

生防菌株 2LN3 对水稻纹枯病的防效和产量构成的影响

施洁君¹, 何胥^{2*}, 王光² (1. 太仓市农业委员会, 江苏太仓 215400; 2. 江苏省安丰生物源农药工程中心有限公司, 江苏太仓 215400)

摘要 [目的]进一步验证生防菌株 2LN3 对水稻纹枯病的防治效果。[方法]通过大田生产试验研究生防菌株 2LN3、生防菌株 2LN3 + 井冈霉素、井冈·腊芽菌、井冈霉素和清水对照 5 个处理对水稻纹枯病的防效和产量构成的影响。[结果]生防菌株 2LN3 + 井冈霉素对水稻纹枯病的防治效果较好, 2 次用药后第 7 天和第 15 天的防效分别达 60.85% 和 72.16%, 2 次调查防效均超过生防菌株 2LN3、井冈·腊芽菌和井冈霉素, 而单用生防菌株 2LN3 则表现为药效持续时间较短, 在 2 次用药后的第 15 天防效比井冈霉素略高, 但与井冈·腊芽菌相比防效则降低了 6.5%; 与井冈霉素相比, 生防菌株 2LN3 具有促生作用, 能显著提高有效穗数、实粒数、结实率和千粒重; 喷施生防菌株 2LN3 和生防菌株 2LN3 + 井冈霉素都具有一定的增产作用, 与井冈霉素相比分别增产 3.8% 和 12.1%, 均达到显著性差异。[结论]将生防菌株 2LN3 和井冈霉素复配可替代井冈霉素应用于实际生产中来提高对水稻纹枯病的防效。

关键词 生防菌株 2LN3; 水稻纹枯病; 防效; 增产

中图分类号 S435.111.4⁺2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)08-0171-03

Effect of Bio-control Bacteria Agent 2LN3 on Control of Rice Sheath Blight and Yield Components

SHI Jie-jun¹, HE Xu^{2*}, WANG Guang² (1. Taicang agriculture committee, Taicang, Jiangsu 215400; 2. Jiangsu Province Anfeng Biological Pesticides Engineering Center Co., Ltd, Taicang, Jiangsu 215400)

Abstract [Objective] The aim was to verify control effect of bio-control bacteria agent 2LN3 against rice sheath blight. [Method] We studied effect of bio-control bacteria agent 2LN3, bio-control bacteria agent 2LN3 + validamycin, validamycin · *Bacillus cereus*, validamycin and water control on control of rice sheath blight and yield components through field production test. [Result] Bio-control bacteria agent 2LN3 + validamycin had good control effect on rice sheath blight, and the control efficiency of two times applying after 7 days and 15 days reached 60.85% and 72.16%, respectively, which were more than control efficiency of bio-control bacteria agent 2LN3, validamycin · *Bacillus cereus* and validamycin, while single bio-control bacteria agent 2LN3 had shorter last time of efficacy, and its control efficiency of two times applying after 15 days was more than that of validamycin, but was decreased by 6.5% comparing with validamycin · *Bacillus cereus*. Compared with validamycin, the bio-control bacteria agent 2LN3 had growth-promoting effect, and could significantly improve number of productive ear, filled grain number, seed setting rate and 1 000-grain weight. Both bio-control bacteria agent 2LN3 and bio-control bacteria agent 2LN3 + validamycin could improve yield of rice, and significantly increase by 3.8% and 12.1% comparing with validamycin. [Conclusion] The bio-control bacteria agent 2LN3 mixed with validamycin could be used in actual production to improve control effect on rice sheath blight.

Key words Bio-control bacteria agent 2LN3; Rice sheath blight; Control effect; Yield increase

水稻纹枯病是由立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*)引起的一种土传病害, 广泛分布在世界各地的稻区, 一般可造成 10%~30% 的产量损失, 严重时产量损失在 50% 以上^[1]。近年来, 苏南地区水稻受菌源量、气候、栽培品种、栽培措施等多种因素的影响, 纹枯病呈逐年加重态势, 对水稻生产带来了严重的威胁。目前, 水稻纹枯病主要还是依赖药剂防治, 而主要药剂井冈霉素已使用几十年, 纹枯病病原菌早已对其产生抗药性, 致使用药量和用药次数的不断增加, 防效却逐年降低^[2]。近年来另一类化学农药以唑类杀菌剂为主, 虽可显著提高防效, 但对水稻生长的抑制作用也较强, 所以无法在短期内连续用药, 更不能超量使用^[3-4]。该类化学农药的长期使用不仅污染环境, 同时农药的残留问题也给人畜健康带来潜在威胁^[5]。

