

水稻恶苗病防治种子处理方法比较研究

张震，柴荣耀^{*}，邱海萍，郝中娜，王艳丽，王教瑜

浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所 浙江杭州

【摘要】目的 明确不同种子处理方法对水稻恶苗病的防控效果的影响，为生产上水稻恶苗病的高效防治提供科学依据。**方法** 选用5种具有代表性的水稻恶苗病防治药剂，设置9种种子处理方案，涵盖常规浸种、密封浸种、干种包衣及催芽后包衣等处理方式。种子处理后采用叠盘育秧模式培育25 d，测定秧苗株高、茎基宽、根长、根数、地上部鲜重及病株数等指标，并计算恶苗病防治效果。**结果** 与对照相比，5种药剂的不同种子处理方法对水稻发芽率和出苗率无显著影响；总体而言，种子包衣处理对水稻恶苗病的防治效果显著优于种子浸种处理，且对水稻秧苗具有矮壮调控作用，但该效果受药剂种类影响存在差异；对于同一种药剂，种子包衣干籽直播处理的恶苗病防效最佳，其次为种子浸种催芽露白后包衣处理和干种子包衣浸种处理；同一种药剂的常规浸种处理与密封浸种处理之间，恶苗病防治效果无显著差异。**结论** 生产实践中，推荐选用11%氟唑环菌胺·咯菌腈·精甲霜灵悬浮种衣剂或6.25%精甲霜灵·咯菌腈悬浮种衣剂进行种子包衣处理，以及4.23%种菌唑·甲霜灵微乳剂进行浸种处理，用于水稻恶苗病的高效防控；针对工厂化育秧场景，建议优先采用11%氟唑环菌胺·咯菌腈·精甲霜灵悬浮种衣剂包衣干籽直播的处理方式。

【关键词】 水稻恶苗病；种子药剂浸种；种子药剂包衣；防治效果

【基金项目】 浙江省基础公益研究计划项目（LGN21C140007）

【收稿日期】 2025年10月18日 **【出刊日期】** 2025年11月27日 **【DOI】** 10.12208/j.jafs.20250015

A comparative study on seed treatment methods for the control of rice bakanae disease

Zhen Zhang, Rongyao Chai^{*}, Haiping Qiu, Zhongna Hao, Yanli Wang, Jiaoyu Wang

Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou, Zhejiang

【Abstract】Objective This study aimed to clarify the control effect of different seed treatment methods on rice bakanae disease (RBD), so as to provide a scientific basis for the efficient control of RBD. **Methods** Five representative fungicides for RBD were selected, and nine seed treatment methods were set up, including conventional seed soaking, sealed seed soaking, dry seed coating, and post-germination coating. After seed treatment, the seedlings were cultivated for 25 days using rice seedlings cultivation. Seedling quality such as seedling height, stem base width, root length, root number, above-ground fresh weight, and number of diseased plants were determined, and the control effect of RBD was calculated. **Results** Compared with the control, the different seed treatment methods of the five fungicides had no significant effect on rice germination rate and emergence rate. In general, the control effect of seed coating treatment on RBD was significantly better than that of seed soaking treatment, and it had a dwarfing and strengthening regulatory effect on rice seedlings, but this effect varied with the type of fungicide. For the same fungicide, the dry-seed direct seeding with seed coating showed the best control effect on RBD, followed by the post-germination coating and the seed soaking treatment with dry seed coating. There was no significant difference in the control effect of RBD between conventional seed soaking and sealed seed soaking treatments for the same fungicide. **Conclusion** In production practice, it is recommended to use 11%

第一作者简介：张震，研究方向为农作物病害防控；

*通讯作者：柴荣耀

fluxapyroxad·fludioxonil·metalaxyl-M suspension seed coating agent or 6.25% metalaxyl-M·fludioxonil suspension seed coating agent for seed coating treatment, and 4.23% ipconazole·metalaxyl microemulsion for seed soaking treatment to achieve efficient control of RBD. For the factory seedling raising scenario, it is suggested to give priority to the dry-seed direct seeding method coated with 11% fluxapyroxad·fludioxonil·metalaxyl-M suspension seed coating agent.

