

不同生物制剂防治小麦茎基腐病的田间防治效果试验

许 玲, 孟 璇, 郭 立, 李建达, 赵书花, 王祥会, 赵艳丽, 王 佛

(邹城市农业技术推广中心, 山东 邹城 273500)

摘 要: 选用微生物药剂 6% 井冈霉素·枯草芽孢杆菌、植物生长调节剂 0.136% 赤·吲乙·芸苔和新型植物免疫激活蛋白 0.4% 大丽轮枝孢激活蛋白分别与常规化学药剂混用, 对小麦进行拌种和两个关键生育期(拔节期和扬花期)叶面喷施, 研究该防治方法和 3 种生物制剂对小麦茎基腐病的田间防治效果。处理 1 用 6% 井冈霉素·枯草芽孢杆菌与 70% 吡虫啉混合拌种, 处理 2、处理 3 分别将 0.136% 赤·吲乙·芸苔、0.4% 大丽轮枝孢激活蛋白与常规药剂 32% 戊唑·吡虫啉混合拌种。苗期, 处理 1 单株地下部分鲜重最大, 处理 2 株高最高, 处理 3 幼苗单株地上部分鲜重最高, 分别为 0.37 g、29.35 cm、4.39 g, 比常规药剂处理和空白对照显著提高。拔节期和扬花期两次喷施药剂相同, 灌浆期防治效果最高的是处理 3, 其次为处理 2 和处理 1, 分别为 73.80%、69.52% 和 68.99%, 显著高于常规药剂处理。增产率最高的同样是处理 3, 其次是处理 2 和处理 1, 分别为 23.86%、23.12% 和 21.69%。3 个处理对小麦均有促生和增产的作用, 且对小麦茎基腐病有较好的防治效果, 其中 0.4% 大丽轮枝孢激活蛋白与常规药剂混用在防治效果和产量上表现最佳, 在防治小麦茎基腐病中具有较好的推广应用前景。

关键词: 小麦茎基腐病; 生物制剂; 田间防治效果; 产量

中图分类号: S435.121

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2025)01-0010-06

Field Efficacy of Different Biological Agents on Crown Rot of Wheat

XU Ling, MENG Xuan, GUO Li, LI Jianda, ZHAO Shuhua, WANG Xianghui, ZHAO Yanli, WANG Fo
(Zoucheng Agro-Tech Extension Center, Zoucheng 273500, China)

Abstract: Microbial reagents such as validamycin·*bacillus subtilis* 6%, plant growth regulator gibberellic acid·indol-3-ylacetic acid·brassinolide 0.136% and new type plant immune-activating proteins *Verticillium dahliae* Asp-f2 Like 0.4% were selected. These three agents were respectively mixed with or replace conventional chemical agents, and used for seed-dressing of wheat and foliar spraying at two key growth stages. This study aims to clarify the field efficacy of this control method and the three biological agents against wheat crown rot. During seed-dressing: in Treatment 1, validamycin·*bacillus subtilis* 6% was mixed with imidacloprid 70% for seed dressing. In Treatments 2 and 3, gibberellic acid·indol-3-ylacetic acid·brassinolide 0.136% and *Verticillium dahliae* Asp-f2 Like 0.4% were respectively mixed with the conventional agent tebuconazole·imidacloprid 32% for seed dressing. At the seedling stage, the fresh weight of the underground part per plant in Treatment 1 was the largest, the plant height in Treatment 2 was the highest, and the fresh weight of the above-ground part per plant in Treatment 3 was the highest, which were 0.37 g, 29.35 cm, and 4.39 g respectively. All three were significantly higher than those of the conventional agent treatment and the blank control. Same agents were sprayed twice at the jointing stage and the flowering stage. In Treatment 1, only validamycin·*bacillus subtilis* 6% was used. In Treatments 2 and 3, gibberellic acid·indol-3-ylacetic acid·brassinolide 0.136% and *Verticillium dahliae* Asp-f2 Like 0.4% were respectively mixed with the conventional agent pyraclostrobin·tebuconazole 30% for spraying. At the filling stage, the control effect was the highest in Treatment 3, followed by Treatments 2 and 1, which were 73.80%, 69.52% and 68.99% respectively, significantly higher than that of the conventional agent treatment. The yield increase rate was also the highest in Treatment 3, followed by Treatments 2 and 1, which were 23.86%, 23.12% and 21.69% respectively.

