

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.06.013

贵州省烟草病毒病的发生 及综合防治措施

田维强¹, 邢月², 夏秋兰²,
吴慧子¹, 温明霞¹, 张灿¹, 蔡璘²

1. 贵州省烟草公司遵义市公司, 贵州 遵义 563000;
2. 贵州大学 烟草学院/贵州省烟草品质研究重点实验室, 贵阳 550025

摘要: 烟草病毒病是烟草生产中最具破坏性的病害之一, 具传播快和防治难等特点。贵州省烟区病毒病发生严重, 尤其是烟草花叶病毒(TMV)、马铃薯Y病毒(PVY)和黄瓜花叶病毒(CMV)分布广, 发生普遍。本文介绍了贵州省烟草病毒病的发生情况, 阐述了TMV, PVY和CMV等3种主要病毒的发生特点、症状及其检测方法, 并提出了防治措施, 以期贵州省烟草病毒病的防治提供参考。

关键词: 贵州省烟草; 烟草病毒病; 综合防治

中图分类号: S435.72 **文献标志码:** B

文章编号: 2097-1354(2022)06-0110-07

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research Advance in Occurrence and Control of Tobacco Virus Disease in Guizhou Province

TIAN Weiqiang¹, XING Yue², XIA Qiulan²,
WU Huizi¹, WEN Mingxia¹, ZHANG Can¹, CAI Lin²

1. Zunyi Company of Guizhou Provincial Tobacco Company, Zunyi Guizhou 563000, China;
2. Key Laboratory of Tobacco Quality Research of Guizhou Province, College of Tobacco Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China

Abstract: Tobacco virus disease is one of the most devastating diseases in tobacco planting,

收稿日期: 2022-10-10

基金项目: 贵州省遵义市烟草公司项目(2022XM08).

作者简介: 田维强, 硕士, 农艺师, 主要从事烟草生产及病害防控。

通信作者: 蔡璘, 博士, 教授。

which is characterized by rapid transmission and difficult to control. Virus diseases are serious in tobacco area of Guizhou Province, especially Tobacco mosaic virus (TMV), Potato Y virus (PVY) and Cucumber mosaic virus (CMV). This paper introduces the occurrence of tobacco virus disease in Guizhou Province, and describes the occurrence characteristics, symptoms and detection methods of three main viruses, including TMV, PVY and CMV. The prevention and control measures were proposed in order to provide reference for the prevention and control of tobacco virus disease in Guizhou province.

Key words: tobacco of Guizhou Province; tobacco virus disease; integrated prevention and control

烟草作为贵州省一种重要的经济作物,其种植面积和产量位居全国第二^[1].但烟草种植过程中常受到侵染性病原的为害,给我国烟草造成的经济损失达到 7 亿元以上^[2].我国侵染烟草的病毒具有种类多、分布广和侵染力强等特点,病毒病的发生具有爆发性、间歇性和迁移性,一旦发生则很难得到有效控制,烟草病毒病造成的产量损失可达 30%~50%,严重时甚至导致绝产^[3-5].常见侵染烟草的病毒主要有烟草花叶病毒(Tobacco mosaic virus, TMV)、黄瓜花叶病毒(Cucumber mosaic virus, CMV)、马铃薯 Y 病毒(Potato virus Y, PVY)、烟草蚀纹病毒(Tobacco etch virus, TEV)和烟草脉带花叶病毒(Tobacco vein banding mosaic virus, TVB-MV)、番茄斑萎病毒(Tomato spotted wilt virus, TSWV)等^[6].近年来,随着烟草种植面积扩大,农作物布局改变及蔬菜等经济作物的发展,烟草病毒病为害逐年增大^[7].烟草病毒病已经成为烟叶优质、高产、安全生产的限制因素.本文旨在阐述贵州省烟草病毒病的发生及综合防治方法,以期以降低烟草病毒病发病率、提高质量和产量提供一定的指导意义.

