

· 研究简报 ·

江苏、河南、安徽和山东四省小麦纹枯病菌 对井冈霉素的敏感性监测

孙海燕, 丁晓菲, 杜文珍, 李伟, 陈怀谷*

(江苏省农业科学院 植物保护研究所 南京 210014)

摘要: 采用菌丝生长速率法监测了 1984、2001 和 2010 年江苏省小麦纹枯病菌 *Rhizoctonia cerealis* 对井冈霉素的敏感性变化趋势, 以及 2010 年河南、安徽和山东 3 省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性现状。结果表明: 1984、2001 和 2010 年江苏省小麦纹枯病菌对井冈霉素的 EC_{50} 值范围分别为 0.31~0.87、0.05~1.21 和 0.20~1.09 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。26 年间江苏省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性未发生显著性变化; 2010 年河南、安徽和山东 3 省小麦纹枯病菌对井冈霉素的 EC_{50} 值范围分别为 0.15~1.16、0.43~0.90 和 0.09~1.33 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。4 省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性相互间差异不显著。井冈霉素仍然可以作为防治小麦纹枯病的主要药剂。

关键词: 小麦纹枯病菌; 井冈霉素; 敏感性; 敏感性监测

DOI: 10.3969/j.issn.1008-7303.2011.06.18

中图分类号: S481.4 文献标志码: A 文章编号: 1008-7303(2011)06-0653-04

Monitoring of sensitivity of *Rhizoctonia cerealis* to jinggangmycin in Jiangsu, Henan, Anhui and Shandong Provinces

SUN Hai-yan, DING Xiao-fei, DU Wen-zhen, LI Wei, CHEN Huai-gu*
(Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agriculture Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: The sensitivity of *Rhizoctonia cerealis* populations collected in 1984, 2001 and 2010 from Jiangsu Province to jinggangmycin was surveyed to monitor the trend in resistance of *R. cerealis*, and the sensitivity of isolates collected from Shandong, Henan and Anhui Provinces were also surveyed in 2010. EC_{50} value of isolates in 1984 ranged from 0.31 to 0.87 $\mu\text{g}/\text{mL}$, from 0.05 to 1.21 $\mu\text{g}/\text{mL}$ in 2001, and from 0.20 to 1.09 $\mu\text{g}/\text{mL}$ in 2010. There was no significant difference in sensitivity of *R. cerealis* populations to jinggangmycin during 26 years in Jiangsu Province. EC_{50} value of isolates in Henan Province ranged from 0.15 to 1.16 $\mu\text{g}/\text{mL}$, from 0.09 to 1.33 $\mu\text{g}/\text{mL}$ in Shandong Province, and from 0.43 to 0.90 $\mu\text{g}/\text{mL}$ in Anhui Province. There was also no significant difference in sensitivity of isolates from four provinces in 2010. These results indicated that jinggangmycin can be used as major fungicide to control wheat sharp eyespot in future.

Key words: *Rhizoctonia cerealis*; jinggangmycin; sensitivity; sensitivity monitoring

收稿日期: 2011-09-05; 修回日期: 2011-11-01.

作者简介: 孙海燕 (1982-) 女, 江苏盐城人, 助理研究员, 研究方向为植物病害致病机理及控制技术, E-mail: haiyansun@jaas.ac.cn; * 通讯作者 (Author for correspondence): 陈怀谷 (1964-) 男, 江苏南通人, 研究员, 主要从事小麦病害致病机理及控制技术研究, 电话: 025-84390386, E-mail: huaigu@jaas.ac.cn

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-3-1-17).

小麦纹枯病又称小麦尖眼斑病(wheat sharp eyespot),是一种世界性分布的土传真菌病害,在我国主要由禾谷丝核菌 *Rhizoctonia cerealis* van der Hoeven 和立枯丝核菌 *Rhizoctonia solani* Kühn 侵染所致,且以禾谷丝核菌 *R. cerealis* 为主^[1]。从20世纪70年代中后期开始,随着小麦品种的更替及高产栽培措施(如早播、密植、高肥等)的推广,该病在我国冬麦区普遍发生,现已成为长江流域及黄淮平原麦区的重要病害。目前生产上用于小麦纹枯病防治的药剂主要有井冈霉素和麦角甾醇抑制剂^[2-3]。

井冈霉素(jinggangmycin)是我国自主开发并大规模生产应用的一种农用抗生素,具有药效高、毒副作用小、对环境影响小和持效时间长等特点^[4]。该药剂自诞生以来,一直应用于水稻和小麦纹枯病的防治,并取得了良好的防效。但是由于长期大面积使用,已有报道在一些地区出现了抗药性^[5-8],其中主要是关于水稻纹枯病菌的。有关小麦纹枯病菌对井冈霉素抗药性研究的文献甚少,只有国内的两篇报道,主要结论为:田间已经出现了对井冈霉素表现为抗性的小麦纹枯病菌,并且其对井冈霉素的室内诱导抗性发展比较迅速,抗性风险较大^[5-6]。

