

15%三唑酮喷施次数对小麦条锈病的防治效果

王万军¹, 贾秋珍^{2,3,4}, 曹世勤^{3,4,5}, 孙振宇^{2,3,4}, 张勃^{2,3,4}

(1. 天水市农业科学研究所绿色农业研究中心, 甘肃 甘谷 741200; 2. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070; 3. 农业农村部天水作物有害生物野外科学观测实验站, 甘肃 甘谷 741200; 4. 农业农村部国家植物保护甘谷观测实验站, 甘肃 甘谷 741200; 5. 甘肃省农业科学院小麦研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 小麦条锈病是小麦生产上的最主要病害之一, 三唑酮在小麦条锈病防治上具有极好的控病增产作用, 但随着其长期施用, 在天水地区小麦生产上已出现抗药菌株, 导致防效偏低。为了给小麦条锈病的科学防治和三唑酮的合理高效使用提供技术支持, 在甘肃省农业科学院植物保护研究所甘谷试验站以感病品种冬小麦新冬43号为指示品种, 开展了15%三唑酮可湿性粉剂不同喷施次数对小麦条锈病的田间防效试验。试验结果表明, 喷药次数对小麦条锈病的田间防效及指示品种的产量、千粒重、穗粒重有极显著的影响。与不喷药对照相比较, 15%三唑酮可湿性粉剂药剂1 200 g/hm²兑水675 kg喷施1次、喷施2次、喷施3次对小麦条锈病的田间终期防效分别为58.4%、83.6%、98.6%, 折合产量分别为5 000.0、5 580.0、6 080.0 kg/hm², 较不喷药对照分别增产58.23%、76.58%、92.40%, 千粒重分别提高15.5%、32.4%、38.5%, 平均穗粒重分别提高7.6%、10.7%、12.2%。认为选用15%三唑酮可湿性粉剂在小麦条锈病防治达标期(病叶率达到10%)时对小麦进行喷雾防治, 间隔7 d喷1次, 连喷3次, 可达到极好的控病增产效果, 值得在小麦生产上推广应用。

关键词: 小麦条锈病; 喷药次数; 三唑酮; 杀菌剂; 防效

中图分类号: S435.121.42

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2023)05-0464-04

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2023.05.014

The Control Efficiency of 15% Triadimefon Spray with Different Frequencies against Wheat Stripe Rust

WANG Wanjun¹, JIA Qiuzhen^{2,3,4}, CAO Shiqin^{3,4,5}, SUN Zhenyu^{2,3,4}, Zhang Bo^{2,3,4}

(1. Green Agronomic Centre, Tianshui Agricultural Science Research Institute, Gangu Gansu 741200, China; 2. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests in Tianshui, the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P. R. China, Gangu Gansu 741200, China; 4. National Agricultural Experimental Station for Plant Protection at Gangu, the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P. R. China, Gangu Gansu 741200, China; 5. Wheat Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Wheat stripe rust, caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, is one of the most important foliar diseases in wheat production. Triadimefon shows an excellent effect in controlling of wheat stripe rust, but with its long-term application, resistant strains have emerged in wheat production in Tianshui area, resulting in low control efficiency. To provide technical support for the scientific control of wheat stripe rust and the rational and efficient use of Triadimefon, the susceptible variety winter wheat Xindong 43 was taken as the indicator variety and the control effects of different spraying frequencies using fungicide Triadimefon 15% WP against stripe rust was conducted at Gangu Experimental Station, Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences. The results showed that spraying efficiency had significant effects on control efficiency, yield, 1 000-grain weight and kernel weight in field. Compared with no fungicide spraying, the final control efficiencies of 1 time, 2 times, 3 times fungicide spraying (Triadimefon 15% WP at 1 200 g/ha diluted with 675 kg water) were 58.4%, 83.6% and 98.6%, respectively in the field, the average yields were 5 000.0, 5 580.0 and 6 080.0 kg/ha, respectively, which were 58.23%, 76.58% and 92.40% higher than that of the control with no fungicide spraying, respectively, 1000-grain weights were increased by 15.5%, 32.4% and 38.5%, respectively, and the average kernel weights were increased by 7.6%, 10.7% and 12.2%, respectively. The results showed that the fungicide Triadimefon 15% WP spraying conducted at 1 time every 7 days for 3 circles during the standard period for prevention and control of wheat stripe rust (diseased leaf rate above 10%) could achieve excellent disease control efficiency and yield increase effect, which could be promoted in wheat production.

