

小麦条锈病胁迫下冬小麦品种天选 57 号 产量方程的构建

谢晓丽, 孙振宇, 黄瑾, 张勃, 李培玲, 金社林
(甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 小麦条锈病一直以来都是小麦植保工作的重中之重, 进一步明确小麦条锈病在甘肃陇南地区发病程度与冬小麦产量之间的相关性, 为制定天水地区小麦条锈病防控指标提供科学依据。选取当地主栽冬小麦品种天选 57 号为研究对象, 在人工接种诱发后, 通过田间喷施 20% 三唑酮乳油 135 g/hm² 兑水 450 kg 防控 1~2 次, 并造成一定的病情梯度, 实地调查田间病情并测产, 得到冬小麦品种天选 57 号的小麦条锈病最终病情(x)与平均折合产量(y_{产量})间的回归方程为: $y_{产量} = -8.5714x^2 - 488.57x + 7512 (R^2 = 0.9872)$ 。同时通过理论折合产量计算出冬小麦品种天选 57 号使用 20% 三唑酮乳油防控 1 次时, 产量损失率为 20.13%~29.71%, 挽回产量损失 4.79~14.37 个百分点。防控 2 次时产量损失率为 7.35%~12.14%, 挽回产量损失为 22.36~27.15 个百分点。得到冬小麦品种天选 57 号采用 20% 三唑酮乳油防控 1 次和防控 2 次后的植保贡献率分别为 6.82%~18.00%、25.45%~29.31%。

关键词: 小麦条锈病; 冬小麦; 品种; 天选 57 号; 产量回归方程; 产量损失率; 植保贡献率

中图分类号: S435.121.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2024)10-965-04

[doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2024.10.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.2097-2172.2024.10.015)

Construction of Yield Equation of Winter Wheat Variety Tianxuan 57 under Wheat Stripe Rust Stress

XIE Xiaoli, SUN Zhenyu, HUANG Jin, ZHANG Bo, LI Peiling, JIN Shelin
(Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Wheat stripe rust has always been a critical focus of wheat plant protection. In order to further clarify the correlation between the severity of wheat stripe rust in Longnan, Gansu, and winter wheat yield so as to provide scientific reference for setting control standards for wheat stripe rust in the Tianshui area, the local main winter wheat variety Tianxuan 57 was selected as the research object. After artificial induced inoculation, the disease gradient was caused by 1 to 2 times of spraying of 20% triadimefon emulsifiable concentrate at 135 g/ha mixed with 450 kg of water, and the field disease was investigated and measured after delivery. The regression equation between wheat stripe rust disease index (x) and yield (y₁) of winter wheat variety Tianxuan 57 was obtained. The regression equation was $y_1 = -8.5714x^2 - 488.57x + 7512 (R^2 = 0.9872)$. The theoretical yield calculation showed that when Tianxuan 57 was treated with 20% triadimefon emulsifiable concentrate for 1 time, the yield loss rate ranged from 20.13% to 29.71%, recovering 4.79 to 14.37 percentage points of yield loss. When treated with 2 times, the yield loss rate ranged from 7.35% to 12.14%, recovering 22.36 to 27.15 percentage points of yield loss. The calculation results showed that the contribution rate of plant protection for 1 time and 2 time application of 20% triadimefon emulsifiable concentrate were 6.82 to 18.00% and 25.45% to 29.31%, respectively.

Key words: Wheat stripe rust; Winter wheat; Variety; Tianxuan 57; Yield regression equation; Yield loss rate; Contribution rate of plant protection

小麦的高产稳产是我国粮食安全的重要保障, 病虫害一直是制约小麦产量及品质的关键问题, 小麦条锈病作为我国发生面积最广、危害最严重的气传性病害, 危害严重时可造成 40% 以上的产

量损失, 甚至绝产, 一直以来都是小麦植保工作的重中之重^[1-3]。小麦条锈病的综合防控技术体系包括病害监测预警、抗病品种的布局、药剂拌种、适期播种以及化学防控等一系列措施^[1-3]。随着

收稿日期: 2024-06-19

基金项目: “十四五”国家重点研发计划(2021YFD1401005); 国家自然科学基金(31160498)。

作者简介: 谢晓丽(1985—), 女, 甘肃民勤人, 助理研究员, 硕士, 主要从事小麦锈病监测及农作物病虫害综合防控工作。Email: 403325389@qq.com。

通信作者: 金社林(1965—), 男, 陕西武功人, 研究员, 博士, 主要从事小麦锈病监测预警及综合防控研究工作。Email: jinshelin@163.com。

