

陈 罡,管安琴,卢显宇,等. 江苏省设施蔬菜病虫害绿色防控技术应用现状及对策[J]. 江苏农业科学,2019,47(22):121-124.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.22.027

江苏省设施蔬菜病虫害绿色防控技术应用现状及对策

陈 罡¹,管安琴¹,卢显宇¹,龙卫国²,冯伟民¹,万云龙¹,韩庆余¹

(1. 江苏省农业科学院蔬菜研究所,江苏南京 210014; 2. 江苏省灌云县园艺技术指导站,江苏灌云 222200)

摘要:本文针对江苏省设施蔬菜病虫害绿色防控技术应用现状,总结了病虫害绿色防控技术示范应用中存在的问题,提出了相应的对策建议,为进一步示范推广设施蔬菜病虫害绿色防控技术提供科学依据。

关键词:设施蔬菜;病虫害;绿色防控技术;应用现状;对策

中图分类号: S436.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)22-0121-04

近年来,江苏省大力发展高效设施农业,设施蔬菜规模化、标准化、产业化水平不断提升,已成为农民增收的重要产业。2018年江苏省蔬菜播种面积142.4万hm²,总产量5625.1万t,以设施蔬菜为主的高效设施农业面积占比达19.6%。设施蔬菜栽培具有单位面积产量高、上市早等优点,但设施栽培高温、高湿、封闭、连茬种植的特点给各种病虫害的发生创造了有利的条件,病虫害发生逐年加重,常因防治不及时导致毁灭性灾害^[1]。病虫害已成为设施蔬菜可持续发展的重要制约因素。以前,生产上主要依赖化学防治措施防治蔬菜病虫害,在控制病虫害损失的同时,也造成了病虫害抗性上升、病虫害暴发率增加、农田生态环境恶化、产出的农产品有些农药残留高、不符合农产品质量安全要求等问题^[2]。然而,随着社会的进步和人们生活水平的不断提高,居民的消费结构不断地升级,人们对绿色优质农产品的需求日益增长。

设施蔬菜病虫害绿色防控技术是通过将农业防治、物理防治、生物防治以及化学防治等单项防治技术进行优化集成,根据作物种类、生产方式、病虫害种类、防治基础和技术目标制定因地制宜、简便易行的绿色防控组装与集成的配套技

术^[3]。该技术的产业化推广应用可有效保障蔬菜产品安全、提高蔬菜产品质量、增强产品市场竞争力。本文针对江苏省设施蔬菜病虫害绿色防控技术应用现状,总结了病虫害绿色防控技术示范应用中存在的问题,提出了相应的对策建议,为推动江苏省设施蔬菜绿色发展、科学地制定设施蔬菜病虫害绿色防控方案以及进一步示范推广设施蔬菜病虫害绿色防控技术提供科学依据。

1 设施蔬菜病虫害绿色防控主推技术

1.1 农业防控技术

农业防治是设施蔬菜病虫害综合防治的基础,其采用合理的农业技术措施,创建有利于蔬菜生长、天敌保护而有利于病虫害发生的生态环境条件,增强蔬菜植株的抗逆性,减轻病虫害危害。

1.1.1 选用抗病(虫)品种 设施蔬菜生产中选择抗病(虫)品种是防治病虫害最经济有效的方法。适宜蔬菜品种筛选原则:根据江苏省当地气候条件、温室环境和生产上常发病虫害的情况,选择优质、高产、抗逆性强、适合设施栽培的蔬菜品种。如冬秋温室推广应用抗番茄黄化曲叶病毒病的东方美二号为主的番茄品种,青椒上选用墨秀等抗(耐)病毒病的品种,西瓜上选用小果型的早春红玉和中果型8424等高产抗病品种。

1.1.2 健身栽培技术 健身栽培技术是指通过优化农作物种植布局、培育蔬菜壮苗、改善水肥管理等健康栽培措施,并结合农田生态工程、作物间套种等技术,改造病虫害发生源头及孳生环境,人为增强自然控害能力和作物抗病虫害能力^[4]。如定植前清除棚室内外杂草、病株残体,减少病虫害

