

王春,王芊,黄元炬,等.防治稻曲病的生物药剂筛选与评价[J].黑龙江农业科学,2023(2):40-43,44.

## 防治稻曲病的生物药剂筛选与评价

王 春<sup>1</sup>,王 芊<sup>1</sup>,黄元炬<sup>1</sup>,刘 会<sup>2</sup>,王 宇<sup>1</sup>,蒋希峰<sup>1</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 植物保护研究所/农业农村部哈尔滨作物有害生物科学观测实验站, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院 生物技术研究所以,黑龙江 哈尔滨 150023)

**摘要:**为了筛选出防治稻曲病的高效生物药剂,采用菌丝干重法和孢子萌发法测定了7种生物药剂对稻曲病菌菌丝生长和孢子萌发的抑制率,并进行了测试药剂的田间防治试验。结果表明,7种供试药剂在室内测试试验剂量下对稻曲病病原菌菌丝生长抑制率都达80%以上,其中井冈·蜡芽菌、井冈·枯芽菌、枯草芽孢杆菌对稻曲病病原菌菌丝抑制率都为100%;对稻曲病病原菌孢子萌发抑制率在70%以上的生物药剂有井冈·枯芽菌、蛇床子素、井冈·啞苔素和井冈·蜡芽菌;田间防治效果较好的药剂是井冈·枯芽菌和蛇床子素,两者防效都在70%以上。研究结果证实,在破口期前7 d左右和齐穗期前后施用6%井冈·240亿CFU·g<sup>-1</sup>枯芽菌可湿性粉剂或1%蛇床子素水乳剂,可提高对稻曲病的综合防治效果。

**关键词:**稻曲病病原菌;生物药剂;毒力测试;田间防效

黑龙江省是我国水稻生产的重要基地,常年种植面积400~430 hm<sup>2</sup>。因此,该种植区水稻的高产和稳产对国家农业生产的稳定以及粮食安全的意义重大。稻曲病是由稻曲病病原菌(*Ustilaginoidea virens*)引起的水稻主要真菌病害之一,病原菌以侵染稻穗形成数倍于谷粒的稻曲球作为其主要侵害方式<sup>[1-3]</sup>。稻曲病病原菌不仅对水稻的产量和品质造成严重的损失<sup>[4]</sup>,还能产生真菌毒素损害人和牲畜的健康<sup>[5]</sup>。因全球气候变化、杂交稻的大范围推广<sup>[6]</sup>和肥料的过量施用<sup>[7]</sup>,导致田间稻曲病的发生日益严重。随着人们生活水平的提高,水稻生产的目标不再局限于高产和稳产,更注意绿色、健康的品质提升。但是目前对稻曲病的防治主要依靠化学农药,生产常用的有三唑类杀菌剂(包括戊唑醇、己唑醇、三唑醇、氟环唑、腈苯唑、丙环唑等)、铜制剂(碱式硫酸铜、络氨铜、混合氨基酸铜、琥胶肥酸铜)、甲氧丙烯酸酯类杀菌剂(啞菌酯、肟菌酯、醚菌酯)等三大类<sup>[8-11]</sup>,而化学农药的过量使用易对农田环境造成污染,特别是有些化学药剂作用位点单一,连续多年应用后易产生抗药性问题。因此,筛选高效、安全的生物药剂并提供安全合理的用药技术是现代水稻产业发展的内在需求。本项研究采用室内毒力和田间防效测试,旨在筛选防治稻曲病的高效生物药剂及

其应用技术,为稻曲病的生物防治提供依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

稻曲病病原菌菌株WC49采自黑龙江省五常市水稻发病植株,用组织分离法在马铃薯蔗糖培养基(PSA)上分离,由黑龙江省农业科学院植物保护研究所保存。

水稻品种为五优稻4号,由黑龙江省农业科学院生物技术研究所以提供。供试药剂详见表1。

#### 1.2 方法

1.2.1 稻曲病菌株活化 马铃薯蔗糖琼脂培养基(PSA)为200 g马铃薯,20 g琼脂,20 g蔗糖,用蒸馏水定容至1 000 mL;将稻曲病病原菌接入PSA培养基平板上,培养5 d后备用。