小麦抗病育种及植物保护等技术水平的提高,近年来小麦条锈病的发生呈下降趋势,即使大流行年份该病害也得到了有效控制^[4]。植保贡献率是直接评价病害防控成效的重要指标,也是不同地域提出相应病害防控指标的主要依据^[5-9]。

甘肃陇南冬小麦种植区为小麦条锈病的核心菌源区,特殊的地理和生态环境条件使得陇南地区成为中国小麦条锈病最大的越冬区和条锈病流行的“心脏”地带^[10-15]。病害的发生程度直接影响到越冬菌源量的数量,进而影响到来年全国的病害流行强度。因此,该区域小麦品种选育中将抗锈育种作为主要研究目标,并取得了一系列的成果。随着抗锈品种选育及布局,以及气候条件的影响,近年来甘肃省小麦条锈病呈轻度流行趋势,构建当地主栽品种在小麦条锈病胁迫下的产量模型进而提出病害防控指标有助于指导该区域病害的防控工作。

天水市农业科学研究所选育的冬小麦品种天选 57 号于 2017 年由甘肃省农作物品种审定委员会审定,其成株期对小麦条锈病主要流行小种及混合菌表现免疫,适宜在水渭河流域推广种植^[16]。但是近年来田间调查发现,该品种对小麦条锈病已表现中度感病。我们以冬小麦品种天选 57 号为研究对象,通过田间接种诱发后进行喷药防控处理,测定冬小麦品种天选 57 号在小麦条锈病不同危害水平下的产量,构建了小麦条锈病胁迫下冬小麦品种天选 57 号的小麦条锈病最终病情(x)与平均折合产量($y_{产量}$)间的产量回归方程,进而测算其小麦条锈病防控的植保贡献率,旨在为小麦条锈病核心菌源区防控指标的确定提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

指示冬小麦品种为天选 57 号,由天水市农业科学研究所选育并提供。供试小麦条锈菌混合菌由甘肃省农业科学院植物保护研究所小麦病害课题组扩繁所得,包含甘肃省小麦条锈菌主要流行小种条中 32 号及条中 34 号等。供试药剂为 20% 三唑酮乳油,由江苏克胜集团股份有限公司生产。

1.2 试验方法

试验于 2022—2023 年度在位于陇南地区的甘肃省农业科学院植物保护研究所甘谷试验站试验

地进行。试验随机区组排列,4 次重复,共设置 20 个试验小区,小区面积 30 m²。试验各小区冬小麦播量均为 225 kg/hm²。

在小麦拔节期,将新鲜采集的 300 mg 小麦条锈菌夏孢子与 1 000 mL 0.5% 的吐温水溶液混合均匀配制孢子悬浮液,于 17:00 时采用喷雾法人工中心诱发接种全部试验小区,并及时覆盖黑色塑料薄膜,黑暗保湿 12 h,然后田间大水漫灌 1 次,以促进病害扩展蔓延。

在小麦孕穗期,待小区小麦条锈病田间病叶率达到 5% 时,用 20% 三唑酮乳油 135 g/hm² 兑水 450 kg 田间喷雾防控 16 个试验小区,以喷等量清水的 4 个试验小区为试验对照。喷药 7 d 后,待田间小麦条锈病开始扩展蔓延,从已防控 1 次的 16 个试验小区中选取 8 个试验小区用 20% 三唑酮乳油 135 g/hm² 兑水 450 kg 田间喷雾进行第 2 次防控,以形成病情梯度。

1.3 田间病情调查

于小麦条锈病二次防控后 7 d 调查每个小区的小麦条锈病最终病情,每个小区按 5 点取样,每点调查 100 片叶,按 9 级法记载每片叶片的病害严重程度(S)水平^[17],并计算每点的病情指数(DI),取 5 点的平均数记为该小区的病情指数。

$$DI = \frac{\sum_{i=0}^n (X_i \cdot S_i)}{\sum_{i=0}^n (X_i \cdot S_{\max})} \times 100$$

式中, i 为病级数(0~ n), X_i 为 i 级的单元数, S_i 为 i 级严重度的代表值, S_{\max} 为严重度最高级值, Σ 为累加符号,从 0 级(无病)开始累加。

