鲁西南地区小麦茎基腐病的田间综合防效评价

王祥会[1]， 国 栋[2]， 焦玉霞[1]， 马梦晴[3]， 胡英华[3]， 闫 硕[4*]

(1. 山东省邹城市农业技术推广中心，邹城 273500；2. 山东省农业技术推广中心，济南 250110；3. 山东省济宁市农业技术推广中心，济宁 272100；4. 中国农业大学植物保护学院，北京 100193)

摘要 近年来，小麦茎基腐病对小麦生产造成的影响日益严重，亟须探索新的防控策略。为此，在2023年—2024年对鲁西南地区的邹城市开展了该病害的防治研究示范。研究选取了7种新型复配种子处理悬浮剂(FS)，对小麦种子进行播前包衣处理，并在返青期进行40%丙硫菌唑·戊唑醇悬浮剂(SC)根部喷淋，以评估其对小麦茎基腐病的防控效果。田间试验结果表明，27.2%氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪FS对小麦苗期生长性状的影响较小，并在苗期表现出较强的防控作用。结合返青期喷药处理，该药剂展现出最佳的病害控制及增产效果，其对灌浆期茎基腐病的防效达80.89%，增产率为15.53%。其次是10%甲·戊·嘧菌酯FS，其防效为77.07%，增产率为13.94%。试验结果表明，种子包衣结合返青期喷施杀菌剂是防止小麦茎基腐病扩展的有效手段。该研究为本地区小麦茎基腐病的防控提供了新的药剂选择和实践参考。

关键词 小麦茎基腐病； 复配药剂； 种子包衣； 防治效果； 增产率

中图分类号： S 435.12 **文献标识码**： B **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2025061

Field control efficacy evaluation of wheat Fusarium crown rot in southwest of Shandong province

WANG Xianghui[1]， GUO Dong[2]， JIAO Yuxia[1]， MA Mengqing[3]， HU Yinghua[3]， YAN Shuo[4*]

(1. *Zoucheng Agro-technical Extension Center*, *Shandong Province*, *Zoucheng* 273500, *China*; 2. *Shandong Agro-technical Extension Center*, *Jinan* 250110, *China*; 3. *Jining Agro-technical Extension Center*, *Shandong Province*, *Jining* 272100, *China*; 4. *College of Plant Protection*, *China Agricultural University*, *Beijing* 100193, *China*)

Abstract In recent years, Fusarium crown rot has increasingly threatened wheat production, highlighting the need for novel control strategies. To address this issue, field assays were conducted in Zoucheng, Shandong province, during the 2023—2024 period. Seven novel multi-component formulations of flowable concentrate for seed treatment (FS) were selected for pre-sowing treatment, while prothioconazole · tebuconazole 40% SC was applied at regreening stage to assess their efficacy against Fusarium crown rot in wheat. Field assay results indicated that sedaxane · fludioxonil · thiamethoxam 27.2% FS had minimal impact on wheat seedling growth and demonstrated strong disease control effect at the seedling stage. When combined with the fungicide treatment at regreening stage, this formulation exhibited the highest disease control efficacy (80.89%) and a significant yield increase of 15.53%. The second effective treatment was metalaxyl · tebuconazole · azoxystrobin 10% FS, with disease control efficacy of 77.07% and yield increase of 13.94%. These findings suggest that combining seed treatment with fungicide application at the regreening stage is an effective strategy for managing Fusarium crown rot in wheat. This study offers new insights into disease management and provides practical guidance for controlling Fusarium crown rot in the region.

Key words Fusarium crown rot; multi-component formulations; seed coating; control effect; yield increase rate

小麦茎基腐病(Fusarium crown rot, FCR)是近年来在小麦产区愈发普遍流行的一种真菌性根部病害。该病害于1951年由Balnave在澳大利亚首次报道，随后在全球迅速蔓延[1]。在澳大利亚，小麦

收稿日期： 2025-02-10 **修订日期**： 2025-04-02
基金项目： 国家自然科学基金(32372631)
* 通信作者 E-mail:yanshuo2011@foxmail.com

