



王丽丽,文婧,黄燕雪,等.不同杀菌剂与杀菌时间对发财树残根生长的影响[J].华南农业大学学报,2014,35(5):69-75.

不同杀菌剂与杀菌时间对发财树残根生长的影响

王丽丽,文婧,黄燕雪,黎华寿,李锦开,陈桂葵

(华南农业大学农学院/农业部华南热带农业环境重点实验室/广东省高等学校
农业生态与农村环境重点实验室,广东 广州 510642)

摘要:【目的】筛选发财树 *Pachira macrocarpa* 残根的最佳杀菌剂和最佳杀菌消毒时间。【方法】用 $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的多菌灵、甲霜灵锰锌、农用链霉素、甲基托布津和 $2.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 高锰酸钾溶液对发财树残根进行不同时长的消毒灭菌处理,研究不同杀菌剂、不同消毒灭菌时间对发财树残根的芽长、叶片鲜质量、根长、根质量、出根数、根系活力的影响。【结果和结论】对发财树残根杀菌效果最理想的菌剂是多菌灵,其次为甲基托布津,再次为甲霜灵锰锌和高锰酸钾,农用链霉素的杀菌效果最差;发财树残根的最佳消毒灭菌时长为 0.5 和 1.0 h,消毒灭菌时间过长(12 h)对发财树残根的生长反而有明显的抑制作用。

关键词:发财树;杀菌剂;杀菌时间;残根

中图分类号:S688.9

文献标志码:A

文章编号:1001-411X(2014)05-0069-07

Effects of fungicides and bactericides and germicidal time on the growth of residual root of *Pachira macrocarpa*

WANG Lili, WEN Jing, HUANG Yanxue, LI Huashou, LI Jinkai, CHEN Guikui

(College of Agriculture, South China Agricultural University/Key Laboratory of Agro-environment in the Tropics,
Ministry of Agriculture/Key Laboratory of Agroecology and Rural Environment of
Guangdong Regular Higher Education Institutions, Guangzhou 510642, China)

Abstract:【Objective】To screen the best fungicide and the best germicidal time of *Pachira macrocarpa*.
【Method】The effects of different fungicides and bactericides with different germicidal times on the residual root of reclaimed *P. macrocarpa* were investigated through pot experiments with peat soil. Five fungicides and bactericides (carbendazim, metalaxyl mancozeb, agricultural streptomycin, thiophanate methyl and potassium permanganate) were selected to study their effects on the shoot length, leaf mass, root length, root numbers, root mass, and root activities of the residual root of the reclaimed *P. macrocarpa*. The concentration of carbendazim, metalaxyl mancozeb, agricultural streptomycin, and thiophanate methyl was $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ while potassium permanganate was $2.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.【Result and conclusion】The results showed that the best fungicide and bactericide was carbendazim, followed by thiophanate methyl, with the third being metalaxyl mancozeb and potassium permanganate and the least effective fungicide and bactericide being agricultural streptomycin. The preferred germicidal time was 0.5 and 1.0 h. The growth of the residual root of *P. macrocarpa* was significantly inhibited when it was disinfected over time(12 h).

Key words:*Pachira macrocarpa*; fungicide and bactericide; germicidal time; residual root

收稿日期:2013-11-27 优先出版时间:2014-07-17

优先出版网址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20140717.0907.018.html>

作者简介:王丽丽(1989—),女,硕士研究生,E-mail:ccwll1056@126.com;通信作者:陈桂葵(1972—),女,副教授,博士,
E-mail:guikuichen@scau.edu.cn

基金项目:广东省科技计划项目(2012A020602103)

观赏植物马拉巴栗 *Pachira macrocarpa*, 俗称发财树, 属木棉科多年生乔木, 曾被联合国环保组织评为世界十大室内观赏花木之一^[1]. 发财树树体高大, 根茎处膨大如瓶状, 树形奇特, 叶片掌状, 绿叶光亮, 树形优美, 四季常青而且寓意美好^[2]. 美中不足的是, 发财树生长快而根系不发达, 每年因消费者淘汰或残根垂死的废旧树桩造成资源浪费和环境污染. 做好发财树残根回收, 变废为宝的重要环节就是对发财树进行充分的杀菌. 而回收的发财树残根本身就携带病原菌, 大量的残根堆放在一起, 互相传染, 加重了发财树的病情. 所以, 做好发财树残根的杀菌消毒工作, 乃是水培或土培发财树的基础.