1.2.2 菌丝干重法测定供试药剂对稻曲病病原菌菌丝生长的抑制作用 参考试验药剂推荐使用剂量的上限和预备试验结果配制含药液体培养基PS(不加琼脂)100 mL,分别于PS培养液中加入3片直径5 mm的稻曲病病原菌菌碟,28℃及145 r·min<sup>-1</sup>振荡培养7 d,3次重复。用经充分干燥并已称重的滤纸过滤,80℃烘干至恒重。然后称量菌丝干重,计算抑菌率<sup>[12]</sup>。空白对照为不加药剂的PS培养液。

抑菌率(%)=(对照菌丝干重-处理菌丝干重)/对照菌丝干重×100

1.2.3 孢子萌发法测定供试药剂对稻曲病病原菌孢子萌发的抑制作用 分生孢子制备:将活化后的稻曲病菌5 mm菌碟接入PS培养液里,28℃及145 r·min<sup>-1</sup>振荡培养5 d后即可产生分生孢子。

收稿日期:2022-11-09

基金项目:黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”-农作物有害生物5G预警及统防统治(HNK2019CX14)。

第一作者:王春(1979-),男,硕士,副研究员,从事有害生物综合防治研究。E-mail:chunharbin@aliyun.com。

表 1 供试药剂种类、来源及用量

| 编号 | 试验药剂                               | 剂型    | 有效成分用量/(g·hm <sup>-2</sup> )      | 生产商             |
|----|------------------------------------|-------|-----------------------------------|-----------------|
| 1  | 1%申嗪霉素                             | 悬浮剂   | 11.25                             | 上海农乐生物制品股份有限公司  |
| 2  | 6%井冈·1亿 CFU·g <sup>-1</sup> 蜡芽菌    | 水剂    | 123.75+2.06×10 <sup>3</sup> 亿 CFU | 浙江省桐庐汇丰生物科技有限公司 |
| 3  | 6%井冈·240 亿 CFU·g <sup>-1</sup> 枯芽菌 | 可湿性粉剂 | 99+3.96×10 <sup>5</sup> 亿 CFU     | 江苏省苏科农化有限责任公司   |
| 4  | 5%井冈·1%噁唑素                         | 水剂    | 168.750                           | 浙江省桐庐汇丰生物科技有限公司 |
| 5  | 1000 亿芽孢·g <sup>-1</sup> 枯草芽孢杆菌    | 可湿性粉剂 | 1.31×10 <sup>6</sup> 亿 CFU        | 河北中保绿农作物科技有限公司  |
| 6  | 1%蛇床子素                             | 水乳剂   | 24.3750                           | 安徽省锦江农化有限公司     |
| 7  | 16%井冈霉素                            | 可溶性粉剂 | 82.560                            | 山东省乳山韩威生物科技有限公司 |
| 8  | 75%肟菌·戊唑醇(CK)                      | 水分散粒剂 | 140.625                           | 拜耳股份公司          |

孢子萌发率测定:参考试验药剂推荐使用剂量的上限和预备试验结果配制含药培养基,在无菌条件下,用细菌过滤器过滤制成无菌的母液,然后加入到融化并冷却至 55℃左右的 PSA 培养基中,制作含药培养基平板,以无药剂培养基为对照。1 mL 孢子悬浮液(100 倍下平均视野 60~80 个孢子)涂布于含毒培养基平板。培育 48 h,每个药剂处理镜检 3 块琼脂,共 300 个孢子,以芽管长度大于孢子的直径作为孢子萌发<sup>[13]</sup>。

