

◆ 药效与应用 ◆

广东惠阳草地贪夜蛾发生动态及高效施药防治技术研究

李冬娴¹, 古莹琚², 张永梅¹, 刘文君¹, 杨代斌³, 李振宇⁴, 苏贤岩^{5*}, 肖 勇^{4*}

(1. 广东省惠州市惠阳区农业农村综合服务中心, 广东惠州 516211; 2. 广东省惠州市惠阳区三和街道办事处综合事务中心, 广东惠州 516213; 3. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193; 4. 广东省农业科学院植物保护研究所, 农业农村部华南果蔬绿色防控重点实验室, 广东省植物保护新技术重点实验室, 广州 510640; 5. 安徽省农业科学院植物保护与农产品质量安全研究所, 合肥 230031)

摘要:为研究适用于广东省惠州市惠阳区草地贪夜蛾的高效精准用药技术,开展了田间草地贪夜蛾发生动态监测和高效施药技术研究。监测结果显示,草地贪夜蛾2021年全年发生严重,呈多峰散发状态;2022—2023年在5月中旬、7月中旬及12月上旬分别出现明显高峰,其中12月上旬诱蛾量最大。植保无人机飞防结果显示,添加助剂PDMS-Z、PDMS-Y的药剂处理分别表现出较好的速效性和持效性。植保无人机撒施0.7%氯虫·甲维盐颗粒剂和0.7%氯虫·虱螨脲颗粒剂的防效良好,其中0.7%氯虫·甲维盐颗粒剂药后第3、5和7天的校正防效均超过90%。研究结果为广东惠阳地区草地贪夜蛾的高效防控提供了科学依据。

关键词:草地贪夜蛾;发生动态;施药技术;助剂;颗粒剂;飞防

中图分类号:S 481+9 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2025.04.015

Research on occurrence dynamics and efficient pesticide application techniques against *Spodoptera frugiperda* in Huiyang, Guangdong

LI Dongxian¹, GU Yingjun², ZHANG Yongmei¹, LIU Wenjun¹, YANG Daibin³, LI Zhenyu⁴, SU Xianyan^{5*}, XIAO Yong^{4*}

(1. Comprehensive Agricultural and Rural Service Center of Huiyang District, Huizhou City, Guangdong Huizhou 516211, China; 2. Comprehensive Affairs Center of Sanhe Street Office, Huiyang District, Huizhou City, Guangdong Huizhou 516213, China; 3. State Key Laboratory of Plant Pest and Disease Biology, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 4. Key Laboratory of Green Prevention and Control on Fruits and Vegetables in South China Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Institute of Plant Protection, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; 5. Institute of Plant Protection and Agricultural Product Quality and Safety, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: In order to study the efficient and precise pesticide application technology against *Spodoptera frugiperda* in Huiyang District, Guangdong Province, the dynamic monitoring of *S. frugiperda* occurrence and field trials on efficient pesticide application were carried out. The monitoring results showed that *S. frugiperda* occurred seriously throughout 2021 in Huiyang. In 2022-2023, there were obvious peaks in mid-May, mid-July and early December, respectively. Among them, the number of moths was the largest in early December. The results of plant protection UAV spraying indicated that

收稿日期:2024-11-29

基金项目:国家重点研发计划(2021YFD1400704)

作者简介:李冬娴(1986—),女,广东惠州人,高级农艺师,硕士,主要从事植物保护研究及基层农业技术试验示范推广。E-mail: 974497023@qq.com

通信作者:肖勇(1990—),男,山东青岛人,副研究员,博士,主要从事植物保护研究。E-mail: xiaoyong@gdaas.cn

共同通信作者:苏贤岩(1978—),男,湖北公安人,副研究员,博士,主要从事农药高工效施用技术及农药剂型研究。E-mail: Sxyxj2003@126.com

the treatments with the addition of adjuvant PDMS-Z and PDMS-Y exhibited good rapidity and persistence, respectively. The control efficacies of chlorantraniliprole · emamectin benzoate 0.7% GR and chlorantraniliprole · lufenuron 0.7% GR applied by plant protection drones were good. Among them, the corrected control efficacies of chlorantraniliprole · emamectin benzoate 0.7% GR exceeded 90% on the 3rd, 5th and 7th day after application. The research results provided a scientific basis for the efficient control of *S. frugiperda* in Huiyang District, Guangdong Province.