【Keywords】Rice bakanae disease; Seed treatment with fungicides; Seed coating with fungicides; Control efficacy

水稻恶苗病(Rice Bakanae Disease)是一种典型的种子带菌传播型真菌病害,其病原菌主要通过带菌种子进行远距离传播与田间扩散。近年来,随着机插秧、工厂化育秧等集约化水稻种植技术在各稻区的广泛推广与应用,该病害在不同稻区时有重发,减产10%~20%甚至50%^[1],2022年浙江曾有种植户因种子处理措施不当,所培育的300亩早稻用秧苗全部表现为细高徒长、叶色淡黄的恶苗病典型症状,无奈放弃早稻栽种计划;此类因病害导致的生产损失案例目前仍偶有发生,已成为制约水稻安全生产的重要障碍。水稻恶苗病由镰孢属真菌侵染所致,病原菌在侵染过程中还会产生的伏马毒素、串珠镰刀菌素等真菌毒素,对食品安全及人畜健康构成严重潜在威胁^[2]。在当前水稻恶苗病防控技术体系中,种子药剂处理是防治恶苗病最经济有效的核心防治方法,为此本研究选择了5种具有代表性的水稻恶苗病防治药剂,系统设置种子药剂浸种、种子药剂包衣等不同处理方式,开展种子处理方法的防效比较试验,旨为明确不同处理方式的防控效果差异,为生产中科学选择适宜的水稻恶苗病种子处理技术提供实践依据。

1 材料与方法

1.1 材料

参试水稻种子品种为常规早籼稻品种浙1702,收自水稻恶苗病发病田块,千粒重25.5克。预试验育苗上述种子恶苗病发病率20%左右。

供试药剂:25%咪鲜胺乳油(咪唑类,江苏辉丰农化股份有限公司)、25%氰烯菌酯悬浮剂(氰基丙烯酸酯类,江苏省农药研究所股份有限公司)、4.23%种菌唑·甲霜灵微乳剂(三唑类+苯基酰胺类,爱利思达生物化学品有限公司)、6.25%精甲霜灵·咯菌腈悬浮种衣剂[苯基酰胺+苯基吡咯类,先正达(中国)作物保护有限公司]、11%氟唑环菌胺·精甲霜灵悬浮种衣剂[吡唑酰胺类+苯

基吡咯类+苯基酰胺类,先正达(中国)作物保护有限公司]。

1.2 试验方法

1.2.1 常规种子药剂浸种处理:处理1,25%咪鲜胺乳油3000倍液;处理2,25%氰烯菌酯悬浮剂1000倍液;处理3,4.23%种菌唑·甲霜灵微乳剂500倍液。称取40g浙1702种子,采用500mL烧杯浸种,种子浸入对应的药液中,药剂浸种48小时,捞出直接催芽,催芽后种子播于600×240×50mm育秧盘,恒温恒湿叠盘育苗,立针后移至玻璃房水槽育秧。每处理重复3次。

1.2.2 密封浸种处理:处理4,25%咪鲜胺乳油3000倍液;处理5,4.23%种菌唑·甲霜灵微乳剂500倍液。称取40g种子,采用250mL大口试剂瓶浸种,种子放入试剂瓶后加入对应的药液至满瓶,拧紧瓶盖完全密封隔离空气,浸种48小时后后续操作同常规药剂浸种处理。每处理重复3次。

1.2.3 干种子包衣处理:处理6,6.25%精甲霜灵·咯菌腈悬浮种衣剂400mL/100kg干籽拌种;处理7,11%氟唑环菌胺·咯菌腈·精甲霜灵悬浮种衣剂400mL/100kg干籽拌种。称取40g种子,用光滑塑料袋进行种子包衣,种子到入塑料袋中,吸取适量药液(制剂+清水)到种子上,袋口封闭摇动1~2分钟,使药液均匀分布在种子上,倒出种子晾干完成包衣;稻种晾干后后续操作同常规药剂浸种处理。每处理重复3次。

1.2.4 种子浸种催芽后包衣处理:处理8,11%氟唑环菌胺·咯菌腈·精甲霜灵悬浮种衣剂400mL/100kg包衣。称取40g种子,清水浸种48小时捞出催芽,待种子露白后再按干种子包衣处理方法完成包衣,随后继续催芽,最后按上述同方法进行播种、育苗。每处理重复3次。

1.2.5 种子包衣干籽直播育秧处理:处理9,11%氟唑环菌胺·咯菌腈·精甲霜灵悬浮种衣剂400

mL/100 kg 干籽拌种。称取 40 g 种子, 按干种子包衣处理法完成种子包衣, 晾干后直接干籽播种于湿润土的育秧盘, 恒温恒湿叠盘育苗, 立针后移至玻璃房水槽育秧。每处理重复 3 次。

