

几种杀菌剂对柑桔溃疡病的生物活性

孙惠敏¹ 李保同^{1*} 郭明程¹ 陈慈相² 谢金招² 刘德力³

(1. 江西农业大学 农学院, 江西 南昌 330045; 2. 江西省赣州市果树植保站/赣南脐橙工程技术研究中心, 江西 赣州 341000; 3. 江西省兴国县农业局, 江西 兴国 342000)

摘要: 为筛选防治柑桔溃疡病的有效药剂, 按大田推荐使用浓度, 用抑菌圈法测定 17 种非铜药剂和 5 种含铜药剂对柑桔溃疡病的毒力, 并研究 7 种非铜药剂田间防治效果。结果表明, 代森锰锌、福美双、福美双·溴菌腈、农用链霉素、金核霉素和琥胶肥酸铜·乙磷铝·硫酸锌抑菌作用最强, 其次为福美双·福美锌、大蒜素、络氨铜·络氨锌和盐酸吗啉胍·乙酸铜, 过氧乙酸、噻唑锌、春雷菌素、中生菌素、琥珀酸铜和噻菌铜有微弱的抑菌作用, 百菌清、多菌灵、苯醚甲环唑、叶青双、复硝酚钠和井冈霉素无抑菌作用。大田试验结果表明, 30% 金核霉素 WP 500 mg/L 和 72% 农用链霉素 WP 200 mg/L 处理对柑桔溃疡病的防效分别为 76.34% 和 74.94%, 显著优于其它药剂处理; 80% 代森锰锌 WP 2000 mg/L、50% 福美双 WP 400 mg/L 和 50% 福美双·溴菌腈 WP 500 mg/L 处理对柑桔溃疡病的防效分别为 70.36%、66.55% 和 69.37%, 与对照含铜药剂 20% 噻菌铜 SC 67 mg/L 处理无显著差异; 大蒜素和叶青双对柑桔溃疡病防效较差, 6% 大蒜素 EC 120 mg/L 和 20% 叶青双 WP 400 mg/L 处理对柑桔溃疡病的防效分别为 41.84% 和 21.82%, 显著低于对照含铜药剂 20% 噻菌铜 SC 67 mg/L 处理。

关键词: 杀菌剂; 柑桔溃疡病; 生物活性

中图分类号: S482.2; S436.66 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2011)01-0038-05

Bioactivity of Several Bactericides against *Xanthomonas campestris* pv. *citri*

SUN Hui-min¹, LI Bao-tong^{1*}, GUO Min-cheng¹,
CHE Ci-xiang², XIE Jin-zhao², LIU De-li³

(1. College of Agronomy, JAU, Nanchang 330045, China; 2. Station of Fruit Tree Protection of Ganzhou City, Gannan Engineering Research Center for Navel Orange, Ganzhou 341000, China; 3. Agricultural Bureau of Xinguo County, Xinguo 342400, China)

Abstract: In order to screen effective bactericides against *Xanthomonas campestris* pv. *citri*, the toxicity of 17 non-copper fungicides and 5 copper fungicides against the strain of *X. campestris* pv. *citri* in the greenhouse were determined by the method of inhibition zone, and the efficacy of 7 non-copper fungicides in the field was tested. The results showed that mancozeb, thiram, thiram-bromothalonil, agricultural streptomycin, aureonucleomycin and DT-fosetyl-aluminium-zinc sulfate had the strongest inhibitory effect on the pathogen, thiram-ziram, allicin, cupric tetramminosulfate-zinc tetramminosulfate and moroxydine hydrochloride-cupric acetate had relatively strong inhibitory effect, peracetic acid, Zn thiazole, Kasugamycin, Zhong

收稿日期: 2010-05-04 修回日期: 2010-11-06

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2007BAD61B05)

作者简介: 孙惠敏(1985—), 女, 博士生, 主要从事农药学研究, E-mail: huimin729@163.com; * 通讯作者: 李保同, 教授, 博士, 主要从事农药学研究, E-mail: libt66@sina.com。

shengmycin, succinic - glutaric - adipic and thiodiazole - copper had low inhibitory effect, chlorothalonil, carbendazim, difenoconazole, Bismethiazol, Sodium nitrophenolate and Jinggangmycin had no inhibitory effect in the greenhouse. A field experiment, showed that the efficacies of aureonucleomycin 30% WP at 500 mg/L and agricultural streptomycin 72% WP at 200 mg/L on *X. campestris* pv. *citri*, were 76.34% and 74.94%, respectively, which were significantly higher than that of the other fungicide treatments. The efficacies of manzoceb 80% WP at 2000 mg/L, thiram 50% WP at 400 mg/L and thiram - bromothalonil 50% WP at 500 mg/L were 70.36%, 66.55% and 69.37%, respectively, which were equivalent to that of the control medication, thiodiazole - copper 20% SC at 67 mg/L. The efficacies of allicin 6% EC at 120 mg/L and bismethiazol 20% WP at 400 mg/L were 41.84% and 21.82%, respectively, which were significantly lower than that of the control fungicides, thiodiazole - copper 20% SC at 67 mg/L.