Key words: *Spodoptera frugiperda*; occurrence dynamics; efficient application; adjuvant; GR; aerial spraying

草地贪夜蛾 (*Spodoptera frugiperda*) 隶属于鳞翅目夜蛾科。其原产于美洲热带和亚热带地区,是联合国粮农组织全球预警的重大迁飞性农业害虫之一。草地贪夜蛾可取食为害300多种植物,包括玉米、水稻、高粱、甘蔗、蔬菜和棉花等作物^[1]。2019年该虫从我国云南入侵后迅速蔓延到全国其他26个省份,给我国农业生产带来了巨大的危害和严重的经济损失^[2-4]。使用化学农药仍是短期内防控草地贪夜蛾的主要方法和应急手段,但现有的常规人工施药技术存在用药量大、效率低、成本高等缺点^[5]。因此,研发新型施药技术,有利于提高防控效果,降低防控成本。

植保无人机施药具有效率高、全地形作业、节水、安全性高、劳动强度低等优点^[6-7]。近年来,植保无人机在我国病虫害防控工作中得到了快速发展。采用植保无人机施药,喷雾助剂通常需与药液按一定比例混配,通过改善药液表面张力、黏度和接触角等理化性质,提高其在植物表面的润湿、渗透效果,减少雾滴的蒸发与飘移,显著提高农药利用率^[8-9]。对于不同靶标对象和农药剂型,不同喷雾助剂对药液理化性质以及农药雾滴在冠层中沉积特性的影响也各不相同^[10]。

在玉米喇叭口期,草地贪夜蛾隐蔽取食生长点,防治难度大。对于该时期草地贪夜蛾防治,颗粒剂应用效果显著。利用玉米植株顶部叶片生长形成的天然喇叭口和植保无人机的下压风场,无人机撒施的微小颗粒能够有效到达草地贪夜蛾为害部位。这种精准施药技术不仅提高了防治效果,还可以减少农药的飘移和浪费^[11]。田间药效试验结果表明,氯虫苯甲酰胺、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐复配颗粒剂对草地贪夜蛾有良好的防治效果^[12]。

广东省是我国最大的甜玉米生产区,种植面积大,在我国甜玉米生产中占据重要地位^[13-14]。惠州市惠阳区位于广东省的东南部,为低纬度亚热带季风气候。2023年,该地区甜玉米种植面积接近0.33万hm²。惠州市惠阳区也是草地贪夜蛾周年繁殖区和北迁虫源地。因此,做好该地区草地贪夜蛾防控,遏

制其暴发成灾,有助于实现该地区全年粮食生产目标。本研究通过分析惠州市惠阳区草地贪夜蛾种群发生动态,测试新型无人机适用喷雾助剂和无人机撒施颗粒剂对田间草地贪夜蛾防治效果,为草地贪夜蛾精准防控提供依据。

1 材料与方法

1.1 草地贪夜蛾种群动态监测

2021—2023年,在惠州市惠阳区良井镇(北纬22°53′、东经114°53′)放置3个草地贪夜蛾桶形诱捕器,诱捕器之间的距离大于100 m。诱捕器放置高度根据玉米生育期进行调整,苗期放置于植株上方30 cm处,穗期固定于距地面1.5 m处。每7 d观察记录诱捕器中草地贪夜蛾数量。草地贪夜蛾性诱芯和桶形诱捕器购自中捷四方生物科技股份有限公司,每30 d更换1次诱芯。