1.1 烟草花叶病毒

由 TMV 侵染造成的烟草花叶病是全世界植烟区发生普遍且为害严重的侵染性病害,且有日趋加重之势,严重威胁我国烟叶的生产^[8].TMV 是烟草花叶病毒属的典型病毒,其杆状病毒粒子由单链 RNA 和外壳蛋白组成.TMV 抗逆性强,宿主范围广,病毒粒子在体外仍能较长时间保持侵染活性,在田间主要以摩擦接触快速传播^[9].烟草在苗床期或成株期均可感染 TMV,感染 TMV 的烟草叶片表现出明脉和黄绿相间斑驳,新叶逐渐变为花叶,严重时叶片上产生泡斑,皱缩扭曲,叶缘向下翻卷,植株产生矮化且生长缓慢^[10].代园凤等^[2]研究表明,贵州省毕节市植烟区 TMV 发生最为严重且均属于种群 I,而植烟区周围马铃薯上检出的 TMV 与烟草上分离获得的亲缘关系较近,表明烟田周边的马铃薯可能是烟草病毒的来源.罗会斌等^[11]在针对贵州省铜仁市植烟区烟草花叶病毒病原鉴定中发现 TMV 检出率达到 67.74%,其中印江县检出率更是达到 94.44%,而“南江 3 号”品种易受到 TMV 感染.2014 年,王莉爽等^[12]在贵州省 6 个主要植烟市区采集到 1 547 份烟草样品,发现贵州省烟草花叶病毒检出率为 41.63%且以单一病毒侵染为主.同年,任锡毅等^[13]的检测报告也表明贵州省几乎所有植烟区均分布有 TMV.为摸清植烟区烟草病毒的初侵染源来源,何永富等^[14]则针对贵州省烟田 30 科 70 种杂草进行病毒检测,发现植烟区烟田 18 科 44 种杂草上检测到病毒,其中 TMV 的检出率最高,为 12.31%,主要集中在在腺梗豨苣、小飞蓬、藜、马唐、尼泊尔蓼、桃叶蓼等杂草上.杨雨环等^[15]在贵州省安顺市 3 县进行烟草病毒检测发现 TMV 发生存在差异性,紫云县以 TMV 发生最严重,为 58.5%,而烟田杂草病毒检测以 TMV 病毒检出率最高.由此可见,TMV 在贵州省植烟区分布广,发生严重,且有进一步加剧的趋势,尤其在育苗期和田间管理中应着重关注和预防

该病毒的扩散.

1.2 黄瓜花叶病毒(CMV)

CMV 是属于黄瓜花叶病毒属的三分体 RNA 病毒. 烟叶被 CMV 侵染后, 呈现出“闪电”形坏死斑, 初期叶脉呈半透明状, 随后呈现为浓淡不均的黄绿相间花叶症状; 后期叶脉附近的叶肉突起, 呈浓绿泡斑, 叶片变窄、扭曲畸形, 叶尖细长, 呈鼠尾状, 叶基伸长, 表面茸毛易脱落, 无光泽, 叶缘一般向上翻卷^[16]. 青玲等^[17]研究结果表明贵州遵义烟区引起烟草花叶症状的病毒主要由 CMV 引起, 并未检测到 TMV. 而王莉爽等^[12]发现 CMV 在贵州除六盘水和铜仁市未检测到, 而在其他 7 市均能检测到, 但检出率最高仅为 4.95%(黔南州). 代园凤等^[2]在贵州省毕节市烟草病毒病调查中对 CMV 的检出率较高, 达到 31.52%, 且均属于 I B 亚组. 任锡毅等^[13]对贵州黔北、黔中、黔东、黔西南和黔西北等 5 个植烟区的病毒病调查研究表明, CMV 主要分布于贵定新铺乡和盘县保田乡等 6 乡镇, 而“南江 3 号”烟草品种则发生较为普遍. 何永福等^[14]和杨雨环等^[15]的研究结果表明在烟田周围的杂草上 CMV 的检出率较低, 仅为 4.8%~6.33%, 但在病毒复合侵染样品中, CMV 和 TMV 复合检出率却为 13.11%, 表明贵州植烟区烟田杂草存在大量 TMV 和 CMV 的共同宿主, 这加剧了病毒病发生概率和防治难度. 张福莉等^[18]在贵州省针对烟蚜携带病毒进行检测发现思南、凤冈、德江、正安和清镇等 5 个烟区烟蚜均检测到 CMV, 其检出率分别为 63.53%, 47.64%, 33.35%, 74.11% 和 26.47%. 刘童童等^[19]采用 DIBA 法对贵州省德江等 5 个烟区的烟草、桃树和马铃薯上有翅烟蚜进行虫传病毒检测, 结果表明除长顺烟区外, 烟草上烟蚜携带 CMV 普遍高于马铃薯和桃树. 吴红波等^[20]的研究表明烟田蚜虫的种类和数量与作物套种相关, 其中单作烟田和毗邻油菜的烟田病毒病发病较高, 而麦套烟的发病较轻. 综合以上研究表明, 蚜虫传播病毒在贵州普遍发生, 且具有病毒病潜在暴发的危险.