Key words: fungicides; *Xanthomonas campestris* pv. *citri*; bioactivity

柑桔溃疡病(*Xanthomonas campestris* pv. *citri*)是我国柑桔产区重要而又普遍的危害之一,尤以广东、广西、江西、湖南等省(区)受害严重,常年发生面积达66.7万 hm^2 以上^[1]。柑桔不同品种感病性存在差异,以甜橙、脐橙、酸橙等品种最为感病,柑桔被害后在叶、枝、果上形成火山口状病斑,大小2~8 mm,后期造成落叶、落果,影响产量和果实品质^[1-5]。近10年来,其发生及流行有加重趋势,引起了国内外研究学者的高度重视^[5]。长期以来,柑桔溃疡病主要依赖化学药剂进行防治。波尔多液、氢氧化铜等含铜药剂效果虽好,但由于铜元素的不流动性和不易降解性,导致铜在表土中的积累和果品中残留越来越高,严重影响果品品质。同时,波尔多液由于单位面积用铜量大,还易诱发红蜘蛛和锈壁虱的猖獗^[6-7]。本研究在对17种非铜药剂室内毒力测定的基础上,对活性较高的药剂进行了大田试验,旨在为生产中溃疡病的防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 室内抑菌试验

1.1.1 供试病菌 柑桔溃疡病菌(*Xanthomonas campestris* pv. *citri*)分离自江西省兴国县园艺场脐橙病叶,用平板划线法^[8-9]在牛肉膏蛋白胨培养基分离并纯化菌种,得到蜡黄色、有金属光泽的单菌落,在温室接种到脐橙健康的叶片上,出现溃疡病斑,以此判断菌种为脐橙溃疡病菌^[10]。将纯化的菌种接到试管斜面培养基上,26℃培养48 h后置于冰箱中保存,备用。

1.1.2 供试药剂 按大田推荐使用浓度,用无菌水将供试药剂稀释为实验浓度。21%过氧乙酸(peracetic acid) WC(南京市华灵农药厂) 210 mg/L; 80%代森锰锌(manzoceb) WP(北京海利斯生物科技有限公司) 2 000 mg/L; 50%福美双(Thiram) WP(河北师大化工厂) 400 mg/L; 50%福美双·溴菌腈(Thiram, bromothalonil) WP(济南福瑞德化工有限公司) 250 mg/L; 40%福美双·福美锌(Thiram, Ziram) WP(桂林井田生化有限公司产品) 107 mg/L; 20%噻唑锌(Zn Thiazole) SC(浙江新农化工股份有限公司产品) 500 mg/L; 75%百菌清(chlorothalonil) WP(河北胜源化工有限公司) 9 375 mg/L; 50%多菌灵(carbendazim) WP(山东荣邦化工有限公司) 5 000 mg/L; 10%苯醚甲环唑(difenoconazole) WDG(北京普瑞达科技发展有限责任公司) 400 mg/L; 20%叶青双(Bismethiazol) WP(温州市展农化工农药厂) 400 mg/L; 1.4%复硝酚钠(Sodium nitrophenolate) WC(广西桂灵实业开发总公司) 56 mg/L; 72%农用链霉素(agricultural streptomycin) WP(石家庄市三三化工有限公司) 1 000、200 mg/L; 30%金核霉素(aureonucleomycin) WP(上海农乐生物制品股份有限公司) 2 500、500 mg/L; 2%春雷霉素(Kasugamycin) WP(西安汤普森生物科技有限公司产品) 20 mg/L; 3%中生菌素(Zhongshengmycin) WP(福建省福州凯立生物制品有限公司) 300 mg/L; 3%井冈霉素(Jinggangmycin) SP(上东省淄博市化工研究所所长山实验厂) 150 mg/L; 6%大蒜素(allicin) EC(江西金沧生物有限公司) 6 667 mg/L; 60%琥胶肥酸铜·乙磷铝·硫酸锌(DT, fosetyl - aluminium Zinc sulfate) WP(齐哈尔四友化工有限公司) 240 mg/L; 25.9%络氨铜·络氨锌(Cupric Tetramminosulfate, Zinc Tetramminosulfate) WC(山西稼稷丰农业科技开发有限公司) 207 mg/L; 20%盐酸吗啉胍·乙酸铜(Moroxydine hydrochloride, Cupric acetate) WP(西安