收稿日期:2019-03-14

基金项目:江苏省农业科学院农业科技扶贫短平快引导项目[编号:KF(19)007];江苏省农业科技创新与推广项目(挂县强农富民工程)。

作者简介:陈 罡(1982—),男,安徽颍上人,博士,助理研究员,主要从事蔬菜栽培生理与生物技术研究。Tel:(025)84391293;E-mail:chengang2891@163.com。

通信作者:冯伟民,研究员,主要从事蔬菜无公害栽培技术研究。E-mail:fweimin@126.com。

6) - Glucans: medicinal activities, characterization, biosynthesis and new horizons[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2015, 99 (19): 7893-7906.

[13] Walker S S, Xu Y, Triantafyllou I, et al. Discovery of a novel class of orally active antifungal β -1,3-D-glucan synthase inhibitors[J]. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 2011, 55 (11): 5099-5106.

[14] Leconte O, Bonfils J P, Sauvaire Y. Protective of iridals from saponin injury in *Candida albicans* cells[J]. Phytochemistry, 1997, 44(4):

575-579.

[15] 于 洋,孔繁翔,王美林,等. 应用流式细胞技术研究铜对藻细胞膜完整性及脂酶活性的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2006, 12(5): 706-709.

[16] 陈见晖,周 卫. 钙对苹果果实过氧化物酶、 β -1,3-葡聚糖合成酶和 β -1,3-葡聚糖分解酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(3): 400-405.

[17] 张军东. 抗真菌天然产物的筛选与分子机制研究[D]. 上海:第二军医大学, 2006.

初侵染来源。采用穴盘基质育苗、嫁接育苗等方式培育健康无病苗,增强植株抗逆性,优化作物布局、根据不同品种确定合理的种植密度。在种植过程中,采用地膜覆盖和膜下滴灌水肥一体化技术,避免大水漫灌,控制棚内湿度,减少病害发生。生产期随时清除棚内摘除的作物残枝、病叶、病果,集中销毁处理^[5]。

1.1.3 水旱轮作控病技术 针对枯萎病、黄萎病、根腐病、根结线虫等土传病害和连作障碍返碱严重的设施蔬菜,推广水旱轮作控病技术,控制土传病害^[4]。采取旱生蔬菜和水生蔬菜(2个月以上的浅水或湿润栽培)接茬种植方式,有效治理设施土壤次生盐渍化,缓解连作障碍,实现蔬菜产业可持续发展。目前生产上推广的种植模式主要有水芹—瓜类、西(甜)瓜—荸荠、旱作水芹—莲藕、芦蒿—西瓜等。

1.1.4 生态调控技术 生态调控技术就是通过调控温室大棚温湿度创造适宜作物生长发育的条件,缩短适宜病虫害发生的温湿度条件,达到促进植物生长、控制病虫害危害的目的^[5]。如霜霉病、灰霉病、角斑病等都是高湿病害,在植株叶片上有水滴或水膜的情况下才能完成侵染危害,因此可以采用膜下滴灌,采用烟剂或超低量喷雾剂的机械来减少喷施药液等措施降低棚内湿度来防治病害发生。

1.2 物理防控技术

物理防控技术是根据植物病虫害对某些物理因素反应的规律,利用物理因素的作用防治植物病虫害的应用技术方法。

1.2.1 防虫网覆盖栽培技术 防虫网覆盖栽培技术是以物理方法防治害虫的新思路,实质就是将害虫“拒之棚外”,属于自然控制范畴。育苗、定植前在温室大棚的门口和通风口分别设置40~60目的防虫网进行覆盖,如育苗时虫量发生严重,可在育苗温室内的苗床上再覆盖1层防虫网,可有效阻隔粉虱、蚜虫等小型害虫迁入^[5]。应用18~25目防虫网覆盖栽培叶菜类蔬菜,可以完全实现在蔬菜整个生育期无需化学防治方法防治虫害^[6]。在日光温室的入口处及通风口设置40~60目防虫网,可以有效控制在自然条件不能越冬的美洲斑潜蝇、温室白粉虱危害。

