

氟唑菌酰胺不同施药时间对小麦赤霉病 防效及 DON 毒素控制研究

缪康¹, 吴佳文², 王晓芸³, 吴琴燕¹, 周华飞¹, 杨红福^{1*}

(1. 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏 句容 212400;

2. 江苏省植物保护植物检疫站, 江苏 南京 210036;

3. 先正达作物保护有限公司, 江苏 南通 226009)

摘要:为明确新型杀菌剂氟唑菌酰胺对小麦赤霉病防治适期、防治效果及对籽粒中 DON(脱氧雪腐镰刀菌烯醇)毒素的控制效果。采用田间试验的方法研究了氟唑菌酰胺对小麦赤霉病的防效,并采用液相色谱-质谱法检测不同处理小麦籽粒中 DON 毒素的含量。试验结果表明,喷雾 1 次,20% 氟唑菌酰胺悬浮剂防治小麦赤霉病最佳施药时间是小麦扬花 30%~50% 时,此时施药对小麦籽粒中 DON 毒素控制效果达 97.48%。20% 氟唑菌酰胺悬浮剂作为防治小麦赤霉病的理想药剂将具有良好的应用和推广前景。

关键词:氟唑菌酰胺;施药时间;赤霉病;DON 毒素;防效

中图分类号:S432

文献标识码:A

文章编号:1672-755X(2020)01-0071-04

Study on the Control Efficacy of 20% Pydiflumetofen SC against FHB at Different Application Time and the Control of DON Toxin

MIAO Kang¹, WU Jia-wen², WANG Xiao-yun³, WU Qin-yan¹, ZHOU Hua-fei¹, YANG Hong-fu^{1*}

(1 Zhenjiang Institute of Agricultural Science in Hilly Area of Jiangsu Province, Jurong 212400, China;

2. Jiangsu Station of Plant Protection, Nanjing 210036, China;

3. Syngenta Crop Protection Co., Ltd., Nantong 226009, China)

Abstract: The paper aims to confirm the suitable period of control effect of new fungicide pydiflumetofen on FHB and DON toxin in grains. The control effect of pydiflumetofen on FHB was studied by field experiment and the content of DON toxin in wheat grains of different treatments was determined by LC-MS. The results showed that, spraying one time, the optimum application time of controlling FHB with pydiflumetofen 20% SC was wheat flower 30%~50%, and the control effect on DON toxin in wheat grain was 97.48%. Pydiflumetofen 20% SC can be used as an ideal fungicide for controlling FHB, and it has good application and promotion prospects.

Key words: pydiflumetofen; application time; FHB; DON toxin; control efficacy

小麦是我国重要的粮食作物,在我国特别是长江中下游地区的小麦生产中,赤霉病是严重影响和制约小麦产量及品质的因素之一。2010 年以来,受气候变化和耕作制度改变等影响,小麦赤霉病在我国大流

收稿日期:2020-02-13

基金项目:镇江市科技创新基金项目(NY2018011)