汤普森生物科技有限公司) 240 mg/L; 30% 琥珀酸铜(Succinic ,Glutaric ,Adipic) WP (西安美邦药业有限公司) 3 750 mg/L; 20% 噻菌铜(Thiodiazole - copper) SC(浙江龙湾化工有限公司) 67 mg/L。

1.1.3 实验方法 供试细菌在斜面培养基上培养 40 h 后加入无菌水刮下菌苔制成菌液, 在无菌的皮氏培养皿中加入菌液 1 mL, 倾入融化的 NT 培养基(液温 40 ~ 50 °C) 10 mL; 将灭菌牛津杯放置平板中央, 取 100 μ L 药液滴加在牛津杯内, 每药剂重复 3 次, 以无菌水处理作对照, 培养皿移入 26 °C 恒温下培养 48 h, 测量并记录抑菌圈直径(mm)。

1.2 大田药效试验

试验于 2009 年在江西省兴国县园艺场进行。试验作物为柑桔, 品种为纽荷尔脐橙, 树龄 6 年, 肥水管理中等, 桔树长势良好。试验设 80% 代森锰锌 WP 2 000 mg/L、50% 福美双 WP 400 mg/L、20% 叶青双 WP 400 mg/L、50% 福美双 · 溴菌腈 WP 250 mg/L、72% 农用链霉素 WP 200 mg/L、30% 金核霉素 WP 500 mg/L、6% 大蒜素 EC 120 mg/L、20% 噻菌铜 SC 67 mg/L 和清水对照, 共 9 个处理。每小区 4 株树,

表 1 不同药剂对柑桔溃疡病的室内抑制效果

Tab.1 Inhibition effects of different bactericides on the strains of *X. campestris* pv. *citri* in the greenhouse

药剂名称 Bactericides	药液浓度 /(mg · L ⁻¹) Concentration	抑菌圈直径/mm Inhibition zone diameter	抑菌效果 Inhibition effect
过氧化乙酸 Peracetic acid	210	17.3	+
代森锰锌 Manzocob	2 000	32.7	+++
福美双 Thiram	400	35.7	+++
福美双 · 溴菌腈 Thiram - bromothalonil	250	34.3	+++
福美双 · 福美锌 Thiram - bromothalonil	107	28.7	++
噻唑锌 Zn Thiazole	500	19.0	+
百菌清 Chlorothalonil	9 375	9.0	-
多菌灵 Carbendazim	5 000	9.0	-
苯醚甲环唑 Difenoconazol	1 000	14.0	-
叶青双 Bismethiazol	400	14.0	-
复硝酚钠 Sodium nitrophenolate	56	8.0	-
农用链霉素 agricultural streptomycin	1 000	33.0	+++
	200	21.6	++
金核霉素 Aureonucleomycin	2 500	42.0	+++
	500	30.0	+++
春雷菌素 Kasugamycin	20	16.0	+
中生菌素 Zhongshengmycin	300	19.5	+
井冈霉素 Jिंगgangmycin	150	15.0	-
大蒜素 Allicin	120	26.6	++
琥胶 · 乙磷 · 硫酸锌 DT - fosetyl - aluminium - Zinc sulfate	240	37.2	+++
络氨铜 · 络氨锌 Cupric Tetramminosulfate - Zinc Tetramminosulfate	207	28.7	++
盐酸吗啉胍 · 乙酸铜 Moroxydine hydrochloride - Cupric acetate	2 500	21.0	++
琥珀酸铜 Succinic - Glutaric - Adipic	3 750	18.0	+
噻菌铜 Thiodiazole - copper	67	15.6	+
无菌水 Disinfect water	8.0		

-: 对病原菌无抑制作用; +: 对病原菌有微弱抑制作用; ++: 对病原菌有明显抑制作用; +++: 对病原菌有较强抑制作用。

- indicates no inhibitory on pathogenic bacteria; +, ++ and +++ indicate low, obvious and strong inhibitory on pathogenic bacteria, respectively.