江苏省安丰生物源农药工程中心有限公司从 2011 年开始对水稻纹枯病的生物防治展开了相关研究工作, 以既能控制纹枯病危害又能确保水稻安全生产为目标, 在水稻不同生境分离出细菌菌株, 通过实验室筛选和温室、大田小区试验, 最终确定 2LN3 为目标生防菌株^[6]。为进一步验证其对水稻纹枯病的防效, 笔者于 2013 年将目标生防菌株制成生防菌剂, 与实际生产相结合进行扩大面积试验, 以期为其推广应

用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2013 年 6—11 月在江苏省太仓市城厢镇万丰村水稻基地进行。试验地土壤为沙壤土, 肥力中等, 前茬作物品种均为“扬麦 25”, 6 月初收获。水稻品种为纹枯病感病品种“南粳 46”, 6 月 15 日机械栽插, 机插行株距为 30 cm × 12 cm, 密度为 27 万穴/hm² 左右。试验全部采用统一标准的田间常规管理模式。

1.2 供试药剂 生防活菌制剂 2LN3 SC (1 × 10⁹ CFU/mL), 由江苏省安丰生物源农药工程中心有限公司研制; 20% 井冈霉素 SP、井冈·腊芽菌 WP (12% 井冈霉素 + 30 亿孢子/g 蜡质芽孢杆菌), 由江苏省无锡市玉祁生物有限公司生产。

1.3 试验设计 共设 5 个处理, 即处理 1: 生防菌株 2LN3 SC 30 L/hm²; 处理 2: 生防菌株 2LN3 SC 30 L/hm² + 20% 井冈霉素 SP 375 g/hm²; 处理 3: 井冈·腊芽菌 WP 900 g/hm²; 处理 4: 20% 井冈霉素 SP 1 125 g/hm²; 处理 5: 清水对照。为便于农事操作, 将 3 次重复合并为 1 个大区, 每个大区面积约 1 110 m², 田间调查时, 进行 3 次重复。

1.4 施药方法 分别于水稻纹枯病发病初期 (8 月 2 日) 和发病高峰期 (8 月 9 日) 用药 2 次进行防治。采用静电喷雾器均匀粗喷至稻丛基部。生防菌剂处理喷施时按照 0.01% 的终浓度加入吐温 - 20。

1.5 调查方法

1.5.1 防效调查 分别于第 1 次用药前和第 2 次用药后 7、

基金项目 太仓市科技支撑计划项目 (TN1201)。

作者简介 施洁君 (1977—), 女, 江苏太仓人, 农艺师, 从事作物栽培研究。* 通讯作者, 助理农艺师, 从事作物栽培研究。

收稿日期 2016-12-23

15 d 进行调查。根据水稻叶鞘和叶片危害症状程度分级(以株为单位),采用对角线 5 点取样法,每点调查相连 5 穴,记录总株数、病株数和病级数,计算病株率、病指及防效。

病株率 = 病株数 / 调查总株数 × 100%

病指 = Σ (各级发病数 × 各级代表值) / (调查总株数 × 最高级别) × 100

病指校正防效 = 1 - (对照区药前病指 × 处理区药后病指) / (对照区药后病指 × 处理区药前病指) × 100%

1.5.2 产量调查。在水稻收割前对各大区进行测产,采用对角线 5 点取样法,每点取 1 m² 调查其有效穗数,取平均穗数左右的稻株 2~3 穴(不少于 50 穗)调查每穗粒数、每穗实粒数、结实率、千粒重,计算理论产量,同时每处理单独收割晾晒,统计实产。

理论产量 = 每穗粒数 × 有效穗数 × 结实率 × 千粒重 / (1 000 × 1 000)