1.3 马铃薯 Y 病毒(PVY)

PVY 是为害最严重的 5 大病毒之一, 为马铃薯 Y 病毒科、马铃薯 Y 病毒属的代表种^[21]. PVY 是正义单链 RNA 病毒, 其病毒粒子直径为 11~12 nm, 长为 730~740 nm 的弯曲线状病毒粒子, 在侵染宿主细胞中具有典型的风轮状内含体^[21]. PVY 寄主范围广, 可侵染马铃薯、烟草、番茄、辣椒等茄科经济作物, 该病毒至少可由 50 种蚜虫传播, 其中桃蚜是 PVY 高效的传播载体, 整个传播过程不超 1 分钟. PVY 可侵染烟草生长的各个时期, 由于该病毒基因组序列存在高度变异性, 具有株系多样性的特点. 烟草被侵染后主要表现出 3 类典型症状: ①脉带花叶型, 主要发生在烟草旺长期后, 其上部叶片表现出黄绿相间的花叶斑驳, 叶形变化不大, 小叶脉间颜色变淡, 叶脉两侧呈绿色而叶脉变黄, 具明显脉带症状, 严重时叶片出现卷叶和花叶灼斑的症状, 病叶不具烘烤价值; ②脉斑类型, 植株矮化, 叶片黄褐色, 从底叶向上, 主侧脉呈灰黑色或红褐色坏死, 从叶基向叶尖扩展, 摘下病叶可见叶柄中维管束均变成黑褐色坏死, 但不腐烂脓, 病株叶片容易脱落坏死而失去烘烤价值; ③绿退斑点型, 病株初期上部叶片可见明显退绿斑点, 病叶数周后中下部叶片产生褐色到白色的小坏死斑, 坏死斑形状、排列大小均无规则, 严重时形成穿孔和脱落, 烟叶失去烘烤价值^[22-23]. 病毒侵染严重时, 植株将出现叶片黄化、早熟的症状, 最终导致植株死亡^[23]. 罗会斌等^[11]在 2010 年铜仁地区烟草病毒病检测中 PVY 检出率达到 46.24%, 而江口县的样品均为阳性.

2 烟草病毒病原检测技术

植物病毒病原的识别比其他植物病害病原更加复杂和困难, 病毒常常复合侵染宿主, 加之

病毒在侵染过程中引起植物症状具有相似性,在实际生产中往往难以从症状上直接辨认.随着分子生物学、免疫学等学科的发展,为植物病毒快速、批量鉴定提供新的方法.烟草病毒病常用的检测方法有电子显微镜检测、血清学检测、分子生物学检测、LAMP检测技术和sRNA深度测序等.电子显微镜技术自建立以来,经过不断改进和提高,已成为比较重要的病毒鉴定和检测手段,该技术首次观察到烟草花叶病毒的杆状病毒粒子;张仲凯等^[24]对云南省烟区烟草病毒病进行电镜检测分析,观察到5种类病毒,该技术已成为病毒鉴定的常规手段之一.酶联免疫吸附反应(Enzyme Linked Immunosorbent Assay, ELISA)是把抗原抗体特异性免疫反应和酶的高效催化反应结合而发展起来的鉴定技术,该技术具有快速、灵敏等优点,同时操作简单,适用于大量样品检测^[25].烟草病毒快速检测试纸条则是在免疫学的基础上发展而来,其原理是采用柠檬酸三钠还原法制备胶体金颗粒,标记烟草病毒的抗体,制成免疫层析检测试纸条,具有携带方便、操作简便、检测时间短等优点^[26].分子生物学检测技术主要以PCR和RT-qPCR为代表,通过PCR扩增及测序,可对病毒的遗传信息进行分析,研究病毒发生与变异的关系^[2].LAMP技术只需要一台环介导等温扩增仪即可,具有高效、灵敏、快速、特异地扩增靶序列等优点,同时操作简便,但其引物设计复杂^[27].sRNA深度测序技术是2009年兴起的用于病毒的组学技术,突破了以往传统病毒检测技术的局限性,不需要事先获取候选病毒分子水平上的相关知识,而是直接以宿主中的sRNA(small RNA)为研究的对象,可快速有效地进行病毒的鉴定和预测^[28].

