◆ 药效与应用 ◆

40%噻唑锌悬浮剂不同施药方式对水稻细菌性条斑病的防效评价

杨国兆,李山东,张绍国

(江苏省泗阳县植保植检站,江苏泗阳 223700)

摘要:通过小区试验,评估了40%噻唑锌悬浮剂、40%春雷·噻唑锌悬浮剂、3%噻霉酮微乳剂、5%噻霉酮悬浮剂等4种杀菌剂对水稻细菌性条斑病的防治效果。小区试验结果显示,40%噻唑锌悬浮剂750 mL/hm²处理的防效在85%以上,优于其他3种药剂处理。同时,采用大面积示范试验,探究了40%噻唑锌悬浮剂采用植保无人机喷施的防效。示范试验结果显示,飞行参数为高度3 m、速度7.5～8 m/s、行距6.5～7 m时,40%噻唑锌悬浮剂750 mL/hm²处理的防效为83.29%～86.61%,飞防施药能够避免因常规农事操作引发的病害传播。该研究对40%噻唑锌悬浮剂采用植保无人机施药防治水稻细菌性条斑病具有指导作用。

关键词:水稻细菌性条斑病;无人机飞防;噻唑锌;防治效果

中图分类号:S 482.2 **文献标志码**:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2025.01.016

Efficiency evaluation of zinc thiazole 40% SC on rice bacterial leaf streak by different application methods

YANG Guozhao, LI Shandong , ZHANG Shaoguo

(Plant Protection and Plant Inspection Station of Siyang County, Jiangsu Siyang 223700, China)

Abstract: The control efficiencies of four fungicides, including zinc thiazole 40% SC, kasugamycin·zinc thiazole 40% SC, benzisothiazolinone 3% ME and benzisothiazolinone 5% SC, on rice bacterial leaf streak were evaluated by plot trials. The results showed that the control effects of zinc thiazole 40% SC were above 85% at the dosage of 750 mL/hm², which was better than those of the other fungicides. Then, the demonstration tests were carried out to explore the control effects of zinc thiazole 40% SC by plant-protection unmanned aerial vehicle. At the flight height of 3 m, speed of 7.5-8 m/s and row spacing of 6.5-7 m, the control efficiencies of zinc thiazole 40% SC 750 mL/hm² were 83.29%-86.61%, and spraying by plant-protection unmanned aerial vehicle could avoid the spread of diseases caused by conventional farming operations. The study could provide guidances on the application of zinc thiazole 40% SC aganist rice bacterial leaf streak by plant-protection unmanned aerial vehicle.

Key words: rice bacterial leaf streak; plant-protection unmanned aerial; zinc thiazole; control efficiency

水稻细菌性条斑病(*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*)是我国水稻生产上的重要病害之一,也是全国农业植物检疫性病害之一。其主要危害籼稻,特别是两系杂交籼稻,通常造成的产量损失为10%～20%,严重时在50%以上,甚至造成水稻不能正常抽穗[1]。该病害以危害水稻叶片为主,发病中后期在叶片上形成不规则的黄褐色至红褐色病斑,严重时水稻叶片干枯,远看满田红叶,俗称“红叶病”。

江苏省泗阳县杂交籼稻常年栽种面积超过2万hm²,主栽品种包括徽两优系列、Y两优系列、两优丝

收稿日期:2024-10-29

作者简介:杨国兆(1965—),男,江苏泗阳人,高级农艺师,主要从事植物保护工作。E-mail:527338845@qq.com

苗系列等两系杂交水稻。2021—2023年，受引种混乱、台风频繁、栽培习惯等因素影响，泗阳县水稻细菌性条斑病连续3年发生面积突破0.33万hm^2。当地对该病害的防治主要依靠化学药剂，如噻唑锌、噻霉酮、春雷霉素等，施药方式主要包括常规人工喷雾和无人机飞防，病害总体得到有效控制。但调查发现，不同防治药剂及其不同施药方法的防治效果存在明显差异。无人机施药效率高，节省人工成本，已成为水稻病虫害防治的主要施药技术之一[2]。为更科学有效地控制水稻细菌性条斑病危害，实现减药增效，2024年，选择目前生产上大面积推广应用的药剂（40%噻唑锌悬浮剂、40%春雷·噻唑锌悬浮剂、3%噻霉酮微乳剂、5%噻霉酮悬浮剂），设计开展了小区试验和无人机大规模示范试验，评价4种药剂常规人工喷雾及优选药剂40%噻唑锌悬浮剂无人机飞防对水稻细菌性条斑病的防治效果。研究成果对苏北地区水稻细菌性条斑病的科学、高效防控具有重要指导意义。