1.2 高效施药技术试验

1.2.1 试验材料

试验药剂 200 g/L氯虫苯甲酰胺悬浮剂,美国富美实公司 5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐水分散粒剂,河北中保绿农作物科技有限公司 50 g/L虱螨脲乳油,先正达(中国)投资有限公司 0.7%氯虫·甲维盐颗粒剂(氯虫苯甲酰胺0.45%+甲氨基阿维菌素苯甲酸盐0.25%)、0.7%氯虫·虱螨脲颗粒剂(氯虫苯甲酰胺0.45%+虱螨脲0.25%),中国农业科学院植物保护研究所提供。2种颗粒剂均属于微型颗粒剂,呈球形,粒径为0.25~0.43 μm,形态、大小与雾滴类似。

助剂:助剂PDMS-Z、助剂PDMS-Y,安徽省农业科学院植物保护与农产品质量安全研究所提供;雅丰农业飞防助剂(简称YF),安徽雅丰农业科技有限公司产品;飞防助剂U伴,先正达(中国)投资有限公司产品。

施药器械:大疆T20型多旋翼植保无人机,最大喷洒起飞重量为47.5 kg,最大载药量20 L;大疆T25P型多旋翼植保无人机,最大播撒起飞重量为60 kg,最大载药量25 kg。两者均为中国深圳大疆科技有限公司产品。

1.2.2 药剂与助剂桶混对草地贪夜蛾的田间药效试验

试验于2023年4—5月在广东省惠州市惠阳区玉米试验田进行,玉米行距50 cm、株距20 cm。在玉米小喇叭口期(4月21日)进行无人机飞防喷雾施药,施药当天平均温度34.1℃,平均湿度50%,风速(0.8±0.4) m/s,玉米株高(0.4±0.1) m。

采用大疆T20型多旋翼植保无人机进行喷雾施药。飞行参数设置为:飞行速度4 m/s,飞行高度2.5 m,喷头流量2.5 L/min。试验共设7个处理:处理1,200 g/L氯虫苯甲酰胺SC 289.3 g/hm²(制剂用量,下同)+5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐WG 160.7 g/hm²(以此为基准设置减量30%的剂量处理);处理2,200 g/L氯虫苯甲酰胺SC 202.5 g/hm²+5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐WG 112.5 g/hm²;处理3,200 g/L氯虫苯甲酰胺SC 202.5 g/hm²+5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐WG 112.5 g/hm²,加入体积分数1%的助剂PDMS-Z;处理4,200 g/L氯虫苯甲酰胺SC 202.5 g/hm²+5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐WG 112.5 g/hm²,加入体积分数1%的助剂PDMS-Y;处理5,200 g/L氯虫苯甲酰胺SC 202.5 g/hm²+5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐WG 112.5 g/hm²,加入体积分数1%的助剂U伴;处理6,200 g/L氯虫苯甲酰胺SC 202.5 g/hm²+5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐WG 112.5 g/hm²,加入体积分数1%的助剂YF;处理7,空白对照。药液量均为20 L。每处理4次重复,小区采用随机区组排列,每小区面积约667 m²,小区间设宽为3 m的保护行。

1.2.3 颗粒剂对草地贪夜蛾的田间药效试验

采用大疆T25P型多旋翼植保无人机进行颗粒剂撒施,大疆T20型多旋翼植保无人机进行喷雾施药。飞行参数设置为:飞行速度4 m/s,飞行高度2 m,喷头流量2.5 L/min,颗粒施药器流速2 kg/min。试验共设5个处理:处理1,0.7%氯虫·甲维盐WG 450 g/hm²;处理2,0.7%氯虫·甲维盐EC 450 g/hm²;处理3,0.7%氯虫·甲维盐GR 15 kg/hm²;处理4,0.7%氯虫·虱螨脲GR 15 kg/hm²;处理5,空白对照,施用不含化学杀虫剂的颗粒剂。每处理4次重复,小区采用随机区组排列,每小区面积约100 m²,小区间设宽为3 m的保护行。

1.2.4 防治效果调查

参照全国农业技术推广服务中心印发的《草地贪夜蛾测报调查方法(试行)》,每小区采用对角线5点取样法,每点调查10株,共调查50株玉米,记录虫口数,施药前,施药后第3、5、7天各调查1次,计算虫