收稿日期: 2024-08-23

基金项目: 山东省小麦产业技术体系项目(SDAIT-01-10)

作者简介: 许 玲(1983-), 女, 农艺师, 硕士, 主要从事植物保护研究与推广工作。

Three treatments all had the effects of promoting growth and increasing yield on wheat, and had a good control effect on wheat crown rot. Among them, the mixture of *Verticillium dahliae* Asp-f2 Like 0.4% and the conventional agent performed the best in terms of control effect and yield, and has a good application and popularization prospect in the prevention and control of wheat basal rot.

Key words: Crown rot of wheat; Biological agent; Field efficacy; Yield

小麦茎基腐病是由多种镰孢菌(*Fusarium* spp.)引起的一类真菌复合侵染性茎基部病害^[1],近十年来,已成为危害我国小麦生产的主要病害之一^[2]。在黄淮海麦区主要是由假禾谷镰孢菌(*F. pseudograminearum*)侵染致病^[3],发病严重时会造成烂种、死苗,后期形成白穗,严重影响小麦的品质和产量^[4]。1951年小麦茎基腐病在澳大利亚首次被报道,之后在亚洲、非洲、北美洲、南美洲以及大洋洲等世界各小麦产区均有发生小麦茎基腐病的报道^[5]。21世纪初,每年该病在澳大利亚造成小麦损失9 700万澳元^[6],在美国太平洋西北地区造成小麦产量损失13%左右^[7]。2012年在中国河南焦作小麦茎基腐病首次被报道^[8],随后在河北、山东和陕西甚至中国西部的新疆、宁夏和甘肃等小麦产区相继发生^[9-11]。2016年在河南焦作自然发病田块,小麦茎基腐病造成小麦产量减少达50%以上^[12];2018年在陕西关中东部,该病造成小麦产量损失10%~20%,严重地块达50%以上^[13];2019年在山东西南地区该病严重时产量损失达40%^[14]。小麦茎基腐病在中国的发病面积在260万hm²以上,且呈逐年快速加重趋势,2022年小麦茎基腐病被中国科协评选为“十大重要产业问题”之一,对我国夏粮生产构成严重威胁^[15]。

防治病害最经济有效的途径是选择抗性品种。截至目前,对高抗小麦茎基腐病的小麦品种在主栽品种中还没有报道^[16]。小麦茎基腐病的防治主要采取农业防治与药剂防治相结合的措施^[17-18]。利用晚播、适量播种、深耕、轮作倒茬,合理施肥、灌溉等农业措施防治小麦茎基腐病有一定效果。种子包衣是降低小麦苗期感病风险的有效途径^[14,19]。由于小麦茎基腐病是由多种真菌复合侵染,单一的药剂达不到理想的防治效果,因此实际生产中,常常需要进行多种药剂复配。随着低毒、无残留、持效期长的生物农药的迅猛发展^[20-21],生物药剂防治也逐步成为防治小麦茎基腐病的研究热点^[22-24]。本试验选取了一种微生物药剂、一种植物生长调节剂及一种新型植物免疫激活蛋白,分别与常规化学药剂混用,对小麦进行“一拌两喷”处理(拌种加拔节期和扬花期叶面

喷施),研究该防治方法和3种生物制剂对小麦茎基腐病的防治效果,以及对小麦生长和产量的影响,以期绿色防控的推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试小麦品种与药剂

供试小麦品种:泰农18,由邹城市良种繁育场提供。

生物制剂:6%井冈霉素·枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(WP),由河南绿保科技发展有限公司生产;0.136%赤·吲乙·芸苔(碧护)可湿性粉剂(WP)、3%卵磷脂·维生素E(安融乐)悬乳剂(SE),由北京成禾佳信农资贸易有限公司提供;0.4%大丽轮枝孢激活蛋白(维大力)粉剂(DP),由中捷四方生物科技股份有限公司生产。

常规处理药剂:32%戊唑·吡虫啉种子处理悬浮剂(FS),由拜耳作物科学(中国)有限公司生产;30%唑醚·戊唑醇悬浮剂(SC),由济南一农化工有限公司生产。

杀虫剂:70%吡虫啉种子可分散粉剂(WS),由河北威远生物化工有限公司生产。

1.2 试验地及栽培条件

试验设在山东省邹城市良种试验推广中心试验地(35°24'19"N,116°58'24"E,海拔43 m),土质为壤土,土壤透气性较好、地势平坦,灌溉条件较好。试验地常年小麦-玉米轮作种植,小麦茎基腐病发生较重。