茎基腐病每年都会导致严重的产量损失，在发病严重的地块，损失率高达 100%[2-3]。2012 年，Li 等[4]首次报道该病害在河南发生，随后其逐步扩散至黄淮海小麦主产区，并在新疆和甘肃小麦产区零星发生[5-6]。近年来，小麦茎基腐病的发生呈现逐年加重的趋势，对我国小麦生产构成了重大威胁[7-8]。山东省邹城市是黄淮海小麦主产区之一，该地区的气候条件和土壤特性为茎基腐病的发生提供了有利的环境。随着小麦种植面积的扩大加之病害管理的不足，茎基腐病的发生呈现逐年加重的趋势，给当地小麦生产带来了严重挑战。

在黄淮海小麦产区，小麦茎基腐病主要由假禾谷镰孢 *Fusarium pseudograminearum* 和禾谷镰孢 *F. graminearum* 等多种病原菌复合侵染引起[9]。病原菌在小麦播种后即可侵染种子，导致种子在萌发前腐烂。苗期时，病原菌侵染小麦基部叶鞘和茎秆，形成褐色病斑，病斑逐渐扩展并引起小麦根部变褐腐烂。随着病害的发展，小麦的营养吸收受阻，叶片逐渐黄化干枯，危害严重时，茎基部腐烂，导致植株支撑能力下降，容易倒伏。当田间环境湿度较大时，小麦基部茎节会出现红色或白色霉层，最终形成枯白穗，导致穗粒秕瘦，严重影响产量[10-11]。据徐飞等[12]报道，小麦茎基腐病在河南部分小麦产区造成的产量损失可达 30%～50%；徐烨等[13]报道，该病在关中东部地区造成的小麦产量损失为 10%～20%，个别严重地块的损失可超过 50%。

近年来秋季秸秆还田等农田管理措施的普及，使得土壤中的病原菌大量积累。这进一步加剧了小麦茎基腐病的发生，为防控工作带来了更大的挑战。药剂拌种是防治小麦茎基腐病的重要途径，但其病原菌的复杂性导致单一药剂的防控效果非常有限。同时，受持效期的限制，杀菌剂对小麦茎基腐病的防控效果也会逐渐减弱。因此，探索新的综合防控体系，对于保障小麦的安全生产至关重要。

本研究选取了几种新型复配种衣剂进行播种前种子包衣处理，并结合返青期喷施杀菌剂的方法，评估其对小麦茎基腐病的综合防控效果，以期为今后该病的防控提供药剂选择参考，为保障小麦安全生产提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 供试小麦品种与药剂

供试小麦品种：‘济麦 22’，当地主栽品种之一，由邹城市良种繁育中心提供。小麦种子处理悬浮剂(FS)、生产厂家及用量见表 1。返青期喷施杀菌剂：40%丙硫菌唑·戊唑醇悬浮剂(SC)，购自海利尔药业集团股份有限公司。

表 1 小麦茎基腐病防治试验用种衣剂信息表

Table 1 Information of experimental seed coating agents for prevention and control wheat Fusarium crown rot

处理 Treatment	拌种药剂 Seed coating formulation	100 kg 种子剂量 Dose per 100 kg seed	生产厂家 Manufacturer
1	20%苯甲唑·噻虫嗪·萎锈灵 FS difenoconazole·thiamethoxam·carboxin 20% FS	1 500 mL	禾美思(山东)植物保护有限公司
2	27.2%氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS sedaxane·fludioxonil·thiamethoxam 27.2% FS	300 mL	瑞士先正达作物保护有限公司
3	10%甲·戊·嘧菌酯 FS metalaxyl·tebuconazole·azoxystrobin 10% FS	40 g	世科姆作物科技(无锡)有限公司
4	23%吡虫·咯·苯甲 FS imidacloprid·fludioxonil·difenoconazole 23% FS	800 g	世科姆作物科技(无锡)有限公司
5	10%唑醚·灭菌唑 FS pyraclostrobin·triticonazole 10% FS	300 mL	巴斯夫欧洲公司
6	27%苯醚·咯·噻虫 FS difenoconazole·fludioxonil·thiamethoxam 27% FS	300 mL	巴斯夫欧洲公司
7	9%氟环·咯·苯甲 FS sedaxane·difenoconazole·fludioxonil 9% FS	200 mL	先正达南通作物保护有限公司
8	清水 Water control	—	
9	对照 Control	—	

1.2 试验设计

田间试验在山东省邹城市北宿镇毛堂村(116°53′E，35°19′N)进行，2022 年该地块小麦茎基腐病发生严重。试验地土壤为黏质土，肥力均匀，灌溉条件较好，前茬作物为玉米。