口减退率(%)和校正防效(%)。试验数据采用SPSS软件进行单因素方差分析,采用Tukey's HSD检验($\alpha=0.05$)。

$$\text{虫口减退率}/\% = \frac{\text{施药前活虫数} - \text{施药后活虫数}}{\text{施药前活虫数}} \times 100$$

$$\text{校正防效}/\% = \frac{\text{处理区虫口减退率} - \text{对照区虫口减退率}}{100 - \text{对照区虫口减退率}} \times 100$$

2 结果与分析

2.1 草地贪夜蛾成虫种群数量动态变化

从动态监测诱蛾量结果看出,惠州市惠阳区良井镇玉米种植区草地贪夜蛾成虫种群动态规律在不同年份基本保持一致,呈季节性发生。成虫发生动态为双峰型,上半年和下半年各出现1个明显的高峰期。下半年的高峰期是全年诱集蛾量最大、出现峰日最多、最集中时段。2021—2023年,3个监测点草地贪夜蛾单个诱捕器年平均诱蛾量分别为751.67、434.67和423.00头,整体呈下降趋势。

2021年,草地贪夜蛾全年发生较严重,从2月18日开始出现连续高峰,9月初诱蛾量有所回落,10月下旬迅速回升,持续到次年1月下旬。2022年,草地贪夜蛾成虫种群数量出现2个明显高峰期,4月下旬诱蛾量迅速增多,延续到6月中旬,下半年诱蛾量不断攀升,11月中下旬达到峰值(28头/周)后开始回落。2023年,诱蛾量攀升起始时间在4月下旬,与2022年基本一致,7月、9月分别出现1个小的峰,诱蛾量在12月12日达到最高(63.33头/周)。

2.2 助剂与药剂桶混对草地贪夜蛾的防效

助剂和药剂桶混使用对草地贪夜蛾的田间防效见表1。从虫口减退率看,施药后第3天,添加飞防助剂处理组的虫口减退率均高于未添加助剂的药剂处理组和空白对照。添加PDMS-Z处理组(处理3)的虫口减退率最高,达到92.46%。添加PDMS-Y处理组(处理4)的虫口减退率次之,为91.67%。施药后第5天,添加PDMS-Z、PDMS-Y和U伴处理组(处理3、4、5)的虫口减退率均达到100%。施药后第7天,添加PDMS-Y处理组(处理4)的虫口减退率最高,保持在100%。

从校正防效看,施药后第3天,添加飞防助剂处理组的校正防效显著高于同剂量药剂处理组。施药后第5天,添加PDMS-Z、PDMS-Y和U伴处理组(处理3、4、5)的校正防效均达到100%,显著高于其他药剂处理。施药后第7天,添加PDMS-Y处理组(处理4)的校正防效仍为100%,显著高于其他处理组的校正防效,该飞防助剂具有良好的增效作用。

表 1 飞防助剂与药剂桶混使用对玉米草地贪夜蛾的防效

处理	施药后第3天		施药后第5天		施药后第7天	
	虫口减退率/%	校正防效/%	虫口减退率/%	校正防效/%	虫口减退率/%	校正防效/%
1	79.17±7.22ab	71.53±8.42ab	90.83±2.89ab	84.58±8.32b	87.50±0.00a	78.75±3.31b
2	66.11±0.96b	52.87±4.65b	80.56±4.81b	68.98±7.90c	56.67±8.82b	27.89±4.72c
3	92.46±7.18a	89.95±9.57a	100.00±0a	100.00±0a	88.11±2.01a	80.11±1.17b
4	91.67±7.22a	88.89±9.62a	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a
5	85.00±4.33a	79.31±5.28a	100.00±0a	100.00±0a	92.50±2.50a	86.83±6.33b
6	85.00±4.33a	79.31±5.28a	88.33±1.44ab	81.53±1.68bc	88.33±1.44a	80.42±0.72b
7	27.78±4.81c		36.11±12.73c		40.28±8.67c	