从20世纪70年代以来,井冈霉素一直是江苏省防治水稻和小麦纹枯病的主要药剂。江苏省是典型的水稻-小麦轮作地区,井冈霉素的长期频繁使用对抗药性的产生提供了比较高的选择压力。研究江苏省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性变化趋势,对于抗药性发生的早期预警和抗药性治理具有重要意义。本研究采用菌丝生长速率法测定和分析了1984、2001和2010年江苏省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性变化趋势,以及2010年河南、安徽和山东3省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性现状,并对井冈霉素在小麦纹枯防治上的应用前景进行了探讨。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

菌株:从本实验室历年所采集的小麦纹枯病菌中,分别挑选了1984、2001和2010年从江苏省不同地区采集的菌株,以及2010年从河南、安徽和山东不同地区采集的菌株供试。这些菌株均在4℃冰箱内的PDA(马铃薯葡萄糖琼脂)斜面上保存,经鉴定均为禾谷丝核菌 *Rhizoctonia cerealis* van der Hoeven。

60%井冈霉素(jinggangmycin)原药(浙江钱江生物化学股份有限公司生产),用灭菌超纯水配制

成 $10^4 \mu\text{g}/\text{mL}$ 的母液待用。

马铃薯蔗糖琼脂(PSA)培养基:马铃薯200g,蔗糖20g,琼脂16g,蒸馏水1L。

1.2 敏感性测定

采用菌丝生长速率法^[9]测定。将各供试菌株在PSA平板上于25℃下预培养5d,在菌落边缘近1/3处打取直径5mm的菌碟,菌丝面向下接种于含有不同质量浓度(2、1、0.5、0.3、0.25、0.125、0.06和0.03 $\mu\text{g}/\text{mL}$)井冈霉素的PSA平板上。以不含药的PSA平板为对照,25℃下培养5d,测量菌落直径(cm),取平均值,按(1)式计算抑制率(%)。通过浓度对数值(x)和抑制率几率值(Y)之间的线性回归关系求出毒力回归方程和 EC_{50} 值。

抑制率/% = [(对照菌落直径 - 处理菌落直径) / (对照菌落直径 - 0.5)] × 100 (1)

1.3 统计分析

将1984、2001和2010年江苏省小麦纹枯病菌分别作为3个菌株群体,将2010年江苏、河南、安徽和山东4省小麦纹枯病菌分别作为4个菌株群体,利用DPS数据处理系统进行群体间差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同年份江苏省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性

1984年9个菌株的 EC_{50} 值在0.31~0.87 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 之间,平均为0.67 $\mu\text{g}/\text{mL}$,最不敏感菌株的 EC_{50} 值是最敏感菌株的2.81倍;2001年35个菌株中检测到1个常州菌株表现极为敏感,其 EC_{50} 值只有0.05 $\mu\text{g}/\text{mL}$,显著低于其他菌株(EC_{50} 值在0.17~1.21 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 之间),最不敏感菌株的 EC_{50} 值是最敏感菌株的7.12倍,35个菌株的平均 EC_{50} 值为0.60 $\mu\text{g}/\text{mL}$;2010年36个菌株的 EC_{50} 值在0.20~1.09 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 之间,平均为0.60 $\mu\text{g}/\text{mL}$,最不敏感菌株的 EC_{50} 值是最敏感菌株的5.45倍。这3个群体之间对井冈霉素的敏感性无显著性差异,表明跨越26年,江苏省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性没有显著性变化(表1)。

2.2 2010年河南、山东和安徽小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性

由表2可见:河南省10个菌株的 EC_{50} 值在0.15~1.16 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 之间,平均为0.73 $\mu\text{g}/\text{mL}$,最不敏感菌株的 EC_{50} 值是最敏感菌株的7.73倍;山东省32个菌株中只检测到1个菌株对井冈霉素极为敏感,其 EC_{50} 值为0.09 $\mu\text{g}/\text{mL}$,显著低于其他菌

表1 1984、2001 和 2010 年江苏省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性
Table 1 Sensitivity of isolates of *Rhizoctonia cerealis* to jinggangmycin from Jiangsu Province in 1984 2001 and 2010