试验共设置 7 个拌种处理、1 个清水处理和 1 个空白对照，共 9 个处理(表 1)，于播种前 2 d 按照表 1 中的剂量对小麦种子进行药剂拌种处理，清水处理按照每 100 kg 种子用水 500 mL 拌种，拌种后放置于通风处晾干备播。于 2023 年 10 月 25 日播种，施用复合肥 750 kg/hm^2(N∶P∶K=15∶15∶15)作为底肥，小麦播种量 187.5 kg/hm^2，播种时行距

27 cm,播深 3～5 cm。每个处理小区面积 600 m^2,重复 3 次,共 27 个小区,随机区组排列。

在小麦返青至拔节前(2024 年 3 月 10 日),对处理 1～8 喷施 40%丙硫菌唑·戊唑醇悬浮剂防治苗期小麦茎基腐病,用量 525 mL/hm^2,对照组不另外喷施杀菌剂。喷施器械为自走式高杆喷雾机,用水量 60 kg/667m^2。小麦后期管理同大田。

1.3　田间调查

1.3.1　小麦出苗及苗期生长情况调查

小麦出苗情况调查于小麦播种后 15 d(2023 年 11 月 4 日)进行,调查采用对角线五点取样法,每点取 1 m 双行,调查小麦出苗数量;小麦苗期生长情况调查于 2023 年 12 月 10 日进行。每个小区采取对角线五点取样法,每点随机取 10 茎幼苗,每个处理共计 150 茎幼苗,带回实验室测量株高、根长和单茎鲜重。

1.3.2　小麦茎基腐病发生情况调查

在调查小麦苗期生长情况的同时记录发病茎数,并按式(1)计算病茎率。

$$病茎率=\frac{病茎数}{总茎数}\times 100\% \quad (1)$$

拔节期发病情况调查于 2024 年 3 月 20 日进行,取样方法和病茎率计算方法同苗期。

灌浆期开始调查茎基腐病危害程度,取样方法同苗期,每个处理取 150 个茎,带回实验室进行病茎分级,分级标准参照《NY/T 4179-2022 小麦茎基腐病测报技术规范》,0 级:植株无症状;1 级:下部仅叶鞘明显变褐;2 级:基部第 1 节间有变褐现象;3 级:基部第 2 节间有变褐现象,但无枯白穗;4 级:基部第 3 节间以上有变褐现象,但无枯白穗;5 级:枯白穗或无穗。按式(2)计算病情指数:

$$病情指数=\frac{100\times\Sigma(各级病叶数\times各级代表值)}{调查总叶数\times最高级代表值} \quad (2)$$

按式(3)计算防治效果:

防治效果=(对照区病情指数－处理区病情指数)/对照区病情指数×100% (3)

1.3.3　小麦产量调查

在小麦收获前 5 d 进行测产。采取对角线五点取样法,每点取 1 m 双行,对麦穗数、穗粒数进行统计,麦穗带回实验室,晾干后脱粒,称取千粒重,计算单位面积产量。

穗数和理论产量计算方法见式(4)～(5):

$$穗数/667m^2=\frac{1\ m\ 双行穗数}{行距\times 2}\times 667 \quad (4)$$

$$理论产量=穗数\times平均穗粒数\times千粒重\times 85\% \quad (5)$$

1.4　数据分析

试验统计分析借助 DPS 9.01 数据处理系统完成,对小麦苗期的出苗数、株高、根长和单茎鲜重,苗期病茎率、拔节期病茎率以及灌浆期病茎率和病情指数,收获期的千粒重、每米单行穗数和产量等调查数据采用 LSD 法进行方差分析。

2　结果与分析

2.1　药剂拌种对小麦出苗率及幼苗生长的影响

从表 2 可以看出,在药剂拌种处理中,27%苯醚·咯·噻虫 FS 处理的出苗数最高,达到 137.22 株/m,与其他药剂拌种组存在显著差异,但仍低于清水处理组和对照组的出苗数。从株高来看:各处理组之间的株高差异不显著。10%甲·戊·嘧菌酯 FS 处理和 23%吡虫·咯·苯甲 FS 处理的根长分别为 7.73 cm 和 7.72 cm,显著长于 20% 苯甲唑·噻虫嗪·萎锈灵 FS 处理(7.35 cm),而其他处理组间的根长无显著差异。9%氟环·咯·苯甲 FS 处理的单株鲜重为 0.32 g,显著高于对照组和其他处理组。

