

# 21种杀菌剂对番茄疮痂病菌的毒力测定

任建国<sup>1,3</sup> 王俊丽<sup>2,3</sup> 岳美云<sup>4</sup>

(<sup>1</sup>青岛农业大学农学与植保学院, 山东青岛 266109; <sup>2</sup>青岛农业大学资源与环境学院, 山东青岛 266109; <sup>3</sup>贵州省果树科学研究所, 贵州贵阳 550006; <sup>4</sup>山东省阳信县林业局, 山东阳信 251800)

**摘要:**选用21种防治细菌性病害的化学药剂对番茄疮痂病菌进行室内毒力测定。试验结果表明:72%农用高效链霉素可溶性粉剂(SP)、50%二氯异氰尿酸钠SP和90%新植霉素SP对病原菌有明显的毒力作用,且其EC<sub>50</sub>值分别为35 582、925 186、1 948 mg·L<sup>-1</sup>;一定浓度比的72%农用高效链霉素SP与90%新植霉素SP、50%二氯异氰尿酸钠SP与90%新植霉素SP对病原菌的毒力有增效作用,而50%二氯异氰尿酸钠SP与72%农用高效链霉素SP组合对病原菌的毒力则表现为独立作用。

**关键词:**杀菌剂;番茄疮痂病菌;毒力;EC<sub>50</sub>

中图分类号:S436.412.1<sup>9</sup> 文献标识码:A 文章编号:1000-6346(2011)04-0056-05

## Determination of 21 Bactericides Toxicities on *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

REN Jian-guo<sup>1,3</sup>, WANG Jun-li<sup>2,3</sup>, YUE Mei-yun<sup>4</sup>

(<sup>1</sup>College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, Shandong, China;

<sup>2</sup>College of Resources and Environment, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, Shandong, China; <sup>3</sup>Fruit Science Institute of Guizhou Province, Guiyang 550006, Guizhou, China; <sup>4</sup>Forestry Bureau of Yangxin County of Shandong Province, Yangxin 251800, Shandong, China)

**Abstract:** Twenty-one bactericides were used to assay the toxicity to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, which could provide references for the selection of bactericides in felids. The results showed that streptomycin, dichloroisocyanuric acid sodium and streptomycin+oxyteracycline had obvious toxicity to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, and their EC<sub>50</sub> value were 35 582, 925 186 and 1 948 mg·L<sup>-1</sup>, respectively. Certain concentration proportional streptomycin and streptomycin + oxyteracycline, dichloroisocyanuric acid sodium and streptomycin + oxyteracycline had the synergic effects on the toxicity to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, while dichloroisocyanuric acid sodium and streptomycin showed independent effects on the toxicity to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.

**Key words:** Bactericide; *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*; Toxicity; EC<sub>50</sub>

番茄疮痂病是番茄种植地区主要细菌性病害之一,由*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*引起致病,在我国山东(王传祥和英昌芹,2008)、河南(王宏平,1999)、北京(李明远,1991)、

收稿日期:2010-10-19; 接受日期:2010-12-10

基金项目:校高层次人才启动基金(630724)