1.2.2 色板诱控技术 色板诱控技术是一项利用蔬菜害虫对颜色的趋向性防治虫害的新技术。色板种类主要有黄板和蓝板。利用烟粉虱、蚜虫、斑潜蝇等害虫具有趋黄性的特点,在棚室内设置中型板(25 cm×30 cm)450块/hm²左右或者大型板(30 cm×40 cm)375块/hm²左右,黄板高度始终离植株顶部15~20 cm为宜,并均匀分布,可以有效降低虫口密度,控制其危害,将黄板更换成蓝板可诱杀蓟马。如发现色板上粘附害虫较多时应及时更换,以保证诱杀效果^[7]。

1.2.3 杀虫灯诱杀技术 杀虫灯诱杀技术是根据害虫具有趋光性的特点,专门诱杀害虫的成虫,压低害虫基数,大幅度降低害虫的密度和田间落卵量,从而减轻和避免害虫对蔬菜的直接危害或传播病害,同时有效减少化学农药使用量和施用频次^[8]。如推广使用频振式杀虫灯可诱杀鳞翅目、鞘翅目、直翅目、同翅目4个目近20种蔬菜害虫,如斜纹夜蛾、甜菜夜蛾、小菜蛾等,具有诱杀力强、对益虫影响小、操作方便等特点。频振式杀虫灯应集中大面积连片使用,在光源充足的情况下单灯控害面积推荐1.00~1.67 hm²,在光源相对较少的地方单灯控害面积推荐2.00~2.67 hm²。

1.2.4 高温闷棚技术 收获蔬菜后及时清除棚室内植株病残体,集中销毁。在温室大棚夏季休茬期均匀撒施石灰氮450~900 kg/hm²,牛粪、菇渣、切碎的秸秆等未腐熟有机肥料15 000~30 000 kg/hm²,深耕2遍,耕翻25~30 cm,使土壤、有机肥料、石灰氮充分混匀。大棚内进行灌水,使土壤达到田间持水量的70%左右后覆盖地膜。封闭温室风口,进行高温闷棚处理。在外界强光照下,设施内空气温度达到60~70℃,20 cm处的地温保持在50℃以上,闷棚25 d以上可有效杀灭土壤中的病菌和害虫。闷棚完成后,翻耕土壤,通风或晾晒5~7 d后方可定植蔬菜作物^[9]。

1.3 生物防控技术

生物防控技术是利用生物及其产生的代谢产物与提取物防治蔬菜病虫害的方法。生物防治是蔬菜病虫害综合防治技术的重要组成部分,是一种重要的防治手段,可以取代部分化学农药的使用,显著降低化学农药的使用量,且不会污染蔬菜和环境,保持生态平衡,是设施蔬菜病虫害防治技术发展的必然趋势^[10]。

1.3.1 利用天敌 即利用菜田害虫的寄生性天敌控制蔬菜害虫。如利用瓢虫、草蛉、捕食螨等捕食性天敌和丽蚜小蜂、赤眼小蜂等寄生性天敌防治蚜虫、白粉虱等害虫。

1.3.2 生物农药应用 通过使用病原真菌、细菌、病毒以及植物源农药防治病虫害,这是目前最常用的生物防治技术。应用多杀菌素、短稳杆菌、乙基多杀菌素、苏云金杆菌、斜纹夜蛾多角体病毒、甜菜夜蛾多角体病毒、印楝素等生物农药防治小菜蛾、蓟马、菜青虫、斜纹夜蛾、甜菜夜蛾、二十八星瓢虫等;利用枯草芽孢杆菌防治甜瓜枯萎病、番茄青枯病;施用0.3%苦参碱水剂防治灰霉病等叶部及茎部病害^[4]。