孢子萌发相对抑制率(%)=(对照孢子萌发率-处理孢子萌发率)/对照孢子萌发率×100

1.2.4 田间药剂筛选试验设计 田间试验在黑龙江省农业科学院五常水稻试验田进行,7 个生物药剂处理和 1 个化学对照处理(各处理剂量详见表 1),1 个清水空白对照,共 9 个处理,试验采用随机区组排列,3 次重复,合计 27 个小区,每小区面积 20 m<sup>2</sup>;两次施药时间分别为破口期前 7 d 左右和齐穗期;施药方法为使用 Solo-417 电动型喷雾器,3# 扇形喷头,工作压力 250 kPa,流速 1.07 L·min<sup>-1</sup>,按药量换算小区用药量喷施各处理小区,喷液量 30 L·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>。

1.2.5 田间药剂筛选试验测定项目及方法 在施药后 7,15,30 和 45 d 观察各处理对水稻的药害情况。于水稻黄熟期后调查各处理发病情况。稻曲病发病分级标准为 0 级,无病粒;1 级,每穗 1 个曲球或染病谷粒;3 级,每穗 2 个曲球或染病谷粒;5 级,每穗 3~5 个曲球或染病谷粒;7 级,每穗 6~9 个曲球或染病谷粒;9 级,每穗 10 个以上曲球或染病谷粒。各小区采用 5 点法取样,每小区调查 25 丛水稻,记录每丛病穗数和总穗数,计算病株率和防治效果;依据分级标准调查记录发病情况,并计算病情指数和防效。

病情指数 = [Σ(各级发病穗数×各级代表

值)/(调查总穗数×最高级代值)]×100

病指防效(%)=(清水对照区病情指数-药剂处理区病情指数)/清水对照区病情指数×100

1.2.6 数据分析 应用 Excel 2013 处理数据。多重比较采用邓肯氏(Duncan's)新复极差检验法并利用 SPSS 19.0 计算。

2 结果与分析

2.1 室内毒力测试结果

供试药剂在试验剂量下对稻曲病病原菌菌丝生长有不同程度的抑制(表 2),生物药剂井冈·蜡芽菌、井冈·枯芽菌、枯草芽孢杆菌对稻曲病病原菌菌丝生长抑制效果最好,与化学对照药剂肟菌·戊唑醇对稻曲病病原菌菌丝生长抑制率均为 100%,与其他药剂处理抑制效果均差异显著;其次抑制效果较好的药剂是蛇床子素和井冈·噁唑素,二者对稻曲病菌菌丝生长的抑制率达 90%以上,且差异不显著;抑制效果较差的药剂是申嗪霉素和井冈霉素,两者对稻曲病菌菌丝生长的抑制率低于 83%,且差异不显著,二者对稻曲病菌的抑制效果显著低于其他处理药剂。

表 2 不同药剂对菌丝生长的抑制率

| 药剂名称       | 浓度/(g·L <sup>-1</sup> ) | 菌丝干重/g | 抑制率/%    |
|------------|-------------------------|--------|----------|
| 井冈·蜡芽菌     | 0.275                   | 0      | 100.00 a |
| 井冈·枯芽菌     | 0.220                   | 0      | 100.00 a |
| 枯草芽孢杆菌     | 2.900                   | 0      | 100.00 a |
| 肟菌·戊唑醇(CK) | 0.313                   | 0      | 100.00 a |
| 蛇床子素       | 0.054                   | 0.02   | 94.81 b  |
| 井冈·噁唑素     | 0.450                   | 0.04   | 91.85 b  |
| 申嗪霉素       | 0.025                   | 0.09   | 80.74 c  |
| 井冈霉素       | 0.184                   | 0.08   | 82.96 c  |
| 清水对照       | -                       | 0.45   | -        |

注:不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。下同。

供试药剂在试验剂量下对稻曲病菌孢子萌发抑制率都有不同程度的抑制(表 3),化学对照药

剂脲菌·戊唑醇对稻曲病菌孢子萌发抑制率最高,为 96.73%,与其余供试生物药剂抑制效果间差异均显著;井冈·枯芽菌对稻曲病菌孢子萌发抑制率为 82.36%,与除蛇床子素外的其他生物药剂抑制孢子萌发率间差异均显著;蛇床子素、井冈·噻