1.6 数据处理 数据采用 Excel 和 DPS 9.05 版软件进行统计和方差分析,并采用 LDS 法比较各处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同药剂对水稻纹枯病的防治效果 由表 1 可知,在使用不同药剂对水稻纹枯病进行 2 次防治后的第 7 天,生防菌剂 2LN3 + 井冈霉素防效最高,达 60.85%,其次为生防菌剂 2LN3 和井冈·腊芽菌,防效分别为 59.21% 和 56.99%,井冈霉素防效最低;2 次用药后的第 15 天,仍然是生防菌剂 2LN3 + 井冈霉素防效最高,达 72.16%,其次为井冈·腊芽菌,防效为 72.08%,而生防菌剂 2LN3 和井冈霉素防效表现偏低,分别为 67.40% 和 66.16%。

表 1 各处理对水稻纹枯病的防效
Table 1 Control effect of each treatment against rice sheath blight

处理 Treatments	药前基数 Data before applying drug		药后 7 d 7 days after applying drug			药后 15 d 15 days after applying drug		
	病株率 Rate of diseased plant // %	病指 Disease index	病株率 Rate of diseased plant // %	病指 Disease index	防效 Control effect %	病株率 Rate of diseased plant // %	病指 Disease index	防效 Control effect %
生防菌剂 2LN3 Bio-control bacteria agent 2LN3	3.71	1.11	6.32	2.17	59.21	7.71	3.98	67.40
生防菌剂 2LN3 + 井冈霉素 Bio-control bacteria agent 2LN3 + validamycin	3.83	1.13	6.09	2.12	60.85	7.16	3.46	72.16
井冈·腊芽菌 Validamycin · Bacillus cereus	2.98	0.98	4.91	2.02	56.99	5.62	3.01	72.08
井冈霉素 Validamycin	3.12	1.01	6.55	2.25	53.52	7.56	3.76	66.16
清水对照 Water control	3.61	1.06	15.56	5.08		24.68	11.66	

2.2 不同药剂对水稻产量构成的影响 由表 2 可知,生防菌剂 2LN3 + 井冈霉素与井冈霉素相比显著提高了有效穗数、每穗实粒数、结实率和千粒重,分别增加了 7.4%、5.2%、3.2% 和 4.4%,但与井冈·腊芽菌相比,虽每项调查指标都有所增加,但除有效穗数和千粒重均增加 3.2%,达到显著性

差异外,每穗实粒数和结实率均未达到显著性差异;单用生防菌剂 2LN3 与井冈霉素相比也显著提高了有效穗数、每穗实粒数、结实率和千粒重,分别增加了 4.1%、4.9%、3.4% 和 1.3%,与井冈·腊芽菌相比,除结实率达到显著性差异外,有效穗数、每穗实粒数、千粒重均未达到显著性差异。

表 2 各处理对水稻产量构成的影响
Table 2 Effect of each treatment on yield components of rice

处理 Treatments	有效穗数 Number of productive ear 万个/hm ²	每穗粒数 Number of grain per ear 粒	每穗实粒数 Number of filled grain per ear 粒	结实率 Seed setting rate %	千粒重 1 000-grain weight g	理论产量 Theoretical yield kg/hm ²
生防菌剂 2LN3 Bio-control bacteria agent 2LN3	320.55 b	132.51	123.67 a	93.33 a	25.35 b	10 049.35
生防菌剂 2LN3 + 井冈霉素 Bio-control bacteria a- gent 2LN3 + validamycin	330.75 a	133.15	123.97 a	93.11 b	26.13 a	10 714.10
井冈·腊芽菌 Validamycin · Bacillus cereus	320.40 b	130.59	121.57 ab	93.09 b	25.31 b	9 858.51
井冈霉素 Validamycin	307.95 c	130.62	117.85 bc	90.22 c	25.02 c	9 080.24
清水对照 Water control	289.80 d	129.76	115.29 c	88.85 d	24.39 d	8 148.95