1.3 试验设置

本试验共设5个处理,具体施药情况见表1,每个处理3次重复。试验于2022年10月17日进行药剂拌种处理,10月18日精播机播种,播种量为135 kg/hm²。拔节期(2023年3月28日)进行第一次叶面喷雾,扬花期(2023年4月29日)进行第二次叶面喷雾,两次喷施药剂相同。整个小麦生育期用药3次,即“一拌两喷”。2023年6月9日收获。

1.4 调查内容与方法

1.4.1 小麦生长情况调查

于2022年11月9日调查出苗数,每小区采用

表 1 各处理施药情况

处理	拌种		两次喷施(拔节期、扬花期)	
	药剂	剂量	药剂	剂量
1	6%井冈霉素·枯草芽孢杆菌 WP +70%吡虫啉 WS	(800 g+220 g)/100 kg	6%井冈霉素·枯草芽孢杆菌 WP	1 800 g/hm ²
2	0.136%赤·吲乙·芸苔 WP +32%戊唑·吡虫啉 FS	(6.7 g+300 mL)/100 kg	0.136%赤·吲乙·芸苔 WP+安融乐 SE +30%唑醚·戊唑醇 SC	(30 g+45 mL+ 300 mL)/hm ²
3	0.4%大丽轮枝孢激活蛋白 DP +32%戊唑·吡虫啉 FS	(13.6 g+300 mL)/100 kg	0.4%大丽轮枝孢激活蛋白 DP +30%唑醚·戊唑醇 SC	(150 g+300 mL)/hm ²
4	32%戊唑·吡虫啉 FS (常规药剂处理)	300 mL/100 kg	30%唑醚·戊唑醇 SC	300 mL/hm ²
5	空白对照	-	空白对照	-

对角线五点取样法取样,每点取 1 m 双行调查出苗数,计算出苗率。在苗期(2023 年 2 月 21 日),每小区随机调查 5 点,每点取 20 株带回实验室,调查分蘖数;洗净后测量各处理的株高、主根长、植株地上部分和地下部分鲜重,分析不同处理对小麦幼苗生长势的影响。

1.4.2 病害调查

于苗期(2023 年 2 月 21 日)和灌浆期(2023 年 5 月 16 日)调查小麦茎基腐病发病情况。小区调查采取 5 点随机取样法,每个点取 20 株麦苗。苗期统计病株数,计算苗期病株率。灌浆期记录各级病株数,计算病情指数和防治效果。灌浆期病株分级标准如表 2 所示。

表 2 小麦茎基腐病灌浆期病情分级标准

病害级别	评价标准
0	整株茎秆无症状
1	地上部分最内层叶鞘明显变褐,第一茎节无变褐现象
3	地上部分第一茎节变褐色
5	地上部分第二茎节变褐色
7	褐色病斑超过第二茎节,但无白穗
9	褐色病斑超过第二茎节,产生白穗或因发病无白穗

$$\text{病株率} = \frac{\text{病株数}}{\text{总株数}} \times 100\%$$
$$\text{病情指数} = \frac{\sum \text{各级病茎数} \times \text{相对级数值}}{\text{调查总茎数} \times \text{最高级别数}} \times 100$$
$$\text{防治效果} = \frac{\text{空白对照区病情指数} - \text{药剂处理区施药后病情指数}}{\text{空白对照区病情指数}} \times 100\%$$

1.4.3 产量测定

在小麦收获期(2023 年 6 月 6 日),每小区随机选取 5 点,每点取 1 m²,调查有效穗数,并从中随机取 20 穗调查穗粒数,称量千粒重,计算小麦理论产量及增产率。

1.4.4 数据处理

利用 DPS 9.01 软件对试验数据进行方差分析,采用 Duncan's 新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同处理对小麦幼苗生长的影响

由表 3 可知,药剂拌种对小麦幼苗生长的影响结果为:处理 1 根长最长,为 11.32 cm,比空白对照长 1.49 cm,各处理之间差异不显著;处理 1 的单株地下部分鲜重最大,为 0.37 g,显著高于其他处理;处理 2 株高最高,为 29.35 cm,显著高于

表 3 不同拌种处理对小麦幼苗生长的影响

处理	出苗率/%	分蘖数/个	株高/cm	根长/cm	单株地上部分鲜重/g	单株地下部分鲜重/g
1	85.29a	3.85a	27.11b	11.32a	3.83b	0.37a
2	86.50a	3.82a	29.35a	11.06a	4.29a	0.27bc
3	86.99a	3.94a	27.96b	10.38a	4.39a	0.30b
4	85.53a	3.66a	27.39b	10.95a	3.89b	0.28bc
5	85.29a	3.64a	24.35c	9.83a	2.92c	0.27bc