年份 Year	地区 City	菌株数目 No. of isolates	EC ₅₀ (μg/mL)	
			范围 Range	平均值 ± 标准误 Mean ± SD
2010	泰州 Taizhou	10	0.38 ~ 0.98	0.70 ± 0.06
	徐州 Xuzhou	1	0.20	0.20
	扬州 Yangzhou	7	0.20 ~ 0.82	0.51 ± 0.09
	淮安 Huai'an	15	0.26 ~ 1.09	0.59 ± 0.07
	宿迁 Suqian	3	0.55 ~ 0.97	0.67
	总计 Total	36	0.20 ~ 1.09	0.60 ± 0.04 a*
2001	南京 Nanjing	2	0.25 ~ 1.16	0.70
	无锡 Wuxi	2	0.57 ~ 0.69	0.63
	苏州 Suzhou	4	0.26 ~ 0.85	0.51 ± 0.12
	常州 Changzhou	3	0.05 ~ 0.85	0.38
	泰州 Taizhou	3	0.63 ~ 0.76	0.68
	扬州 Yangzhou	2	0.56 ~ 0.96	0.76
	南通 Nantong	3	0.67 ~ 1.03	0.88
	徐州 Xuzhou	3	0.37 ~ 0.65	0.54
	连云港 Lianyungang	4	0.31 ~ 0.70	0.46 ± 0.09
	宿迁 Suqian	3	0.17 ~ 1.01	0.57
	淮安 Huai'an	2	0.52 ~ 0.60	0.56
	盐城 Yancheng	4	0.51 ~ 1.21	0.70 ± 0.17
	总计 Total	35	0.05 ~ 1.21	0.60 ± 0.05 a
1984	连云港 Lianyungang	1	0.83	0.83
	淮安 Huai'an	3	0.61 ~ 0.82	0.69
	常州 Changzhou	1	0.59	0.59
	苏州 Suzhou	1	0.87	0.87
	无锡 Wuxi	3	0.31 ~ 0.85	0.54
	总计 Total	9	0.31 ~ 0.87	0.67 ± 0.06 a

注: 部分地区由于菌株数目过少, 无法计算标准误; * 同列中字母相同者表示 1984、2001 和 2010 年小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性在 $\alpha = 0.05$ 水平上无显著性差异。

Note: SD can't be obtained because of less number of isolates in some cities. * Data in same column followed same capital letters are not significant different at $\alpha = 0.05$ as determined by Duncan's LSR test in the sensitivity of isolates of *R. cerealis* to jinggangmycin from Jiangsu Province in 1984 2001 and 2010.

表2 2010 年河南、山东和安徽小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性
Table 2 Sensitivity of isolates of *R. cerealis* to jinggangmycin from Henan, Shandong and Anhui Provinces in 2010

省份 Province	县市 City	菌株数目 No. of isolates	EC ₅₀ (μg/mL)	
			范围 Range	平均值 ± 标准误 Mean ± SD
河南 Henan	商丘 Shangqiu	10	0.15 ~ 1.16	0.73 ± 0.09 a*
山东 Shandong	临沂 Linyi	4	0.84 ~ 1.15	0.98 ± 0.08
	苍山 Cangshan	4	0.55 ~ 1.33	0.97 ± 0.16
	菏泽 Heze	12	0.09 ~ 1.23	0.65 ± 0.10
	济宁 Jining	8	0.25 ~ 1.01	0.72 ± 0.09
	曲阜 Qufu	4	0.63 ~ 0.81	0.71 ± 0.04
	总计 Total	32	0.09 ~ 1.33	0.76 ± 0.05 a
安徽 Anhui	蚌埠 Bengbu	4	0.43 ~ 0.90	0.61 ± 0.10 a

* 同列中字母相同者表示河南、山东和安徽省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性在 $\alpha = 0.05$ 水平上无显著性差异。

* Data in same column followed same capital letters are not significant different at $\alpha = 0.05$ as determined by Duncan's LSR test in the sensitivity of isolates of *R. cerealis* to jinggangmycin from Henan Shandong and Anhui Provinces in 2010.

株(EC_{50} 值在 $0.25 \sim 1.33 \mu\text{g}/\text{mL}$ 之间),最不敏感菌株的 EC_{50} 值是最敏感菌株的5.32倍,32个菌株的平均 EC_{50} 值为 $0.76 \mu\text{g}/\text{mL}$;安徽省4个菌株的 EC_{50} 值在 $0.43 \sim 0.90 \mu\text{g}/\text{mL}$ 之间,平均为 $0.61 \mu\text{g}/\text{mL}$,最不敏感菌株的 EC_{50} 值是最敏感菌株的2.09倍。可见,江苏、河南、安徽和山东4省小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性无显著性差异,与1984年江苏省小麦纹枯病菌相比,也无显著性差异。

3 讨论

本研究监测结果与胡燕等^[5]报道的情况不太一致,其原因可能是由于胡燕等所选择的敏感菌株只有1个(EC_{50} 值为 $0.04 \mu\text{g}/\text{mL}$),不具代表性,并且其所测定的菌株数目较少(在4个地区采集的5个菌株),不能反应田间小麦纹枯病菌对井冈霉素的抗药性情况;夏晓明等通过室内抗性诱导表明,小麦纹枯病菌对井冈霉素的抗性发展比较迅速,抗性风险较大^[6],但是实际生产中抗药性能否产生还与抗性突变体的竞争能力有关,如果突变体生命力弱,不能与敏感菌株在田间进行竞争,则不能在田间形成优势亚群体,抗性问题就不易出现^[10]。本试验分别选择1984、2001和2010年3个年份的江苏省小麦纹枯病菌作为3个群体进行统计分析,发现虽然井冈霉素在江苏省使用已有26年,但该地区的小麦纹枯病菌对井冈霉素的敏感性并未发生显著性变化,表明其田间抗性发展风险较低,这与井冈霉素在小麦纹枯病防治上使用多年也未产生防治失败的现象相一致。

小麦纹枯病菌属于丝核菌,未见有性世代,也没有产生无性孢子的报道,从抗药性风险评估的角度评价其应属于低风险病原菌。井冈霉素与日本的有效霉素(validamycin)类似,目前其作用机理尚不明确,只知道其对病原菌无杀死作用,但可使病菌菌丝形成不正常分枝而影响菌株的致病力。该药剂本身对抗性菌株没有筛选作用,并且田间使用多年也未产生防治失败的现象,因此可以推断小麦纹枯病菌对井冈霉素的抗药性属于低风险,其仍然可以作为防治小麦纹枯病的主要药剂。

由于井冈霉素目前仍然是防治水稻和小麦纹枯病菌的主要药剂,使用量大,在广大小麦纹枯病发生

地区尤其是稻、麦轮作区,对其抗药性进行动态监测是非常必要的。在监测数据的基础上,应注意在生产中科学使用该药剂,避免长期单一使用,建议与其他药剂混用或交替使用。

参考文献:

- [1] CHEN Ying(陈莹), LI Wei(李伟), CHEN Huai-gu(陈怀谷), et al. 我国北纬33度地区小麦纹枯病病原菌组成及其致病力研究[J]. *Tcrop*(麦类作物学报) 2009, 29(6): 1110-1114.
- [2] WAN Ying-xiu(万映秀), WANG Wen-xiang(王文相), ZHANG Ping-zhi(张平治), et al. 小麦纹枯病抗性鉴定技术及抗性资源筛选[J]. *Chin Agric Sci Bull*(中国农学通报), 2009, 25(7): 223-226.
- [3] YANG Gong-qiang(杨共强), SONG Yu-di(宋玉立), HE Wen-lan(何文兰) et al. 几种杀菌剂对小麦纹枯病的防治效果[J]. *J Plant Prot*(植物保护) 2010, 36(2): 167-169.
- [4] CHEN Xiao-long(陈小龙), FANG Xia(方夏), SHEN Yin-chu(沈寅初). 纹枯病菌对井冈霉素的作用机制、抗药性及安全性[J]. *Agrochemicals*(农药) 2010, 49(7): 481-483.
- [5] HU Yan(胡燕), WANG Huai-xun(王怀训), XIA Xiao-ming(夏晓明) et al. 四地区小麦纹枯病对6种杀菌剂的抗性比较[J]. *Acta Phytophy Sinica*(植物保护学报), 2006, 33(4): 423-427.
- [6] XIA Xiao-ming(夏晓明), WANG Kai-yun(王开运), WANG Huai-xun(王怀训), et al. 禾谷丝核菌对井冈霉素的抗性风险预测[J]. *Chin J Pestic Sci*(农药学学报), 2006, 8(2): 115-120.
- [7] ZHANG Sui(张穗), XU Wen-xia(许文霞), XUE Yin-gen(薛银根) et al. 郑州郊区水稻纹枯病菌对井冈霉素敏感性的初步研究[J]. *Chin J Biol Contr*(中国生物防治), 1995, 11(4): 171-173.
- [8] ZHANG Sui(张穗), ZHOU Mei-xian(周梅先), SONG Wan-chang(宋万昌) et al. 河南省固始等地稻纹枯病菌对井冈霉素的敏感性[J]. *Acta Phytophy Sinica*(植物保护学报), 1999, 26(2): 189-190.
- [9] GORGOLOUS S G, DEKKER J. Detection and measurement of fungicide resistance general principles[J]. *FAO Plant Prot Bull*, 1982, 30(2): 39-71.
- [10] REN Lu(任璐), HAN Ju-cai(韩巨才), LIU Hui-ping(刘慧平). 番茄早疫病病菌对异菌脉的敏感基线及其抗性突变体的生物学特性[J]. *Chin J Pestic Sci*(农药学学报), 2010, 12(2): 155-160.

(责任编辑: 金淑惠)