



王勇,曹小俊,张佩,等.几种杀菌剂对小麦赤霉病的无人机防治效果[J].黑龙江农业科学,2020(4):61-63,64.

# 几种杀菌剂对小麦赤霉病的无人机防治效果

王 勇,曹小俊,张 佩,吴永峰,李云飞,刘晓成,陆立超,王根林

(光明食品集团上海农场有限公司 川东种植事业部,江苏 盐城 224100)

**摘要:**为筛选适合小麦赤霉病飞防的杀菌剂,应用 P30 植保无人机就 30%丙硫菌唑可分散油悬浮剂、40%丙硫菌唑·戊唑醇(20%丙硫菌唑+20%戊唑醇)悬浮剂、480 g·mL<sup>-1</sup>氰烯·戊唑醇(360 g·mL<sup>-1</sup>氰烯菌酯+120 g·mL<sup>-1</sup>戊唑醇)悬浮剂、40%戊唑·咪鲜胺(13.3%戊唑醇+26.7%咪鲜胺)水乳剂、25%氰烯菌酯悬浮剂、430 g·mL<sup>-1</sup>戊唑醇悬浮剂对小麦赤霉病的飞防效果进行了研究。结果表明:25%氰烯菌酯 SC 有效成分用量 375 g·hm<sup>-2</sup>+430 g·mL<sup>-1</sup>戊唑醇 SC 有效成分用量 129 g·hm<sup>-2</sup>和 40%丙硫菌唑·戊唑醇 SC 有效成分用量 240 g·hm<sup>-2</sup>在扬麦 23 和扬麦 15 上病穗防效分别为 70.06%和 77.38%,复配剂对防治小麦赤霉病具有协同相加作用。从性价比考虑,40%丙硫菌唑·戊唑醇 SC 和 480 g·mL<sup>-1</sup>氰烯·戊唑醇 SC 复配剂具有相对较高的性价比。

**关键词:**小麦;赤霉病;无人机;丙硫菌唑;氰烯菌酯

赤霉病是小麦的重要病害之一,一般发生年份可以造成小麦产量损失 10%~30%,重发年份可达 70%~80%,甚至绝收<sup>[1]</sup>。2010 年以来,赤霉病在我国大流行频率明显增加,呈现北扩西移的趋势<sup>[2]</sup>。2012 年该病害重发,造成小麦产量损失超过 200 万 t<sup>[3]</sup>。2018 年小麦赤霉病再次大暴发,发病面积达到 567.21 万 hm<sup>2</sup>,占小麦播种面积的 37.5%<sup>[4]</sup>。江苏省 2012 年、2016 年、2018 年小麦赤霉病发生面积分别为 169.01 万,131.41 万和 94.29 万 hm<sup>2</sup>,发生面积分别占播种面积的 71.78%、54.86%和 43.75%,平均病穗率分别为 10.8%、6.3%和 2.1%<sup>[5-6]</sup>。小麦赤霉病不仅影响小麦产量,其产生的脱氧雪腐镰刀菌烯醇(Deoxynivalenol, DON)和玉米赤霉烯酮(Zearalenone, ZEA)等毒素还严重影响小麦品质和人畜健康<sup>[3]</sup>。

光明食品集团上海农场有限公司川东种植事业部地处江苏省盐城市大丰区境内,以稻麦轮作为主,常年小麦种植面积 1 600 hm<sup>2</sup>。最近几年农场使用多·酮、氰烯菌酯、咪鲜胺酮盐小麦防治赤霉病,赤霉病菌抗药性逐年上升,药剂用量呈增加趋势<sup>[7-8]</sup>,与“双减”要求不相符。用小型无人机喷药防治病虫害(简称“飞防”)(Unmanned aerial vehicle, UAV)具有施药效率高、节水省药等优点,因此,飞防在病虫害防治中的使用越来越受到

重视。为进一步推进飞防在植物病虫害防控中的应用,本研究选择丙硫菌唑、氰烯菌酯、咪鲜胺、戊唑醇等几种用药量较少、作用机理有所区别的药剂进行飞防药效试验,以筛选出适用于飞防的高效药剂。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试小麦:扬麦 15(感赤霉病)和扬麦 23(中感赤霉病)。江苏省里下河地区农科所生产。小麦 2018 年 11 月 14 日播种,田间常规管理。