注:小写字母不同表示差异显著(P<0.05),下同。

其他处理,其次是处理3、处理4、处理1,显著高于空白对照;处理3和处理2的单株地上部分鲜重显著高于其他处理,分别为4.39 g和4.29 g;各处理的出苗率和分蘖数差异不显著。由此可见,在小麦苗期,处理1对单株地下部分鲜重、处理2对株高、处理3对单株地上部分鲜重都有显著的影响。

2.2 不同处理对小麦茎基腐病的防治效果

由表4可知,拌种后处理1小麦苗期病株率最低,为2.29%,处理2、处理3、处理4次之,四者之间差异不显著,但都显著低于空白对照。在

拔节期和扬花期两次喷药后,灌浆期调查结果显示,处理1病株率仍是最低,为16.00%,其次是处理3和处理2,三者之间差异不显著。从病情指数来看,处理3最低,显著低于常规处理和空白对照。处理3的防治效果最高,为73.80%,防治效果最佳,显著高于其他处理。综上可知,3种供试生物药剂处理对小麦茎基腐病有较好的防治效果,其中处理3在灌浆期防治小麦茎基腐病的效果最佳。

表4 不同处理对小麦苗期和灌浆期茎基腐病的防治效果

处理	苗期病株率/%	灌浆期病株率/%	灌浆期病情指数	防治效果/%
1	2.29b	16.00c	6.44bc	68.99b
2	2.55b	19.00bc	6.33bc	69.52b
3	2.94b	16.33c	5.44c	73.80a
4	3.33b	22.00b	7.63b	63.28c
5	8.33a	39.00a	20.78a	-

2.3 不同处理对小麦产量的影响

由表5可知,3种生物药剂处理的小麦产量均有增加,其中处理3的表现最优;处理1的穗数最多,达522.50万穗/hm²,其次是处理2,为518.00万穗/hm²,两者差异不显著,显著高于处理3、处理4、处理5;处理3的穗粒数最高,为50.42粒,其次是处理2,为49.44粒,两者差异不显著,处理3显著高于处理1、处理4、处理5;处理3的千粒重也是

最高的,为43.25 g,其次是处理2、处理1,分别为42.67 g和42.39 g,三者之间差异不显著,均显著高于空白对照;处理3的产量最高,为9 380.33 kg/hm²,其次是处理2、处理1,分别为9 324.80 kg/hm²和9 216.36 kg/hm²,3个处理之间差异不显著,较常规处理和空白对照显著提高;处理3的增产率最高,为23.86%,其次是处理2、处理1,分别为23.12%和21.69%。

表5 不同处理对小麦产量的影响

处理	穗数/万穗·hm ⁻²	穗粒数/粒	千粒重/g	产量/kg·hm ⁻²	增产率/%
1	522.50a	48.72b	42.39ab	9 216.36a	21.69
2	518.00ab	49.44ab	42.67a	9 324.80a	23.12
3	504.25bc	50.42a	43.25a	9 380.33a	23.86
4	504.00bc	45.49c	40.87bc	7 981.40b	5.39
5	500.70c	43.84d	40.56c	7 573.51b	-

3 讨论与结论

生物药剂是以活体微生物或天然产物(植物源)为基础的害虫和病原菌治理剂^[25]。6%井冈霉素·枯草芽孢杆菌属微生物药剂,两者复配产生抗菌物质,利用位点竞争,杀死或者控制病原菌。孙润红等^[26]研究表明,枯草芽孢杆菌YB-05对小麦全蚀病菌的生长具有抑制作用。全鑫等^[27]研究

认为,5%井冈霉素可湿性粉剂与2×10¹⁰ cfu/g枯草芽孢杆菌1:1复配是防治小麦纹枯病的理想药剂。王继雯等^[28]研究结果表明,使用一定剂量的枯草芽孢杆菌菌剂对小麦各项生理生化指标以及土壤中氮磷钾的含量均有不同程度的促进作用。本试验将6%井冈霉素·枯草芽孢杆菌替代传统杀菌剂来使用,减少了化学药剂的使用量,同样对防治小麦茎基腐病具有良好的效果,并且与常