3 烟草病毒病的综合防治

3.1 选育抗病品种

目前防治烟草病毒病最有效且最经济的手段就是选用抗病品种.在生产中选用抗病毒或耐病品种,可以提高植株自身抗病力和耐病力,从而在根本上减少烟草病毒病的发生.前人的研究结果为选育病毒病多抗品种提供了比较系统且全面的数据参考.王莉爽等^[12]通过田间试验调查和温室接种鉴定,初步筛选出3份常规抗PVY材料,其中CV91表现为高抗,可以作为抗PVY的良好育种材料.林世锋等^[29]为获得高抗PVY的烟草种质资源,对900多份烟草种质进行了鉴定筛选,得到19份高抗PVY种质资源,其中14份为中国烟草地方品种.为避免抗病毒单一,戴培刚等^[30]选择了1000余份有代表性的烟草种子,对包括TMV,CMV,PVY等7个主要病毒的抗性进行了鉴定分析,获得了这些种质其他病毒病的抗性指数信息.刘艳华等^[31]采用温室苗期接种的方法进行鉴定,得到抗TMV,CMV和PVY材料分别有22份、4份和3份.黄婷等^[8]得到在生产上使用较广的7个抗TMV烟草品种,5个抗CMV品种,而兼抗TMV和CMV的2种病毒病的材料仅有2份.同一品种对不同的病毒抗性存在差异,应根据各地方存在的病毒优势种群来选栽合适的抗性品种.

3.2 农业防治措施

3.2.1 苗期消毒管理

烟草在各生育期均可感染病毒,尤其是苗期感染更具危害性,因此苗期病毒病管理尤为重要.首先应使用适当浓度的高锰酸钾溶液或肥皂水对苗床、苗棚内外和旧苗盘进行清洁消毒,压低病毒初侵染源.同时规范化操作,尤其是对育苗工作人员的消毒工作,不准在育苗区吸烟^[32].然后,要选用无毒烟种和育苗基质进行播种育苗,以确保苗床中烟苗不带毒.规范化管

理苗棚,降低人员走动频率,避免工作人员在育苗过程中造成烟苗的机械损伤,传播病毒.对烟苗进行剪叶处理前必须做好操作人员和器械的消毒工作,单槽剪叶完毕及时对工具和相关人员进行消毒处理^[33].最后,可使用烟雾机消毒,有效降低烟苗带毒率,并对育苗环节病毒病侵染的动态进行监测,育苗过程中做到定期检测烟苗病毒,确保病菌不入田^[34].

3.2.2 田间管理

田间烟草病毒的发生初侵染源往往是周边作物、杂草和带毒媒介昆虫,其传播途径主要依靠机械、媒介昆虫传播,因此在烟草生产管理中应重点注意田间及周边杂草的清除及田间作业过程中尽量避免造成烟叶的机械损伤^[35-36].同时注意及时培土和合理施肥,增强烟草抗病力,对使用的有机肥应当做到发酵充分,降低肥水携带病原的比率.有研究表明烟草在高温高热条件下逆性变弱,会为病毒病的发生带来最必要的客观条件,因此种植烟草时,要避开高温高热天气^[37].烟田一旦发生病毒病,应及时拔出病苗,对周围健康烟草进行药剂防治,同时均衡营养、合理使用氮磷钾肥,适当提高钾肥用量和增施有机肥,可以提高烟株抗病能力^[38].