1.3.3 性信息素诱杀和迷向技术 性信息素诱杀和迷向技术是利用昆虫性信息素仿生、释放和传递,诱杀成虫或干扰昆虫交配行为控制为害。性诱杀技术主要用于叶菜类鳞翅口害虫如甜菜夜蛾、甘蓝夜蛾、斜纹夜蛾等,通过诱杀大量雄成虫,控制子代种群数量。性迷向技术主要用于防治食心虫、小菜蛾等,通过性信息素缓慢释放,田间浓度长时间维持较高水平,进而减少雌虫与雄虫相遇交配机率,控制害虫发生和危害^[11]。

1.4 化学防控技术

化学农药的高效安全施用要做到如下几点:在实际应用中,合理选择吡蚜酮、噻虫嗪、氯虫苯甲酰胺、啉菌酯等高效、低毒、低残留等环境友好型农药。按计量要求施药,避免盲目用药和任意加大用药量,克服长期单一用药,坚持轮换用药防止病虫害产生抗药性。科学选用高效植保机械,如超低容量喷雾机、烟雾剂、自走式轨道喷雾机等。喷药要求均匀,提高农药利用率,减少农药使用量,提高防治效果^[2,5]。严格执行国家禁用和限用农药规定,坚持农药安全使用规定,实现蔬菜病虫害防治科学用药。

2 设施蔬菜病虫害绿色防控技术推广应用模式

病虫害绿色防控贯彻“绿色植保”理念,而统防统治是根据病虫害发生特点,统一组织开展防控的实施形式。病虫害绿色防控与专业化统防统治融合,推动农药使用量零增长减量专项行动的落实,实现农药减量控害,保障农产品生产和生态环境安全。近年来,江苏省大胆创新,有效提高病虫害防控

组织化程度和科学化管理水平,努力探索出一条推进设施蔬菜病虫害绿色防控与专业化统防统治融合发展的推广应用模式。

2.1 政府主导型

采用“政府+企业+农户”的三方合作推广模式,其中政府部门负责设施蔬菜病虫害绿色防控技术指导,并给予一定额度的绿色防控经费补贴;企业负责与农户签订合同,以及部分绿色防控物资的投入和蔬菜产品销售等;农户负责设施蔬菜病虫害绿色防控技术的应用、管理及绿色防控物资的投入。如江苏省昆山、常熟、张家港等地财政部门拿出专项资金对生产上推广的高效、低毒、低残留农药品种进行零差价补贴,补贴额度为18%~33%^[3,12]。

2.2 企业推动型

依托农业产业化龙头企业的生产基地开展绿色防控技术集成示范与推广。采用企业出资、基层农技推广部门负责技术指导的合作模式,在“三品一标”基地和出口蔬菜基地开展蔬菜病虫害绿色防控与专业化统防统治技术融合。如盐城市东台等地在蔬菜生产基地大力推广防虫网、黄(蓝)板、频振式杀虫灯、性诱剂等绿色防控技术,显著降低了化学农药的使用量,避免了农产品中的农药残留超标,提升了农产品质量安全水平,增加了市场竞争力,促进了农民增产增收^[3,12]。

2.3 农民专业合作组织带动型

在农民组织化程度较高的地区,由基层农技推广部门给予蔬菜病虫害绿色防控技术指导,农民专业合作组织负责具体实施,政府相关部门根据农民专业合作组织开展绿色防控技术应用情况在购置植保机械、统防统治等方面给予一定的财政资金补助,推进绿色防控技术推广应用,培养一批熟练掌握绿色防控技术的新型职业农民^[3,12]。

3 设施蔬菜病虫害绿色防控技术应用面临的主要问题

3.1 传统的化学防治观念有待转变

一方面,化学防治病虫害的传统观念有待转变。传统的依赖化学防治病虫害只关注防治效果,农民不了解设施蔬菜病虫害绿色防控技术的有效性和经济合理性,应用绿色防控技术主观能动性不强;另一方面,绿色防控技术的投入成本偏高。绿色防控效果不像化学农药防治那样见效快,而且农民只重视所采用新技术的直接经济投入成本,产品质量安全意识不是很强,技术使用的直接经济成本影响农民对新技术的采用率,在一定程度上制约了绿色防控技术的大面积应用^[13-14]。