作者简介:任建国,男,博士,讲师,主要从事植物病理学研究, E-mail: jianguoren2002@126.com

云南(蒋育昌和曾令芬, 1983)、山西(孙福在等, 1991)、新疆(李春等, 1997)等地区均有发生报道。番茄疮痂病主要为害番茄叶、茎和果实。近地面的老叶先发病, 叶片上病斑圆形或不规则形, 边缘暗褐色, 稍隆起, 中部色淡, 稍凹陷, 表面粗糙, 叶背面早期出现水浸状小斑, 逐渐扩展成近圆形或不规则形黄色斑, 隆起较明显, 病斑周围有黄色晕圈, 叶片后期干枯质脆易落; 茎上先于茎沟处出现褪绿色水渍状小斑点, 然后沿茎沟上下扩展, 形成长椭圆形条斑, 中间稍凹陷、褐色, 以后木栓化隆起, 可裂开成溃疡状; 果实染病主要为着色前的幼果和青果, 果实表面先出现水渍状褪绿斑点, 逐渐扩大, 病斑褐色到黑褐色, 初期常有油渍亮光, 后呈现黄褐或黑褐色木栓化, 直径2~5 mm, 近圆形枯死斑, 带有黄绿色晕圈, 病斑稍隆起成疮痂斑。该病严重影响了番茄的产量和品质, 给番茄生产带来巨大的损失。农业生产实践中通常采用栽培管理、种子处理和药剂防治的方法来控制该病害的发生, 其中化学药剂以其见效快、使用简便和省时、省工的优点而被广泛使用。目前生产中常见使用的化学药剂有可杀得(氢氧化铜)、新植霉素、农用链霉素、络氨铜、DT杀菌剂、波尔多液、毕菌手(三乙磷酸铝)等。本试验收集山东省胶东半岛地区农药市场销售的21种防治细菌性病害的化学药剂进行了室内毒力测定, 以期为番茄疮痂病的防治提供合理的选择参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试番茄疮痂病菌由青岛农业大学植物保护系细菌实验室保存。试验所用21种化学药剂名称、剂型及生产厂家见表1。牛肉膏蛋白胨琼脂培养基: 牛肉膏3 g, 蛋白胨10 g, NaCl5 g, 琼脂17 g, 水1 L, pH 7.2。

### 1.2 试验方法

1.2.1 药剂抑菌试验 用无菌水将21种药剂依次分别稀释3 333、150、1 500、500、250、500、333、500、333、1 750、139、500、1 000、2 000、1 000、1 250、500、1 500、200、167和4 000倍(表1), 配制成一定浓度的药液, 然后将直径为6 mm的滤纸片置于各药液中浸泡30 min后, 靠容器内壁停留片刻后, 转移到已制成的含番茄疮痂病菌平板培养基( $\Phi=9\text{ cm}$ )中央, 每种药剂1皿, 3次重复, 置28 °C恒温培养箱中培养5 d, 观察滤纸片周围有无明显的抑菌现象, 以确定为室内EC<sub>50</sub>测定的待测药剂。

1.2.2 药剂毒力测定 将1.2.1试验结果中有明显抑菌效果的药剂, 按适当倍数进行稀释, 分别配制成5种不同浓度的药液。将直径为6 mm的滤纸片置于各浓度药液中浸泡30 min, 靠容器内壁停留片刻后, 转移到已制成的含番茄疮痂病菌平板培养基( $\Phi=9\text{ cm}$ )上, 每皿放置不同浸泡浓度滤纸片各1枚, 对照1枚(无菌水浸泡), 共6枚滤纸片, 每种药剂3次重复。置28 °C恒温培养箱中培养, 分别于24、48、72 h测量抑菌圈直径, 以药剂有效成分浓度对数值为自变量( $x$ ), 相对抑制率的机率值为因变量( $y$ ), 计算出毒力回归方程式和相关系数。由毒力回归方程, 令 $y=5$ (即抑制50%的机率值), 反常用对数 $x$ 即为EC<sub>50</sub>值。

1.2.3 药剂联合作用 利用1.2.1中获得的药剂, 采用滤纸条交叉法进行单药剂联合作用研究。试验的具体方法参照黄彰欣(1993)的方法, 将已配制好的菌悬液( $1\times10^8\text{ cfu}\cdot\text{mL}^{-1}$ )2 mL移入45~50 °C的150 mL培养基中振荡摇匀后, 迅速倒入培养皿( $\Phi=9\text{ cm}$ )中, 静置凝固。将已灭菌的滤纸条(0.5 cm×6.0 cm)分别经1.2.2试验药剂最低、中间、最高浓度浸泡后, 按十字交叉式放置滤纸条, 实验操作同1.2.2。置28 °C恒温培养箱中培养72 h后观察不同药剂间的联合作用。