作者简介:缪康(1979—),男,江苏句容人,副研究员,主要从事农作物病虫害防治研究。

通信作者:杨红福(1971—),男,江苏高淳人,研究员,主要从事农作物病虫害防治研究。

行频率明显增加^[1]。赤霉病流行成灾,不仅严重影响小麦产量,还会造成小麦籽粒中多种真菌毒素超标,对人畜健康构成严重威胁^[2]。由于目前我国缺乏优质高产高抗赤霉病品种^[3],防控赤霉病的主要措施是在小麦扬花期喷施有关杀菌剂。当前我国登记用于防治小麦赤霉病的药剂种类较多,但有效成分主要集中在多菌灵、戊唑醇、氟唑菌酯等几类^[4]。其中抑制病原菌细胞分裂的苯并咪唑类杀菌剂多菌灵在我国已使用40年,长期单一使用该药剂防治小麦赤霉病,导致病原菌抗药性的产生。近几年来,在江苏许多地区,单纯使用多菌灵防治小麦赤霉病其防效仅为60%左右^[5]。氟唑菌酯作为我国创制的新型杀菌剂对小麦赤霉病具有良好的防效,但该杀菌剂作用位点单一易产生抗药性,实验室抗性诱导结果表明,氟唑菌酯抗性突变体其适合度与野生敏感菌株几乎相同,这预示着该药剂在田间防治小麦赤霉病具有较高的抗性风险^[6]。近两年来,氟唑菌酯酰胺作为新化学成分示范应用于小麦赤霉病的防治,并取得良好的示范效果。该化合物是我国第一个被登记作为赤霉病防控的琥珀酸脱氢酶抑制剂(SDHI),该杀菌剂通过干扰病原菌的呼吸作用达到控制作物病害的目的。为探明氟唑菌酯酰胺对赤霉病的防效及其最佳使用时间,以及对小麦籽粒DON毒素的控制效果,笔者于2019年进行了20%氟唑菌酯酰胺悬浮剂对小麦赤霉病田间药效及毒素控制试验,以期氟唑菌酯酰胺对小麦赤霉病的防控提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验对象

小麦赤霉病。

1.2 环境条件

田间试验选择在历年发病严重的地块进行,所有试验小区的栽培条件一致。

1.3 供试品种

郑麦9023。

1.4 试验设计和安排

1.4.1 供试药剂和施药时间(表1)

表1 供试药剂和施药时间

处理	防治时期	药剂	用量	生产企业
1	齐穗80%	20%氟唑菌酯酰胺悬浮剂	50 mL · (667 m ²) ⁻¹	先正达公司
2	齐穗100%	20%氟唑菌酯酰胺悬浮剂	50 mL · (667 m ²) ⁻¹	先正达公司
3	扬花5%~10%	20%氟唑菌酯酰胺悬浮剂	50 mL · (667 m ²) ⁻¹	先正达公司
4	扬花30%~50%	20%氟唑菌酯酰胺悬浮剂	50 mL · (667 m ²) ⁻¹	先正达公司
5	扬花80%	20%氟唑菌酯酰胺悬浮剂	50 mL · (667 m ²) ⁻¹	先正达公司
6	扬花100%	20%氟唑菌酯酰胺悬浮剂	50 mL · (667 m ²) ⁻¹	先正达公司
7	扬花5%~10%	42%咪唑啉·戊唑醇 (以下简称“咪·戊”)WP	50 g · (667 m ²) ⁻¹	江苏生久,市售
8(CK)	—	不施药(清水)	—	—

1.4.2 小区及药剂使用剂量安排 试验共设8个处理,3次重复,每个小区面积约30 m²,小区处理采用随机排列。为保证药液均匀,每666.7 m²用水量45 L。

1.4.3 调查方法 最后一次施药后21 d调查防效。每处理对角线5点取样,每点调查100穗,各点单独记录,取平均数,以枯穗面积占整穗面积的百分率来分级,记录各级病穗数和总穗数。分级方法如下:

0级:全穗无病。

1级:枯穗面积占全穗面积1/4以下。

2级:枯穗面积占全穗面积1/4~1/2。

3级:枯穗面积占全穗面积1/2~3/4。

4级:枯穗面积占全穗面积3/4以上。

1.4.4 药效的计算方式

$$\text{病穗率}/\% = \frac{\text{发病穗数}}{\text{调查总穗数}} \times 100$$

$$\text{病穗率防效}/\% = \frac{\text{对照区病穗率} - \text{处理区病穗率}}{\text{对照区病穗率}} \times 100$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum (\text{各级病穗数} \times \text{相对级数值})}{\text{调查总穗数} \times 4} \times 100$$

$$\text{病指防效}/\% = \frac{\text{空白对照区病指} - \text{药剂处理区病指}}{\text{空白对照区病指}} \times 100$$

