

◆ 药效与应用 ◆

不同杀菌剂对谷子锈病的田间防效评价

董 扬, 闫 锋, 赵富阳, 侯晓敏, 李清泉

(黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院, 黑龙江齐齐哈尔 161006)

摘要:为明确常用杀菌剂对谷子锈病的防治效果,采用田间小区试验方法,测定了6种杀菌剂对谷子锈病的田间防治效果,明确其对谷子的安全性。结果表明,6种供试药剂对谷子锈病均具有一定的防治效果,其中25%啁菌酯悬浮剂和43%戊唑醇悬浮剂对谷子锈病具有良好的防治效果。进一步试验表明,25%啁菌酯悬浮剂800 g/hm²对谷子锈病的防治效果最好,在85%以上,且产量最高;25%啁菌酯悬浮剂1 200 g/hm²、43%戊唑醇悬浮剂200 g/hm²的防治效果次之。该研究可为黑龙江地区谷子锈病防治提供一定的参考依据。

关键词:谷子锈病;杀菌剂;防治效果;田间试验

中图分类号:S 435.15 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1671-5284.2025.03.014

Field efficacy evaluation of different fungicides against foxtail millet rust

DONG Yang, YAN Feng, ZHAO Fuyang, HOU Xiaomin, LI Qingquan

(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heilongjiang Qiqihar 161006, China)

Abstract: In order to clarify the control effects of common fungicides on foxtail millet rust, and their safety to foxtail millet, field trials were carried out. The results showed that the six fungicides all had certain control effects on foxtail millet rust, among them, azoxystrobin 25% SC and tebuconazole 43% SC had excellent control effects. The further trials showed that the control effect of azoxystrobin 25% SC was over 85%, and the yield was the highest, at the dosage of 800 g/hm². Azoxystrobin 25% SC 1 200 g/hm² and tebuconazole 43% SC 200 g/hm² had good control effects on foxtail millet rust. This study could provide some references for the control of foxtail millet rust in Heilongjiang Province.

Key words: foxtail millet rust; fungicide; control effect; field trial

中国是谷子的唯一起源地,谷子不但耐旱、耐瘠薄,而且适应性特别强,北起黑龙江,南至海南均可种植^[1-2]。谷子也是旱作农业中的代表性粮食作物,随着人们生活水平的提升,谷子因其丰富的营养和较好的适口性,其产业迎来了发展的大好时机,栽培规模逐渐扩大^[3-4]。谷子生产中,粟单胞锈菌(*Uromyces setariae-italicae* Yoshino)引发谷子锈病,并随气流传播。谷子锈病主要为害叶片和叶鞘,叶片被锈菌侵染后正、反面产生红褐色疱斑,并形成圆形或椭圆形孢子堆^[5]。病菌的冬孢子和夏孢子在杂草上越冬,在高温高湿的气候条件下,极易

造成谷子锈病大发生,轻者减产20%,重者减产40%左右,严重威胁谷子生产^[6-7]。

近年来,黑龙江省谷子产区由于主栽品种退化,抗性变差,生产上管理粗放,导致谷子锈病发生为害逐年加重。在国家调整种植业结构,大力发展谷子生产的新背景下,科学有效的谷子锈病化学防控技术需求极为迫切^[8]。鉴于此,为明确常用杀菌剂对谷子生长的安全性及对谷子锈病的防治效果,2022—2023年选用6种常用杀菌剂开展田间小区试验,筛选出防治谷子锈病的优选杀菌剂,并明确其使用剂量,为谷子锈病防治提供科学依据。

收稿日期:2024-08-16

基金项目:国家现代农业产业技术体系资助(CARS-06-14.5-B21);齐齐哈尔市科技计划重点攻关项目(ZDGG-2022011)

作者简介:董扬(1982—),女,河北唐山人,硕士,副研究员,从事杂粮作物遗传育种及栽培方面研究。E-mail: dongyang0717@126.com

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试谷子品种:嫩选18,登记编号GDP谷子(2023)230024。

供试药剂:25%嘧菌酯悬浮剂,山东邹平农药有限公司;43%戊唑醇悬浮剂,上海悦联化工有限公司;15%三唑酮可湿性粉剂,四川国光农化股份有限公司;40%苯醚甲环唑悬浮剂,济南泰禾化工有限公司;12%萎锈灵可湿性粉剂,陕西恒田生物农业有限公司;80%代森锰锌可湿性粉剂,瑞士先正达作物保护有限公司。