3.3 药剂防治

与传统的化学药剂相比,生物源农药具有温和、不易产生抗药性、持久、选择性强、不易残留等特性,更重要的是生物源农药不会彻底消灭病虫害,而是将病虫害控制在经济阈值之下,既有利于农业生产,又保护了物种多样性、维护了生态平衡,建议使用生物源药剂防治烟草病毒病^[39].王莉爽等^[40]的研究表明,0.5%氨基寡糖素水剂 3 375 mL/hm²、0.5%香菇多糖水剂 3 375 mL/hm²、8%宁南霉素水剂 945 mL/hm²、0.06%甾烯醇微乳剂 600 g/hm²和 30%混合脂肪酸·络氨铜水剂 225 g/hm²均可用于烟草病毒病的防治.匡传富等^[41]对氨基寡糖、超敏蛋白、多维利生、嘧肽霉素、香菇多糖、新奥昔肽、宁南霉素、嘧肽吗啉胍、盐酸吗啉胍 9 种植物病毒抑制剂防治烟草病毒病效果进行田间试验,结果表明这几种药剂对防治烟草病毒病均有一定的防控效果,其中超敏蛋白和盐酸吗啉胍的防治能力是最强的,平均防效分别为 82.96%和 79.68%,其次是嘧肽吗啉胍、宁南霉素、新奥昔肽、香菇多糖,平均防效分别为 74.40%, 73.92%, 71.68%, 68.00%,其他 3 种的防效一般.刘东升等^[42]评价了 7 种农药抗烟草病毒病效果,其研究显示 5%氨基寡糖素水剂、30%盐酸吗啉胍可溶性粉剂、0.5%香菇多糖水剂、30%混脂·络氨铜水剂、20%吗胍·乙酸铜可湿性粉剂、5%氯溴异氰尿酸可溶性粉剂、10%混合脂肪酸水乳剂对烟草病毒病的防效分别为 57.2%, 51.9%, 51.9%, 40.9%, 39.2%, 37.1%和 30.5%,可见 5%氨基寡糖素水剂、0.5%香菇多糖水剂对烟草病毒病的防效比较好,且符合绿色防控的要求,可在生产上进一步试验推广.杨玉丽等^[43]研究结果显示 20%吗胍·乙酸铜可湿性粉剂对烟草病毒病的防治效果达 70%左右,5%氯溴异氰尿酸可溶性粉剂、10%混合脂肪酸水乳剂也有一定的抗病毒作用,可以作为防治病毒病药剂使用.杨普云等^[44]发现植物免疫诱抗剂氨基寡糖素能够显著控制农作物病害,可以提高产量和品质,具有较好的应用前景.张超群等^[45]发现 1%香菇多糖水剂、2%氨基寡糖素水剂、8%宁南霉素水剂对烟草病毒病防效较好.

4 展望

贵州省是我国第 2 大产烟区,对我国烟草行业具有重大影响,而植物病毒病是烟草上第 2 大类病害,其病原复杂多样,传播途径以机械传播和媒介昆虫传播为主,一旦侵染烟草则治愈的可能性微乎其微.生产上主要以“预防为主,综合治理”为中心,以减少病毒传染、切断传染

途径和提高烟草本身的抗病性为根本. 首先要选用抗病品种进行栽培; 其次, 烟草病毒病的防控关键在于苗床规范管理, 而且应减少人为传毒和蚜虫传毒; 最后要在烟苗移栽前进行快速病毒检测, 确保病菌不入大田. 烟田应合理布局, 规范管理烟苗的生长, 适当施肥, 结合化学防治技术控制烟草病毒病的发病; 关注烟叶生产的每个环节, 加强管理, 合理使用药剂进行防治. 但是, 针对贵州省烟草病毒病的鉴定工作主要集中在 10 余年前, 随着种植品种、种植规模和种植方式的改变, 对贵州省烟区病毒种类的变化和变异的信息尚缺乏及时的更新, 因此, 有必要进一步加大针对贵州省烟草病毒病原的检测和鉴定的工作力度.