2.2　药剂拌种对小麦苗期茎基腐病的防控效果

苗期小麦茎基腐病发病情况的调查结果显示(表 3),各拌种处理组的病茎率显著低于清水处理和对照组,表明不同药剂拌种对茎基腐病均具有一定的防控作用。其中,27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 处理的病茎率最低,仅为 14.44%;其次是 10%甲·戊·嘧菌酯 FS 处理,病茎率为 20%;再次是 23%吡虫·咯·苯甲 FS 处理,病茎率为 26.67%;其余各处理的病茎率均≥30%。

2.3　药剂处理对小麦拔节期和灌浆期的茎基腐病的防控效果

在小麦返青期喷洒 40%丙硫菌唑·戊唑醇悬浮剂后,对拔节期和灌浆期的小麦茎基腐病发病情况进行了调查。结果显示,对照组在拔节期和灌浆期的茎基腐病发病较为严重,其拔节期病株率、灌浆期病茎率及病情指数均显著高于其他处理组,表明拌种与杀菌剂喷施的联合应用对小麦茎基腐病的防治效果显著(表 3)。

表 2 不同拌种处理对小麦出苗数及幼苗生长的影响[1)]

Table 2 Influence of different seed dressing treatments on emergence number and seedling growth of wheat

处理 Treatment	出苗数/(株/m) Emergence number	株高/cm Plant height	根长/cm Root length	单株鲜重/g Fresh weight per plant
20% 苯甲唑·噻虫嗪·萎锈灵 FS difenoconazole·thiamethoxam·carboxin 20% FS	(131.67±0.18)d	(13.57±0.11)a	(7.35±0.11)b	(0.29±0.001)c
27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS sedaxane·fludioxonil·thiamethoxam 27.2% FS	(133.11±0.27)c	(14.12±0.19)a	(7.40±0.03)ab	(0.31±0.004)b
10%甲·戊·嘧菌酯 FS metalaxyl·tebuconazole·azoxystrobin 10% FS	(132.22±0.37)cd	(13.59±0.08)a	(7.73±0.01)a	(0.31±0.001)b
23%吡虫·咯·苯甲 FS imidacloprid·fludioxonil·difenoconazole 23% FS	(133.11±0.33)c	(13.73±0.22)a	(7.72±0.01)a	(0.30±0.004)b
10% 唑醚·灭菌唑 FS pyraclostrobin·triticonazole 10% FS	(132.89±0.24)cd	(13.67±0.25)a	(7.48±0.12)ab	(0.30±0.002)b
27%苯醚·咯·噻虫 FS difenoconazole·fludioxonil·thiamethoxam 27% FS	(137.22±0.37)b	(13.94±0.25)a	(7.41±0.05)ab	(0.30±0.002)b
9% 氟环·咯·苯甲 FS difenoconazole·fludioxonil·thiamethoxam 9% FS	(133.11±0.45)c	(13.91±0.15)a	(7.59±0.10)ab	(0.32±0.005)a
清水 Water control	(139.01±0.94)a	(13.61±0.26)a	(7.52±0.07)ab	(0.30±0.001)b
对照 Control	(138.67±0.28)a	(13.58±0.22)a	(7.67±0.23)ab	(0.30±0.002)b

1) 同列数据后不同小写字母表示经 LSD 法检验差异显著($P<0.05$)。下同。
Different lowercase letters after the data in the same column indicate significant differences tested by the LSD method($P<0.05$). The same applies below.

表 3 种子包衣和小麦返青期喷施杀菌剂的综合防控效果

Table 3 The comprehensive prevention and control efficacy by seed coating and spraying fungicides at wheat regreening stage