供试菌种:接种的鉴定为锈病的菌株2021年8月采自齐齐哈尔市富拉尔基区、甘南县、龙江县、依安县,刮取新鲜夏孢子,置于玻璃试管中在4℃冰箱保存备用。

1.2 试验设计

1.2.1 锈病接种方法

将采自不同地区的干孢子粉等量均匀混合后用蒸馏水配制成接种菌液(10^5 个孢子/mL),用小喷壶对叶面进行喷雾接种,以打湿叶面不滴水为宜。

1.2.2 不同药剂田间防效试验

谷子于2022年5月10日播种,7月10日进行锈病喷雾接种(拔节末期)。接种处理前调查发现,田间各小区均无锈病发生。试验设7个处理:25%嘧菌酯悬浮剂1 200 g/hm²(制剂用量,下同)、43%戊唑醇悬浮剂300 g/hm²、15%三唑酮可湿性粉剂1 200 g/hm²、40%苯醚甲环唑悬浮剂300 g/hm²、12%萎锈灵可湿性粉剂1 800 g/hm²、80%代森锰锌可湿性粉剂2 000 g/hm²,以清水喷雾为对照(CK)。试验随机区组排列,3次重复,小区面积20.8 m²(4 m×5.2 m)。发病初期(7月17日)第1次喷雾防治,7 d后(7月24日)第2次喷雾防治。

1.2.3 优选药剂不同剂量防效试验

谷子于2023年5月9日播种,7月15日进行锈病喷雾接种(拔节末期)。接种处理前调查发现,田间各小区均无锈病发生。试验设7个处理:25%嘧菌酯悬浮剂800、1 200、1 600 g/hm²;43%戊唑醇悬浮剂200、300、400 g/hm²;另设清水喷雾作对照(CK)。每处理3次重复,小区面积15.6 m²(4 m×3.9 m),随机区组排列。发病初期(7月21日)第1次喷雾防治,7 d后(7月28日)第2次喷雾防治。

1.2.4 产量性状调查

谷子成熟期(2023年9月19日),每小区随机调

查20株谷子,调查项目包括穗长、穗粒重、千粒重等。钢板尺测量穗长,千分之一天平测量穗粒重、千粒重,产量为收获后小区实产。

1.3 调查项目及方法

1.3.1 药剂安全性调查

第2次施药后7 d(2022年7月31日),目测观察各药剂处理是否对谷子产生黄化、枯斑、畸形、死苗等药害症状^[9]。

1.3.2 药剂防治效果调查

第2次药后10、20 d调查防效,每小区中间4行采用“S”取样法调查5点,每点取10株。调查每株谷子的全部叶片,统计各级病叶数,计算各处理病情指数与防治效果。谷子锈病严重度分级参照《谷子抗病虫害鉴定技术规程》,分为0~9级^[10]。

$$\text{病情指数} = \frac{\sum (\text{各级病叶数} \times \text{相对级值})}{\text{调查总叶数} \times 9} \times 100$$

$$\text{防治效果}/\% = \frac{\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}}{\text{对照病情指数}} \times 100$$

1.4 数据统计分析

采用Excel 2007和SPSS 26软件整理数据,并进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同药剂对谷子的安全性

各处理小区谷子植株生长均正常,且生育期与对照无差异。表明供试药剂在试验剂量(各药剂推荐剂量)下对谷子相对安全。

2.2 不同药剂对谷子锈病的防治效果

各药剂处理的病情指数及防治效果见表1。由表1可知,末次药后10 d,各药剂处理的防效在54.5%~85.1%;防治效果排序为:25%嘧菌酯悬浮剂>43%戊唑醇悬浮剂>40%苯醚甲环唑悬浮剂>12%萎锈灵可湿性粉剂>15%三唑酮可湿性粉剂>80%代森锰锌可湿性粉剂;25%嘧菌酯悬浮剂的防治效果最好(85.1%),43%戊唑醇悬浮剂的防治效果次之(83.8%),两者显著高于其他药剂处理。末次药后20 d,各药剂处理的防治效果在47.2%~81.4%;防治效果排序为:25%嘧菌酯悬浮剂>43%戊唑醇悬浮剂>40%苯醚甲环唑悬浮剂>15%三唑酮可湿性粉剂>12%萎锈灵可湿性粉剂>80%代森锰锌可湿性粉剂;25%嘧菌酯悬浮剂的防治效果最好(81.4%),43%戊唑醇悬浮剂的防治效果次之(80.5%)。总体而言,施药后随着时间推移,各处理的防治效果均呈逐渐下降的趋势,但下降幅度不大。

表 1 不同药剂推荐剂量处理对谷子锈病的田间防效

药剂	制剂用量/(g/hm ²)	末次药后10 d		末次药后20 d	
		病情指数	防治效果/%	病情指数	防治效果/%
25%噁菌酯SC	1 200	3.5	85.1±1.6a	8.4	81.4±2.0a
43%戊唑醇SC	300	3.8	83.8±2.6a	8.8	80.5±2.6a
15%三唑酮WP	1 200	7.3	68.9±0.5c	15.5	65.6±1.7c
40%苯醚甲环唑SC	300	5.9	74.9±1.0b	12.9	71.4±1.9b
12%萎锈灵WP	1 800	7.1	69.8±0.8c	15.7	65.2±1.3c
80%代森锰锌WP	2 000	10.7	54.5±0.6d	23.8	47.2±0.8d
CK		23.5		45.1	