1　材料与方法

1.1　小区试验地概况

小区试验设在泗阳县张家圩镇小史集村，试验地土壤为黏土，pH约7.0，土壤有机质质量分数为18.2 g/kg。水稻品种为徽两优996，当地主栽品种之一，旱育秧，2024年6月13日人工移栽。所有试验小区的栽培条件（土壤类型、施肥、播栽期、生育阶段、株行距）一致，采用当地常规水肥管理。试验开始前及试验期间，除试验药剂外，未喷施其他具有杀细菌活性的杀菌剂。

1.2　示范试验地概况

大面积示范试验设在泗阳县张家圩镇小史集村（小区试验田所在地）和卢集镇迎湖村。其中，小史集村74.8 hm^2，涉及5个村民小组117户；迎湖村80.7 hm^2，涉及2个村民小组54户。2个示范点均以旱育秧人工移栽杂交稻为主，主要品种包括荃两优1606、玮两优8612、徽两优898、徽两优996等。常规水肥管理，试验开始前及试验期间，未喷施其他具有杀细菌活性的杀菌剂。

1.3　供试药剂

40%噻唑锌悬浮剂（商品名碧火）、40%春雷·噻唑锌悬浮剂（春雷霉素5%＋噻唑锌35%，商品名碧锐），浙江新农化工股份有限公司；3%噻霉酮微乳剂，安道麦辉丰（江苏）有限公司；5%噻霉酮悬浮剂，陕西西大华特科技实业有限公司。

1.4　试验设计

1.4.1　小区试验设计

根据4种药剂在生产上的推荐应用剂量，试验共设5个处理：40%噻唑锌悬浮剂750 mL/hm^2（制剂用量，下同）；40%春雷·噻唑锌悬浮剂900 mL/hm^2；3%噻霉酮微乳剂1 500 mL/hm^2；5%噻霉酮悬浮剂750 mL/hm^2；清水空白对照。每个处理3次重复，共计15个小区，每小区面积33.3 m^2，小区随机区组排列。用药时按试验设计用药量，2次稀释，用水量450 kg/hm^2。采用工农-16型喷雾器均匀喷雾，最大工作压力5 kg/cm^2，喷雾速度约700 mL/min。

1.4.2　示范试验设计

根据前期预实验情况，大面积示范试验选用浙江新农化工股份有限公司生产的40%噻唑锌悬浮剂，制剂用量为750 mL/hm^2，将药剂2次稀释，喷施药液量15 kg/hm^2。施药统一由泗阳县临河镇远航植保专业合作社利用无人机开展飞防，无人机型号为大疆T60，飞行高度3 m，速度7.5～8 m/s，行距6.5～7 m。在小史集村无人机施药示范田，选择与小区试验田栽培品种相同（徽两优996）、移栽时间和生长势基本一致，初始发病相对均一的田块（不小于0.2 hm^2），田块内随机设置3个不喷药对照小区（5 m×6 m，喷药时用塑料薄膜遮蔽）。在迎湖村无人机施药示范田，选择栽培管理与小史集村小区试验田基本一致，栽培品种为两系杂交水稻荃两优1606，初始发病相对均一的田块（不小于0.2 hm^2），同时在田块内随机设置3个不喷药对照小区（5 m×6 m，喷药时用塑料薄膜遮蔽）。

1.5　用药时间

1.5.1　小区试验用药时间

根据泗阳县水稻细菌性条斑病发生规律及田间踏查的病害具体发生情况，用药分2次进行。第1次用药在8月17日下午，水稻处于孕穗期，病害处于发生初期。当日平均气温为26.5℃，相对湿度为77.3%，风速为0.375 m/s，施药后24 h内无降水。第2次用药在8月21日，当日平均气温为26.1℃，相对湿度为79.7%，风速为0.508 m/s，施药后24 h内无降水。

1.5.2　无人机示范用药时间

小史集村示范田无人机飞防与小区试验同时用药，8月17—18日完成第1次施药，8月23日完成第2次施药；迎湖村示范田无人机飞防于8月19—20日完成第1次施药，8月24—25日完成第2次施药。施药期间无降雨和大风天气，施药后24 h内无降雨。

1.6　调查方法

小区试验调查方法：每个小区采用平行取样，定点调查100株水稻上部3张叶片的发病情况，并进行分级。

病叶分级标准：0级，叶片无病斑；1级，叶片仅有小且半透明水渍状病斑，占叶面积的1%以下；3级，叶片有零星、短而窄条病斑，占叶面积的1%～5%；5级，叶片病斑较多，占叶面积的6%～25%；7级：叶片病斑较密，占叶面积的26%～50%；9级，叶片病斑密布，占叶面积的51%以上，叶片变橙褐色、卷曲、枯死。

无人机施药示范田调查方法：在示范田块内随机选取3点，采用平行取样法，定点调查100株水稻上部3张叶片的发病情况，并进行分级。同时，采用平行取样法在每个空白对照小区内调查100株水稻上部3张叶片的发病情况，并进行分级。