1.4 产量测定及植保贡献率的计算

每小区 3 点取样,均选取生长均匀的区域,每点取样 1 m²,脱粒后称重,测定单位面积产量,取 3 点的平均值为该小区的单位面积产量,并换算为平均折合产量,进而计算植保贡献率^[5]。

$$y_{贡献} = \frac{(-Y_1)}{Y_2} \times 100\%$$

式中, $y_{贡献}$ 为植保贡献率, Y_1 为未防控处理的小麦平均折合产量, Y_2 为防控处理的小麦平均折合产量。

2 结果与分析

2.1 小麦条锈病病情梯度

经对各人工化学药剂防控处理和对照处理的

试验田间调查结果(表 1)显示, 利用聚类分析可将冬小麦品种天选 57 号不同小区的小麦条锈病最终病情指数分为 5 个区间, 分别为未防控小区的 10.88 ~ 21.65 (F_0), 药剂防控 1 次的 5.85 ~ 8.65 (F_{1-1})、1.02~3.32 (F_{1-2}), 药剂防控 2 次的 0.06 ~ 0.80 (F_{2-1})、0.01 ~ 0.05 (F_{2-2}), 各区间的小麦条锈病平均病情指数分别依次为 17.81、6.74、1.80、0.29、0.03, 形成了 5 个小麦条锈病危害梯度。

2.2 小麦条锈病胁迫下冬小麦品种天选 57 号产量方程的构建

测产结果(表 1)表明, 在小麦条锈病胁迫下, 冬小麦品种天选 57 号未防控处理平均折合产量为 4 920 kg/hm², 使用 20%三唑酮乳油防控 1 次后平均折合产量最高可达 6 000 kg/hm², 使用 20%三唑酮乳油防控 2 次后平均折合产量最高可达 6 960 kg/hm², 构建小麦条锈病胁迫下最终病情(x 为最终病情指数)与平均折合产量($y_{产量}$)间的回归方程为: $y_{产量} = -8.571 4x^2 - 488.57x + 7 512 (R^2=0.987 2)$ (图 1), 进而计算出冬小麦品种天选 57 号的理论平均折合产量应为 7 512 kg/hm², 利用理论平均折合产量计算不同处理下的产量损失率, 其中冬小麦品种天选 57 号未防控处理的产量损失率最高, 为 34.50%; 防控 1 次的处理产量损失率较高, 为 20.13% ~ 29.71%, 较未防控处理挽回产量损失 4.79 ~ 14.37 个百分点; 防控 2 次的处理产量损失率较低, 为 7.35% ~ 12.14%, 较未防控处理挽回产量损失 22.36 ~ 27.15 个百分点。

植保贡献率测算结果(表 1)表明, 2022—2023 年度冬小麦品种天选 57 号小麦条锈病化学防控的植保贡献率为 6.82% ~ 29.31%, 其中以 F_{2-2} (0.01 ~ 0.05)区间植保贡献率最高, 为 29.31%, 较其余防控处理高出 3.86 ~ 22.49 个百分点; F_{2-1} (0.06 ~ 0.80)区间植保贡献率次之, 为 25.45%, 较防控 1 次的

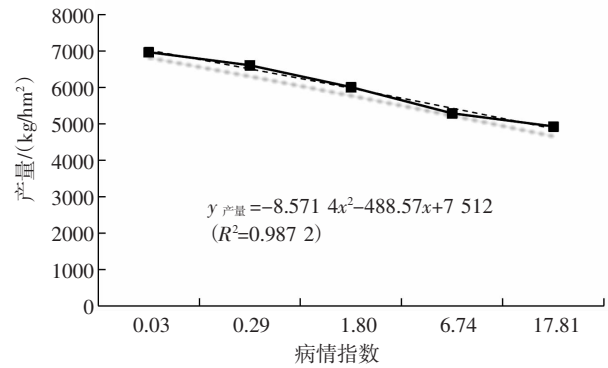


图 1 冬小麦品种天选 57 号不同病情下的产量

处理分别高出 18.63、7.45 个百分点; F_{1-2} (1.02 ~ 3.32)区间植保贡献率较高, 为 18.00%; F_{1-1} (5.85 ~ 8.65)区间植保贡献率最低, 为 6.82%。

3 结论与讨论

冬小麦品种天选 57 号对当前甘肃省小麦条锈病群体已表现中度感病, 不防控条件下, 病情指数最高可达 21.65, 产量损失率达到 34.50%, 表明该品种对小麦条锈病已丧失抗性, 这也印证了生产品种 3 ~ 5 a 丧失抗锈性的论断^[1]。品种抗性丧失是小麦条锈病再次爆发流行的直接诱因, 因此, 生产中品种的更新换代及合理布局对病害防控的意义就尤为突出^[2-3]。