供试药剂:30%丙硫菌唑可分散油悬浮剂,安徽久易农业股份有限公司生产,市售;40%丙硫菌唑·戊唑醇(20%丙硫菌唑;20%戊唑醇)悬浮剂,溧阳中南化工有限公司生产,市售;480 g·L<sup>-1</sup>氰烯·戊唑醇(360 g·L<sup>-1</sup>氰烯菌酯、120 g·L<sup>-1</sup>戊唑醇)悬浮剂,江苏省农药研究所股份有限公司生产,市售;40%戊唑·咪鲜胺(13.3%戊唑醇、26.7%咪鲜胺)水乳剂,深圳诺普信农化股份有限公司生产,市售;25%氰烯菌酯悬浮剂,江苏省农药研究所股份有限公司生产,市售;430 g·L<sup>-1</sup>戊唑醇悬浮剂,江苏丰山集团股份有限公司生产,市售。

### 1.2 试验基本情况

试验在光明食品集团上海农场有限公司川东种植事业部 9 生产队 2 号田进行,土壤肥力中等,土壤为砂性壤土。前茬作物为水稻。无人机 P30 飞行参数:飞行高度距离小麦冠层叶 1.5 m,飞行速度 4.0~5.0 m·s<sup>-1</sup>,喷幅 3.5 m,药液用量

收稿日期:2019-11-07

第一作者:王勇(1982-),男,硕士,农艺师,从事农作物病虫害测报和防治工作。E-mail:503473984@qq.com。

1 000 mL·667 m<sup>2</sup>。施药时气象条件:第一遍赤霉病防治时间为2019年4月20日下午,阴,东到东南风4级,气温13~24℃;15:30施药结束,21:00下雨,4月21日、22日下雨,4月23日上午毛毛雨,下午雨渐止,4月24日阴,4月25日阴;第二遍赤霉病防治时间为2019年4月26日下午,阴,偏北风5到6级,阵风7级,气温7~14℃,上午下雨1 min,夜间下雨,4月27日晴,夜间下雨,4月28日小雨转阴。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验共设6个处理:①30%丙硫菌唑可分散油悬浮剂有效成分用量202.5 g·hm<sup>-2</sup>;②40%丙硫菌唑·戊唑醇悬浮剂有效成分用量240 g·hm<sup>-2</sup>;③40%戊唑·咪鲜胺水乳剂有效成分用量240 g·hm<sup>-2</sup>;④25%氰烯菌酯悬浮剂有效成分用量375 g·hm<sup>-2</sup>+430 g·L<sup>-1</sup>戊唑醇悬浮剂有效成分用量129 g·hm<sup>-2</sup>;⑤480 g·L<sup>-1</sup>氰烯·戊唑醇悬浮剂有效成分用量360 g·hm<sup>-2</sup>;⑥清水对照(CK)。

试验分两次处理。2019年4月20日,第一遍赤霉病防治在小麦齐穗期用植保无人机P30进行施药,每个药剂中均加低容量喷洒专用助剂150 mL·hm<sup>-2</sup>;第二遍用药4月26日进行,统一喷施40%戊唑·咪鲜胺水乳剂有效成分用量240 g·hm<sup>-2</sup>,此时小麦处于扬花盛期。

1.3.2 测定项目及方法 施药后在赤霉病症状稳定后调查,每个小区5点取样,每点连续调查100株小麦计算病穗率、病情指数和防效。

病穗分级标准:

0级:全穗无病;

1级:枯穗面积占全穗面积的1/4以下;

2级:枯穗面积占全穗面积的1/4~1/2;

3级:枯穗面积占全穗面积的1/2~3/4;

4级:枯穗面积占全穗面积的3/4以上。

病穗率(%)=发病穗数/调查总穗数×100

病情指数=Σ(各级病穗数×相对级数值)/调查总穗数×4×100

病穗率防效(%)=(对照区病穗数-处理区病穗数/对照区病穗数)×100

病情指数防效(%)=(对照区病情指数-处理区病情指数/对照区病情指数)×100

小麦产量调查:小麦收获前,每小区随机取5点,每点取1 m<sup>2</sup>的全部麦穗,脱粒称重,折算单位面积产量。

小麦千粒重调查:每个小区随机取1 000粒小麦,称重。重复3次。

1.3.3 数据分析 试验数据采用SPSS 22.0软件处理,应用Duncan新复极差法进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同药剂处理对小麦赤霉病的防控作用