注：表中数据为3次重复平均值，同列数据中不同字母表示处理间差异显著（*p*<0.05）。下表同。

2.3 优选药剂不同剂量对谷子锈病的防治效果

由表1可知,25%噁菌酯悬浮剂和43%戊唑醇悬浮剂对谷子锈病的防治效果显著高于其他杀菌剂。因此,2023年对2种杀菌剂开展浓度梯度试验,结果见表2。由表2可知,末次药后10 d,25%噁菌酯悬浮剂800~1 600 g/hm²处理对谷子锈病的防治效果为69.4%~85.3%,而43%戊唑醇悬浮剂200~400 g/hm²

处理对谷子锈病的防治效果为65.8%~80.9%。末次药后20 d,25%噁菌酯悬浮剂800~1 600 g/hm²处理对谷子锈病的防治效果为65.9%~82.3%,43%戊唑醇悬浮剂200~400 g/hm²处理对谷子锈病的防治效果为61.8%~77.4%。总体来说,施药后随着调查时间推移,同一处理的防治效果逐渐下降。综合分析可知,25%噁菌酯悬浮剂在800 g/hm²剂量下对谷子锈病的防治效果最好,显著高于其他处理。

表 2 优选药剂不同剂量处理对谷子锈病的防治效果

药剂	制剂用量/(g/hm ²)	末次药后10 d		末次药后20 d	
		病情指数	防治效果/%	病情指数	防治效果/%
25%噁菌酯SC	800	4.1	85.3±2.5a	8.6	82.3±1.9a
	1 200	5.0	82.0±2.2b	10.3	78.9±1.9b
	1 600	8.5	69.4±1.6d	16.6	65.9±1.4d
43%戊唑醇SC	200	5.3	80.9±2.0b	11.0	77.4±1.4b
	300	6.3	77.3±1.5c	13.5	72.3±1.6c
	400	9.5	65.8±1.3e	18.6	61.8±1.2e
CK		27.8		48.7	

2.4 优选药剂对谷子产量性状的影响

由表3可知,25%噁菌酯悬浮剂和43%戊唑醇悬浮剂不同剂量处理对谷子的千粒重无显著影响,穗粒重变化范围为6.9~10.6 g。其中,25%噁菌酯悬浮剂800 g/hm²剂量下穗粒重最高(10.6 g),显著高于其他处理,较空白对照处理增加53.6%。产量表现基本

与穗粒重变化一致,为2 802.4~4 368.8 kg/hm²,其中25%噁菌酯悬浮剂在800 g/hm²剂量下产量最高(4 368.8 kg/hm²),显著高于其他处理,较空白对照增产55.9%。25%噁菌酯悬浮剂1 200 g/hm²处理及43%戊唑醇悬浮剂200 g/hm²处理的产量也较高,均在4 000 kg/hm²以上,与空白对照相比,分别增产47.8%、46.5%。

表 3 不同处理谷子农艺性状及产量比较

药剂	制剂用量/(g/hm ²)	穗粒重/g	千粒重/g	产量/(kg/hm ²)	增产率/%
25%噁菌酯SC	800	10.6±0.5a	2.8±0a	4 368.8±73.6a	55.9
	1 200	10.1±0.3b	2.9±0.1a	4 142.3±88.5b	47.8
	1 600	9.3±0.3c	2.8±0.0a	3 804.0±48.9cd	35.8
43%戊唑醇SC	200	10.0±0.4b	2.9±0.1a	4 105.1±77.2b	46.5
	300	9.5±0.2c	2.9±0.0a	3 963.5±85.1c	41.4
	400	9.2±0.3c	2.8±0.1a	3 734.2±46.3d	33.3
CK		6.9±0.1d	2.8±0.1a	2 802.4±31.8e	

3 结论与讨论

锈病是对谷子生产危害较为严重的真菌性病害,目前田间防治仍以化学药剂为主,筛选防治谷子锈病高效、安全的药剂是提高农药利用率、增强防效的有效措施。通过药剂药效对比试验与优选药剂剂量筛选试验相结合的方法,筛选出适宜黑龙江地区使用、对谷子锈病具有较好防效的杀菌剂产品及使用剂量。

6种供试杀菌剂在推荐剂量下均对谷子安全,且均对谷子锈病有一定的防治效果,其中25%啉菌酯悬浮剂和43%戊唑醇悬浮剂在推荐剂量下对谷子锈病具有较好的防效,均在80%以上,显著优于其他药剂。在针对这2种药剂进行的后续剂量试验发现,随着施用剂量增加,防治效果呈下降趋势。从2年试验结果可以看出,25%啉菌酯悬浮剂和43%戊唑醇悬浮剂在推荐剂量下对谷子锈病的防治效果有所差异,整体表现为2023年的防效低于2022年的防效,这可能是不同年份间气候条件不同,谷子锈病的病情指数不同造成的。