上述试验均以清水浸种为对照 CK(3 次重复)。干籽直播处理先做预试验确定育苗立针时间, 然后调整处理时间使得全部试验立针时期一致, 同期移至玻璃房水槽育秧。

1.3 调查内容与方法

1.3.1 发芽率及出苗率

除干籽直播处理外其他处理均播种前考查发芽率, 各处理的 3 个重复中, 每个随机选取 200 粒稻种, 检查发芽情况, 计算发芽率。然后将催芽后种子分 3 块播于同一育秧盘, 叠盘育秧至立针期, 移至水槽育秧后 5 天调查出苗率。

1.3.2 秧苗素质

移至水槽育秧后 25 天, 每处理随机选取 100 株秧苗, 考查其株高、茎基宽、根数、根长、地上部分鲜重。

1.3.3 对水稻恶苗病防治效果

表 1 不同种子处理方法的水稻发芽率与出苗率

处理	发芽率 (%)			平均发芽率 (%)	差异显著性 0.05	出苗率 (%)			平均出苗率 (%)	差异显著性 0.05
	I	II	III			I	II	III		
1	91.5	93.0	94.5	93.0±1.5	a	94.0	95.0	95.0	94.7±0.6	abc
2	90.0	88.5	90.5	89.7±1.0	c	91.5	94.0	93.5	93.0±1.3	bcd
3	93.0	94.5	92.5	93.3±1.0	a	96.0	96.5	94.5	95.7±1.0	a
4	92.0	92.0	91.0	91.7±0.6	abc	94.5	92.0	93.5	93.3±1.3	bcd
5	93.5	91.5	93.0	92.7±1.0	ab	95.0	94.0	95.0	94.7±0.6	abc
6	90.0	92.0	89.0	90.3±1.5	bc	91.5	93.0	92.5	92.3±0.8	d
7	93.0	88.5	91.5	91.0±2.3	abc	95.0	93.0	95.0	94.3±1.2	abcd
8	94.0	92.5	92.5	93.0±0.9	a	96.0	96.0	93.0	95.0±1.7	ab
9	—	—	—	—	—	93.0	92.0	93.0	92.7±0.6	cd
CK	93.0	91.0	92.0	92.0±1.0	abc	94.5	94.0	94.5	94.3±0.3	abcd

—, 表示本栏未进行检测。

2.2 不同种子处理方法对水稻秧苗素质的影响

由表 2 的水稻秧苗素质考查结果显示, 包衣处理的株高显著低于对照, 除处理 4 和 5 外其它处理的茎基宽均显著粗于对照, 其中处理 6、7、8、9 的株高在 18.7-19.6 cm 之间, 较对照 (21.5 cm) 矮 2.8-1.9 cm, 处理 6、7、8、9 的茎基宽在 3.08-3.20 mm

移至水槽育秧后 25 天, 秧苗素质调查同时考查各处理全部秧苗的发病情况, 计算各处理病株率和防治效果。

1.4 数据分析

原始数据使用 Excel 2016 进行整理。采用 DPS20.05 软件单因素方差分析中的多重比较 (Duncan 新复极差法), 对不同处理下的相关考查指标进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同种子处理方法对水稻发芽率与出苗率的影响

由表 1 结果可知, 所有处理种子发芽率均在 89% 以上, 对照发芽率为 92%; 处理 1、处理 3、处理 8 发芽率较 CK 高 1.0、1.3、1.0 个百分点; 处理 2、处理 6、处理 7 发芽率较 CK 低 2.3、1.7、1.0 个百分点。所有处理水稻出苗率均在 92% 以上, 对照出苗率为 94.3%, 处理 3、处理 8 出苗率较 CK 高 1.4、0.7 个百分点; 处理 2、处理 4、处理 6、处理 9 出苗率 CK 低 1.3、1.0、2.0、1.6 个百分点。总体上, 不同处理稻种发芽率与出苗率与对照无显著差异。

之间, 较对照 (2.92 mm) 宽 0.16-0.28 mm, 以处理 9 最宽 (3.20 mm), 表明种子包衣处理对水稻秧苗有矮壮作用; 株根数上除处理 4 (15.2 条/株) 外其他处理均显著多于对照 (15.4 条/株), 增加幅度为 0.3-1.8 条/株, 以处理 9 最多 (17.2 条/株); 根长上除处理 3 和 5 与对照 (7.2 cm) 无显著差异外, 其它