## 2 结果与分析

### 2.1 药剂抑菌效果

28 ℃恒温培养 5 d 后, 21 种药剂对番茄疮痂病菌的抑菌效果见表 1。由表 1 可以看出, 在所测试浓度下, 只有 72 %农用高效链霉素可溶性粉剂 (SP)、50 %二氯异氰尿酸钠 SP 和 90 %新植霉素 SP 对病原菌有明显的抑制作用, 其抑菌效果依次为: 72 %农用高效链霉素 SP>90 %新植霉素 SP>50 %二氯异氰尿酸钠 SP。

表 1 供试药剂名称、剂型、生产厂家及对番茄疮痂病菌的抑菌效果

药剂名称及剂型	生产厂家	稀释倍数/倍	抑菌圈直径/mm
72 %农用高效链霉素可溶性粉剂 (SP)	桂林集琦生化有限公司	3 333	7.7
78 %波·锰锌 (科博) 可湿性粉剂 (WP)	美国仙农有限公司	150	0
72 %农用硫酸链霉素 SP	石家庄曙光制药厂	1 500	0
46.1 %氢氧化铜 (可杀得) 水分散粒剂 (WG)	美国杜邦公司上海生农生化制品有限公司	500	0
47 %春·王铜 (加瑞农) WP	北兴化学工业株式会社	250	0
2 %春雷霉素水剂 (AC)	华北制药集团爱诺有限公司	500	0
50 %二氯异氰尿酸钠 SP	山东省曲阜市尔福农药厂	333	3.3
6 %春雷霉素 WP	兴农药业 (上海) 有限公司	500	0
20 %噻菌铜悬浮剂 (SC)	浙江龙湾化工有限公司	333	0
40 %多菌灵·福 (大白菜千菌净) 超微可湿性粉剂 (WP)	河北万特生物化学有限公司	1 750	0
30 %琥胶肥酸铜 WP	齐齐哈尔四友化工有限公司	139	0
20 %噻菌茂 (青枯角斑灵) WP	浙江省温州市龙湾农药厂	500	0
76 %代森锌·甲霜灵·膦酸铝 (蓝粉) WP	中美合资潍坊万胜生物农药有限公司	1 000	0
40 %链霉素·氯溴 (菌毒双杀) SP	河南盛丰化工有限公司	2 000	0
20 %噻枯唑 (叶枯唑) WP	陕西标正作物科学有限公司	1 000	0
50 %阿奇霉素 WP	嘉禾太田 (青岛) 药业有限公司	1 250	0
3 %中生菌素 WP	东莞市瑞德丰生物科技有限公司	500	0
50 %多菌灵 (除菌酯) WP	山东金农华药业有限公司	1 500	0
75 %百菌清 WP	惠州市中迅化工有限公司	200	0
80 %三乙膦酸铝 WP	山东大成农药股份有限公司	167	0
90 %新植霉素 SP	石家庄曙光制药厂	4 000	7.3

### 2.2 毒力测定

将对病原菌有抑制作用的 72 %农用高效链霉素 SP、50 %二氯异氰尿酸钠 SP 和 90 %新植霉素 SP 分别进行 5 个浓度梯度稀释后, 采用纸碟法进行抑菌试验, 试验结果见表 2、3。3 种药剂的 EC<sub>50</sub> 值相差很大, 50 %二氯异氰尿酸钠 SP 的 EC<sub>50</sub> 值分别为 72 %农用高效链霉素 SP 和 90 %新植霉素 SP 的 26 倍和 475 倍, 72 %农用高效链霉素 SP 的 EC<sub>50</sub> 值为 90 %新植霉素 SP 的 18 倍。由上述各药剂 EC<sub>50</sub> 值的大小可知, 90 %新植霉素 SP 对病原菌的毒力作用远大于 72 %农用高效链霉素 SP 和 50 %二氯异氰尿酸钠 SP。