小区间设 1 株分隔树 4 次重复 随机区组排列。试验于 8 月 12 日和 8 月 19 日秋梢抽发期 用东方红 18 型背负式喷雾器各喷药 1 次 药液量 1 000 L/hm²。药前每小区调查 2 株树 每株按东、南、西、北、中 5 点取样 每点调查 2 个嫩梢上的全部叶片病情基数 于第 2 次药后 25 d 分别调查病情及药剂对试验树的安全性。病叶分级和病情指数、药效计算 按国家规定的农药田间药效试验准则进行^[11]。

2 结果与分析

2.1 室内抑菌效果

在供试药剂中 对病原菌具有较强抑制作用的药剂有代森锰锌、福美双、福美双·溴菌腈、农用链霉素、金核霉素和琥胶肥酸铜·乙磷铝·硫酸锌; 具有明显抑制作用的药剂有福美双·福美锌、大蒜素、络氨铜·络氨锌和盐酸吗啉胍·乙酸铜 具有微弱抑制作用的药剂有过氧乙酸、噻唑锌、春雷菌素、中生菌素、琥珀酸铜和噻菌铜; 无抑制作用的有百菌清、多菌灵、苯醚甲环唑、叶青双、复硝酚钠和井冈霉素(表 1)。

2.2 大田防治效果

金核霉素和农用链霉素对柑桔溃疡病具有良好的防治效果 30% 金核霉素 WP 500 mg/L 和 72% 农用链霉素 WP 200 mg/L 处理对柑桔溃疡病的防效分别为 76.34% 和 74.94% 显著优于其它药剂处理; 代森锰锌、福美双和福美双·溴菌腈对柑桔溃疡病具有较好的防治效果 80% 代森锰锌 WP 2 000 mg/L、50% 福美双 WP 400 mg/L 和 50% 福美双·溴菌腈 WP 500 mg/L 处理对柑桔溃疡病的防效分别为 70.36%、66.55% 和 69.37% 与对照含铜药剂 20% 噻菌铜 SC 67 mg/L 处理无显著差异; 大蒜素和叶青双对柑桔溃疡病防效较差 6% 大蒜素 EC 120 mg/L 和 20% 叶青双 WP 400 mg/L 处理对柑桔溃疡病的防效分别为 41.84% 和 21.82% 显著低于对照含铜药剂 20% 噻菌铜 SC 67 mg/L 处理(表 2)。据调查观察 供试药剂在试验条件和浓度范围内 药后未见对柑桔叶片、嫩梢和果实有药害的现象。

表 2 几种药剂对柑桔溃疡病的大田防治效果

Tab. 2 Control effects of different bactericides on citrus canker in the field

药剂 Bactericides	浓度/ (mg · L ⁻¹) Concentration	药前病情指数 Disease index before applied bactericides	药后病情指数 Disease index after applied bactericides	病情增长率/% Increasing rate of disease index	防效/% Efficacy
80% 代森锰锌 WP Mancozeb 80% WP	2 000	4.11	5.59	36.01	70.34 bcAB
50% 福美双 WP Thiram 50% WP	400	4.46	6.84	53.36	66.55 cB
20% 叶青双 WP Bismethiazol 20% WP	400	4.84	17.35	258.47	21.82 eD
50% 福美双·溴菌腈 WP Thiram - bromothalonil 50% WP	250	4.55	6.39	40.44	69.37 bcAB
72% 农用链霉素 WP Agricultural streptomycin 72% WP	200	4.36	5.01	14.91	74.94 abA
30% 金核霉素 WP Aureonucleomycin 30% WP	500	4.72	5.12	8.47	76.34 aA
6% 大蒜素 EC Allicin 6% EC	120	3.72	9.92	166.67	41.84 dC
20% 噻菌铜 SC Thiodiazole - copper 20% SC	67	4.71	7.40	57.11	65.73 cB
CK		4.12	18.89	358.50	

同列数据后不同大小写字母分别表示在 1% 和 5% 水平差异显著。Data followed by different capital or small letters means the significance at 0.01 or 0.05 level.