由表1可知,处理④25%氰烯菌酯悬浮剂有效成分用量375 g·hm<sup>-2</sup>+430 g·L<sup>-1</sup>戊唑醇悬浮剂用效成分用量129 g·hm<sup>-2</sup>和处理②40%丙硫菌唑·戊唑醇悬浮剂有效成分用量240 g·hm<sup>-2</sup>对扬麦23小麦赤霉病的病穗防效达70.06%,显著高于供试的其他药剂;处理⑤480 g·L<sup>-1</sup>氰烯·戊唑醇悬浮剂有效成分用量360 g·hm<sup>-2</sup>的病穗防效也将近60%。从表1还可以发现,处理①30%丙硫菌唑可分散油悬浮剂有效成分用量202.5 g·hm<sup>-2</sup>和处理③40%戊唑·咪鲜胺水乳剂有效成分用量240 g·hm<sup>-2</sup>对扬麦23小麦赤霉病防效相对较差,其中40%戊唑·咪鲜胺水乳剂有效成分用量240 g·hm<sup>-2</sup>的病穗防效仅有10.18%。

表 1 不同药剂飞防对小麦赤霉病的防治效果

Table 1 Control effect of UAV with different fungicides on wheat scab

处理 Treatments	扬麦 23 Yangmai 23				扬麦 15 Yangmai 15			
	病穗率	病穗防效	病情指数	防效	病穗率	病穗防效	病情指数	防效
	Disease	Disease spike	Disease	Control	Disease	Disease spike	Disease	Control
	spike rate/%	control effect/%	index	effect/%	spike rate/%	control effect/%	index	effect/%
①	1.00	40.12 a	0.42	-13.51 b	1.00	54.75 b	0.46	58.18 b
②	0.50	70.06 a	0.25	32.43 a	0.50	77.38 a	0.21	80.91 a
③	1.50	10.18 b	0.54	-45.95 b	1.00	54.75 b	0.38	65.45 b
④	0.50	70.06 a	0.13	64.87 a	0.50	77.38 a	0.21	80.91 a
⑤	0.67	59.88 a	0.17	54.05 a	1.00	54.75 b	0.33	70.00 ab
⑥(CK)	1.67		0.37		2.21		1.10	

从病指防效来看,处理④25%氰烯菌酯悬浮剂有效成分用量 $375\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}+430\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 戊唑醇悬浮剂有效成分用量 $129\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 对扬麦 23 小麦赤霉病的病指防效最高,达 64.87%,显著高于处理①和③;而处理①30%丙硫菌唑可分散油悬浮剂有效成分用量 $202.5\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和处理③40%戊唑·咪鲜胺水乳剂有效成分用量 $240\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理对扬麦 23 小麦赤霉病的防治效果相对较差,其中处理③40%戊唑·咪鲜胺水乳剂有效成分用量 $240\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的病指防效为-45.95%。

从表 1 还可以看出,几种药剂处理对扬麦 15 小麦赤霉病的防控也有类似的作用效果。处理④25%氰烯菌酯悬浮剂有效成分用量 $375\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}+430\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 戊唑醇悬浮剂有效成分用量 $129\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和处理②40%丙硫菌唑·戊唑醇悬浮剂有效成分用量 $240\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 对小麦赤霉病的病穗防效最高,病穗防效和病指防效分别达 77.38%和 80.91%,与其他几个药剂处理差异显著。

2.2 不同药剂处理的防治成本

不同药剂的防治成本存在一定的差异,由表 2 可知,30%丙硫菌唑 OD $202.5\text{ g ai}\cdot\text{hm}^{-2}$ 成本最高,为 $14.85\text{ 元}\cdot 667\text{ m}^{-2}$ ,40%戊唑·咪鲜胺 EW $240\text{ g ai}\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理成本最低,为 $6.40\text{ 元}\cdot 667\text{ m}^{-2}$ 。

表 2 不同药剂飞防对小麦成本  
Table 2 Cost of UAV control of wheat with different fungicides

处理 Treatments	成本 Cost/ (yuan · 667 m <sup>2</sup> )
①30%丙硫菌唑 OD 有效成分用量 $202.5\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$	14.85
②40%丙硫菌唑·戊唑醇 SC 有效成分用量 $240\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$	12.00
③40%戊唑·咪鲜胺 EW 有效成分用量 $240\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$	6.40
④25%氰烯菌酯 SC 有效成分用量 $375\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}+430\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 戊唑醇 SC 有效成分用量 $129\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$	10.92
⑤480 g·L <sup>-1</sup> 氰烯·戊唑醇 SC 有效成分用量 $360\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$	9.50
⑥(CK)	0