苡素和井冈·蜡芽菌对稻曲病菌孢子萌发抑制率为 72.83%~77.67%,三者间抑制萌发率差异不显著;申嗉霉素、枯草芽孢杆菌和井冈霉素对稻曲病菌孢子萌发的抑制率在 63%以下,三者抑制率显著低于其他生物药剂处理。

表 3 不同药剂对孢子萌发的影响

| 药剂名称       | 浓度/(g·L <sup>-1</sup> ) | 检查孢子数 | 萌发孢子数 | 萌发率/% | 抑制率/%    |
|------------|-------------------------|-------|-------|-------|----------|
| 脲菌·戊唑醇(CK) | 0.313                   | 300   | 7.7   | 2.56  | 96.73 a  |
| 井冈·枯芽菌     | 0.220                   | 300   | 41.3  | 13.78 | 82.36 b  |
| 蛇床子素       | 0.054                   | 300   | 52.3  | 17.44 | 77.67 bc |
| 井冈·噻苡素     | 0.450                   | 300   | 60.7  | 20.22 | 74.11 c  |
| 井冈·蜡芽菌     | 0.275                   | 300   | 63.7  | 21.22 | 72.83 c  |
| 枯草芽孢杆菌     | 2.900                   | 300   | 89.0  | 29.67 | 62.02 d  |
| 井冈霉素       | 0.184                   | 300   | 99.7  | 33.22 | 57.47 e  |
| 申嗉霉素       | 0.025                   | 300   | 108.7 | 36.22 | 53.63 e  |
| 清水对照       | -                       | 300   | 234.3 | 78.11 | -        |

## 2.2 田间安全性调查

试验药剂在施药后 7,15,30 和 45 d 观察各处理水稻的生长发育情况,水稻叶色正常,叶尖和叶缘没有变色、枯斑现象。与对照相比,各试验区水稻植株长势一致,叶片形状和颜色差异不显著,生长后期都能正常抽穗。结果表明,各试验药剂对水稻安全。此外,也未见对其他非靶标生物有显著影响。

## 2.3 田间防治效果

在水稻黄熟期调查各药剂处理效果,结果表明不同供试药剂对稻曲病都有一定的防效且差异

显著(表 4),化学对照药剂脲菌·戊唑醇对稻曲病的防治效果最好,为 82.89%,显著高于其他供试生物药剂;生物药剂中防治效果较好的药剂是井冈·枯芽菌和蛇床子素,对稻曲病的防治效果均大于 70%,二者与其他生物药剂处理间防治效果差异均达显著水平;井冈·蜡芽菌和井冈·噻苡素对稻曲病的防治效果分别为 61.29%和 63.33%,二者间防治效果差异不显著;申嗉霉素、枯草芽孢杆菌和井冈霉素对稻曲病的防治效果在 55%以下,三者的防治效果显著低于其他生物药剂处理。

表 4 不同生物药剂对稻曲病的防治效果

| 药剂名称       | 总穗数   | 病穗数  | 病穗率/% | 病情指数 | 防治效果/%  |
|------------|-------|------|-------|------|---------|
| 脲菌·戊唑醇(CK) | 611.7 | 21.3 | 3.5   | 1.3  | 82.89 a |
| 井冈·枯芽菌     | 606.3 | 28.3 | 4.7   | 1.9  | 74.78 b |
| 蛇床子素       | 610.7 | 35.0 | 5.7   | 2.1  | 71.34 b |
| 井冈·噻苡素     | 588.7 | 41.0 | 7.0   | 2.7  | 63.33 c |
| 井冈·蜡芽菌     | 598.3 | 45.0 | 7.5   | 2.9  | 61.29 c |
| 枯草芽孢杆菌     | 596.3 | 52.3 | 8.8   | 3.4  | 54.61 d |
| 井冈霉素       | 598.7 | 55.0 | 9.2   | 4.1  | 45.45 e |
| 申嗉霉素       | 593.7 | 55.3 | 9.3   | 4.3  | 42.72 e |
| 清水对照       | 614.3 | 88.7 | 14.4  | 7.4  | -       |