注 同列数据后不同小写字母表示数据之间存在显著性差异,下同。

2.3 颗粒剂对草地贪夜蛾的田间防效
不同药剂处理对草地贪夜蛾的校正防效见表 2。施药后第3天,0.7%氯虫·甲维盐颗粒剂(处理3)、0.7%氯虫·虱螨脲颗粒剂(处理4)的虫口减退率分别为93.33%、85.00%,均高于对应复配药剂处理的虫口减退率。施药后第5天,0.7%氯虫·甲维盐颗粒剂的虫口减退率最高,达到100.00%。施药后第7天,0.7%氯虫·甲维盐颗粒剂的虫口减退率仍保持最

高,为94.33%。0.7%氯虫·虱螨脲颗粒剂的虫口减退率降至83.67%。
从校正防效看,与其他剂型处理组相比,2个颗粒剂处理组表现出一定的优势。其中,0.7%氯虫·甲维盐颗粒剂防治效果最好,施药后第3、5和7天的校正防效均超过了90%,且在第5天达到100.00%。0.7%氯虫·虱螨脲颗粒剂施药后第3、5和7天的校正防效均超过72%。

表 2 颗粒剂对玉米草地贪夜蛾的防效

处理	施药后第 3 天		施药后第 5 天		施药后第 7 天	
	虫口减退率/%	校正防效/%	虫口减退率/%	校正防效/%	虫口减退率/%	校正防效/%
1	79.17±7.22ab	71.53±8.42ab	90.83±2.89a	84.58±8.32b	87.50±0a	78.75±3.31b
2	72.22±4.81b	61.57±5.61b	88.33±2.89a	81.39±4.74b	75.56±0.96b	58.39±7.27c
3	93.33±5.77a	91.11±7.70a	100.00±0a	100.00±0a	94.33±0.58a	90.30±2.25a
4	85.00±4.33ab	79.31±5.28ab	89.33±1.15a	82.56±5.74b	83.67±2.02ab	72.58±1.01b
5	27.78±4.81c		36.11±12.73b		40.28±8.67c	

3 讨论与结论

草地贪夜蛾具有寄主范围广泛、繁殖能力极强、取食量巨大和迁飞扩散快等特点。目前,草地贪夜蛾在我国逐步形成北迁南回、周年循环发生的规律,在周年繁殖区形成虫源基地以后,随季风迁飞至长江以北地区,严重威胁黄淮海、华北和东北玉米主产区的生产安全^[15]。因此,监测和控制华南等周年发生区草地贪夜蛾的种群基数对全国草地贪夜蛾防控工作具有重要意义。本研究监测统计了2021—2023年惠州市惠阳区草地贪夜蛾发生动态。监测结果显示 2021年,草地贪夜蛾全年发生严重,呈多峰散发状态;2022—2023年,草地贪夜蛾在5月中旬、7月中旬及12月上旬出现明显高峰,其中12月上旬诱蛾量最大。
喷雾助剂通过改善药液理化性质进而起到提高药效的作用,改善无人机飞防中农药利用率低、雾滴易飘移等缺点^[16]。已有研究证明,添加助剂

PDMS-01(PDMS-Z同款),药液润湿时间降低至10 s以下,药液表面张力降低至23 mN/m,玉米叶片正、背面静态接触角分别减小13.39°~24.12°和12.02°~27.56°^[17]。本研究发现,飞防助剂PDMS-Z有助于提高药剂的速效性,飞防助剂PDMS-Y有助于提升药剂的持效性。添加助剂PDMS-Z和PDMS-Y可以减少农药用量,提高防治效果。植保无人机撒施颗粒剂是草地贪夜蛾防控领域的创新方法,在草地贪夜蛾田间防治工作中展现出良好的前景^[11]。当农药颗粒剂撒施后,颗粒依靠自身重力聚集到玉米喇叭口内,药剂被集中于草地贪夜蛾为害部位,实现了对草地贪夜蛾的精准用药,解决了低空低容量喷雾过程中雾滴因水分蒸发而导致雾滴变小的问题,进而降低了飘移的风险。田间防效试验结果显示,0.7%氯虫·甲维盐颗粒剂和0.7%氯虫·虱螨脲颗粒剂的虫口减退率和校正防效均较常规处理组提高。这表明植保无人机施用颗粒剂对草地贪夜蛾的防效更为显著,速效性好,持效期较长。