3 结论与讨论

农用植保无人机飞防垂直起降,解决了流转、改制条田沟、河较多,容易造成拖拉机趴窝的问题,提高了工作效率。飞防单位面积药液喷量小,减少用水量,采用下压风场有助于农药穿透、覆盖作物叶片正反面及根部、有效提高农药利用率。但其受自然环境影响较大,风力大于 3 级,易造成药液漂移。上海市川东农场地处盐城大丰,盐城属于典型的季风气候,年平均风速普遍大于 $3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,海岸线附近大于 $4\sim 53\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。经沿海测

风塔测定,东台沿海 70 m 高平均风速为 $8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,当海岸年平均风速满足 $5.5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,距离海岸线 7.7 km 左右内的陆风速度仍然可以达到 $5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上<sup>[9]</sup>,说明沿海地区季风气候会对飞防效果造成影响。飞防采用超微量喷雾,为防止药液蒸发,需避开高温,一般选择 9:00 以前、15:00 以后作业,光明食品集团上海农场有限公司川东种植事业部田边有树木、田间有电线杆等障碍物,夜间作业易造成飞机损坏,影响飞防的作业时间,从而影响飞防作业效率,如打开飞防避障功能,则留白面积大,人工补治压力大。有研究发现,目前飞防对作物喷洒的雾流量最多下穿 0.8 m,玉米、高粱、果树等高棵作物下层着药不好,影响防治效果,飞防对稻飞虱、螟虫、纹枯病等基部病虫害防效不够理想,对叶部害虫稻纵卷叶螟防效较好<sup>[10-12]</sup>。本次飞防试验用于防治小麦赤霉病,属于穗部病害,是否适用于植株基部病虫害防治,还有待于进一步研究。

丙硫菌唑、氰烯菌酯与戊唑醇复配,与单纯使用丙硫菌唑和氰烯菌酯单剂相比,在扬麦 23 和扬麦 15 两个小麦品种赤霉病防治上表现出增效作用,这与刁亚梅、马亚芳等研究结果相一致。刁亚梅等研究表明,氰烯菌酯与戊唑醇复配后具有协同相加或增效作用,马亚芳等研究表明,氰烯菌酯与戊唑醇和已唑醇复配的防效均优于各单剂的防效<sup>[13-15]</sup>。陈雨等<sup>[16]</sup>研究表明,氰烯菌酯作用位点单一,选择性强,存在一定抗性风险。戊唑醇对小麦白粉病、纹枯病、颖枯等病害也具有较好的防效,对小麦生长具有部分调节增产作用。建议生产上使用复配剂,并交替用药,延缓赤霉病抗药性产生。

参考文献:

[1] 中国农业科学院植物保护研究所,中国植物保护学会. 中国农作物病虫害[M]. 2 版. 北京:中国农业出版社,1995.  
[2] 程顺和,张勇,别同德,等. 中国小麦赤霉病的危害及抗性遗传改良[J]. 江苏农业学报,2012,28(5):938-942.  
[3] 胡小平. 中国小麦赤霉病[M]. 杨凌:西北农林科技大学出版社,2017.  
[4] 黄冲,姜玉英,吴佳文,等. 2018 年我国小麦赤霉病重发特点及原因分析[J]. 植物保护,2019,45(2):160-163.  
[5] 陈云,王建强,杨荣明,等. 小麦赤霉病发生危害形势及防控对策[J]. 植物保护,2017,43(5):11-17.  
[6] 曾娟,姜玉英. 2012 年我国小麦赤霉病暴发原因分析及持续监控与治理对策[J]. 中国植保导刊,2013,33(4):38-41.  
[7] 李恒奎. 氰烯菌酯新型杀菌剂对禾谷镰孢菌(*Fusarium graminearum*)的生物活性及其抗药性风险评估[D]. 南京:南京农业大学,2006.  
[8] 王同岁. 30%丙硫菌唑可分散油悬浮剂防治小麦赤霉病田间药效试验[J]. 安徽农学通报,2018,24(20)82-85.  
[9] 凌申. 盐城市沿海风能资源评价[J]. 盐城师范学院学报(人文社会科学版),2014(4):11-15.

(下转第 66 页)

验[J]. 长江蔬菜, 2009(18):79-80.

- [2] 张保民. 不同药剂防治甜瓜霜霉病药效试验研究[J]. 现代农业科技, 2018(12):114-116.
- [3] 杜志强, 王迪, 徐慧春. 甜瓜霜霉病的发生规律与防治研究进展. 黑龙江农业科学, 2019(10):152-155.
- [4] 任毓忠, 翁晓梅, 李国英. 10 种药剂防治甜瓜霜霉病效果试

验[J]. 石河子大学学报, 2004(10):101-103.

