [41]马 惠. 温室白粉虱的发生与防治[J]. 中国果菜,2011(2): 21-22.
- [42]Sumio T, Hiroaki M, Hidemi K, et al. Variations in the occurrence patterns of male moths of the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) among southeastern Asian countries, as detected by sex pheromone trapping[J]. Applied Entomology and Zoology,2008,43(4):569-576.
- [43]秦厚国,汪笃栋,丁 建,等. 斜纹夜蛾寄主植物名录[J]. 江西农业学报,2006,18(5):51-58.

- [44] 马丁涅兹, 张宝琛. 为害蔬菜和观赏植物的美国三叶草潜叶蝇[J]. 植物检疫, 1993, 7(2): 119–121.
- [45] 黄江华. 广东省菊花主要病虫害危害及其防治[J]. 环境昆虫学报, 2012, 34(1): 120–123.
- [46] 张丽莉. 非洲菊主要病毒组培脱毒方法的研究及脱毒效果的快速检测[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.
- [47] 李寒梅. 菊花无公害生产技术规范[J]. 现代农业科技, 2012, 40(2): 122–123.
- [48] 曹红霞. 菊花常见病虫害的症状、发生规律及其综合防治[J]. 园林科技, 2008(3): 24–26, 11.
- [49] 林国柱. 菊花病虫害的发生及防治[J]. 绿色科技, 2011(1): 51–53.
- [50] Baker J J. Chrysanthemum white rust in England and Wales 1963–66[J]. Plant Pathology, 1967, 16(4): 162–166.
- [51] Water J K, Cevat H N, Rietstra I P. Rust – resistant chrysanthemums prove their value in infection trial[J]. Vakblad voor de Bloemisterij, 1984, 39: 19, 43.
- [52] Rademaker W, Jong J. Types of resistance to *Puccinia horiana* in chrysanthemum[J]. Acta Horticulturae, 1987(197): 85–88.
- [53] 梁 伟. 兰州地区引进菊花品种的抗锈性调查结果及防锈病措施[J]. 甘肃农业科技, 2003(9): 41–43.
- [54] 程立光. 黄山贡菊病虫害防治技术[J]. 农业开发与装备, 2015(9): 118–119.
- [55] 赵利坤, 张 英. 作物连作障碍的影响因素及防治对策[J]. 黑龙江农业科学, 2013(12): 18–20.
- [56] 桑 文, 朱智慧, 雷朝亮. 昆虫趋光行为的光胁迫假说[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(5): 915–920.
- [57] 张凯雄, 王小平, 雷朝亮, 等. 灯光诱杀技术在农作物综合防治中的作用[J]. 湖北植保, 2014(5): 23–25.
- [58] 高会荣. 菊花主要虫害防治方法[N]. 中国花卉报, 2016–12–08(W07).
- [59] 方立群, 王 豪. 杀虫灯和黄板诱杀技术在贡菊害虫统防统治上的应用[J]. 基层农技推广, 2017, 5(8): 90–91.
- [60] 张 智, 张云慧, 程登发, 等. 黄色黏板对小麦蚜虫及其天敌的诱集作用[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(1): 223–229.
- [61] David G H, Matthew G H. Sticky trap and stem – tap sampling protocols for the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 2010, 103(2): 541–549.
- [62] 常晓丽, 武向文, 杜兴彬, 等. 黄色诱虫板测报和防控稻纵卷叶螟的效果评价[J]. 中国农业科学, 2013, 46(13): 2677–2684.
- [63] 常晓丽, 武向文, 杜兴彬, 等. 黄色诱虫板对稻飞虱的诱集和防治效果[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(4): 892–900.
- [64] 侯茂林, 卢 伟, 文吉辉. 黄色黏虫板对温室黄瓜烟粉虱成虫的诱集作用和控制效果[J]. 中国农业科学, 2006, 39(9): 1934–1939.
- [65] Moreau T L, Murray B I. Trapping whiteflies? A comparison of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) responses to trap crops and yellow sticky traps[J]. Pest Management Science, 2011, 67(4): 408–413.
- [66] 王树森, 邓根云. 地膜覆盖增温机制研究[J]. 中国农业科学, 1991, 24(3): 74–78.
- [67] 王连平, 王汉荣, 茹水江, 等. 芦笋田杂草及地膜覆盖除草作用研究[J]. 江西农业学报, 2006, 18(4): 126–128.
- [68] 朱贤朝. 中国烟草病害[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 216–226.
- [69] 高 翔, 侯新年, 田 军. 烟草马铃薯 Y 病毒病防治措施初探[J]. 安徽农业科学, 2002, 30(5): 785–786.
- [70] 王树会, 魏佳宁. 烟蚜茧蜂规模化繁殖和释放技术研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2006, 28(增刊1): 377–382, 386.
- [71] Wei J, Li T F, Kuang R P, et al. Mass rearing of *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphidiidae) for biological control of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) [J]. Biocontrol Science and Technology, 2003, 13(1): 87–97.
- [72] Yang N W, Zang L S, Wang S, et al. Biological pest management by predators and parasitoids in the greenhouse vegetables in China[J]. Biological Control, 2014, 68: 92–102.
- [73] 王 虹, 胡文进, 王清环, 等. 生物源农药及其研发展望[J]. 黄冈师范学院学报, 2008, 28(6): 17–19.
- [74] Prasad M, Kumar A, Mishra D, et al. Alterations in blood electrolytes of a freshwater catfish *Heteropneustes fossilis* in response to treatment with a botanical pesticide, *Nerium indicum* leaf extract [J]. Fish Physiology and Biochemistry, 2011, 37(3): 505–510.
- [75] Kumar A, Prasad M, Mishra D, et al. Botanical pesticide, azadirachtin attenuates blood electrolytes of a freshwater catfish *Heteropneustes fossilis* [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2011, 99(2): 170–173.
- [76] 刘南南, 王桂清. 新型植物源农药细辛精油乳油的研制[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(13): 114–118.
- [77] 苗抗立, 张建中, 董 颖, 等. 苦参的化学成分及药理的研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(2): 69–73.
- [78] Schmutterer H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica* [J]. Annual Review of Entomology, 1990, 35(1): 271–297.
- [79] 单雪华, 郭 维, 周孚美, 等. 不同植物源农药对烟青虫和斜纹夜蛾防治效果研究[J]. 作物研究, 2016, 30(4): 434–437.
- [80] 孙光忠, 刘元明, 邓劲松, 等. 植物源农药蛇床子素防治小麦白粉病田间试验[J]. 湖北植保, 2016(3): 6–7, 22.
- [81] 张桂娟, 严文胜, 张 振, 等. 5% d – 柠檬烯 SL 对番茄烟粉虱的田间药效试验[J]. 蔬菜, 2019(2): 48–51.
- [82] 邱德文. 植物免疫诱抗剂的研究进展与应用前景[J]. 中国农业科技导报, 2014, 16(1): 39–45.
- [83] 商文静, 吴云锋, 赵小明, 等. 壳聚糖诱导烟草抗烟草花叶病毒的超微结构研究[J]. 植物病理学报, 2007, 37(1): 56–61.
- [84] 吴淑娟. 赤霉素和芸薹素内酯在采后番茄果实早疫病抗性调控中的作用机制[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.
- [85] 王 胤, 刘晏超, 李 锦, 等. 5% 氨基寡糖素水剂在温室蜜蜂授粉草莓上的应用效果[J]. 辽宁农业科学, 2018(5): 74–76.
- [86] 赵新保. 0.5% 香菇多糖水剂对辣椒病毒病的田间防治初探[J]. 南方农业, 2018, 12(29): 18–19.