第1次用药前调查发病基数，分别于第2次用药后7 d和14 d调查防效。

病情指数及防治效果分别采用公式(1)和公式(2)计算。

$$病情指数=\frac{\sum(各级病叶数\times相对级数值)}{调查总叶数\times9}\times100 \quad (1)$$

$$防治效果/\%=\left(1-\frac{空白对照区药前病情指数\times处理区药后病情指数}{空白对照区药后病情指数\times处理区药前病情指数}\right)\times100 \quad (2)$$

2　结果与分析

2.1　不同杀菌剂对水稻细菌性条斑病的小区试验防效

不同药剂处理对水稻细菌性条斑病的防效见表1。试验结果表明：40%噻唑锌悬浮剂750 mL/hm²处理对水稻细菌性条斑病的防效最高，末次药后7 d和14 d的防效分别为85.16%和85.27%，显著优于3%噻霉酮微乳剂1 500 mL/hm²和5%噻霉酮悬浮剂750 mL/hm²处理防效（$P<0.05$）。40%春雷·噻唑锌悬浮剂900 mL/hm²处理对水稻细菌性条斑病的防效分别为76.47%和78.65%，与40%噻唑锌悬浮剂750 mL/hm²处理相比，防效分别低8.69百分点和6.62百分点，但差异不显著。40%春雷·噻唑锌悬浮剂900 mL/hm²处理对水稻细菌性条斑病的防效高于3%噻霉酮微乳剂1 500 mL/hm²和5%噻霉酮悬浮剂750 mL/hm²处理，但差异不显著。

2.2　无人机飞防对水稻细菌性条斑病的防效

无人机飞防对水稻细菌性条斑病的防效见表2。40%噻唑锌悬浮剂750 mL/hm²飞防处理对水稻细菌性条斑病的防效为83.29%～86.61%。其中，末次施药后7 d和14 d，小史集村定点调查田块防效分别为85.54%和83.29%；迎湖村定点调查田块防效分别为86.61%和86.59%。2个村飞防示范田块，除极个别发病中心外，总体防控效果较好，与小区试验中人工喷雾防效基本一致。

表 1　不同药剂处理对水稻细菌性条斑病的小区试验防效

处理	药前病指	末次药后7 d		末次药后14 d	
		病指	防效/%	病指	防效/%
40%噻唑锌悬浮剂750 mL/hm²	2.79±0.50	4.64±0.51	85.16±2.83aA	7.04±0.68	85.27±4.80aA
40%春雷·噻唑锌悬浮剂900 mL/hm²	2.48±0.32	6.36±0.67	76.47±9.10abA	9.47±1.58	78.65±3.06abA
3%噻霉酮微乳剂1 500 mL/hm²	2.44±0.57	7.50±0.50	72.21±6.01bA	11.80±0.99	72.28±4.95bA
5%噻霉酮悬浮剂750 mL/hm²	2.75±0.56	9.37±0.76	69.51±5.23bA	13.48±2.82	72.36±4.80bA
清水对照	2.64±0.41	30.00±1.73		47.00±1.09	

注：防效栏中不同大、小写字母分别表示$P<0.01$和$P<0.05$时差异显著。

表 2　无人机飞防对水稻细菌性条斑病的防效

示范点	处理	药前病指	末次施药后7 d		末次施药后14 d	
			药后病指	防效/%	药后病指	防效/%
小史集村	40%噻唑锌悬浮剂 750 mL/hm²	2.59±0.35	4.43±0.29	85.54±1.55	6.98±0.51	83.29±1.55
	空白对照	2.72±0.17	32.37±1.33		44.15±2.74	
迎湖村	40%噻唑锌悬浮剂 750 mL/hm²	2.82±0.29	4.83±0.44	86.61±0.84	6.67±0.44	86.59±1.85
	空白对照	2.50±0.15	32.03±1.50		44.44±1.89	

3　结论与讨论

本研究比较了在常规喷雾条件下4种生产上大量使用的杀菌剂对水稻细菌性条斑病的防控效果。从试验结果看，所有试验药剂对水稻细菌性条斑病均表现出一定的防治效果，且安全性较好，特别是40%噻唑锌悬浮剂750 mL/hm²，其常规喷雾的防效在85%以上，优于40%春雷·噻唑锌悬浮剂的防效。主要原因可能是噻唑锌难溶于水和大多数有机溶剂，而40%噻唑锌悬浮剂为纳米级农药，喷雾时具有更好的分散性和渗透性。