化学农药防治因其使用方法简单、效率高、成本低、见效快, 而在园林植物病害治理中占有重要地位^[3]. 杀菌剂处理可以降低园林植物的带菌率, 提高植物的成活率, 对植物的健康生长起到预防和保护作用. 发财树引种到广东后, 随着种植面积的扩大、生存环境的变化^[4], 病害增多, 如遇到台风或暴风雨天气, 病害发生更为严重^[5]. 研究^[4-10]表明, 发财树的病害有根褐腐病和茎部腐烂病. 目前, 对园林植物的病害防治一般采用广谱、高效、低毒、稳定的杀菌剂如 70% (w) 甲基托布津可湿性粉剂、40% (w) 多菌灵可湿性粉剂等, 采用喷雾、淋灌或浸泡的方法对植物进行杀菌消毒, 但鲜见具体杀菌剂对发财树残根杀菌处理的效果优劣及最优消毒灭菌时间方面的系统研究. 本研究以发财树残根为试验材料, 经多菌灵、甲霜灵锰锌、高锰酸钾、农用链霉素和甲基托布津 5 种杀菌剂处理后, 比较发财树残根出根长芽的差异性, 以筛选出最佳杀菌剂与最佳杀菌消毒时间, 为提高发财树的成活率、降低生产成本、为发财树残根回收产业的发展提供技术支持.

1 材料与方法

1.1 试验材料及试剂

发财树 *Pachira macrocarpa* 残根由佛山开门红农业科技有限公司提供. 选择外观完好, 株高为 12~15 cm、根基直径为 2~3 cm (用数显游标卡尺于根基部量取) 的发财树残根用于试验. 试验前修剪枝叶和侧根, 切除上部分茎杆, 剪除主根和受伤部位. 清洗干净后置于阴凉处晾干备用.

选用进口的泥炭土 (德国 KLASMANN 公司) 作为发财树盆栽的基质, 试验前经高压灭菌消毒处理 6 h. 试验用塑料花盆规格为: 上口径 × 下口径 × 高为 8 cm × 6 cm × 10 cm. 先在花盆底垫上滤纸, 再装 2/3

盆的泥炭土.

杀菌剂: 80% (w) 多菌灵可湿性粉剂 (江苏省太仓市农药有限公司), 72% (w) 甲霜灵锰锌可湿性粉剂 (英国先利达作物保护有限公司), 高锰酸钾 (衡阳市凯信化工试剂有限公司), 72% (w) 农用链霉素可湿性粉剂 (上海天正农药有限公司), 70% (w) 甲基托布津可湿性粉剂 (上海允发化工有限公司).

TU-1901 双光束紫外分光光度计 (北京普析通用仪器有限责任公司), TTC (氯化三苯基四氮唑, 国药集团化学试剂有限公司).

1.2 测定方法

将杀菌剂 KMnO₄ 按照质量比为 1:500, 多菌灵、农用链霉素、甲基托布津、甲霜灵锰锌按照质量比 1:800 用去离子水进行稀释, 稀释后高锰酸钾的质量浓度为 2 g · L⁻¹, 多菌灵、农用链霉素、甲基托布津和甲霜灵锰锌的质量浓度为 1.25 g · L⁻¹. 然后将处理好的发财树分别浸泡在相对应的杀菌剂溶液中. 每种杀菌剂共设 6 个时长处理, 分别为 0.03、0.5、1、3、6、12 h, 每个处理 5 棵树. 对照 (CK) 为未经杀菌剂溶液浸泡的发财树残根. 浸泡后, 将发财树残根于阴凉处 24 h (防止干皮腐烂, 树干垫高离开地面). 晾干后, 确定没有发霉或腐烂现象后, 栽种于装有泥炭土的花盆中. 将处理好的盆栽发财树置于温度为 26 °C 的可控温大棚内进行培养, 期间不定期向发财树进行喷水, 保证发财树用水需要. 培养 1 个月后进行生物指标的测定.