- [5] 张身嗣. 设施‘羊角酥’类型甜瓜霜霉病发生规律及其综合防治[J]. 中国瓜菜, 2017, 12(4):34-36.
- [6] 贺玉花, 徐永阳, 徐志红. 甜瓜霜霉病抗性研究进展[J]. 果树学报, 2014, 2(4):324-334.

## Study on the Field Control Effect of Different Medicaments on Melon Downy Mildew

GAO Yue, LIU Xiu-jie, LIU Ji-xiu

(Qiqihar Horticulture Research Institute, Qiqihar 161000, China)

**Abstract:** In order to screen out the medicament with better control effect on melon downy mildew, field control and literature analysis methods were used to study the field control effect of different medicament against melon downy mildew. The results showed that: 68.75% Yinfali suspending agent + 68% refined nail cream•Manganese zinc water dispersant 600 times solution, 68.75% Yinfali suspending agent 600 times solution, 68.75% Yinfali suspending agent+manganese zinc agent 600-800 times solution has a good control effect against downy mildew. 68.75% Yinfali suspending agent+68% refined nail cream•Manganese zinc water dispersant was better than single use. It is recommended to use it alternately in production.

**Keywords:** melon downy mildew; chemical control; control effect; disease index

(上接第 66 页)

- [10] 丁征宇, 赵宗林, 张莉, 等. 洛阳市农用植保无人机飞防服务现状及发展对策[J]. 农业工程技术, 2016(9):70.
- [11] 马小艳, 王治国, 姜伟丽, 等. 无人机飞防技术现状及在我国棉田应用前景分析[J]. 中国棉花, 2016, 43(6):7-11.
- [12] 赵敏, 张国忠, 李荣, 等. 稻田无人植保飞机施药对主要病虫害防效试验[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(12):1996-1997.
- [13] 刁亚梅, 周明国, 王建新, 等. 48%氰烯菌酯•戊唑醇悬浮剂

防治小麦赤霉病的开发[J]. 农药, 2012(5):375-376.

- [14] 王绍敏, 陈春利, 束靖. 两种杀菌剂对小麦生长调节的效应及产量的影响[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(3):466-471.
- [15] 马亚芳, 施娟娟, 倪龙博, 等. 防治小麦赤霉病的药剂筛选[J]. 现代农药, 2015, 14(1):40-43.
- [16] 陈雨, 张文芝, 周明国. 氰烯菌酯对禾谷镰孢菌分生孢子萌发及菌丝生长的影响[J]. 农药学报, 2007, 9(3):235-239.

## Control Effects of Several Fungicides on Wheat Scab by Unmanned Aerial Vehicle

WANG Yong, CAO Xiao-jun, ZHANG Pei, WU Yong-feng, LI Yun-fei, LIU Xiao-cheng, LU Li-chao, WANG Gen-lin

(Chuandong Planting Business Department in Shanghai Farm Limited Company of Bright Food Group, Yancheng 224100, China)

**Abstract:** In order to screen fungicides suitable for flight control of wheat scab by P30 UAV(unmanned aerial vehicle), the control efficiencies were compared between 30% prothioconazole dispersible oil suspension, 40% prothioconazole•tebuconazole(20% prothioconazole+20% tebuconazole) suspension, 480 g•mL<sup>-1</sup> phenamacril•tebuconazole(360 g•mL<sup>-1</sup> phenamacril+120 g•mL<sup>-1</sup> tebuconazole) suspension, 40% tebuconazole•prochloraz(13.3% tebuconazole+26.7% prochloraz) water emulsion, 25% phenamacril suspension, 430 g•mL<sup>-1</sup> tebuconazole suspension. The results showed that the top two control efficiency of 25% phenamacril SC 375 g•hm<sup>-2</sup> + 430 g•mL<sup>-1</sup> tebuconazole SC 129 g•hm<sup>-2</sup> and 40% prothioconazole•tebuconazole SC 240 g•hm<sup>-2</sup> on both Yangmai 23 and Yangmai 15 were 70.06% and 77.38%, respectively. The compound agent had synergistic additive effect on controlling wheat scab. Considering the cost performance, using 40% prothioconazole•tebuconazole SC together with 480 g•mL<sup>-1</sup> phenamacril•tebuconazole SC had higher performance price ratio.

**Keywords:** wheat; scab; unmanned aerial vehicle; prothioconazole; cyanolide