表 2 3 种药剂对番茄疮痂病菌的抑菌结果

药剂	有效成分浓度/mg·L <sup>-1</sup>	抑菌圈直径/mm	药剂	有效成分浓度/mg·L <sup>-1</sup>	抑菌圈直径/mm	药剂	有效成分浓度/mg·L <sup>-1</sup>	抑菌圈直径/mm
72 %农用高 效链霉素 SP	240	8.3	50 %二氯异氰 尿酸钠 SP	1 163	5.0	90 %新植霉素 SP	225	5.7
	288	9.2		1 515	6.3		257	6.5
	360	10.5		2 174	7.3		300	8.3
	480	12.0		3 846	10.5		360	10.8
	720	13.0		16 667	14.5		450	12.7

### 2.3 药剂联合效果

通过观察平板培养基上抑制区的形状, 得出3种药剂互作对病原菌的抑制作用效果。由表4可以看出, 在所测试的药剂浓度组合中, 50%二氯异氰尿酸钠SP与72%农用高效链霉素SP的任何组合作用均表现为独立效应, 而90%新植霉素SP与72%农用高效链霉素SP或50%二氯异氰尿酸钠SP的组合因浓度比例的不同而表现各异: 就90%新植霉素SP与72%农用高效链霉素SP浓度比例而言, 在(225:720)~(300:720)范围内, 两种药剂的联合作用效应为增效作用, 在(450:720)时为加和作用, 在(225:360)~(450:240)时为拮抗作用; 另就90%新植霉素SP与50%二氯异氰尿酸钠SP浓度比例而言, 在(225:16667)~(225:2174)范围内, 两种药剂的联合作用效应为独立作用, 在(300:2174)~(225:1163)范围内为增效作用, 在(450:2174)~(450:1163)范围内为加和作用。由此可见, 两种药剂联合作用的效果是与其浓度比例大小有一定关系的。

表3 3种药剂对番茄疮痂病菌的毒力分析

药剂	毒力回归方程	相关系数	EC <sub>50</sub> /mg·L <sup>-1</sup>
72%农用高效链霉素SP	y=-0.585 6x+7.665	2 0.980 5	35 582
50%二氯异氰尿酸钠SP	y=-0.518 2x+8.091	7 0.976 2	925 186
90%新植霉素SP	y=-1.586 2x+10.218	0.993 2	1 948

表4 3种药剂互作对番茄疮痂病菌的抑制效果

药剂组合 mg·L <sup>-1</sup>	浓度比例	抑菌 效果 <sup>1)</sup>	药剂组合 mg·L <sup>-1</sup>	浓度比例	抑菌 效果 <sup>1)</sup>	药剂组合 mg·L <sup>-1</sup>	浓度比例	抑菌 效果 <sup>1)</sup>
新植霉素+链霉素	225:240	拮抗	新植霉素+二氯异氰尿酸钠	225:1163	增效	链霉素+二氯异氰尿酸钠	240:1163	独立
新植霉素+链霉素	300:240	拮抗	新植霉素+二氯异氰尿酸钠	300:1163	加和	链霉素+二氯异氰尿酸钠	360:1163	独立
新植霉素+链霉素	450:240	拮抗	新植霉素+二氯异氰尿酸钠	450:1163	加和	链霉素+二氯异氰尿酸钠	720:1163	独立
新植霉素+链霉素	225:360	拮抗	新植霉素+二氯异氰尿酸钠	225:2174	独立	链霉素+二氯异氰尿酸钠	240:2174	独立
新植霉素+链霉素	300:360	拮抗	新植霉素+二氯异氰尿酸钠	300:2174	增效	链霉素+二氯异氰尿酸钠	360:2174	独立
新植霉素+链霉素	450:360	拮抗	新植霉素+二氯异氰尿酸钠	450:2174	加和	链霉素+二氯异氰尿酸钠	720:2174	独立
新植霉素+链霉素	225:720	增效	新植霉素+二氯异氰尿酸钠	225:16667	独立	链霉素+二氯异氰尿酸钠	240:16667	独立
新植霉素+链霉素	300:720	增效	新植霉素+二氯异氰尿酸钠	300:16667	独立	链霉素+二氯异氰尿酸钠	360:16667	独立
新植霉素+链霉素	450:720	加和	新植霉素+二氯异氰尿酸钠	450:16667	独立	链霉素+二氯异氰尿酸钠	720:16667	独立