刘金荣等^[11]研究表明,70%代森锰锌可湿性粉剂在1 800 g/hm²剂量下对谷子锈病的防治效果为77%,而本研究中80%代森锰锌可湿性粉剂在2 000 g/hm²剂量下对谷子锈病的防治效果为47.2%~54.5%。原因可能是年代相差较远,谷锈菌生理小种早已发生变化,亦或是参试谷子品种不同及气候条件造成的研究结果差异。

本研究中,25%啉菌酯悬浮剂和43%戊唑醇悬浮剂不同剂量处理间穗粒重和产量存在显著性差异,进一步分析可以发现,不同处理的病情指数不

同,穗粒数也不同。总体来看,25%啉菌酯悬浮剂800 g/hm²处理对谷子锈病的防治效果最好,且产量较高;25%啉菌酯悬浮剂1 200 g/hm²和43%戊唑醇悬浮剂200 g/hm²施用效果次之。研究结果对谷子锈病防治具有很好的科学参考价值。由于本研究中所选用的杀菌剂均未在谷子上获得登记,谷子施用后的农药残留等问题有待进一步研究。

参考文献

- [1] 李荫梅. 谷子育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [2] 李顺国, 刘斐, 刘猛, 等. 近期中国谷子高粱产业发展形势与未来趋势[J]. 农业展望, 2018, 14(10): 37-40.
- [3] 张婷, 师志刚, 王根平, 等. 华北夏谷区2001—2015年谷子育种变化[J]. 中国农业科学, 2017, 50(23): 4475-4489.
- [4] 袁宏安, 杨清华, 闫伟, 等. 施氮量与留苗密度对春谷农艺性状及产量的影响[J]. 作物杂志, 2015(4): 138-141.
- [5] 赵立强, 潘文嘉, 马继芳, 等. 一个谷子新抗锈基因的AFLP标记[J]. 中国农业科学, 2010, 43(21): 4349-4355.
- [6] 刘劲哲, 董亚南, 韩燕丽, 等. 谷子锈病和白发病防治研究[J]. 云南农业科技, 2018(3): 43-49.
- [7] 董立, 王新栋, 石爱丽, 等. 谷子主要生产品种抗锈性鉴定研究[J]. 河北农业科学, 2012, 16(8): 1-4.
- [8] 宋中强, 郭海芳, 张光. 安阳市谷子田主要病害的发生与防治[J]. 农业科技通讯, 2011(10): 144-145.
- [9] 农业部农药检定所. 农药田间药效试验准则(一)[M]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [10] 河北省质量技术监督局. 谷子抗病虫性鉴定技术规程 第1部分 谷锈病: DB13/T 2338.1—2016[S/OL]. [2024-08-02]. <https://std.samr.gov.cn/db/search/stdDBDetailed?id=91D99E4D43A52E24E-05397BE0A0A3A10>.
- [11] 刘金荣, 胡素兰, 徐淑霞, 等. 谷子锈病发病规律及其防治[J]. 河南科技, 1992(7): 12.
- [12] MORRISSEY C A, MINEAU P, DEVRIES J H, et al. Neonicotinoid contamination of global surface waters and associated risk to aquatic invertebrates: a review[J]. Environment International, 2015, 74: 291-303.
- [13] ZHANG T, SONG S M, BAI X Y, et al. A pilot nationwide baseline survey on the concentrations of neonicotinoid insecticides in tap water from China: implication for human exposure[J]. Environmental Pollution, 2021, 291: 118117.
- [14] WAN Y J, WANG Y, XIA W, et al. Neonicotinoids in raw, finished, and tap water from Wuhan, Central China: assessment of human exposure potential[J]. Science of the Total Environment, 2019, 675: 513-519.

(编辑:顾林玲)

(编辑:顾林玲)

(上接第 72 页)

术的研究进展[J]. 职业与健康, 2023, 39(21): 3019-3024.

[10] METCALF P L. Changing role of insecticide in crop protection[J]. Annual Review of Entomology, 1980, 25(1): 219-256.

[11] BEKETOV M A, LIESS M. Acute and delayed effects of the neonicotinoid insecticide thiacloprid on seven freshwater arthropods[J]. Environmental Toxicology and Chemistry, 2008, 27(2): 461-470.

[12] SUR R, STORK A. Uptake, translocation and metabolism of imidacloprid in plants[J]. Bulletin of Insectology, 2003, 56(1): 35-40.

[13] 陈凯颖. 噻虫啉在土壤和水环境中的降解研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.