未来可探索药剂飞防与其他防治措施的结合,以优化防治方案,提高防治效果。同时,尚需加强对农民的技术培训和指导,推动新技术在农业生产中的应用。通过普及杀虫剂颗粒剂和飞防助剂的使用方法和注意事项,提高农民对新型农药剂型的认识和信任度,促进草地贪夜蛾防治工作的顺利开展。

参考文献

- [1] 郭井菲, 何康来, 王振营. 草地贪夜蛾的生物学特性、发展趋势及防控对策[J]. 应用昆虫学报, 2019, 56(3): 361-369.
- [2] 张磊, 靳明辉, 张丹丹, 等. 入侵云南草地贪夜蛾的分子鉴定[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 19-24; 56.
- [3] 姜玉英, 刘杰, 谢茂昌, 等. 2019年我国草地贪夜蛾扩散为害规律观测[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 10-19.
- [4] 秦誉嘉, 杨冬才, 康德琳, 等. 草地贪夜蛾对我国玉米产业的潜在经济损失评估[J]. 植物保护, 2020, 46(1): 69-73.
- [5] 梁沛, 谷少华, 张雷, 等. 我国草地贪夜蛾的生物学、生态学和防治研究概况与展望[J]. 昆虫学报, 2020, 63(5): 624-638.
- [6] 李香帅, 刘晓慧, 闫晓静, 等. 植保无人机研究现状与发展趋势[J]. 现代农药, 2023, 22(3): 1-9.
- [7] 袁会珠, 薛新宇, 闫晓静, 等. 植保无人机低空低容量喷雾技术应用与展望[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 152-158; 180.
- [8] 王潇楠, 肖勇, 刘艳萍, 等. 助剂对氯虫苯甲酰胺药液理化性质及在玉米叶片上沉积分布的影响[J]. 植物保护学报, 2023, 50(5): 1219-1226.
- [9] MILLER P C H, BUTLER E M C. Effects of formulation on spray

nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers[J]. Crop Protection, 2000, 19(8): 609-615.

- [10] 何玲, 王国宾, 胡韬, 等. 喷雾助剂及施液量对植保无人机喷雾雾滴在水稻冠层沉积分布的影响[J]. 植物保护学报, 2017, 44(6): 1046-1052.
- [11] 闫晓静, 袁会珠, 刘越, 等. 植保无人机撒施0.4%氯虫苯甲酰胺·甲维盐颗粒剂防治草地贪夜蛾初报[C]//中国植保学会. 病虫害防护与生物安全——中国植物保护学会2021年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2021: 167.
- [12] YAN X H, YUAN H Z, CHEN Y X, et al. Broadcasting of tiny granules by drone to mimic liquid spraying for the control of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*)[J]. Pest Management Science, 2022, 78(1): 43-51.
- [13] 薛万新, 赵秋菊, 钱海忠. 中国甜玉米产业现状与发展对策[J]. 中国蔬菜, 2023(8): 14-22.
- [14] 甘阳英, 陈夏莉, 甘玉虾, 等. 国内外甜玉米产业发展现状与分析[J]. 热带农业科学, 2023, 43(11): 128-133.
- [15] 吴秋琳, 姜玉英, 胡高, 等. 中国热带和南亚热带地区草地贪夜蛾春夏两季迁飞轨迹的分析[J]. 植物保护, 2019, 45(3): 1-9.
- [16] 兰玉彬, 单常峰, 王庆雨, 等. 不同喷雾助剂在植保无人机喷施作业中对雾滴沉积特性的影响[J]. 农业工程学报, 2021, 37(16): 31-38.
- [17] 胡飞, 徐丽娜, 胡本进, 等. PDMS系列助剂对10%甲维盐·氯虫苯甲酰胺悬浮剂防治草地贪夜蛾的增效作用[J]. 植物保护, 2024, 50(1): 304-310; 315.