参考文献:

- [1] 罗贞宝, 陆妍如, 高知灵, 等. 基于 GF-1/2 影像数据的烟草种植区信息遥感监测 [J]. 中国烟草科学, 2022, 43(4): 87-95, 103.
- [2] 代园凤, 朱虹, 张永至, 等. 毕节市烟草 3 种主要病毒检测及株系分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2020, 42(9): 63-70.
- [3] 魏庆华, 王英昭, 杨光. 不同药剂对烟草病毒病的防治效果研究 [J]. 现代农业科技, 2020(7): 113-114.
- [4] 袁维, 谭海文, 卢燕回, 等. 烟草侵染性病害种类变迁及其发生概况 [J]. 安徽农业科学, 2016, 44(4): 165-167.
- [5] 白静科, 何雷, 吴彦辉, 等. 河南烟草主要病毒发生种类及侵染类型分析 [J]. 中国烟草科学, 2022, 43(1): 49-54.
- [6] 杨德廉, 王凤龙, 钱玉梅, 陈德鑫, 张连峪, 刘春生, 孟凡刚, 苏世臣, 史文国, 李宗明. 我国烟草病毒病的防治研究策略 [J]. 中国烟草科学, 2001, 22(1): 46-48.
- [7] 李金秀, 赵家华, 谢本平, 等. 烟草花叶病毒病综合防治研究 [J]. 安徽农业科学, 2014, 42(13): 3895-3897.
- [8] 黄婷, 吴云锋, 陈伟, 等. 烟草品种对烟草花叶病毒和黄瓜花叶病毒的抗性鉴定 [J]. 植物病理学报, 2013, 43(1): 50-57.
- [9] 罗懿. 烟草花叶病毒(Tobacco mosaic virus)和黄瓜花叶病毒(Cucumber mosaic virus)侵染心叶烟的小 RNA 鉴定分析 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2016.
- [10] 张西娟, 李伟, 周昕, 等. 烟草病毒病的发生与防治 [J]. 现代农业科技, 2015(16): 141, 143.
- [11] 罗会斌, 李忠俊, 左锐, 等. 铜仁地区烟草主要病毒病原的鉴定 [J]. 贵州农业科学, 2010, 38(7): 99-100, 141.
- [12] 王莉爽, 谭清群, 杨学辉, 等. 贵州烟草主要病毒种类检测及复合侵染分析 [J]. 四川农业大学学报, 2014, 32(3): 311-314.
- [13] 任锡毅, 刘永翔, 谭玉梅, 等. 贵州烟草病毒病的主要种类及分布特点 [J]. 贵州农业科学, 2014, 42(5): 117-120.
- [14] 何永福, 王楠, 叶照春, 等. 贵州省烟田杂草主要病毒检测及分析 [J]. 杂草科学, 2013, 31(1): 15-19.
- [15] 杨雨环, 李鸿波, 叶照春, 等. 安顺市烟田杂草主要病毒检测及分析 [J]. 耕作与栽培, 2014(6): 19-21.
- [16] 喻义成. 烟草花叶病毒病的发生与防治 [J]. 现代农村科技, 2013(16): 30.
- [17] 青玲, 包凌云, 陈炎, 等. 贵州烟区烟草花叶病主要病毒种类检测[C]//庆祝重庆市植物保护学会成立 10 周年暨植保科技论坛论文集. 重庆: 中国植物保护学会, 2007: 213-215.
- [18] 张福莉, 刘童童, 李创创, 等. 贵州五烟区烟蚜 CMV、PVY 带毒率检测 [J]. 山地农业生物学报, 2013, 32(2): 101-105.
- [19] 刘童童, 杨洪, 王召, 等. 不同寄主植物烟蚜 CMV 和 PVY 的带毒率检测 [J]. 贵州农业科学, 2016, 44(6): 60-62, 66.
- [20] 吴红波, 金道超. 贵州省烟田蚜虫的种类和田间定殖情况 [J]. 植物保护, 2007, 33(6): 121-123.
- [21] 万悦, 冯月, 朴世领. 烟草 PVY 抗病机理研究现状及展望 [J]. 延边大学农学学报, 2018, 40(2): 86-93.
- [22] 陈宗奎. 纳雍县大田烟草病毒病主要种类与防控措施 [J]. 农技服务, 2012, 29(9): 1044.
- [23] 杨红超. 烟草病毒病的发生及防治措施 [J]. 内江科技, 2007, 28(7): 108, 164.
- [24] 张仲凯, 李彦刚, 方琦, 梅文泉, 李云海. 应用电子显微镜技术检测云南省烟草病毒病原 [J]. 华南农业大学学报, 1992, 13(S1): 27-29.