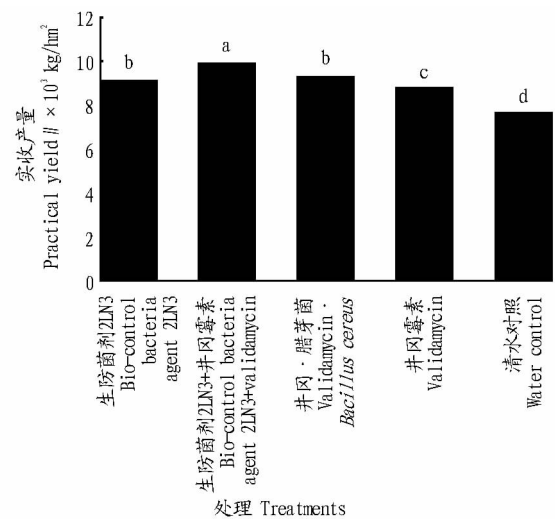
注:同列数据后不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著
Note: Different lowercases at the same column indicated that there was significant difference at 0.05 level

2.3 不同药剂对水稻产量的影响 由图 1 可知,在相同的田间管理条件下,生防菌剂 2LN3、生防菌剂 2LN3 + 井冈霉素和井冈·腊芽菌与井冈霉素相比都具有增产作用,分别增产 3.8%、12.1% 和 4.9%,均达到显著性差异;生防菌剂 2LN3 + 井冈霉素和井冈·腊芽菌相比增产 6.9%,达到显著性差

异,生防菌剂 2LN3 和井冈·腊芽菌相比则减产 1.1%,但未达到显著性差异。

3 结论与讨论

通过该试验发现,在防病方面,单用生防菌剂 2LN3 虽然 2 次调查结果显示防效均超过井冈霉素,但发现 2 次用药后



注：柱上不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著
Note: Different lowercase indicated that there was significant difference at 0.05 level

图 1 各处理对水稻产量的影响
Fig.1 Effect of each treatment on rice yield

的第 15 天防效明显低于生防菌剂 2LN3 + 井冈霉素和井冈·腊芽菌,说明单独使用生防菌剂的药效持续时间短。王奎萍等^[7]认为生防菌剂的药效持续时间短可能与剂型有关,生防菌剂多为活菌制剂,田间施用时均为新鲜菌液喷施于叶表,但由于叶表张力、蜡质层、微生物等作用,生防菌无法长期定植在水稻叶表,因而无法长期对纹枯病原菌产生拮抗作用,从而影响了药效的持续性。此外,该研究发现生防菌剂 2LN3 与井冈霉素复配使用能明显提高对水稻纹枯病的防治效果,这与陈志谊等^[8-9]的研究结论“井冈霉素与生防菌协同作用对水稻纹枯病的防治具有明显的增效作用,井冈霉素能迅速突破叶面微生物屏障,促进生防菌在水稻植株上定

植,从而减缓生防菌群体数量的大幅下降,延长生防菌剂的药效”一致。可见,在同等田间管理条件下,生防菌剂 2LN3 与井冈霉素复配使用对生防菌 2LN3 在水稻植株上的定植和发挥其生防效果起着积极作用。

此外,该研究还发现在同等田间管理条件下,无论单用生防菌 2LN3 还是其与井冈霉素复配,与井冈霉素相比都具有一定的增产作用,郑爱萍等^[10]研究了水稻纹枯病生防细菌对水稻产量的影响,发现生防细菌对实粒数、千粒重、结实率和穗长都有明显的促进作用,薛智勇等^[11]认为芽孢杆菌能使水稻增穗、增粒。可见,生防菌 2LN3 对水稻的促生作用正是水稻增产的主要原因^[6],而有效穗数、实粒数、千粒重的增加正是其增产的主要农艺性状表现。

参考文献

[1] 任小平,谢关林,赵丽涵. 水稻纹枯病拮抗细菌的筛选与利用[J]. 植物保护学报,2005,32(4):337-342.
[2] 张德涛,彭正凯,曹琦琦,等. 3 株拮抗菌在水稻植株上的定植能力及对纹枯病的防效[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(2):97-102.
[3] 任寿美,徐优良,蔡宏芹,等. 新型生物农药防治水稻纹枯病试验研究[J]. 现代农药,2013,12(3):41-43.
[4] 刘波,顾扬娟,王乃中. 唑类杀菌剂造成水稻药害的原因及对策[J]. 现代农业科技,2011(24):214.
[5] 黄河,鄢凯丹,林元山,等. 水稻纹枯病拮抗细菌的筛选·鉴定及其活性成分的发酵制备[J]. 安徽农业科学,2014,42(25):8584-8586.
[6] 何霄,王光,施洁君,等. 水稻纹枯病生防菌株筛选及防病促生研究[J]. 安徽农业科学,2015,43(33):218-220,232.
[7] 王奎萍,陈云,刘红霞,等. 水稻纹枯病的生物防治[J]. 江苏农业科学,2013,41(5):110-112.
[8] 陈志谊,刘永锋,陆凡. 井冈霉素和生防菌 Bs-916 协同控病作用及增效机理[J]. 植物保护学报,2003,30(4):429-434.
[9] 陈志谊,许志刚,高泰东,等. 水稻纹枯病拮抗细菌的评价与利用[J]. 中国水稻科学,2000,14(2):95-102.
[10] 郑爱萍,李平,王玲霞,等. 生防细菌对水稻纹枯病防效及对水稻产量形成影响的研究[J]. 中国农学通报,2001,17(2):18-20.
[11] 薛智勇,何福恒,章锦秋,等. 芽孢杆菌菌剂在水稻生产上的应用效果[J]. 浙江农业科学,1991(4):185-188.