## 3 讨论

由于大面积推广杂交稻、过量施用化肥及全球气候的变化等多种因素,导致稻曲病在各稻区近年呈上升态势。同时,因目前能够在生产上应用的高抗稻曲病的水稻品种较少<sup>[14]</sup>,所以药剂防治仍然是现在防治稻曲病的主要手段。药剂防治

包括应用化学药剂和生物药剂防治两类,目前最主要的防治方法仍是化学药剂防治<sup>[2]</sup>。当前绿色有机水稻的生产需要相关的生物药剂防治技术指导,但是生物药剂防治的相关报道较少。故本研究测试了 7 种生物药剂对稻曲病病原菌的菌丝生长和孢子萌发的室内抑制效果及其对稻曲病的田

间防效,结果表明 7 种生物药剂对稻曲病原菌的菌丝生长和孢子萌发均有不同程度的抑制作用,其中井冈·蜡芽菌、井冈·枯芽菌、枯草芽孢杆菌对稻曲病菌菌丝抑制效果较好;对稻曲病原菌孢子萌发抑制率较好的生物药剂有井冈·枯芽菌、蛇床子素、井冈·嘧苷素和井冈·蜡芽菌。胡贤锋等<sup>[15]</sup>和伏荣桃等<sup>[16]</sup>报道井冈霉素单剂对稻曲病菌的抑制效果也较差,本研究室内抑制试验发现井冈霉素单剂只对稻曲病原菌菌丝生长抑制效果略好,对孢子萌发抑制效果较差;但是井冈霉素的复配制剂对稻曲病原菌菌丝和孢子萌发抑制率以及田间防治的增效作用明显。田间测试结果表明,井冈·枯芽菌和蛇床子素对稻曲病田间防治效果较好,仅次于化学对照药剂 75% 脲菌·戊唑醇。王昆等<sup>[9]</sup>测试 8 种杀菌剂对稻曲病的田间防效,发现化学杀菌剂对稻曲病的防治效果显著高于生物类药剂,其中防效最好的化学药剂 75% 脲菌·戊唑醇水分散粒剂在供试剂量下对水稻稻曲病的防治效果为 84.1%,生物药剂 20% 井冈·枯芽菌可湿性粉剂和 1% 蛇床子素水乳剂对稻曲病的防效分别为 70.0% 和 65.2%,其测试结果与本研究中的相关药剂的田间防效基本一致。本研究也发现除井冈霉素单剂外的其余 3 种单剂蛇床子素、申嗪霉素、枯草芽孢杆菌中,只有蛇床子素在菌丝生长和孢子萌发抑制以及田间防效方面表现优异。

稻曲病属于水稻生长后期的真菌病害,其在谷粒上发病导致水稻产量和品质严重受损,而且病菌产生的毒素物质还对人畜健康产生不良影响。喷施化学药剂是当前预防水稻稻曲病的重要措施和途径<sup>[17]</sup>。稻曲病菌的分生孢子在小穗表面萌发后其菌丝通过颖壳缝隙侵入小穗内部,此阶段为病原菌附生性定殖阶段<sup>[18]</sup>。因此,及时有效地抑制孢子萌发和菌丝生长扩展是防治的关键,所以选择防治时期为破口期前 7 d 左右较为合适,如在齐穗期后再补施一次药剂,则效果更为理想。稻曲病的防治关键是施药时期,若田间出现病症时再喷药,大多没有任何防治效果。因此,在破口期前 7 d 左右和齐穗期前后施用生物杀菌剂可有效提高生物防治的效果。要发展绿色水稻种植业,推广水稻病虫害的绿色防控技术,生物药剂的精准应用将是今后水稻栽培管理中的关键措施。

## 4 结论

本研究通过室内毒力和田间试验结果可以看出,供试的 7 种生物杀菌剂对稻曲病都有一定的抑制作用和防效,其中效果最好的生物药剂是井冈·枯芽菌和蛇床子素,两者防效都在 70% 以上,且差异不显著;防效较差的药剂是申嗪霉素和井冈霉素,二者防效皆低于 50%。在破口期前 7 d 左右和齐穗期前后分别施用井冈·枯芽菌或蛇床子素,可提高对稻曲病的综合防治效果。此研究结果可以作为生产上推广生物药剂防治稻曲病的参考依据。