1.5 DON 毒素检测方法

小麦成熟后于扬花初期采集 20% 氟唑菌酰胺悬浮剂、42% 咪·戊 WP (扬花 5%~10% 时施药) 及对照小区小麦籽粒样品。采集后置于 4℃ 冰箱冷藏保存,在 7 d 内完成 DON 测定。测定方法参照姚振宇方法^[7]进行。

1.6 统计分析

使用 DPS 软件进行数据分析。

2 结果与分析

相同施药时期及相同用药量情况下,20% 氟唑菌酰胺悬浮剂对小麦赤霉病防效优于 42% 咪·戊 WP。扬花 5%~10% 期施药,20% 氟唑菌酰胺悬浮剂和 42% 咪·戊 WP 两个药剂处理对小麦赤霉病病指防效分别为 94.99% 和 74.30%,见表 2。

表 2 不同时期施药对小麦赤霉病防效

防治时期	药剂及用量	平均病穗率/%	病穗率防效/%	平均病情指数	病指防效/%
齐穗 80%	20% 氟唑菌酰胺悬浮剂 50 mL · (667 m ²) ⁻¹	2.96bBC	60.75	0.79bB	68.60
齐穗 100%	20% 氟唑菌酰胺悬浮剂 50 mL · (667 m ²) ⁻¹	1.58cdCDE	79.07	0.37bcdB	85.57
扬花 5%~10%	20% 氟唑菌酰胺悬浮剂 50 mL · (667 m ²) ⁻¹	0.67dDE	91.12	0.13cdB	94.99
扬花 30%~50%	20% 氟唑菌酰胺悬浮剂 50 mL · (667 m ²) ⁻¹	0.33dE	95.58	0.05dB	98.12
扬花 80%	20% 氟唑菌酰胺悬浮剂 50 mL · (667 m ²) ⁻¹	0.51dDE	93.19	0.11cdB	95.48
扬花 100%	20% 氟唑菌酰胺悬浮剂 50 mL · (667 m ²) ⁻¹	3.42bB	54.68	0.86bB	65.90
扬花 5%~10%	42% 咪·戊 WP 50 g · (667 m ²) ⁻¹	2.27bcBCD	69.88	0.65bcB	74.30
—	对照(清水)	7.55aA	—	2.53aA	—

注:表中数值后的不同大小写英文字母表示在 1% 或 5% 水平差异显著。下表同。

本试点小麦品种自齐穗 80% 到扬花 100%,6 个阶段历时 14 d (4 月 12 日—4 月 26 日)。调查结果表明,20% 氟唑菌酰胺悬浮剂相同用量不同时期施药对小麦赤霉病防效具有显著的差异。方差分析结果表明,齐穗 100% 至扬花 80% 4 个阶段施药与其他两个阶段 (齐穗 80%、扬花 100%) 相比,其病穗率及病指差异显著。

齐穗 80% 到扬花 100% 的 6 个施药时期中,20% 氟唑菌酰胺悬浮剂 50 mL · (667 m²)⁻¹ 对小麦赤霉病病指防效呈先升后降的变化。防效最高的处理为扬花 30%~50% 施药,其病指防效及病穗率防效分别为 98.12% 和 95.58%。赤霉病病指防效最低的 2 个处理分别为抽穗 80% 施药和扬花 100% 施药,其病

指防效分别为 68.60% 和 65.90% (表 2)。

20% 氟唑菌酰胺悬浮剂对小麦 DON 毒素具有良好的控制效果。试验结果 (表 3) 表明, 采用 20% 氟唑菌酰胺悬浮剂 50 mL · (667 m²)⁻¹ 于扬花 30%~50% 时喷雾, 收获后籽粒中 DON 毒素平均浓度 2.16 μg · L⁻¹, 对照处理籽粒中 DON 毒素平均浓度 85.79 μg · L⁻¹, 该药剂对小麦籽粒中 DON 毒素防控效果为 97.40%。42% 咪·戊 WP 50 g · (667 m²)⁻¹ 处理后籽粒中 DON 毒素平均浓度为 22.59 μg · L⁻¹。