利用试验结果构建出了冬小麦品种天选 57 号在小麦条锈病胁迫下最终病情(x)与平均折合产量($y_{产量}$)间的产量回归方程为: $y_{产量} = -8.571 4x^2 - 488.57x + 7 512 (R^2= 0.987 2, x$ 为最终病情指数)。合理有效的利用化学药剂防控可有效降低小麦田间病害的流行, 而植保贡献率的提出及计算则是为衡量植物病虫害防控的成效提供了量化指标同时也为植保防治指标的制定提供了依据。天选 57 号冬小麦在未防控下小麦条锈病最终病情指数达到 17.81, 产量损失率高达 34.50%; 使用 20%三唑酮乳油 135 g/hm² 兑水 450 kg 防控 1 次时产量损失率

表 1 不同处理下冬小麦品种天选 57 号的条锈病病情和产量及植保贡献率

处 理	病情指数区间	最终平均病情指数	平均折合产量/(kg/hm ²)	产量损失率/%	植保贡献率/%
未防控	F_0 (10.88~21.65)	17.81	4 920	34.50	
20%三唑酮乳油防控1次	F_{1-1} (5.85~8.65)	6.74	5 280	29.71	6.82
	F_{1-2} (1.02~3.32)	1.80	6 000	20.13	18.00
20%三唑酮乳油防控2次	F_{2-1} (0.06~0.80)	0.29	6 600	12.14	25.45
	F_{2-2} (0.01~0.05)	0.03	6 960	7.35	29.31

为 20.13%~29.71%，挽回产量损失 4.79~14.37 个百分点，植保贡献率为 6.82%~18.00%；使用 20%三唑酮乳油 135 g/hm² 兑水 450 kg 防控 2 次时产量损失率为 7.35%~12.14%，挽回产量损失 22.36~27.15 个百分点，植保贡献率为 25.45%~29.31%。刘万才等^[10]对我国小麦条锈病防控的植保贡献率评估认为，我国小麦条锈病大流行年份的植保贡献率接近 30%，本研究计算小麦条锈病防控的植保贡献率最高可达 29.31%，与其结果比较符合。

参考文献：

- [1] 李振歧, 曾士迈. 中国小麦锈病[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [2] 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.
- [3] 马占鸿. 中国小麦条锈病研究与防控[J]. 植物保护学报, 2018, 45(1): 1-6.
- [4] 黄冲, 姜玉英, 李春广. 1987年—2018年我国小麦主要病虫害发生危害及演变分析[J]. 植物保护, 2020(6): 186-193.
- [5] 刘万才. 试论植物保护贡献率的测算方法[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(8): 5-8.
- [6] 刘万才, 赵中华, 王保通, 等. 我国小麦条锈病防控的植保贡献率初析[J]. 中国植保导刊, 2022, 42(7): 5-9, 53.
- [7] 刘万才, 李跃, 彭红, 等. 2023年全国小麦病虫害防控植保贡献率评价研究报告[J]. 中国植保导刊, 2023, 43(8): 49-53.
- [8] 刘万才, 刘慧, 朱晓明, 等. 2022年全国三大粮食作物病虫害防控植保贡献率评价研究报告[J]. 中国植保导刊, 2023, 43(1): 5-9; 39.
- [9] 刘慧, 朱晓明, 卓富彦, 等. 2023年全国三大粮食作物病虫害防控植保贡献率评价研究报告[J]. 中国植保导刊, 2024, 44(1): 62-66, 103.
- [10] 刘万才, 王保通, 赵中华, 等. 我国小麦条锈病历史大流行的历史回顾与对策建议[J]. 中国植保导刊, 2022, 42(6): 21-27, 41.
- [11] ZHAO J, KANG Z. Fighting wheat rusts in China: a look back and into the future[J]. Phytopathology Research, 2023, 5 (1): 1-30.
- [12] 陈万权, 刘天国. 我国小麦秋苗条锈病发生规律及其区间菌源传播关系[J]. 植物保护, 2023, 49(5): 50-70.
- [13] 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.
- [14] 王万军, 贾秋珍, 曹世勤, 等. 国家区试冬小麦品种在甘肃陇南的田间抗条锈病性评价[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(4): 344-349.
- [15] 曹世勤, 贾秋珍, 张勃, 等. 甘肃省小麦条锈病研究进展及机遇与挑战[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(6): 495-502.
- [16] 张耀辉, 李金昌, 王伟, 等. 抗锈丰产冬小麦新品种天选 57 号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2017(8): 1-3.
- [17] 杨文雄. 甘肃小麦生产技术指导[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2009.