Key words: Wheat stripe rust; Spraying frequency; Triadimefon; Fungicide; Control efficiency

收稿日期: 2022-06-09; 修订日期: 2023-01-25

基金项目: 国家重点研发计划(2021YFD1401004-02), 金城科普专家曹世勤研究员工作室。

作者简介: 王万军(1972—), 男, 甘肃甘谷人, 助理研究员, 主要从事农作物有害生物综合防控技术研究工作。Email: 843223350@qq.com。

小麦条锈病由禾谷柄锈菌小麦专化型(*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) 引致, 是发生于甘肃陇南小麦生产上最主要病害, 也是发生于甘肃省及我国小麦生产上的最主要病害之一^[1-3]。种植抗病品种是防治该病害最经济有效且有利于环境保护的措施^[4-6], 而化学防治是有效控制小麦条锈病的应急措施和有效途径^[4,7], 对其科学合理使用是高效安全防治的前提。近年来, 国内外相关学者开展了诸多小麦条锈病防治方法和防治技术研究, 但主要集中在新药剂筛选方面^[8-11], 在药剂施用次数对小麦条锈病防治效果研究方面开展的相对较少。三唑酮在国内外小麦条锈病防治上已应用多年, 具有极好的控病增产作用^[12-14]。但随着该药剂的长期施用, 在天水生产上已出现抗性菌株^[15], 导致防效偏低的问题。基于此, 我们于2021年选用15%三唑酮可湿性粉剂开展了不同喷药次数对小麦条锈病的田间防效试验, 旨在为小麦条锈病的科学防治和该药剂的合理、高效使用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试药剂为15%三唑酮可湿性粉剂, 由江苏建湖农药厂生产。指示冬小麦品种为新冬43号(新疆农垦科学院作物研究所选育并提供), 对条锈病表现高度感病, 2021年在甘谷试验站小麦田间病害发生终期病情[反应型/严重度(%)/普遍率(%)]为3~4/60/100。防治对象为小麦条锈病。

1.2 试验方法

试验在甘肃省农业科学院植物保护研究所甘谷试验站(东经105.294 778°、北纬34.761 465°)进行。试验地海拔1 270 m, 土壤肥力中等, 前茬小麦。试验共设4个处理, 分别为喷施1次15%三唑酮可湿性粉剂(5月4日)、喷施2次15%三唑酮可湿性粉剂(5月4日、5月11日)、喷施3次15%三唑酮可湿性粉剂(5月4日、5月11日、5月18日)、不喷药(CK)。各处理随机区组排列, 3次重复, 小区面积15 m²(5 m×3 m)。试验于5月4日小麦条锈病达到防治指标时(病叶率达到10%)进行第1次施药, 每隔7 d喷施1次。喷药各处理每次施药量均为1 200 g/hm²(制剂量), 兑水量均为675 kg/hm²。

1.3 调查方法

依照国家标准《田间药效试验准则》进行^[16]。分别调查药前(5月4日)、第1次药后7 d(5月11日)、第2次药后7 d(即第1次药后14 d, 5月18日)、第3次药后7 d(即第2次药后14 d, 5月25日)、第3次药后14 d(6月1日)每小区小麦条锈病发病情况。每小区按对角线法5点取样, 每点取样20株, 调查植株叶片的发病情况, 并计算防效。

小麦条锈病田间调查分级标准: 0级, 叶片无病斑; 1级, 病斑面积占整个叶面积的5%以下; 3级, 病斑面积占整个叶面积的6%~25%; 5级, 病斑面积占整个叶面积的26%~50%; 7级, 病斑面积占整个叶面积的51%~75%; 9级, 病斑面积占整个叶面积的76%以上^[7-8]。

$$\text{病叶率} = (\text{发病叶片数} / \text{调查总叶片数}) \times 100\%$$

$$\text{病情指数} = [\sum(\text{各级病叶数} \times \text{相应病级}) / (\text{调查总叶片数} \times 9)] \times 100$$

$$\text{防效} = [1 - (\text{CK}_0 \times \text{PT}_1) / (\text{CK}_1 \times \text{PT}_0)] \times 100\%$$

式中, CK₀为空白对照区药前病情指数, CK₁为空白对照区药后病情指数, PT₀为药剂处理区药前病情指数, PT₁为药剂处理区药后病情指数。

小麦收获前每小区随机取样10株小麦调查千粒重和穗粒数, 收获时按小区单收计产。

1.4 数据分析

试验数据统计采用Excel 2007软件进行。数据分析采用DPS3.01数据处理系统进行处理, 采用Duncan氏新复极差法进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对防效的影响

由表1可以看出, 第1次药后7 d各喷药处理的防效整体表现较低, 为80.4%~81.2%, 其中以喷药1次处理防效最好, 但各喷药处理间差异不显著; 第2次药后7 d各喷药处理的防效整体表现较好, 为83.1%~96.1%, 其中以喷药2次处理防效最好, 与喷药3次处理差异不显著, 但与喷药1次处理差异极显著; 第3次药后7 d各喷药处理的防效为71.6%~95.9%, 其中以喷药2次处理防效最好, 与喷药3次处理差异不显著, 但与喷药1次处理差异极显著。病害终期(即第3次药后14 d)调查各喷药处理的防效差异最大, 为58.4%~

表 1 不同处理对冬小麦条锈病的田间防效^①

处理	药前病指	第 1 次药后 7 d		第 2 次药后 7 d		第 3 次药后 7 d		第 3 次药后 14 d	
		病指	防效 /%	病指	防效 /%	病指	防效 /%	病指	防效 /%
喷药 1 次	5.67	3.52	81.2 aA	3.85	83.1 bB	11.49	71.6 bB	23.78	58.4 cC
喷药 2 次	6.04	3.59	80.9 aA	0.89	96.1 aA	1.67	95.9 aA	9.37	83.6 bB
喷药 3 次	5.89	3.67	80.4 aA	0.91	96.0 aA	1.89	95.3 aA	0.78	98.6 aA
不喷药(CK)	5.70	18.85		22.93		40.67		57.48	

①表中数据为 3 次重复平均值，下表同。

98.6%，其中以喷药 3 次处理防效最好，为 98.6%；其次是喷药 2 次处理，为 83.6%；喷药 1 次处理防效最低，为 58.4%，第 3 次药后 14 d 各喷药处理间差异均达极显著水平($P < 0.01$)。

2.2 不同处理对产量的影响

从产量测定结果(表 2)可知，各处理折合产量为 3 160.0 ~ 6 080.0 kg/hm²，其中以喷药 3 次的处理折合产量最高，为 6 080.0 kg/hm²，较不喷药(CK)增产最大，为 92.41%；其次是喷药 2 次的处理，折合产量为 5 580.0 kg/hm²，较不喷药(CK)增产 76.58%；喷药 1 次的处理最低，折合产量为 5 000.0 kg/hm²，较不喷药(CK)增产 58.23%。对不同处理的折合产量进行方差分析的结果表明，试验设计各处理间差异均达极显著水平($P < 0.01$)。

表 2 不同处理冬小麦的产量

处理	小区平均产量 / (kg/15 m ²)	折合产量 / (kg/hm ²)	较CK增产 / %
喷药 1 次	7.50	5 000.0 cC	58.23
喷药 2 次	8.37	5 580.0 bB	76.58
喷药 3 次	9.12	6 080.0 aA	92.40
不喷药(CK)	4.74	3 160.0 dD	

2.3 不同处理对千粒重的影响

从表 3 可以看出，不同喷药处理对冬小麦千粒重的影响较大，各喷药处理较不喷药(CK)增加 4.70 ~ 11.70 g，增幅为 15.5% ~ 38.5%。其中以喷药 3 次的处理增幅最大，为 38.5%；其次是喷施 2 次处理，为 32.4%；喷施 1 次处理增幅最低，为 15.5%。对不同处理的千粒重进行方差分析的结果表明各处理间差异均达极显著水平($P < 0.01$)。

2.4 不同处理对穗粒重的影响

从表 3 可以看出，不同喷药处理对冬小麦穗粒重的影响也较大，各喷药处理较不喷药(CK)增加 0.10 ~ 0.16 g，增幅为 7.6% ~ 12.2%。其中喷药 3 次的处理增幅最大，为 12.2%；其次是喷药 2 次的处理，为 10.7%；喷药 1 次的处理增幅最低，为 7.6%。对不同处理的穗粒重进行方差分析的结果表明，各处理间差异均达极显著水平($P < 0.01$)。

3 小结与讨论

三唑酮是拜耳公司开发的在我国第一个商品化的三唑类杀菌剂，问世至今已有近 40 余年，该药剂特性具高效、广谱、内吸性强的，兼具保护、治疗、铲除和熏蒸作用^[17-18]。其不仅具有较好的控病作用，同时对植物的生长亦有调节作用，是目前大田应用最广泛的广谱杀菌剂之一，原药总消费量占全部三唑类杀菌剂的 30%以上^[19-20]。三唑酮的活性基团是三唑环基团，在植物和真菌体内转化为三唑醇而发挥作用。其作用机理是通过抑制真菌的甾醇 14 α 去甲基化酶(CYP51)的活性来抑制麦角甾醇的合成，实现杀菌效果，同时也阻碍植物体内赤霉素和多种甾醇的生物合成，改变植物激素的平衡，从而调节植物生长和发育^[21-24]。

由于小麦条锈病的发生流行会对小麦产量造成显著影响，而适期喷施 1~3 次 15%三唑酮可湿性粉剂(每次药剂量 1 200 g/hm²，兑水量 675 kg)，对小麦条锈病的田间终期防效分别为 58.4%、83.6%、98.6%，折合产量分别为 5 000.0、5 580.0、6 080.0 kg/hm²，较不喷药对照分别增产 58.23%、

表 3 不同处理的冬小麦千粒重和穗粒重

处理	千粒重 / g	较CK增加 / g	增幅 / %	穗粒重 / g	较CK增加 / g	增幅 / %
喷药 1 次	35.07 cC	4.70	15.5	1.41 cC	0.10	7.6
喷药 2 次	40.20 bB	9.83	32.4	1.45 bB	0.14	10.7
喷药 3 次	42.07 aA	11.70	38.5	1.47 aA	0.16	12.2
不喷药(CK)	30.37 dD			1.31 dD		

76.58%、92.40%，千粒重分别较不喷药对照提高 15.5%、32.4%、38.5%，平均穗粒重分别较不喷药对照提高 7.6%、10.7%、12.2%^[8]。进一步表明选用适宜的化学药剂在小麦条锈病发生期进行应急防治，具有极好的控病保产效果。特别是在小麦条锈病防治达标期(病叶率达到 10%)连续喷施 3 次 15%三唑酮可湿性粉剂(每次药剂量 1 200 g/hm²，兑水量 675 kg)，第 3 次药后 14 d 防效可达 98.6%，较不喷药对照增产 92.40%^[12]，控病保产效果极为显著。尽管本试验仅为 1 年试验结果，但与前人研究结果基本一致^[7-8]。故认为选用 15%三唑酮可湿性粉剂在防治达标期对小麦进行喷雾防治，每隔 7 d 喷 1 次，连喷 3 次，对田间小麦条锈病发生流行的控制作用及田间保产作用效果极为显著，值得在小麦生产上大面积推广应用。

参考文献:

- [1] 贾秋珍, 张 勃, 曹世勤, 等. 2017—2021 年陇南条锈菌有性菌系毒性结构分析[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(1): 94-98.
- [2] 曹世勤, 贾秋珍, 鲁清林, 等. 甘肃陇南越夏区小麦抗条锈病育种研究进展[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(2): 104-110.
- [3] 贾秋珍, 曹世勤, 张 勃, 等. 小麦条锈菌 ZS 有性与无性菌系毒性差异初步分析[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(1): 74-77.
- [4] 李振岐, 曾士迈. 中国小麦锈病[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [5] 陈万权, 康振生, 马占鸿, 等. 中国小麦条锈病综合治理理论与实践[J]. 中国农业科学, 2013, 46(20): 4254-4262.
- [6] 康振生, 王晓杰, 赵 杰, 等. 小麦条锈菌致病性及其变异研究进展[J]. 中国农业科学, 2015, 48(17): 3439-3453.
- [7] 张升恒, 赵多长, 鲁爱军. 30%多菌灵·三唑酮可湿性粉剂防治小麦条锈病田间药效试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2008(3): 24-26.
- [8] 王 娜, 岳维云, 魏志平, 等. 8 种杀菌剂对小麦条锈病的田间防效[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(3): 18-21.
- [9] 李艳妮, 武爱玲, 李花利, 等. 10%叶菌唑悬浮剂不同剂量防治小麦条锈病试验初探[J]. 基层农技推广, 2021, 9(9): 33-35.
- [10] 闫佳会. 240 g/L 噻呋酰胺悬浮剂防治小麦条锈病田间药效试验[J]. 青海农林科技, 2016(1): 58-59.
- [11] 彭昌家, 白体坤, 冯礼斌, 等. 250 g/L 丙环唑 EC 防治小麦条锈病和白粉病的效果探讨[J]. 农学学报, 2016, 6(2): 39-43.
- [12] 商鸿生, 陆和平, 李振岐. 三唑酮对小麦条锈病治疗作用的研究[J]. 西北农业大学学报, 1991, 19(增刊): 39-43.
- [13] 陈扬林, 王 仪, 谢水仙, 等. 三唑酮拌种对小麦条锈病长效机制的初步研究[J]. 植物病理学报, 1988(1): 47-50.
- [14] 陈扬林, 谢水仙, 孙永厚, 等. 三唑酮拌种控制小麦条锈病流行的初步研究[J]. 植物保护学报, 1982(4): 265-270.
- [15] TIAN, YUAN, MENG, YAN, ZHAO, XIAOCEN, et al. Trade-off between triadimefon sensitivity and pathogenicity in a selfed sexual population of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*[J]. *Frontiers in microbiology*, 2019, 10, 2729-2740.
- [16] 国家质量技术监督局. 国家标准: 农药田间药效试验准则(一)[M]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [17] 徐建强, 赵建江, 胡雪涵, 等. 小麦纹枯病菌对三唑酮不同敏感性菌株的生物学特性及对不同杀菌剂的敏感性[J]. 植物保护学报, 2018, 45(2): 359-366.
- [18] 李铭东, 李惠霞, 赵桂琴, 等. 三唑酮种衣剂对小麦生长的影响及防病增产效应[J]. 中国农学通报, 2014, 3(1): 316-320.
- [19] 张一宾. 世界农药新进展[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [20] 刘 娜, 金小伟, 穆云松, 等. 三唑酮在水环境中的环境行为、毒性效应及生态风险[J]. 生态毒理学报, 2017, 12(4): 65-75.
- [21] 方 琪, 马彦博, 张思远, 等. 农药内分泌干扰效应研究进展[J]. 生态毒理学报, 2017, 12(1): 98-110.
- [22] BERRIMAN M, GHEDIN E, HERTZFOWLER C, et al. The genome of the African trypanosome *trypanosoma brucei*[J]. *Science*, 2005, 309(5733): 416-422.
- [23] FENG Z, GUO A, FENG Z. Amelioration of chilling stress by triadimefon in cucumber seedlings[J]. *Plant Growth Regulation*, 2003, 39(3): 277-283.
- [24] 周子燕, 李昌春, 高同春, 等. 三唑类杀菌剂的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(27): 11842-11844.