处理 Treatment	苗期病茎率/% Diseased plant rate at seedling stage	拔节期病茎率/% Diseased plant rate at jointing stage	拔节期防效/% Control efficacy at jointing stage	灌浆期病茎率/% Diseased plant rate at filling stage	灌浆期病情指数 Disease index at filling stage	综合防治效果/% Control efficacy
20% 苯甲唑·噻虫嗪·萎锈灵 FS difenoconazole·thiamethoxam·carboxin 20% FS	(33.33±1.93)bc	(38.89±4.01)c	38.60	(42.22±2.22)c	(9.63±0.57)cd	50.32
27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS sedaxane·fludioxonil·thiamethoxam 27.2% FS	(14.44±1.11)e	(16.67±1.93)d	73.68	(17.78±1.11)e	(3.70±0.21)f	80.89
10%甲·戊·嘧菌酯 FS metalaxyl·tebuconazole·azoxystrobin 10% FS	(20.00±1.92)de	(24.44±1.11)d	61.41	(24.44±1.11)de	(4.44±0.43)e	77.07
23%吡虫·咯·苯甲 FS imidacloprid·fludioxonil·difenoconazole 23% FS	(26.67±0.00)cd	(33.33±5.09)c	47.38	(32.22±2.94)cd	(7.16±0.49)d	63.06
10% 唑醚·灭菌唑 FS pyraclostrobin·triticonazole 10% FS	(30.00±3.33)cd	(35.56±1.11)c	43.86	(34.44±2.94)cd	(7.53±0.33)cd	61.15
27%苯醚·咯·噻虫 FS difenoconazole·fludioxonil·thiamethoxam 27% FS	(34.44±1.11)bc	(34.44±2.94)c	45.63	(36.67±1.93)c	(7.90±0.69)cd	59.24
9% 氟环·咯·苯甲 FS difenoconazole·fludioxonil·thiamethoxam 9% FS	(36.67±1.93)b	(35.89±1.31)c	43.34	(42.22±2.94)c	(10.12±1.21)c	46.63
清水 Water control	(56.65±2.22)a	(56.67±3.33)b	10.53	(62.35±11.71)b	(16.76±1.04)b	13.52
对照 Control	(55.56±4.84)a	(63.34±5.77)a	—	(74.44±11.71)a	(19.38±1.57)a	—

27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 处理和 10%甲·戊·嘧菌酯 FS 处理在拔节期的病茎率分别为 16.67%和 24.44%,显著低于其他处理组;防治效果分别为 73.68%和 61.41%,明显高于其他处理。在灌浆期,27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 处理和 10%甲·戊·嘧菌酯 FS 处理的病茎率同样保持在较低水平,分别为 17.78%和 24.44%。此外,27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 处理的病情指数也是最低的,仅为 3.70;其次是 10%甲·戊·嘧菌酯 FS 处理(4.44)和 23%吡虫·咯·苯甲 FS 处理(7.16),而对照组的病情指数达到 19.38。27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 处理和 10%甲·戊·嘧菌酯 FS 处理对茎基腐病的防效分别为 80.89%和 77.07%,综合表明这两种处理在防治小麦茎基腐病方面具有较大的潜力。

2.4　不同药剂拌种处理对小麦产量的影响

综合防控措施对小麦产量影响的结果显示(表 4),10%甲·戊·嘧菌酯 FS 处理的千粒重最大(46.44 g),显著高于其他处理组,其次是 27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 处理(45.31 g),再次是 9% 氟环·咯·苯甲 FS 处理(44.83 g),除 27%苯醚·咯·噻虫 FS 外其他处理组也与对照组存在显著差异。对照组的单行穗数最少,为 149.00 穗/m,各药剂处理组单行穗数间不存在显著差异,但 27%苯醚·咯·噻虫 FS 处理略高,为 163.33 穗/m;其次是 27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 处理,为 162.66 穗/m。10%甲·戊·嘧菌酯 FS 处理、23%吡虫·咯·苯甲 FS 处理和 10% 唑醚·灭菌唑 FS 处理的平均穗粒数为 34.62～34.82 粒之间,显著高于其他处理组。通过计算产量,发现拌种与喷施杀菌剂的联合处理能使小麦显著增产 8.9%以上,而仅在返青期喷药较对照组仅增产 1.21%。其中,27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 处理的产量最高,达到 598.83 kg/667m^2,增产率为 15.53%。其次是 10%甲·戊·嘧菌酯 FS 处理,产量为 590.58 kg/667m^2,增产率为 13.94%。清水处理的增产率最低,为 1.21%,产量为 524.64 kg/667m^2。