3.2 绿色防控技术体系不够完善

绿色防控关键技术集成程度不高,可操作性不强,关键技术产品不够配套,存在着“有技术缺产品、有产品缺技术、有技术产品而推广不够”等问题。另外,很多绿色防控技术只有在大范围使用时才能真正发挥其作用,小范围应用往往不能充分体现其防控成效^[13]。目前,江苏省多数农村农业经营仍然是细碎弱小、分散的小农户生产为主的现状,对于技术水平要求高、投入成本较大的绿色防控技术主要应用于无公害、绿色食品、有机蔬菜生产基地和农产品出口基地上,占比偏小,影响了绿色防控技术的推广普及率。

3.3 绿色防控技术示范应用与市场对接程度不足

由于全社会对于蔬菜病虫害绿色防控技术认知度不高,同时采用绿色防控技术生产的蔬菜产品没有打造绿色防控产

品品牌,因此难以实现绿色防控产品的优质优价;绿色防控产品价格高昂导致产品销售不畅,难以保障生产经营者的经济效益,严重影响了农业生产企业的积极性,在一定程度上制约了蔬菜病虫害绿色防控可持续发展^[14]。

3.4 对推动绿色防控技术应用的政策支持力度不够

目前,开展设施蔬菜病虫害绿色防控技术推广应用的政策支持力度有待加强。有关政府部门已经加大对设施蔬菜病虫害绿色防控的政策和资金支持,但目前仍然满足不了设施蔬菜生产需求。设施蔬菜病虫害绿色防控技术一次性投入成本较高,如病虫害监测预警系统建立、绿色植保技术推广等方面存在资金缺口,制约设施蔬菜病虫害绿色防控技术的大面积推广应用^[13]。

4 推动设施蔬菜病虫害绿色防控技术应用的对策建议

4.1 争取政策扶持,推进设施蔬菜病虫害绿色防控技术应用

绿色防控技术是设施蔬菜病虫害防控的新方向,积极争取当地财政投入等方式,切实加大对绿色防控的支持力度,以支持开展设施蔬菜病虫害绿色防控示范和推广等工作。积极探索适合当地实际的绿色防控财政补贴政策,摸索绿色防控技术补贴和物化补贴模式,加大对新型植保机械的补贴力度,推广应用大型现代植保机械,提高设施蔬菜病虫害防治机械化水平,逐步建立“政府补贴、部门服务、企业投入、农民参与”的绿色防控技术应用长效机制^[13]。通过政府主导和技术主推,充分发挥种植大户、农民专业合作组织和各类社会化服务组织在推广应用绿色防控技术中的主体功能,将有关项目资金向绿色防控示范组织和专业化防治服务组织倾斜,充分调动专业服务组织的积极性,将绿色防控技术应用与发展专业化统防统治有机结合起来,全面推进设施蔬菜绿色防控技术集成创新与产业化推广,使蔬菜病虫害绿色防控真正成为有害生物防控的常规技术^[12]。

4.2 加强设施蔬菜病虫害绿色防控技术集成创新研究

成熟且适用的绿色防控技术是开展病虫害绿色防控的基本前提。开展病虫害绿色防控技术的集成创新,优化配套绿色防控关键技术,为绿色防控产业化推广应用提供技术支撑。强化绿色防控技术和产品大面积应用的适用性、高效性和系统性,注重灾变规律和监测预警技术、病虫害绿色防控机制与关键技术研究,构建环保、安全和高效率的病虫害绿色防控技术体系^[13]。根据江苏省各地生产实际,因地制宜,集成相应技术模式,使技术体系模式化、区域化、轻简化和标准化,以供生产上大面积推广应用。以蔬菜作物为主线,以生态区域为单元,集成配套技术,组装一批防治效果好、操作简便、成本适中的实用性技术模式,不断提高绿色防控的科技含量^[14-15]。