### 参考文献:

- [1] 胡东维,梁五生,赖朝晖. 稻曲病菌成灾机制与防控技术研究进展[J]. 植物保护, 2018, 44(1): 1-5.
- [2] 李小艳,罗涛,杨芳,等. 西南地区稻曲病的发生规律及综合防治策略[J]. 南方农业, 2022, 16(18): 11-13, 23.
- [3] 胡东维,王疏. 稻曲病菌侵染机制研究现状与展望[J]. 中国农业科学, 2012, 45(22): 4604-4611.
- [4] 缪建银,杨皓,闫晗,等. 辽宁稻曲病田间发生特点及产量损失[J]. 中国植保导刊, 2022, 42(10): 52-56.
- [5] 张俊喜,成晓松,宋益民,等. 中国水稻稻曲病研究进展[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(1): 234-240.
- [6] 陆明红,刘万才,朱凤. 稻曲病近年流行规律及治理对策探讨[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(5): 44-47.
- [7] 黄玉安,毛晓梅,宁国云,等. 氮肥不同用量及运筹方法对稻曲病发生程度的影响[J]. 安徽农学通报, 2022, 28(9): 105-106, 114.
- [8] 余山红,方辉,王会福. 国内防治稻曲病药剂的筛选与评价[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(21): 99-103.
- [9] 王昆,曹友仁,李振兴,等. 不同药剂防治水稻稻曲病田间药效试验[J]. 湖南农业科学, 2022(4): 50-52.
- [10] 黄蓉,胡建坤,李保同,等. 5 种杀菌剂防治稻曲病田间药效对比试验与评价[J]. 生物灾害科学, 2022, 45(2): 117-121.
- [11] 陶连生,李永平,赵振华,等. 春雷·王铜防治稻曲病的田间示范[J]. 中国植保导刊, 2022, 42(2): 71-72.
- [12] 王树桐,曹克强,张凤巧,等. 中药丁香提取物对番茄灰霉病菌抑制作用及生防效果[J]. 植物病理学报, 2005(S1): 91-94.
- [13] 张君成,张炳欣,陈志谊,等. 稻曲病菌分生孢子的生物学研究[J]. 植物病理学报, 2003, 33(1): 44-47.
- [14] 缪建银,徐晗,杨皓,等. 辽宁省水稻主栽品种稻曲病抗性鉴定与评价[J]. 作物杂志, 2020(6): 38-46.
- [15] 胡贤锋,李荣玉,王健,等. 水稻稻曲病菌的分离鉴定及室内毒力测定[J]. 福建农业学报, 2017, 32(6): 634-638.
- [16] 伏荣桃,刘斌,陈诚,等. 8 种生物药剂对水稻稻曲病菌的室内毒力测定与田间药效试验[J]. 西南农业学报, 2019, 32(1): 93-97.
- [17] 祝浩文,张亚玲. 水稻稻曲病原菌研究及其综合防治技术[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(20): 70-72.
- [18] 陈旭,邱结华,熊萌,等. 稻曲病研究进展[J]. 中国稻米, 2019, 25(5): 30-36.

张姿,于海燕,李威,等.绿色植物生长调节剂 GGR 对玉米生长发育及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2023(2):44-50.