表 4　综合防控措施对小麦产量的影响效果

Table 4　Impact of comprehensive prevention and control measures on wheat yield

处理 Treatment	千粒重/g Thousand-grain weight	单行穗数/(穗/m) Number of ears per single row	平均穗粒数/粒 Average number of grains per ear	产量/(kg/667m^2) Yield	增产率/% Yield increasing rate
20% 苯甲唑·噻虫嗪·萎锈灵 FS difenoconazole·thiamethoxam·carboxin 20% FS	(44.53±0.14)d	(158.67±3.48)a	(33.55±0.23)b	(564.69±16.17)d	8.94
27.2% 氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS sedaxane·fludioxonil·thiamethoxam 27.2% FS	(45.31±0.62)b	(162.66±1.45)a	(33.90±0.11)b	(598.83±12.97)a	15.53
10%甲·戊·嘧菌酯 FS metalaxyl·tebuconazole·azoxystrobin 10% FS	(46.44±0.10)a	(161.33±0.88)a	(34.68±0.15)a	(590.58±1.70)ab	13.94
23%吡虫·咯·苯甲 FS imidacloprid·fludioxonil·difenoconazole 23% FS	(44.80±0.75)c	(157.00±4.73)a	(34.82±0.49)a	(578.38±26.05)c	11.58
10%唑醚·灭菌唑 FS pyraclostrobin·triticonazole 10% FS	(44.14±0.45)e	(159.67±0.88)a	(34.62±0.19)a	(581.23±2.62)bc	12.13
27%苯醚·咯·噻虫 FS difenoconazole·fludioxonil·thiamethoxam 27% FS	(43.75±0.10)fg	(163.33±1.86)a	(33.89±0.31)b	(576.88±9.73)cd	11.29
9%氟环·咯·苯甲 FS difenoconazole·fludioxonil·thiamethoxam 9% FS	(44.83±0.79)c	(158.00±1.53)a	(33.68±0.68)b	(568.32±15.34)cd	9.64
清水　Water control	(43.76±0.24)f	(150.01±1.48)b	(33.55±0.31)b	(524.64±8.35)e	1.21
对照　Control	(43. 62±0.28)g	(149.00±2.08)b	(33.48±0.35)b	(518.35±1.90)e	—

2.5　安全性评估

在整个试验过程中,仅在出苗阶段观察到药剂处理区的小麦生长出现一定程度的出苗慢、出苗率低等现象。然而,这些症状在出苗 30 d 后逐渐消失,进入返青期后,各处理之间未见明显差异;在返青期喷施 40%丙硫菌唑·戊唑醇悬浮剂,未发现小麦有不良反应。在整个药剂处理试验期间,小麦生长未出现叶片失绿、发黄、萎蔫等症状,也未观察到对周围环境产生不良反应,说明所选药剂可用于小麦茎基腐病的田间防控。

3 结论与讨论

小麦茎基腐病作为一种常见的根部病害，其防控难度较大，对小麦产量和品质构成了严重威胁。近年来，随着秸秆大量还田，土壤中病原菌的积累加剧，导致小麦茎基腐病的发病情况日益严重，进一步影响了小麦的产量和品质[14-16]。因此，探究有效的防控措施显得尤为迫切。本研究通过采用复配药剂拌种处理并结合返青期喷施杀菌剂的方法，旨在为小麦茎基腐病的防治提供更加有效的药剂和防控策略。试验结果显示，在 7 种种衣剂中，27.2%氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 对小麦苗期茎基腐病的防控效果最佳，病株率仅为 14.44%，其次是 10%甲·戊·嘧菌酯 FS，病株率为 20%。27.2%氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 和 10%甲·戊·嘧菌酯 FS 这两种药剂结合返青期喷施 40%丙硫菌唑·戊唑醇 SC，能够有效控制小麦茎基腐病的发展并提升小麦产量。在灌浆期，其防效分别为 80.89%和 77.07%，明显优于其他处理。此外，这两种处理对小麦增产的效果也较为显著，增产率分别为 15.53%和 13.94%。总体而言，将 27.2%氟环菌·咯菌腈·噻虫嗪 FS 及 10%甲·戊·嘧菌酯 FS 拌种处理与返青期喷施杀菌剂结合使用的综合防控效果最佳，可作为小麦茎基腐病防控的有效备选方案。