规对照相比,均有促生增产的效果。

0.136%赤·吲乙·芸苔是天然植物源产品,含有植物内源激素和黄酮类、氨基酸等多种植物活性物质,能够活化植物细胞。易红娟等^[24]试验结果表明,将赤·吲乙·芸苔与戊唑醇混用,可以提高作物抗逆性,增强免疫力,比单用杀菌剂对赤霉病防治效果提高10%左右,增产15%。左娇等^[29]研究认为,0.136%赤·吲乙·芸苔可湿性粉剂和3%卵磷脂·维生素E悬浮剂不仅可以促进小麦生长,明显提高小麦的成穗率,增产效果明显,还可以提高小麦抗病虫能力和减少化学药剂的使用量。

0.4%大丽轮枝孢激活蛋白是一种新型的植物免疫激活蛋白,可激活植物体内免疫系统PT1和ET1免疫反应。王兴国等^[30]研究大丽轮枝孢激活蛋白对马铃薯晚疫病发生的影响,结果表明,大丽轮枝孢激活蛋白并不直接作用于晚疫病菌,而是通过诱导马铃薯对晚疫病产生抗性,进而减少晚疫病的发生。张联合等^[31]利用大丽轮枝孢激活蛋白对小麦进行拌种和叶面喷雾处理,结果表明,大丽轮枝孢激活蛋白对小麦有明显的抗病增产作用。本试验中,0.136%赤·吲乙·芸苔和0.4%大丽轮枝孢激活蛋白均作用于植株本身,与常规化学药剂混用,是解决病原菌抗药性问题的途径,进而放大常规化学药剂的防治效果,达到了促生增产作用,还可以大大提高作物整体抗病能力。

药剂拌种处理对苗期小麦茎基腐病有很好的防治效果,处理1、处理2、处理3的小麦病株率明显低于常规处理和空白对照,而且对小麦苗期的长势均有促进作用。在拔节期和扬花期两个关键生育期喷施药剂,处理1将6%井冈霉素·枯草芽孢杆菌完全替代了化学药剂,处理2、处理3在常规药剂的基础上增加生物制剂。第一次喷施,提高了小麦的抗性,对小麦茎基腐病具有良好的抑制作用;第二次喷施,进一步抑制小麦茎基腐病的发生,同时促进小麦灌浆,保证了小麦产量的提高。处理1、处理2、处理3对小麦茎基腐病的防治效果和增产率均优于常规处理,其中处理3表现更加突出,具有很高的推广使用价值。本试验中生物制剂与传统化学药剂混用或者完全替换,这是解决传统药剂分解缓慢而带来的环境污染、病虫耐药性以及农产品质量安全等问题^[20, 32]的一种新趋势。同时,采用了拌种加两次小麦关键生育期喷施药剂的防治措施,更好地控制了病

害发生并增加了小麦的产量,为筛选高效绿色环保防治方法提供了实践依据,为其在小麦绿色防控中大面积推广提供了技术支持。

参考文献:

- [1] Xu F, Yang G Q, Wang J M, et al. Spatial Distribution of Root and Crown Rot Fungi Associated With Winter Wheat in the North China Plain and Its Relationship With Climate Variables[J]. *Frontiers in Microbiology*, 2018(9): 1054.
- [2] 栾冬冬,贾吉玉,王光州,等.中国小麦茎基腐病的发生现状及防治策略[J]. *麦类作物学报*, 2022, 42(4): 512-520.
- [3] Deng Y Y, Li W, Zhang P, et al. *Fusarium Pseudograminearum* as an Emerging Pathogen of Crown Rot of Wheat in Eastern China[J]. *Plant Pathology*, 2020, 69(2): 240-248.
- [4] 崔晓敬,陈洁,岳建超.小麦茎基腐病的发生与综合防治[J]. *园艺与种苗*, 2022(7): 64-65, 76.
- [5] Savary S, Willocquet L, Pethybridge S J, et al. The Global Burden of Pathogens and Pests on Major Food Crops[J]. *Nature Ecology and Evolution*, 2019, 3(3): 430-439.
- [6] Liu C J, Ogonnaya F C. Resistance to *Fusarium* Crown Rot in Wheat and Barley: A review[J]. *Plant Breeding*, 2015, 134(4): 365-372.
- [7] Smiley R W, Gourlie J A, Easley S A, et al. Crop Damage Estimates for Crown Rot of Wheat and Barley in the Pacific Northwest[J]. *Plant Disease*, 2005, 89(6): 595-604.
- [8] Li H L, Yuan H X, Fu B, et al. First Report of *Fusarium pseudograminearum* Causing Crown Rot of Wheat in Henan, China[J]. *Plant Disease*, 2012, 96(7): 1065.
- [9] 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, 46(6): 186-193.
- [10] 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, 53(6): 164-170.
- [11] 胡耀龙,申昊,高龙,等.宁夏小麦茎基腐病原鉴定[J]. *安徽农业科学*, 2023, 51(15): 131-134.
- [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] 赵艳丽,王祥会,胡英华,等.种子包衣技术防治小麦茎基腐病的田间药效试验[J]. *中国农技推广*, 2020, 36(5): 63-65.
- [15] 王永芳,王孟泉,马继芳,等.保护性耕作条件下小麦-玉米连作区小麦茎基腐病菌侵染及病害周年发生规律[A].中国植物病理学会2023年学术年会会议论文集[C].泰安:中国植物病理学会, 2023: 212-213.
- [16] 赵利民,冯超红,蒋向,等.小麦茎基腐病防治技术研究进展[J]. *中国植保导刊*, 2022(11): 22-27.
- [17] 王祥会,焦玉霞,邹城市小麦茎基腐病的发生规律及综合防治措施[J]. *基层农技推广*, 2019, 7(2): 81-83.
- [18] 曹增,左秀峰,赵艳丽,等.小麦茎基腐病全程绿色防控技