(编辑: 顾林玲)

(上接第84页)

- [5] 俞再葆. 水稻纹枯病的发生与综合防治[J]. 安徽农学通报, 2008(2): 39-40.
- [6] 杨红福, 吴佳文, 陈源, 等. 江苏小麦赤霉病防控药剂有效性监测研究分析[J]. 中国农学通报, 2022, 38(15): 139-141.
- [7] 陈俊国, 朱正堂, 沈广传, 等. 机插水稻“南粳9108”绿色高质高效栽培技术[J]. 种子科技, 2024, 42(20): 48-50.
- [8] 李昌华, 冯成玉, 程建华. 水稻纹枯病药剂防治适期探讨[J]. 农业与技术, 2016, 36(18): 26.
- [9] 刘素玲, 汤玉煊, 楚宗艳, 等. 不同药剂对水稻纹枯病田间防效研究[J]. 现代农业科技, 2023(22): 65-66; 72.
- [10] 周红珍. 5种杀菌剂对小麦纹枯病的防效与评价[J]. 现代化农业,

2024(5): 2-4.

- [11] 傅宇航, 马慧, 李娟, 等. 戊唑醇与啮菌酯复配对稻瘟病和水稻纹枯病的联合毒力及田间防效[J]. 中国农学通报, 2020, 36(36): 113-117.
- [12] 罗月越, 吴琳, 陈永林, 等. 75%氟环唑·肟菌酯水分散粒剂对水稻纹枯病和稻瘟病的防效试验[J]. 农业装备技术, 2024, 50(4): 29-31.
- [13] 周金鑫, 黄付根, 丁治军, 等. 防治水稻纹枯病的药剂筛选试验[J]. 现代农药, 2016, 15(3): 55-56.
- [14] 张文艳, 陈建忠, 张杰峰, 等. 24%噁唑酰胺悬浮剂防治水稻纹枯病田间药效试验研究[J]. 上海农业科技, 2021(1): 120-121.

(编辑: 顾林玲)

(上接第89页)

- [7] 胡芳丽, 张凤, 严凯, 等. 6%抗坏血酸水剂在草莓上的应用效果研究[J]. 现代农药, 2019, 18(3): 45-47.
- [8] 徐锐, 王晓丽, 廖伟东, 等. 干旱胁迫下植物生长调节剂对烤烟产质量的影响[J]. 湖北农业科学, 2022, 61(19): 87-91.
- [9] 万宣伍, 田卉, 张伟, 等. 植物诱导抗性的机理及应用[J]. 植物医学, 2022, 1(1): 18-25.
- [10] 尹艳兰, 赵春燕, 梁更生, 等. 3种植物生长调节剂在辣椒上的应用初报[J]. 甘肃农业科技, 2012(6): 36-37.
- [11] 陈方, 张旭, 王文广, 等. 不同免疫诱抗剂对辣椒育苗效果的影响[J]. 长江蔬菜, 2024(4): 17-19.
- [12] 王胤, 任子和, 付思蕊, 等. 2种植物免疫诱抗剂对蔬菜种子萌发

行为的试验研究[J]. 蔬菜, 2023(9): 29-33.

- [13] 尹雯婧. 农业绿色投入品组合对设施辣椒生长和土壤性质的影响[D]. 山东泰安: 山东农业大学, 2024.
- [14] 张姿, 于海燕, 李威, 等. 大量元素水溶肥和植物生长调节剂GGR6号配施对辣椒农艺性状的影响[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(9): 54-59.
- [15] 王世宁, 谢雪果, 袁雷, 等. 基于垂直方向的色素辣椒氮素诊断敏感叶位筛选[J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36(9): 194-201.
- [16] 唐恒朋, 钱晓刚, 李莉婕, 等. 不同施氮水平辣椒单叶光谱特征及SPAD值与叶绿素含量的相关性[J]. 西南农业学报, 2016, 29(10): 2324-2329.

(编辑: 顾林玲)