3 结论与讨论

室内毒力是衡量药剂对有害生物毒作用大小的指标之一,是药剂对有害生物所具有的内在致死能力,必须在室内一定的控制条件下进行^[12]。室内毒力测定结果表明,非铜制剂代森锰锌、福美双、福美双·溴菌腈、农用链霉素、金核霉素对柑桔溃疡病菌具有较强的抑制作用,福美双·福美锌和大蒜素次之,过氧乙酸、噻唑锌、春雷菌素、中生菌素较差,百菌清、多菌灵、苯醚甲环唑、叶青双、复硝酚钠和井冈霉素无抑制作用。由于本研究选用的供试药剂为制剂而非原药,各制剂中的助剂和填充剂对药液在培养基上的扩散存在一定差异,进而影响抑菌圈大小和测定结果比较。有关原药的抑菌活性有待进一步研究。

柑桔溃疡病田间防治研究报道较多^[13-16],使用的主要药剂有铜制剂、抗菌素、有机杀菌剂和混合杀菌剂等。本试验结果表明,农用抗菌素 30% 金核霉素 WP 和 72% 农用链霉素 WP 对溃疡病具有良好的控制效果,这与廖塘生等报道结果相一致^[13-14],可作为赣南脐橙溃疡病防治的主要药剂;80% 代森锰锌 WP、50% 福美双 WP 和 50% 福美双·溴菌腈 WP 对溃疡病具有较好的控制效果,在防治赣南脐橙溃疡病时可与金核霉素、农用链霉素交替使用。大蒜素是从大蒜鳞茎中提取的具有很强抗菌作用的天然广谱抗生素,其机理为抑制菌体巯基酶和损伤菌体膜系统,对肠道致病菌存在普遍的抑制效果^[17-18],而有关大蒜素对植物病害的防治报道较少。本试验结果表明,6% 大蒜素 EC 对溃疡病具有一定的控制效果,可作为绿色或有机脐橙生产溃疡病防治使用。陈灵敏等^[19]报道叶青双对脐橙溃疡病有较好的控制效果,本试验叶青双对溃疡病菌室内外无抑制作用或抑制作用很差,可能是不同地区病原菌存在生理分化,或柑桔品种与栽培管理水平不同,病原菌在寄主上生长的适合度也不同,因而存在品种间感病性差异所致。

参考文献:

- [1]魏方林,许丹倩,戴金贵,等. 创制农药噻唑锌对柑桔溃疡病的田间药效[J]. 农药,2008,47(2):90-91.
- [2]Graham J H, Gottwald T R. Research perspectives on eradication of citrus bacterial diseases in Florida[J]. Plant Dis, 1991, 75: 1193-1200.
- [3]杨秀娟,陈福如,谢世勇. 柑桔溃疡病发生与防治研究进展[J]. 中国果树,2002(2):46-49.
- [4]方毅敏,张宣绪. 柑桔溃疡病综合防治研究[J]. 植物保护学报,19(2):101-105.
- [5]杨秀娟,陈福如,谢世勇,等. 柑桔溃疡病的生物学特性及杀菌剂的药效研究[J]. 江西农业大学报,2003,25(2):191-195.
- [6]陈大勋,郑国华,胡方平. 新型杀菌剂 CC 防治柑桔溃疡病的效果[J]. 福建农学院学报,1993,22(2):260-262.
- [7]王洪祥,韩玲玲. 三种有机铜制剂防治柑桔溃疡病的效果[J]. 农药,2001,40(2):27-29.
- [8]方中达. 植病研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1998:249.
- [9]游文莉,许文耀. 杀细菌剂毒力测定方法的研究[J]. 农药科学与管理,2002,23(2):21-22.
- [10]任欣正. 植物病原菌细菌分离鉴定[M]. 北京:中国农业出版社,1994:77-78.
- [11]农业部农药检定所生测室. 农药田间药效准则(二)[M]. 北京:中国标准出版社,2004:295-300.
- [12]韩薰莱. 中国农业百科全书农药卷[M]. 北京:中国农业出版社,1993:67.
- [13]廖塘生,刘龙生,刘和喜. 金核霉素防治柑桔溃疡病效应研究[J]. 湖南农学院学报,1993,18(4):155-159.
- [14]任建国,黄思良,岑贞陆,等. 21种药剂对柑桔溃疡病的防治试验[J]. 中国南方果树,2005,34(3):13-14.
- [15]刘松. 柑桔溃疡病的防治药剂筛选及应用[J]. 植物检疫,1994,8(1):13-14.
- [16]黄秀琴,张名福. 几种药剂防治柑桔溃疡病的效果[J]. 果树科学,1996,13(1):45-46.
- [17]CAVALLITO C J, BAILEY J H. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties, and antibacterial action[J]. Am Chem Soc, 1944, 66(11):1950-1951.
- [18]徐小江,肖文军,陈庆,等. 大蒜素抗菌作用及其机制研究进展[J]. 医药导报,2010,29(8):1048-1051.
- [19]陈灵敏,郭跃伟,谭晓丽,等. 脐橙溃疡病药剂防治试验初报[J]. 浙江柑桔,1999,16(1):24-25.