- 术田间试验[J]. 基层农技推广, 2023, 11(4): 75-77.
- [19] 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.
- [20] Fenibo E O, Ijoma G N, Nurmahomed W Z, et al. The Potential and Green Chemistry Attributes of Biopesticides for Sustainable Agriculture[J]. Sustainability, 2022, 14(21): 14417.
- [21] 刘锐, 韩龙, 韩长江, 等. 小麦赤霉病生防菌的筛选及其活性物的初步研究[J]. 东北农业科学, 2023, 48(6): 90-95, 100.
- [22] 潘娅梅, 夏明聪, 陈瑞雪, 等. 6%井冈霉素·枯草芽孢杆菌可湿性粉剂对小麦茎基腐病的田间防效[J]. 农药, 2021, 60(9): 678-681.
- [23] 张守成, 吴国峰, 徐加健, 等. 不同杀菌剂处理对小麦茎基腐病的防控效果[J]. 中国农技推广, 2020, 36(2): 60-63.
- [24] 易红娟, 谢松华, 李艳梅, 等. 戊唑醇混用赤·吡乙·芸薹混用对小麦赤霉病防效的影响[J]. 中国农技推广, 2018, 34(12): 67-69.
- [25] Hernandez T F, Miranda A M, Rodríguez C A, et al. Potential Strategies in the Biopesticide Formulations: A Bibliometric Analysis[J]. Agronomy, 2022, 12(11): 2665.
- [26] 孙润红, 徐俊蕾, 杨丽荣, 等. 枯草芽孢杆菌 YB-05 对小麦全蚀病菌胞内酶活的影响[J]. 中国生物防治学报, 2018, 34(1): 156-162.
- [27] 全鑫, 薛保国, 杨丽荣, 等. 井冈霉素·枯草芽孢杆菌对小麦纹枯病菌室内毒力测定及药效试验[J]. 中国农学通报, 2011, 27(7): 245-248.
- [28] 王继雯, 岳丹丹, 李冠杰, 等. 枯草芽孢杆菌菌剂对冬小麦生理生化指标的影响[J]. 河南科学, 2020, 38(3): 397-403.
- [29] 左娇, 夏爱萍, 史晓利, 等. 0.136% 赤·吡乙·芸薹可湿性粉剂和 3% 卵磷脂·维生素 E 悬浮剂在调控小麦生长及农药减施中的作用[J]. 世界农药, 2022, 44(10): 46-51.
- [30] 王兴国, 刘霞, 张哲, 等. 大丽轮枝孢激活蛋白(VdAL)对马铃薯晚疫病发生的影响[J]. 江西农业科学, 2022, 34(10): 101-107.
- [31] 张联合, 奚海蓉, 刘珠珠, 等. 大丽轮枝孢激活蛋白对小麦抗病增产的作用[J]. 基层农技推广, 2021, 9(11): 14-17.
- [32] 徐翔, 喻枢玮, 田卉, 等. 四川省生物农药替代化学农药的现状问题及对策建议[J]. 四川农业科技, 2022(12): 44-47.
- (责任编辑: 范杰英)