(上接第 123 页)

[12] 张贞,魏朝富,高明,等. 土壤质量评价方法进展[J]. 土壤通报,2006,37(5):999-1006.
[13] 曹承锦,严长生,张志明,等. 关于土壤肥力数值化综合评价的探讨[J]. 土壤通报,1983(4):13-15.
[14] 吕晓男,陆允甫,王人潮. 土壤肥力综合评价初步研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),1999,25(4):378-382.
[15] 陈加兵,曾从盛. 主成分分析、聚类分析在土地评价中的应用:以福建沙县夏茂镇水稻土为主要评价对象[J]. 土壤,2001,33(5):243-246.
[16] ANDREWS S S, KARLEN D L, MITCHELL J P. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California[J]. Agriculture, ecosystems and environment, 2002, 90(1):25-45.
[17] GIL-STORES F, TRASAR-CEPEDA C, LEIRÓS M C, et al. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties[J]. Soil biology and biochemistry, 2005, 37(5):877-887.
[18] YEMEFACK M, JETTEN V G, ROSSITER D G. Developing a minimum data set for characterizing soil dynamics in shifting cultivation systems[J]. Soil and tillage research, 2006, 86(11):84-98.
[19] REZAEI S A, GILKES R J, ANDREWS S S. A minimum data set for assessing soil quality in rangelands[J]. Geoderma, 2006, 136(1/2):229-234.
[20] GOVAERTS B, SAYRE K D, DECKERS J. A minimum data set for soil quality assessment of wheat and maize cropping in the highlands of Mexico[J]. Soil and tillage research, 2006, 87:163-174.
[21] 陈留美, 桂林国, 吕家珑, 等. 应用主成分分析和聚类分析评价不同施肥处理条件下新垦灰钙土土壤肥力质量[J]. 土壤, 2008, 40(6):971-975.
[22] 张亚鸽, 史彦江, 吴正保, 等. 基于主成分分析的枣园土壤肥力综合评价[J]. 西南农业学报, 2016, 29(5):1156-1160.
[23] 李彦荣, 常瑛, 魏玉杰, 等. 武威平原区饮用水源地土壤指标主成分分析[J]. 环境科学与技术, 2015, 38(12):83-89.
[24] 何平平, 康可佳, 宋利臣. 基于主成分分析的大兴安岭高寒区典型火烧迹地土壤质量评价研究[J]. 环境科学与管理, 2015, 40(6):170-173.
[25] 苏键, 陈军, 何洁. 主成分分析法及其应用[J]. 轻工科技, 2012(9):12-13.
[26] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社, 1999.
[27] WANG Z, CHANG A C, WU L, et al. Assessing the soil quality of long-term reclaimed wastewater-irrigated cropland[J]. Geoderma, 2003, 114:261-278.
[28] VELASQUEZ E, LAVELLE P, BARRIOS E, et al. Evaluating soil quality in tropical agro ecosystems of Colombia using NIRS[J]. Soil biology and biochemistry, 2005, 37(5):889-898.
[29] NORTCLIFF S. Standardisation of soil quality attributes[J]. Agriculture, ecosystems and environment, 2002, 88(2):161-168.
[30] DORAN J W, JONES A J. Methods for assessing soil quality[M]. Madison, USA: Soil Science Society of America, Inc., 1996.