处理均有显著增加, 增加幅度为 0.2-0.8 cm, 以处理 9 最长 (8.0cm); 株地上部分鲜重除处理 4 (0.38 g

/株) 外其他处理均显著重于对照 (0.40 g/株), 增加幅度为 0.1-0.5 g/株, 以处理 9 最重 (0.45 g/株)。

表 2 不同种子处理方法的水稻秧苗素质的影响

处理	株高* (cm)	茎基宽 (mm)	根数 (条/株)	根长 (cm)	地上部分鲜重 (g/株)
1	21.9±0.6 b	3.02±0.01 e	16.2±0.1 cd	7.8±0.2 b	0.44±0.01 ab
2	22.8±0.4 a	2.96±0.01 f	16.3±0.1 c	7.6±0.1 c	0.42±0.01 cd
3	21.4±0.5 bc	3.01±0.02 e	16.1±0.1 d	7.3±0.1 ef	0.42±0.01 cd
4	21.8±0.2 b	2.88±0.01 h	15.2±0.1 g	7.9±0.1 ab	0.38±0.01 f
5	21.0±0.2 c	2.92±0.01 g	15.8±0.1 e	7.3±0.1 def	0.41±0.01 d
6	19.6±0.5 d	3.10±0.01 c	16.5±0.1 b	7.5±0.1 cd	0.43±0.01 bcd
7	19.2±0.3 de	3.08±0.01 d	15.7±0.1 e	7.4±0.1 de	0.42±0.01 d
8	18.8±0.4 e	3.12±0.01 b	16.2±0.1 cd	7.8±0.1 b	0.43±0.01 abc
9	18.7±0.3 e	3.20±0.01 a	17.2±0.1 a	8.0±0.1 a	0.45±0.01 a
CK	21.5±0.3 bc	2.92±0.01 g	15.4±0.1 f	7.2±0.1 f	0.40±0.01 e

*, 表中不同字母表示在 0.05 水平上存在显著性差异。

2.3 不同种子处理的水稻恶苗病发病率与防治效果

由表 3 水稻恶苗病发病率调查结果可见, 对照秧苗的平均株发病率为 19.16%, 药剂 11% 氟唑环菌胺·咯菌腈·精甲霜灵悬浮种衣剂包衣处理 (处理 7、8、9) 和 6.25% 精甲霜灵·咯菌腈悬浮种衣剂包衣处理 (处理 6) 及 4.23% 种菌唑·甲霜灵微乳剂浸种处理 (处理 3 和 5) 的发病率均较低, 其中处理 9 的发病率为 0, 防病效果为 100%, 极显著高于药剂浸种处理; 11% 氟唑环菌胺·咯菌腈·精甲霜灵悬浮种衣剂种子包衣后浸种催芽 (处理 7) 与浸种催芽露白后包衣 (处理 8) 两处理防效无差异, 但均极显著高于 6.25% 精甲霜灵·咯菌腈悬浮种衣剂包衣处理 (处理 6)。处理 3、5、6、7、8 和 9 的发病率在 0.00%-0.61% 之间, 防病效果在 96.82%-100% 之间; 咪鲜胺、氰烯菌酯浸种的处理 1、2、4 的发病率在 2.76%-4.45% 之间, 防病效果在 76.77%-85.59% 之间; 前者均显著高于咪鲜胺、氰烯菌酯的浸种处理。同药剂种子包衣干籽直播、种子浸种催芽露白后包衣、干种子包衣浸种 3 种处理对恶苗病防效无差异, 同药剂常规种子药剂浸种与密封浸种处理间防治效果也无差异。

表 3 不同种子处理的水稻恶苗病发病率与防治效果

处理	株发病率 (%)			平均防效 (%)	差异显著性	
	I	II	III		0.05	0.01
1	3.12	3.38	3.55	3.35±0.22	e	E
2	4.62	4.35	4.38	4.45±0.15	f	F
3	0.37	0.35	0.33	0.35±0.02	b	BC
4	2.84	2.80	2.64	2.76±0.11	d	D
5	0.31	0.30	0.31	0.31±0.01	b	BC
6	0.65	0.59	0.59	0.61±0.03	c	C
7	0.16	0.17	0.12	0.15±0.03	ab	AB
8	0	0.05	0.06	0.04±0.03	a	AB
9	0	0	0	0.00±0.00	a	A
CK	20.12	18.88	18.49	19.16±0.85	—	—