表 3 两个药剂对小麦籽粒中 DON 毒素防控效果

防治时间	药剂及用量	平均 DON 浓度/(μg · L ⁻¹)	毒素防效/%
扬花 30%~50%	20% 氟唑菌酰胺悬浮剂 50 mL · (667 m ²) ⁻¹	2.16cB	97.48
扬花 5%~10%	42% 咪·戊 WP 50 g · (667 m ²) ⁻¹	22.59bB	73.67
—	对照 (不施药)	85.79aA	—

3 结论与讨论

赤霉病菌的侵入时期受到小麦生育期的严格限制, 田间越冬子囊孢子是小麦赤霉病发生的主要侵染源^[8]。因此, 不同生育期施药对赤霉病防效差异明显, 施药太早或施药太迟均不能收到最高的防治效果。氟唑菌酰胺是由先正达公司研发的新型吡唑酰胺类杀菌剂, 对所有禾谷镰刀菌表现极高的抑制活性, 该药剂对小麦赤霉病菌丝生长抑制平均毒力 EC₅₀ 为 (0.074 5 ± 0.036 7) mg · mL⁻¹^[9]。本次试验中, 20% 氟唑菌酰胺悬浮剂 50 g · (667 m²)⁻¹ 施药 1 次对小麦赤霉病具有优秀的防效, 其中在小麦扬花 30%~50% 时施药防治效果最佳。

随着人们对食品质量安全愈来愈重视, 小麦赤霉病菌代谢产生的 DON 等真菌毒素成为威胁小麦质量安全的主要因素。药剂喷雾防治是小麦赤霉病控制的关键措施, 也是控制 DON 毒素产生和累积的有效措施^[10]。试验结果表明, 氟唑菌酰胺对小麦毒素积累控制效果达 90% 以上, 高于 42% 咪·戊可湿性粉剂对 DON 毒素的控制效果。

SDHI (琥珀酸脱氢酶抑制剂) 杀菌剂的抗药性被 FRAC (杀菌剂抵抗行动委员会) 确定为中等。虽然氟唑菌酰胺对小麦赤霉病具有很好的控制效果, 但因为他们的目标单一, 因此不应单独使用。为了延迟抗性种群的出现, 可以与其他不同作用方式的杀菌剂如苯醚甲环唑、戊唑醇等三唑类复配应用, 这样在防治小麦赤霉病的同时可兼治小麦锈病等其他病害。

参考文献:

- [1] 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
- [2] 金善宝. 中国小麦学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 797-800
- [3] 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
- [4] 杨红福, 姚克兵, 缪康, 等. 江苏省防控小麦赤霉病主要药剂及其复配剂药效评价[J]. 中国农学通报, 2014, 30(28): 264-269
- [5] 姚克兵, 庄义庆, 尹升, 等. 江苏小麦赤霉病综合防控关键技术研究[J]. 植物保护, 2018, 44(1): 205-209
- [6] CHEN Y, LI H K, CHEN C J, et al. Sensitivity of *Fusarium graminearum* to fungicide JS399-19: in vitro determination of baseline sensitivity and the risk of developing fungicide resistance[J]. Phytoparasitica, 2008, 36: 326-337
- [7] 姚振宇, 殷宪超, 俞明正, 等. 含水量、储存条件对储存期小麦中 DON、NIV 毒素含量变化的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(12): 300-303
- [8] 北京农业大学. 农业植物病理学[M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 1989: 77-83
- [9] HOU Y P, MAO X W, WANG J X. Sensitivity of *Fusarium asiaticum* to a novel succinate dehydrogenase inhibitor fungicide pydiflumetofen[J]. Crop Protection, 2017, 96: 237-244
- [10] 史建荣, 刘馨, 仇剑波, 等. 小麦中镰刀菌毒素脱氧雪腐镰刀菌烯醇污染现状与防控研究进展[J]. 中国农业科学, 2014, 47(18): 3641-3654

(责任编辑: 湛 江)