- [25] 黎建, 袁木林. 烟草病毒病及其检测鉴定技术 [J]. 南方农业(园林花卉版), 2011, 5(5): 73-75.
- [26] 刘欣. 烟草花叶病毒胶体金检测试纸条的研制 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.
- [27] 孟若雪. 环介导等温扩增技术 LAMP 在植物病毒检测中的研究进展 [J]. 农技服务, 2022, 39(7): 72-77.
- [28] 李洋, 王昊, 张晨, 等. 基于小 RNA(sRNA)深度测序技术进行病毒鉴定和发现的研究进展 [J]. 病毒学报, 2015, 31(4): 457-462.
- [29] 林世锋, 王仁刚, 任学良, 等. 烟草种质资源抗马铃薯 Y 病毒病基因型鉴定 [J]. 中国烟草学报, 2021, 27(5): 37-44.
- [30] 戴培刚, 王志德, 牟建民, 等. 部分烟草种质主要病害抗性分析 [J]. 中国烟草科学, 2004, 25(3): 1-5.
- [31] 刘艳华, 王志德, 钱玉梅, 等. 烟草抗病毒病种质资源的鉴定与评价 [J]. 中国烟草科学, 2007, 28(5): 1-4, 8.
- [32] 王丽群. 浅谈烟草病毒病防治的综合对策 [J]. 农村实用科技信息, 2010(9): 21.
- [33] 廖帮红. 烟田病毒病的绿色综合防控策略及建议 [J]. 植物医生, 2020, 33(3): 77-78.
- [34] 宋瑞芳, 徐光辉, 常栋, 等. 河南烟区烟草病毒病的发生与综合防控 [J]. 现代农业科技, 2021(23): 88-90.
- [35] 方敦煌, 黄学跃, 秦西云, 等. 云南烟草病虫害绿色防控实践与思考 [J]. 中国植保导刊, 2017, 37(10): 76-79.
- [36] 贺海滨. 烟草病虫害发生规律与绿色防控措施 [J]. 世界热带农业信息, 2022(1): 35-36.
- [37] 付一峰. 烟草花叶病毒病的综合防治 [J]. 南方农业, 2015, 9(9): 39, 41.
- [38] 彭曙光. 我国烟草病毒病的发生及综合防治研究进展 [J]. 江西农业学报, 2011, 23(1): 115-117.
- [39] 张诺妮, 曹洋, 梅运鹏, 等. 烟草马铃薯 Y 病毒病发生规律及生物防治研究进展 [J]. 北方农业学报, 2022, 50(2): 110-116.
- [40] 王莉爽, 谭清群, 陈文, 等. 不同药剂防治烟草病毒病效果比较试验 [J]. 安徽农学通报, 2015, 21(17): 68, 75.
- [41] 匡传富, 陈德鑫. 植物病毒抑制剂防治烟草病毒病效果研究 [J]. 现代农业科技, 2016(20): 88-89.
- [42] 刘东升, 郭梅燕, 陈玉国, 等. 7 种农药对烟草病毒病的田间防治效果 [J]. 浙江农业科学, 2020, 61(3): 443-444, 447.
- [43] 杨玉丽, 周义彬. 两种不同类型农药防治烟草花叶病毒病药效的比较研究 [J]. 湖北植保, 2010(3): 42-43.
- [44] 杨普云, 李萍, 王战鄂, 等. 植物免疫诱抗剂氨基寡糖素的应用效果与前景分析 [J]. 中国植保导刊, 2013, 33(3): 20-21.
- [45] 张超群, 肖荣贵, 管成伟, 等. 几种免疫诱抗剂防治烟草病毒病田间效果比较 [J]. 生物灾害科学, 2019, 42(3): 195-198.

责任编辑 王新娟