# 绿色植物生长调节剂 GGR 对玉米生长发育及产量的影响

张 姿<sup>1</sup>,于海燕<sup>1,2</sup>,李 威<sup>1</sup>,刘 蓉<sup>1</sup>,张成华<sup>1</sup>,姜常玉<sup>1</sup>

(1. 北京艾比蒂生物科技有限公司,北京 102299; 2. 中国林科院 ABT 研究开发中心,北京 100091)

**摘要:**为验证以绿色植物生长调节剂 GGR 6 号为功能性成分的 GGR 微量元素拌种剂(玉米专用)和 GGR 含氨基酸水溶肥(玉米专用)在玉米栽培中的应用效果,以玉米品种郑单 958 为试验材料,采用水培与大田相结合的试验方法,研究 GGR 微量元素拌种剂(玉米专用)和 GGR 含氨基酸水溶肥(玉米专用)配合施用对玉米生长发育及产量的影响。结果表明,与 CK 相比,玉米播前拌种和叶面追肥时施用植物生长调节剂能有效提高种子发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数以及苗期幼苗株高、茎粗、根系数量、壮苗指数、叶片光合色素含量等生长指标,最终提高玉米穗长、穗粒数、千粒重等产量指标。2 g GGR 微量元素拌种剂(玉米专用)拌种 1 kg、大喇叭口期叶面喷施 25 g·L<sup>-1</sup> 尿素+7.5 g·L<sup>-1</sup> 磷酸二氢钾+0.5 g·L<sup>-1</sup> GGR(玉米专用)、灌浆期叶面喷施 25 g·L<sup>-1</sup> 尿素+10 g·L<sup>-1</sup> 磷酸二氢钾+0.5 g·L<sup>-1</sup> GGR(玉米专用)施肥配比下,玉米种子萌发指标、幼苗生长指标和产量构成指标均显著高于 CK,玉米产量提高了 8.31%,是效果最佳的施肥配比。

**关键词:**玉米;绿色植物生长调节剂;GGR;生长发育;产量

在农业生产中,施肥能有效提高土壤肥力,对我国粮食增产增收做出了重要贡献<sup>[1]</sup>。然而过量施用化肥也会导致土壤养分比例严重失调、且盲目

土壤理化性状逐渐恶化以及食品安全问题,给人们的健康和生活带来严重威胁<sup>[2-3]</sup>。开发应用节能高效、绿色环保型肥料势在必行<sup>[4-5]</sup>。我国自 20 世纪 80 年代开始在农业生产上应用含氨基酸的叶面肥、植物生长调节剂等新型肥料,在改善土壤结构、化肥减量增效、作物增产增收等方面卓有成效<sup>[6-10]</sup>。

收稿日期:2022-11-18

第一作者:张姿(1991—),女,硕士,助理农艺师,从事作物栽培技术及示范推广研究。E-mail:18736013607@163.com。

## Screening and Evaluation of Biological Fungicides Against Rice False Smut

WANG Chun<sup>1</sup>, WANG Qian<sup>1</sup>, HUANG Yuanju<sup>1</sup>, LIU Hui<sup>2</sup>, WANG Yu<sup>1</sup>, JIANG Xifeng<sup>1</sup>

(1. Institute of Plant Pathology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences / Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pest in Harbin, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Harbin 150086, China; 2. Institute of Biotechnology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150023, China)

**Abstract:** In order to screen the best biological fungicide against *Ustilaginoidea virens*, efficacy of seven biofungicides was evaluated by mycelial dry weight method, spore germination method and field trials. Indoor bioassay showed that the inhibition rate of seven biofungicides on the mycelial growth of *U. virens* reached more than 80% under the laboratory test dose, and the inhibition rate of Jinggang *Bacillus cereus*, Jinggang *Bacillus subtilis* and *Bacillus subtilis* on the mycelial growth was 100%. Spore germination assay showed that Jinggang *Bacillus cereus*, Osthole, Jinggang Pyrimidine Nucleoside and Jinggang *Bacillus subtilis* significantly affect the elongation of germ tube and its inhibitory rate were above 70%. Field trials demonstrated that Jinggang *Bacillus subtilis* and Osthole exhibited high control effect, both of which were as high as 70% and effective against rice false smut. It was proved to be an effective way that 6% Jinggang 24 billion CFU·g<sup>-1</sup> *Bacillus subtilis* WP or 1% Osthole EW was applied in about 7 days before the rupturing stage of rice and full heading stage.

**Keywords:** *Ustilaginoidea virens*; biological fungicide; toxicity test; field control effect