4.3 加快绿色防控示范区建设,凸显绿色防控的示范成效

加大设施蔬菜绿色防控工作的宣传力度,通过设立技术展示牌、现场观摩会和新闻媒介宣传等多种形式,大力宣传绿色防控典型经验,让全社会了解绿色防控知识,知道绿色防控的效果,增强农民绿色防控意识。如“江苏省绿色优质农产品基地”建设项目,把“三品”生产基地建成绿色防控示范区,带动辐射周边基地、企业和农户应用绿色防控技术的积极性和主动性。在绿色防控示范区内因地制宜地推广以选用优良品种、合理轮作倒茬、高垄栽培等为主的农业防控措施;以防

虫网阻虫、黄板诱虫、高温闷棚等为主的物理防控措施;以推广应用印楝素、苦参碱、鱼藤酮等生物农药为主的生物防控措施;以推广噻嗪酮、啉虫脒等高效、低毒、低残留化学农药为主的化学防控措施,实现蔬菜绿色生产。充分发挥省(市、区)、地市、县(市、区)等各级示范区的示范引领作用,把绿色防控技术示范区打造成技术集成、创新和培训基地,通过在病虫害发生主要时期举行现场观摩会并进行集中培训,普及绿色防控技术,提高防治技术到位率,促进蔬菜种植园区蔬菜生产质量安全和农业增效农民增收^[15-16]。

5 设施蔬菜病虫害绿色防控技术应用前景展望

近年来,消费者对蔬菜品质、营养、功能等方面的要求越来越高。2019年中央“一号文件”,再次聚焦生态农业,提出要大力发展绿色优质农产品生产,推动农业由增产导向转向提质导向。2015年,农业农村部提出了《到2020年农药使用量零增长行动方案》,旨在推进农业发展方式转变,有效控制农药使用量,保障农业生产安全,农产品质量安全和生态环境安全,促进农业可持续发展。江苏省紧紧围绕农业供给侧结构性改革,推进农业高质量发展,满足人们对绿色优质农产品日益增长的需求,依托绿色防控示范区建设,大力推进设施蔬菜病虫害绿色防控技术集成创新与产业化推广。

大力发展绿色优质农产品基地和推广绿色食品认证,是实现农业提质增效、助推乡村振兴的“最强动力”。设施蔬菜病虫害绿色防控,就是以绿色生态为基础,以实现蔬菜的绿色安全生产为目标,改变以往单纯依赖化学防治的观念,大幅度减少化学农药的使用量,从源头上减少污染和农药残留,提高蔬菜质量水平;降低病虫害的抗性,保护和利用病虫害天敌,实现病虫害的可持续治理^[15]。

总之,无论是从出口、国内消费需求来看,还是从现代农业发展趋势和我国经济社会发展来看,设施蔬菜病虫害绿色防控技术符合当今时代人们生活的需求,是持续控制蔬菜病虫害、保障蔬菜生产安全的重要手段,是促进蔬菜标准化生产、提升蔬菜质量安全水平的必然要求,是降低农药使用风险、保护生态环境的有效途径。因此,江苏省有必要在设施蔬菜病虫害绿色防控技术集成创新与产业化推广、政策支持、监

管体系等方面,为设施蔬菜病虫害绿色防控技术健康发展创造良好的社会环境。

参考文献:

- [1] 豆亚红. 设施蔬菜病虫害发生特点及应对措施[J]. 西北园艺(蔬菜), 2013(6): 40-41.
- [2] 樊平声, 陈 罡, 冯伟民, 等. 江苏省设施蔬菜病虫害综合防治技术[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(10): 189-191.
- [3] 夏敬源. 大力推进农作物病虫害绿色防控技术集成创新与产业化推广[J]. 中国植保导刊, 2010, 30(10): 5-9.
- [4] 张心宁. 设施蔬菜病虫害绿色防控技术[J]. 上海蔬菜, 2014(6): 70-71.
- [5] 张 丹. 设施蔬菜病虫害发生特点及绿色防控技术[J]. 中国瓜菜, 2017, 30(4): 55-57.
- [6] 冯伟民, 沙国栋, 何循宏, 等. 江苏省蔬菜防虫网覆盖栽培的生产现状及技术途径[J]. 江苏农业科学, 2009(6): 218-220.
- [7] 王晓青, 郑建秋, 周春江, 等. 北京市蔬菜病虫害全程绿色防控技术体系及应用[J]. 中国蔬菜, 2013(21): 25-29.
- [8] 濮小勇. 江苏省南京市江宁区蔬菜病虫害绿色防控技术探索[J]. 农业灾害研究, 2016, 6(6): 57-59, 61.
- [9] 尹 涵, 郭 霜, 杨 龙, 等. 长江流域设施蔬菜生产中适用的高温闷棚技术[J]. 长江蔬菜, 2018(14): 25-28.
- [10] 陈学新. 21世纪我国害虫生物防治研究的进展、问题与展望[J]. 昆虫知识, 2010, 47(4): 615-625.
- [11] 王安佳, 张开心, 梅向东, 等. 昆虫性信息素及其类似物干扰昆虫行为的机理和应用研究进展[J]. 农药学报, 2018, 20(4): 425-438.
- [12] 田子华, 吴佳文, 朱先敏. 江苏省推进绿色防控与统防统治融合的做法与发展思路[J]. 中国植保导刊, 2015, 35(1): 76-78.
- [13] 王道泽, 洪文英, 吴燕君. 农作物病虫害绿色防控技术应用现状与对策[J]. 杭州农业与科技, 2014(5): 13-15.
- [14] 王进明, 李振谋. 靖远县设施蔬菜病虫害绿色防控技术应用现状及对策[J]. 农业科技与信息, 2015(16): 57-58, 60.
- [15] 曾衍德. 抓住机遇 乘势而上 努力开创全国农作物病虫害绿色防控工作新局面[J]. 中国农技推广, 2018, 34(4): 3-6.
- [16] 秦玉金, 刘学儒, 杨 进. 扬州市蔬菜病虫害绿色防控制约因素分析及对策[J]. 上海农业科技, 2011(5): 125-126.
- [17] Maarit R, Heiskanen I, Wallenius, et al. Extraction and purification of DNA in rhizosphere soil samples for PCR-DGGE analysis of bacteria consortia [J]. Journal of Microbiological Methods, 2001, 45(3): 155-165.
- [18] 徐瑞富, 陆宁海, 杨 蕊, 等. 土壤类型及生育时期对小麦根际土壤微生物数量的影响[J]. 河南农业科学, 2013, 42(12): 75-78.
- [19] 陆宁海, 徐瑞富, 吴利民, 等. 不同培养基对小麦纹枯病菌生长繁殖及致病力的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(2): 262-263, 283.
- [20] 向万胜, 吴金水, 肖和艾, 等. 土壤微生物的分离、提取与纯化研究进展[J]. 应用生态学报, 2003, 14(3): 453-456.
- [21] 张 鹏, 霍 燕, 周森平, 等. 小麦禾谷镰孢菌茎基腐病抗源的筛选与评价[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(3): 431-435.
- [22] 孙海燕, 李 琦, 杜文珍, 等. 不同杀菌剂拌种防治小麦全蚀病研究[J]. 植物保护, 2012, 38(3): 155-158, 175.

(上接第116页)

- [9] Klein T A, Burgess L W, ellison F W. The incidence and spatial patterns of wheat plants infected by *Fusarium graminearum* group1 and the effect of crown rot on yield[J]. Australain Journal of Agricultural Research, 1991, 42(3): 399-407.
- [10] Paulitz T C, Smiley R W, Cook R J. Insights into the prevalence and management of soilborne cereal pathogens under direct seeding in the Pacific Northwest, U. S. A. [J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 2002, 24(4): 416-428.
- [11] Verrell A, Moore K J, Backhouse D, et al. Water and Nitrogen affect the incidence and severity of crown rot in wheat[M]. Tamworth: Nsw Agriculture Press, 2003: 63-64.
- [12] Sparrow D H, Graham R D. Susceptibility of zine-deficient wheat plants to colonization by *Fusarium graminearum* Schw. group1[J]. Plant and Soil, 1988, 112(2): 261-266.