注: 1) 药剂互作效果的评价参照黄彰欣(1993)的方法。

### 3 结论与讨论

本试验采用纸碟法对21种常见化学药剂进行抑菌筛选, 初步得到了能够明显抑制番茄疮痂病菌的3种药剂: 72%农用高效链霉素SP、50%二氯异氰尿酸钠SP和90%新植霉素SP。可杀得(氢氧化铜)、新植霉素、农用链霉素、络氨铜、DT杀菌剂、波尔多液等是农业生产中番茄疮痂病防治常用的化学药剂, 但在本试验药剂初筛中, 46.1%氢氧化铜WG和DT杀菌剂(30%琥胶肥酸铜WP)却未表现出有抑菌作用, 由此说明, 利用抑菌圈法对药剂进行筛选有一定局限性。另外, 不同厂家生产的链霉素在室内抑菌效果上也存在差异。桂林集琦生化有限公司生产的72%农用高效链霉素SP抑菌效果明显, 而石家庄曙光制药厂生产的72%农用硫酸链霉素SP对番茄疮痂病菌无抑制作用, 由此可见, 室内药剂对病原菌的毒力作用除了与其有效成分种类及含量有关外, 还与药剂的助剂组分特性有关。

就筛选得到的3种药剂来说, 90%新植霉素SP对病原菌的毒力作用大于72%农用高效链霉素SP, 这或许与新植霉素中有效成分(链霉素和土霉素)的合适配比引起的增效作用有关。虽然3种药剂有效成分作用机理相似, 但50%二氯异氰尿酸钠SP与其他2种药剂的毒力作用相比相差甚大, 可能与其有效成分和菌体受体位点结合有限有关。3种药剂间互作联合抑菌试验结果表

明,有效成分的不同配比对药剂联合作用效果影响尤为明显,且不同配比药剂组合间的联合效果也有所不同,这在药剂复配中极为重要。从本试验的室内毒力测定结果来看,90%新植霉素 WP 可作为防治番茄疮痂病的首选药剂,但为了避免病原菌抗药性的产生,72%农用高效链霉素 SP 和 50%二氯异氰尿酸钠 WP 也可作为轮换药剂。为了提高病害的防治效果,减少对环境的污染,建议使用 90%新植霉素 SP+72%农用高效链霉素 SP(720:225)、90%新植霉素 SP+72%农用高效链霉素 SP(720:300) 复配剂或 90%新植霉素 SP+50%二氯异氰尿酸钠 SP(1163:225)、90%新植霉素 SP+50%二氯异氰尿酸钠 SP(2174:300) 复配剂,其具体的田间防治效果还有待于进一步试验。

#### 参考文献

- 黄彰欣. 1993. 植物化学保护实验指导. 北京: 中国农业出版社: 61-64.
- 李春, 金潜, 彭刚. 1997. 新疆番茄细菌性疮痂病的病原鉴定. 中国蔬菜, (4): 4-6.
- 李明远. 1991. 番茄疮痂病的识别与防治. 蔬菜, (3): 26-27.
- 蒋育昌, 曾令芬. 1983. 番茄疮痂病鉴定初报. 云南农业科技, (1): 29, 48.
- 孙福在, 朱红, 郑建秋, 易齐. 1991. 京郊和大同地区发生番茄细菌性疮痂病. 植物保护, 17(4): 50.
- 王传祥, 英昌芹. 2008. 番茄疮痂病的发生规律及防治方法. 吉林蔬菜, (4): 50-51.
- 王宏平. 1999. 番茄疮痂病的发生和防治. 植物医生, (5): 15.

<http://www.cnveg.org> 或 <http://www.cnveg.com.cn>