3 小结与讨论

水稻恶苗病是一种典型的种传病害, 种子药剂消毒处理是最经济有效的防治方法。生产中常采用咪鲜胺、氰烯菌酯等药剂进行种子浸种处理以防治恶苗病。然而, 长期单一使用上述药剂易导致恶苗病菌抗药性菌株的增殖, 多地研究已证实该病原菌对这类药剂产生了严重抗性^[3-5]。此外, 部分水稻种子本身带菌率较高, 加之种子药剂处理过程中存在操作不规范现象(如浸种时间不足、带袋浸种、药剂有效含量偏低等), 均进一步加重了水稻恶苗病的发生与危害。为提升防治效果并延缓抗药性发展, 生产实践中推荐采用多元复配药剂进行种子处理, 以替代单一药剂的连续使用。

关于不同药剂种子处理对水稻恶苗病的防治效果, 已有较多研究报道^[6-8], 但针对不同处理方法的系统比较仍有待补充。基于此, 本研究筛选 5 种具有代表性的水稻恶苗病防治药剂, 通过设置种子药剂浸种、种子药剂包衣等差异化处理方案, 开展水稻恶苗病种子处理方法的防效对比试验, 旨在为优化防控技术提供数据支撑。从整体防控效果来看, 种子包衣处理对水稻恶苗病的防治效果显著优于种子浸种处理, 且同步表现出促进秧苗矮壮效应, 但该优势的体现存在明显药剂特异性。对于同一种药剂, 种子包衣干籽直播处理的恶苗病防效最高, 其次为种子浸种催芽露白后包衣处理、干种子包衣浸种处理。这一结果与处理过程中药剂的留存率密切相关: 种子包衣后直接直播, 无需后续浸种步骤, 可确保药剂完全粘附于种子表面, 最大程度发挥杀菌活性; 而包衣后再进行浸种处理时, 种子表面的药剂易被浸种液稀释, 导致有效药量相对减少。但统计分析表明, 上述 3 种处理方式的恶苗病防效无显著差异。从具体药剂表现来看, 本研究选用的 11% 氟唑环菌胺·咯菌腈·精甲霜灵悬浮种衣剂与 6.25% 精甲霜灵·咯菌腈悬浮种衣剂, 经种子包衣处理后对水稻恶苗病均表现出优异的防治效果; 二

元复配药剂 4.23% 种菌唑·甲霜灵微乳剂浸种处理, 也实现了较好的防控效果。与之相比, 单一成分药剂(咪鲜胺、氰烯菌酯)的浸种处理, 其防治效果相对一般, 可能与病原菌对单一药剂产生抗性有关。

综上, 生产实践中可根据药剂特性选择适配的种子处理方法, 以实现水稻恶苗病的高效防控。特别值得注意的是, 随着工厂化育秧技术的不断完善与普及, 种子包衣干籽直播模式因具有省工、节本、高效的突出优势, 与工厂化叠盘育秧的技术需求高度契合, 具备良好的推广应用前景。

参考文献

- [1] 庞子千,黄国有. 水稻恶苗病发生成因及主要防控技术[J].中国稻米,2017,23(3):77-78.
- [2] 邱月. 黑龙江省水稻恶苗病发病条件及药剂防治技术研究(硕士论文) [D].大庆:黑龙江八一农垦大学,2021.
- [3] 王国迪,陈瑞,汪彦欣,等. 杭州地区水稻恶苗病流行原因及防治对策[J].中国稻米,2020,26(4):103-105.
- [4] 陈宏州,周晨,庄义庆,等. 江苏省水稻恶苗病菌种群鉴定及抗药性检测[J].植物保护,2022,48(2):48-62.
- [5] 董代幸,葛晨阳,董怡,等. 藤仓镰刀菌对氰烯菌酯的抗性及其治理[J]. 农药学学报,2025, 27(1): 153-159.
- [6] 张琼. 不同杀菌剂浸种对水稻恶苗病的田间防效[J]. 基层农技推广,2019,7(4):18-21.
- [7] 武向文,沈慧梅,沈雁君,等. 不同种子处理药剂对水稻恶苗病的控制效果[J].中国植保导刊,2021,41(4):66-68.
- [8] 赵洁,宁远武. 几种包衣剂防治水稻恶苗病试验[J]. 上海农业科技,2022(2):125-126.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS