

# 三株不同镰刀菌对甘薯致病性及7种 杀菌剂敏感性测定

张成玲 赵永强 徐 振 杨冬静 孙厚俊 谢逸萍

(江苏徐州甘薯研究中心 农业部甘薯生物学与遗传育种重点实验室 江苏 徐州 221131)

**摘要:** 为有针对性地开展病害防治和育种工作,利用菌丝生长抑制法测定了己唑醇等7种杀菌剂对3株镰刀菌的抑菌毒力。结果表明,枯草芽孢杆菌对3株镰刀菌的抑菌活性最强,EC<sub>50</sub>最大为0.002 3 μg/mL;世苗和己唑醇对12Z-1和12Z-2 2种病菌具有较好的菌丝生长抑制活性,EC<sub>50</sub>为0.002 5~0.86 μg/mL,EC<sub>90</sub>为11.01~46.48 μg/mL,但对12Z-3的抑制活性较低,EC<sub>50</sub>分别为1.54、12.36 μg/mL,EC<sub>90</sub>分别为1 893.29、1 101.14 μg/mL;利用针刺法接种不同甘薯品种,结果表明,烟薯25对12Z-1和12Z-2具有较好的抗耐性,其次分别为栗子香和徐薯18;胜利百号对12Z-3抗耐性好于其他3个品种,其次为烟薯25。

**关键词:** 镰刀菌;甘薯;药剂;致病性

中图分类号:S435.313 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2013)增刊-0376-04

## Research on Three Different Strains of *Fusarium* spp. of Pathogenicity to Sweet Potato and Sensitivity Test to Seven Kinds of Fungicides

ZHANG Cheng-ling, ZHAO Yong-qiang, XU Zhen, YANG Dong-jing, SUN Hou-jun, XIE Yi-ping

(Xuzhou Sweet Potato Research Center, Key laboratory of Biology and Genetic Improvement of Sweet Potato, Ministry of Agriculture, Xuzhou 221131, China)

**Abstract:** The toxicity of 7 fungicides against three different strains of *Fusarium* spp. was detected by the method of mycelium growth inhibition for plant disease controlling and breeding. The result showed that *Bacillus subtilis* WP had the best control effect to the three *Fusarium* spp. with the best EC<sub>50</sub> as 0.002 3 μg/mL. Difenconazole, propiconazole and hexaconazole had better control effect to 12Z-1 and 12Z-2 with EC<sub>50</sub> between 0.002 5 μg/mL and 0.86 μg/mL, and EC<sub>90</sub> between 11.01 μg/mL and 46.48 μg/mL than 12Z-3 with EC<sub>50</sub> as 1.54 μg/mL and 12.36 μg/mL, and EC<sub>90</sub> as 1 893.29 μg/mL and 1 101.14 μg/mL respectively. With the needle-sticking method, we found that among the four different sweet potato varieties, Yanshu 25 was more resistant to 12Z-1 and 12Z-2, and Lizixiang and Xushu 18 were following. Shenglibaihao was more resistant to 12Z-3 than the other varieties, and Yanshu 25 was following.

**Key words:** *Fusarium*; Sweet potato; Fungicide; Pathogenicity

甘薯(*Ipomoea batatas*(L.) Lam.)是世界上重要的粮食、能源和工业原料作物之一,具有高产、稳产、适应性强等优点,广泛种植于100多个国家<sup>[1]</sup>。我国是世界上最大的甘薯种植和生产国,据FAO等统计,我国甘薯总种植面积大约690万hm<sup>2</sup>,约占世界甘薯种植面积的60%以上,总产量占世界85%以上<sup>[2]</sup>。甘薯病害的发生是影响甘薯产量和品质提

升的重要限制性因素,近几年,在甘薯苗床上发生一种新病害,暂称为甘薯褐斑病,病害发生在薯苗与薯块连接处,沿薯苗基部向上侵染,形成深褐色至黑色、稍凹陷病斑,病害扩展迅速,病斑连片后造成薯苗烂根烂茎,叶片黄化脱落,采用传统分类学和分子生物学手段,确定该病害的病原为3种镰刀菌。

目前对甘薯病害的防治主要采用化学杀菌剂和

收稿日期:2013-08-25

基金项目:江苏省农业科技自主创新探索性项目(CX(13)5080);江苏省自然科学基金项目(BK2011199);国家甘薯产业技术体系项目(CARS-11-B-09)

作者简介:张成玲(1983-),女,山东沂源人,助理研究员,博士,主要从事甘薯病虫害研究。

通讯作者:谢逸萍(1962-),女,广东罗定人,研究员,主要从事甘薯病虫害研究。

抗病品种的选育<sup>[3-5]</sup>。因此,本研究测定了7种杀菌剂对这3种镰刀菌的菌丝生长抑制活性,旨在了解这些药剂对镰刀菌属真菌的活性,以及这些药剂对镰刀菌属病菌的作用特点,从而为生产上防治这类病害时科学用药以及企业开发混配药剂提供理论参考;同时,开展了这3种病菌对常见甘薯品种的抗性鉴定,为开展抗病材料的挖掘、筛选和综合防治提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试菌株及甘薯品种

供试菌株:尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*),编号为12Z-1;2株为不同的茄病镰刀菌(*F. solani*),编号分别为12Z-2、12Z-3。3种病原菌均从甘薯薯苗上分离得到,并经柯赫氏法则验证。

供试甘薯品种:烟薯25、栗子香、胜利百号、徐薯18。

### 1.2 供试药剂

75%百菌清可湿性粉剂(深圳诺普信农化股份有限公司)、50%福美双可湿性粉剂(天津市兴果农药厂)、10亿活芽孢/g枯草芽孢杆菌WP(威信保定市科绿丰生化科技有限公司)、50%多菌灵超微可湿性粉剂(山东韩农化学有限公司)、20%三唑酮乳油(江苏建农农药化工有限公司)、30%己唑醇悬浮剂(陕西上格之路生物科技有限公司)、300 g/L世苗(150 g/L丙环唑+150 g/L苯醚甲环唑)乳油(浙江世佳科技有限公司)。

### 1.3 药剂敏感性测定

1.3.1 供试病菌的预培养 所用培养基为甘薯葡萄糖琼脂(SFDA)培养基:去皮的商薯19号甘薯200 g,葡萄糖15 g,琼脂15 g。将3株供试病菌在SFDA平板上28℃培养5 d,打取5 mm的菌饼用于试验。

1.3.2 供试药剂对病菌菌丝生长的影响 采用平皿菌丝生长抑制法测定供试药剂对3株病菌菌丝生长的抑制活性,将配制好的供试药剂母液按照设定的浓度比例加入到已融化并冷却至50℃左右的SFDA培养基中,充分混匀后分别倒入3个灭菌的培养皿中,制成1,10,100 μg/mL系列浓度的含药平板,以不加药剂的SFDA平板为对照。在平板中央接入打取的5 mm菌丝块,置于28℃下黑暗培养5 d,利用十字交叉法测量各处理的菌落直径,并求出3次重复的平均值,得出各处理的平均菌落增长直径=(平均菌落直径-5 mm),并计算各药剂处理对病菌的菌丝生长抑制率。抑制率=(对照的菌落

增长直径-处理的菌落增长直径)/对照的菌落增长直径×100%。利用SPSS软件计算杀菌剂的毒力回归曲线方程 $y = a + bx$ 、相关系数 $r$ 以及有效抑制中浓度(EC<sub>50</sub>、EC<sub>90</sub>)。最后根据EC<sub>50</sub>、EC<sub>90</sub>值,分析比较不同杀菌剂对供试病菌菌丝生长的影响。

### 1.4 三株病原菌对甘薯品种致病性影响

对分离纯化的3株病菌分别在PDA平板培养7 d后,配成浓度为10<sup>6</sup>个/mL的孢子悬浮液,备用。分别选取3块中等大小、表面光滑、无伤烂的胜利百号、徐薯18、烟薯25号、栗子香等4个品种的薯块,洗净,晾干,编号,75%酒精消毒后待用。采用针刺接种法<sup>[6-7]</sup>接种甘薯薯块,在25~28℃、RH50%~60%下,湿纱布保湿,培养10 d,量取病斑扩展深度和表面直径,计算病斑体积,利用SPSS软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 各药剂对病菌菌丝生长的影响

供试的7种药剂对3株镰刀菌菌丝生长的毒力测定如表1,从表中可见7种药剂对3种病菌菌丝抑制活性相似,但也有不同。枯草芽孢杆菌对3种病菌均有较好的抑制活性,EC<sub>50</sub>均小于0.01 μg/mL。世苗、己唑醇及多菌灵3种药剂对12Z-1的防治效果最好,其中世苗和己唑醇EC<sub>50</sub>分别为0.013,0.86 μg/mL,EC<sub>90</sub>分别为38.42,46.48 μg/mL,多菌灵对12Z-1的EC<sub>50</sub>为2.03 μg/mL,但EC<sub>90</sub>低于世苗和己唑醇处理,为18.44 μg/mL;世苗和己唑醇对12Z-2的菌丝抑制活性比对12Z-1的抑制活性高,EC<sub>50</sub>分别为0.002 5,0.054 μg/mL,EC<sub>90</sub>分别为11.57,11.01 μg/mL,但多菌灵的抑制活性相对较低;尽管12Z-2与12Z-3种病菌均为茄病镰刀菌,但2种病菌对杀菌剂的敏感性不同。表1得出,除枯草芽孢杆菌外,其余几种药剂对12Z-3的菌丝生长抑制活性相对较低,世苗抑菌活性仅次于枯草芽孢杆菌,EC<sub>50</sub>为1.54 μg/mL,但EC<sub>90</sub>值偏高,为1 893.29 μg/mL。

### 2.2 病菌对不同甘薯品种致病性测定

3株病原菌对4个甘薯品种的致病性不同,侵染引起的病斑直径和深度也不一致,如12Z-1侵染徐薯18后,病斑直径最大,与其他3个甘薯品种差异显著,但病斑深度仅高于烟薯25,而胜利百号的深度最大,与其他品种差异显著。综合病斑直径和深度,计算病斑体积后,得出4个甘薯品种中,12Z-1对胜利百号的致病性最强,其次为徐薯18,并且与其他品种差异显著。12Z-2对栗子香的致病性最

强,与其他 3 个品种差异显著,其次为胜利百号; 对较轻,表现出较好的抗性水平,而接种 12Z-3 后, 12Z-3 对栗子香的致病性最强,其次为徐薯 18。供 胜利百号发病相对较轻,其次为烟薯 25。 试 4 个品种中,接种 12Z-1 和 12Z-2,烟薯 25 发病相

表 1 七种杀菌剂对 3 株植物病原镰刀菌菌丝生长抑制作用

Tab. 1 Mycelium inhibition of 7 kinds of fungicides against *Fusarium* spp.

药剂 Fungicides	病菌 Fusarium	毒力回归方程 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient	EC50 /( $\mu\text{g/mL}$ )	置信区间 Confidence interval	EC90 /( $\mu\text{g/mL}$ )	置信区间 Confidence interval
百菌清 Chlorothalonil	12Z-1	$y = 4.21 + 0.72x$	0.99	12.48	7.94 ~ 19.62	760.58	246.31 ~ 2 348.59
	12Z-2	$y = 4.47 + 0.48x$	0.99	13.06	8.59 ~ 19.86	6 328.53	1 437.63 ~ 27 858.51
	12Z-3	$y = 4.03 + 0.60x$	1.00	42.05	41.27 ~ 42.84	5 963.22	5 656.36 ~ 6 286.74
多菌灵 Carbendazim	12Z-1	$y = 4.59 + 0.13x$	0.97	2.03	0.56 ~ 7.33	18.44	6.58 ~ 51.65
	12Z-2	$y = 4.02 + 0.47x$	0.98	127.71	36.96 ~ 441.34	71 328.73	2 044.19 ~ 2 488 903.25
	12Z-3	$y = 3.36 + 0.84x$	0.99	90.38	45.31 ~ 180.31	3 032.95	722.13 ~ 12 738.45
枯草芽孢杆菌 <i>Bacillus subtilis</i>	12Z-1	$y = 5.40 + 0.15x$	0.95	0.002 3	0 ~ 0.74	54 303.07	357.25 ~ 1 592 638 937.85
	12Z-2	$y = 5.98 + 0.09x$	0.99	—	—	390.43	34.09 ~ 4 471.89
	12Z-3	$y = 5.85 + 0.28x$	1.00	0.000 9	0.000 6 ~ 0.001 4	34.20	31.17 ~ 37.51
福美双 Thiram	12Z-1	$y = 4.31 + 0.38x$	0.99	65.29	31.05 ~ 137.28	151 952.09	9 760.78 ~ 2 365 532.00
	12Z-2	$y = 4.04 + 0.74x$	0.99	19.92	10.18 ~ 38.99	1 069.10	197.44 ~ 5 789.05
	12Z-3	$y = 3.11 + 0.88x$	1.00	136.26	102.98 ~ 180.30	3 832.58	2 226.94 ~ 6 595.89
三唑醇 Triadimenol	12Z-1	$y = 4.68 + 0.33x$	0.92	9.23	1.91 ~ 44.63	63 247.51	35.16 ~ 11 3762 972.41
	12Z-2	$y = 4.72 + 0.52x$	0.98	3.46	1.47 ~ 8.15	1 049.75	143.05 ~ 7 703.21
	12Z-3	$y = 3.78 + 0.46x$	0.97	460.12	56.52 ~ 3 745.96	290 671.63	1 709.24 ~ 49 431 226.84
己唑醇 Hexaconazole	12Z-1	$y = 5.05 + 0.74x$	0.96	0.86	0.16 ~ 4.55	46.48	12.53 ~ 172.49
	12Z-2	$y = 5.70 + 0.55x$	0.88	0.054	0.000 2 ~ 19.08	11.01	1.50 ~ 80.60
	12Z-3	$y = 4.28 + 0.66x$	0.99	12.36	7.58 ~ 20.16	1 101.14	297.75 ~ 4 072.23
世苗 Difenoconazole.	12Z-1	$y = 5.69 + 0.37x$	0.97	0.013	0.000 4 ~ 0.44	38.42	11.87 ~ 124.40
	12Z-2	$y = 5.91 + 0.35x$	1.00	0.002 5	0.000 5 ~ 0.011	11.57	8.27 ~ 16.19
	propiconazole	$y = 4.92 + 0.4148x$	0.93	1.54	0.19 ~ 12.26	1 893.29	24.27 ~ 147 666.74

表 2 病菌对不同甘薯品种致病性

Tab. 2 Pathogenicity of *Fusarium* spp. to different varieties of sweet potato

病菌 Fusarium	甘薯品种 Varieties of sweet potato	直径/mm Diameter	差异显著性 Significant differences	深度/mm Depth	差异显著性 Significant differences	病斑体积 /mm <sup>3</sup> Spots volume	差异显著性 Significant differences
12Z-1	烟薯 25 Yanshu 25	3.33	bB	4.67	dC	13.60	cC
	栗子香 Lizixiang	3.13	bB	7.47	bB	19.23	bB
	胜利百号 Shenglibaihao	3.27	bB	8.87	aA	24.72	aA
	徐薯 18 Xushu 18	3.80	aA	6.40	cB	24.18	bAB
12Z-2	烟薯 25 Yanshu 25	6.80	dC	7.07	bB	85.01	dD
	栗子香 Lizixiang	13.73	aA	9.53	aA	470.41	aA
	胜利百号 Shenglibaihao	8.13	bB	9.07	aA	157.10	bB
	徐薯 18 Xushu 18	7.53	cB	8.53	aAB	126.97	cC
12Z-3	烟薯 25 Yanshu 25	3.00	aA	5.33	bB	12.63	bcAB
	栗子香 Lizixiang	3.20	aA	6.33	bAB	17.01	aA
	胜利百号 Shenglibaihao	2.20	bB	7.80	aA	9.92	cB
	徐薯 18 Xushu 18	3.20	aA	6.00	bB	16.00	abAB

### 3 结论与讨论

本研究所用 3 种病原菌是最近几年在甘薯苗床上具有较强致病性的病菌,引起的病害发生普遍、危害严重,一直以来作为常见的根腐病及黑斑病进行

防治,但防治效果不明显。通过全国普查后,发现甘薯苗床苗期大部分苗期病害是由这 3 种病原菌混合侵染引起的,因此,本研究有针对性地测定了这几种病原菌的致病性和对药剂敏感性。本研究结果显示,同一种药剂对供试的 3 株病原菌的菌丝生长抑制

效果相似,其中,枯草芽孢杆菌对3种病菌均有较好的抑制活性<sup>[8-9]</sup>。300 g/L世苗(150 g/L丙环唑+150 g/L苯醚甲环唑)乳油和30%己唑醇悬浮剂相对其他药剂对12Z-1和12Z-2这2种病菌的抑制效果较好,而对12Z-3防治效果一般。供试的几种药剂中,除了枯草芽孢杆菌外,几乎所有药剂对12Z-3的防效不显著。己唑醇、丙环唑及苯醚甲环唑均为三唑类杀菌剂,对锈病、白粉病、赤霉病等防治效果较好<sup>[10-15]</sup>,发病初期,可交替喷施多菌灵、己唑醇及世苗等杀菌剂。多菌灵杀菌剂对12Z-1的效果较好,但对12Z-2和12Z-3效果一般,可能与病原菌在田间产生的抗药性差异不同有关。

病菌致病性和薯块抗性结果表明,3种病原对甘薯致病性不同,其中12Z-2致病性最强,无论引起的病斑深度还是直径都高于其他2种病菌,12Z-1和12Z-3致病性相当,无显著性差异。供试的4个甘薯品种中存在抗性差异,烟薯25对12Z-1和12Z-2具有较好的抗性,其次分别为栗子香和徐薯18;胜利百号对12Z-3抗性好于其他3个品种,其次为烟薯25。抗病品种的推广应用,是防治该病害发生的主要手段。因此,加强现有甘薯品种资源对该病害的抗性评价,获得抗源进行抗病品种的选育和应用,可以有针对性地防治该病害的扩散与蔓延。

#### 参考文献:

- [1] Wissuwa M Ae N. Genotypic differences in the presence of hairs on roots and gynophores of peanut (*Arachis hypogaea* L.) and their significance for phosphorus uptake [J]. *Journal of Experimental Botany*, 2001, 52(361): 1703-1710.
- [2] 马代夫,刘庆昌. 中国甘薯育种与产业化[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2005.
- [3] 贾赵东,谢一芝,尹晴红,等. 甘薯抗黑斑病种质资源的研究及育种利用[J]. *植物遗传资源学报*, 2010, 11(4): 424-427, 432.
- [4] 邬景禹,郭小丁,方树民,等. 甘薯根腐病的认识及防治措施[J]. *福建农业科技*, 1993(2): 30.
- [5] 谢逸萍. 甘薯根腐病抗病性室内鉴定方法的研究[J]. *植物保护*, 1999(6): 7-9.
- [6] 冯启浹,陆漱韵,王莉莉,等. 甘薯黑斑病人工接种方法研究[J]. *中国农业大学学报*, 1998, 3(1): 50-56.
- [7] 周佳明,朱实祥. 甘薯黑斑病抗性鉴定方法研究[J]. *西南农业学报*, 2004, 17(6): 797-799.
- [8] 孙晓宇,沈卫荣,韩丽萍,等. 枯草芽孢杆菌 BSK1 对尖孢镰刀菌 (*Fusarium oxysporum*) 拮抗作用的研究[J]. *陕西农业科学*, 2010(3): 15-17.
- [9] 李晶,杨谦,张淑梅,等. 枯草芽孢杆菌 B29 菌株防治黄瓜枯萎病的田间效果及安全性评价初报[J]. *中国蔬菜*, 2009(2): 30-33.
- [10] 党德宣,林何莺,王引斌,等. 果树杀菌剂菌速清对苹果树腐烂病的防治效果[J]. *山西农业科学*, 2009, 37(2): 52-55.
- [11] 管炜,李淑菊,王惠哲,等. 几种杀菌剂对黄瓜蔓枯病菌的室内毒力测定[J]. *天津农业科学*, 2010, 16(3): 82-83.
- [12] 王文桥,韩秀英,张小凤,等. 防治小麦纹枯病的杀菌剂筛选[J]. *华北农学报*, 2007, 22(增刊): 230-234.
- [13] 严清平,袁善奎,王晓军,等. 5种链格孢属植物病原真菌对10种杀菌剂的敏感性比较[J]. *植物保护*, 2008, 34(2): 124-127.
- [14] 胡秀荣,鹿连明,蒲占清. 7种杀菌剂对柑橘炭疽病菌的室内毒力测定[J]. *中国农学通报*, 2010, 26(11): 272-275.
- [15] 袁胜亮,刘峰,张娜. 6种杀菌剂对小麦叶斑根腐病菌的毒力测定[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(15): 273-276.