本研究主要探讨了仅返青期喷药和不同复配种衣剂与返青期喷药的联合防控效果，但未单独评估仅拌种处理的防控作用，这在一定程度上存在一定局限性。此外，本研究仅选用了 40%丙硫菌唑·戊唑醇 SC 进行返青期喷施，未来研究可进一步探索不同药剂组合的效果，以寻找更为高效的防控方案。需要注意的是，小麦茎基腐病一旦发生，返青期施药能起到一定作用，仅局限于发病轻的植株，如果播种期不加以预防，很难起到很好的防控作用；虽然种子包衣能有效控制根部病害，但可能会对种子萌发和幼苗早期生长产生一定的抑制作用。因此，未来的研究可考虑在拌种过程中添加植物生长调节剂，以促进种子的生长发育，增强幼苗的抗性，减少种衣剂的抑制效应，从而进一步提高防控效果。

综上所述，本研究为小麦茎基腐病的防治提供了有效的药剂组合和应用策略，表明复配药剂与返青期喷施杀菌剂相结合是控制该病害和提高产量的可行方案。未来研究将继续优化药剂组合，探索更多防控方法，以应对小麦茎基腐病带来的挑战。

参考文献

[1] KNIGHT N L, SUTHERLAND M W. Spread of *Fusarium pseudograminearum* in wheat seedling tissues from a single inoculation point [J]. Australasian Plant Pathology, 2013, 42: 609-615.

[2] BACKHOUSE D, ABUBAKAR A A, BURGESS L W, et al. Survey of *Fusarium* species associated with crown rot of wheat and barely in eastern Australia [J]. Australasian Plant Pathology, 2004, 33(2): 255-261.

[3] MURRAY G M, BRENNAN J P. Estimating disease losses to the Australian wheat industry [J]. Australasian Plant Pathology, 2009, 38(6): 558-570.

[4] LI Honglian, YUAN Hongxia, FU Bo, et al. First report of *Fusarium pseudograminearum* causing crown rot of wheat in Henan, China [J]. Plant Disease, 2012, 96(7): 1065.

[5] 吴玉星，韩森，王亚娇，等. 河北省小麦主栽品种对茎基腐病抗性鉴定及评价指标相关性分析[J]. 植物保护，2023，49(6)：267-271.

[6] 郭炜，李雪萍，漆永红，等. 西北地区冬小麦茎基腐病原假禾谷镰刀菌的鉴定及种质资源抗性筛选[J]. 甘肃农业大学学报，2018(6)：164-170.

[7] DENG Yuanyu, LI Wei, ZHANG Peng, et al. *Fusarium pseudograminearum* as an emerging pathogen of crown rot of wheat in eastern China [J]. Plant Pathology, 2019, 69(2): 240-248.

[8] ZHOU Haifeng, HE Xiaolun, WANG Shuo, et al. Diversity of the *Fusarium pathogens* associated with crown rot in the Huanghuai wheat-growing region of China [J]. Environmental Microbiology, 2019, 21(8): 2740-2754.

[9] 王季锋，王珊珊，许景升，等. 黄淮麦区假禾谷镰刀菌对 3 种杀菌剂敏感性测定[J]. 植物保护，2023，49(3)：333-337.

[10] 王祥会，焦玉霞，赵艳丽，等. 不同种衣剂处理对小麦茎基腐病的田间防治效果评价[J]. 农学学报，2023，13(7)：7-11.

[11] 周海峰，杨云，牛亚娟，等. 小麦茎基腐病的发生动态与防治技术[J]. 河南农业科学，2014，43(5)：114-117.

[12] 徐飞，宋玉立，周益林，等. 2013—2016 年河南省小麦茎基腐病的发生危害情况及特点[J]. 植物保护，2016，42(6)：126-132.

[13] 许烨，赵小宁，张鹏，等. 关中东部小麦茎基腐病发生现状及防控措施[J]. 安徽农学通报，2018，24(22)：55-56.

[14] WANG Qing, BUXA S V, FURCH A, et al. Insights into *Triticum aestivum* seedling root rot caused by *Fusarium graminearum* [J]. Molecular Plant-Microbe Interactions, 2015, 28(12): 1288-1303.

[15] CHEN Yun, ZHENG Shiyu, JU Zhenzhen, et al. Contribution of peroxisomal docking machinery to mycotoxin biosynthesis, pathogenicity and pexophagy in the plant pathogenic fungus *Fusarium graminearum* [J]. Environmental Microbiology, 2018, 20(9): 3224-3245.

[16] 徐飞，韩自行，宋玉立，等. 几种杀菌剂对小麦茎基腐病的防治效果[J]. 植物保护，2022，48(2)：296-302.

（责任编辑：田 喆）