试验中小区试验田位于整块大田的边缘，最外侧田埂是农户农事操作的主要路径，第1次用药时，田间只是零星发生，靠近田埂的保护行发病较早且较重；至第2次用药时，经多次人为传播，靠近田埂的2行保护行叶片病害发生更重，甚至枯死。这也证明，频繁接触水稻的农事活动促进了病害的传播，加重了危害[3]。利用植保无人机施药可以避免人员下田，减少因农事操作导致的病害传播和危害加重，且作业效率高、施药成本低[4-5]。40%噻唑锌悬浮剂是一种适用于无人机飞防作业的高效纳米级杀菌剂。2024年，该药剂首次试用无人机进行大面积飞防施药，因飞防施用药液浓度是常规喷雾药液浓度的20～30倍，操作不当易发生药害。因此，在大面积示范推广用药前，选用40%噻唑锌悬浮剂登记的最低推荐剂量750 g/hm²（登记剂量750～1 125 g/hm²），在发病较早的卢集镇范家湖村进行了预实验，田间未发生药害且防效良好。基于前期无人机飞防试验参数，采用750 mL/hm²的剂量，将药剂经2次稀释，喷施药液量15 kg/hm²，连续施药2次，2个示范点的防效为83.29%～86.61%，与常规喷雾施药的防治效果基本一致。大面积无人机飞防示范试验结果表明，40%噻唑锌悬浮剂750 mL/hm²防效稳定，安全性好，仅少数发病较早的发病中心叶片呈红褐色，2次用药后病害基本停止发展。

经小区常规喷雾试验和大面积无人机飞防示范试验证实，40%噻唑锌悬浮剂（碧火）适用于无人机飞防施药。本试验明确了无人机施药技术参数，对水稻细菌性条斑病的飞防具有重要借鉴作用。此外，水稻细菌性条斑病等作物细菌性病害防控的关键是发病早期用药。无论采用何种药剂及施药方式防治水稻细菌性条斑病，都要把握好用药时间，必须在发病初期用药，尤其需要做好对发病中心的喷药防治工作。此外，根据天气状况和病情发展及时进行2次用药，以取得良好的防治效果。

参考文献

[1] 张荣胜, 陈志谊, 刘永锋. 水稻细菌性条斑病研究进展[J]. 江苏农业科学, 2014, 30(4): 901-908.
[2] 白志坤, 陈兵, 高山, 等. 农用无人机施药技术应用研究现状[J]. 中国农机化学报, 2024, 45 (9): 54-61.
[3] 徐树林, 杨国兆, 张绍国. 泗阳县水稻细菌性条斑病防控工作总结与思考[J]. 现代农业科技, 2016(4): 140-141.
[4] 徐广春, 徐鹿, 石伟山, 等. 植保无人机施药防治水稻病虫害德研究进展[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(7): 1-7.
[5] 吴彩玲. 无人机和电动喷雾器防治水稻细菌性条斑病效果的比较研究[J]. 农业开发与装备, 2019(3):103-104.

（编辑：顾林玲）

（上接第 84 页）

的体积比复配具有相加作用。

4　结论

通过生长速率法测定了氰烯菌酯与咯菌腈、氰烯菌酯与噻菌灵、氰烯菌酯与戊唑醇的混剂对尖孢镰刀菌草莓专化型的毒力，明确了上述复配对尖孢镰刀菌草莓专化型具有增效或相加作用。因此，可通过氰烯菌酯与咯菌腈、噻菌灵、戊唑醇复配或混用，阻止或延缓尖孢镰刀菌对氰烯菌酯与咯菌腈、噻菌灵、戊唑醇抗药性的发生与发展，但实际效果尚需进行田间验证。

参考文献

[1] 伊海静, 陈艳, 刘正坪, 等. 草莓枯萎病菌的分离鉴定及防治药剂筛选[J]. 西北农业学报, 2016, 25(4): 626-635.
[2] 吉沐祥, 杨敬辉, 吴祥, 等. 大棚草莓主要病害发生规律与绿色防控措施[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(10): 114-117.
[3] 糜林, 杨金辉, 霍恒志, 等. 土壤高温还原消毒法克服草莓黄萎病试验[J]. 江苏农业科学, 2010(5): 179-180.
[4] 彭钦, 苗建强, 刘西莉. 重要内吸性杀菌剂的作用靶标及其登记应用和抗药性现状[J]. 现代农药, 2024, 23(2): 1-12.
[5] 王栓, 陈金鹏, 付刘元, 等. 4种杀菌剂及其复配剂对禾谷镰孢菌的毒力影响[J]. 现代农药, 2021, 20(5): 51-55.
[6] 中华人民共和国农业部. 农药室内生物测定试验准则 杀菌剂 第2部分：抑制病原真菌菌丝生长试验 平皿法: NY/T 1156.2—2006[S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
[7] 中华人民共和国农业部. 农药室内生物测定试验准则 杀菌剂 第6部分：混配的联合作用测定: NY/T 1156.6—2006[S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.

（编辑：顾林玲）