先数出根数, 然后测量发财树残根的芽长和根长: 芽长为芽轴到幼叶之间的距离; 根长为根基部至根尖的长度. 用万分之一天平 (Sartorius AG, 德国生产) 称量叶片鲜质量和根鲜质量. 发财树根系活力测定采用 TTC 法^[11]. 统计培养过程中发生烂根的植株棵数 (烂根可导致发财树死亡), 并计算成活率.

1.3 统计分析

所得数据采用 Microsoft Excel 和 SPSS 17.0 进行计算和统计分析, 并用 Duncan's 检验法进行差异显著性分析.

2 结果与分析

2.1 杀菌剂对发财树残根芽长的影响

试验结果 (表 1) 表明除 0.5 h 外, 1 h 的多菌灵处理组的发财树残根的芽长显著高于其他时间处理组; 1 h 的甲基托布津处理组的发财树残根的芽长显著高于其他时间处理组; 经不同时长的甲霜灵锰锌处理的发财树残根的芽长则无显著差异; 用高锰酸

钾、农用链霉素和甲基托布津消毒处理 12 h 时,其芽长反而低于对照组。结果说明除甲霜灵锰锌外,其他杀菌剂杀菌的时长为 0.5 和 1 h 时,对发财树残根芽的生长最为有利。

从不同杀菌剂同一杀菌时间来看,1 h 的多菌灵处理组与 1 h 甲基托布津处理组的芽长显著高于其他处理组,说明多菌灵和甲基托布津 2 种杀菌剂对发财树残根芽生长的效果比其他杀菌剂要好。

表 1 不同杀菌剂不同时长处理对发财树残根芽长的影响¹⁾Tab. 1 Effects of different fungicides and bactericides and germicidal time on shoot length of *Pachira macrocarpa* cm

处理	0.03 h	0.5 h	1 h	3 h	6 h	12 h
对照(CK)	0.250 ± 0.094B	0.250 ± 0.094C	0.250 ± 0.094C	0.250 ± 0.094B	0.250 ± 0.094A	0.250 ± 0.094A
多菌灵	0.394 ± 0.035Abc	0.486 ± 0.045ABab	0.635 ± 0.058Aa	0.372 ± 0.034Abc	0.287 ± 0.124Ac	0.268 ± 0.051Ac
甲霜灵锰锌	0.324 ± 0.079Aa	0.473 ± 0.015ABa	0.414 ± 0.054Ba	0.336 ± 0.041Aa	0.307 ± 0.133Aa	0.275 ± 0.068Aa
高锰酸钾	0.360 ± 0.041Aab	0.473 ± 0.025ABa	0.383 ± 0.025Bab	0.387 ± 0.018Aab	0.298 ± 0.103Aab	0.241 ± 0.052Ab
农用链霉素	0.245 ± 0.042Abc	0.377 ± 0.057Bab	0.440 ± 0.022Ba	0.385 ± 0.019Aab	0.250 ± 0.112Abc	0.157 ± 0.049Ac
甲基托布津	0.265 ± 0.049Ad	0.504 ± 0.033Ab	0.629 ± 0.022Aa	0.392 ± 0.031Ac	0.431 ± 0.035Abc	0.237 ± 0.036Ad

1) 表中数据为平均值 ± 标准差,同行数据后凡具有一个相同小写字母者表示同一消毒剂在不同消毒时间之间差异不显著;同列数据后凡具有一个相同大写字母者表示同一消毒时间下不同消毒剂处理之间差异不显著($P > 0.05$,Duncan's 法)。

2.2 杀菌剂对发财树残根叶片鲜质量的影响

试验结果(表 2)表明 1 h 多菌灵处理组对发财树残根叶片鲜质量的影响明显优于其他时间处理组,不同时长的甲霜灵锰锌、高锰酸钾、农用链霉素和甲基托布津处理对发财树残根的叶片鲜质量则无显著影响。

由表 2 可见,1 h 多菌灵处理组明显优于同一

时长其他杀菌剂处理组;0.5、3 和 6 h 的不同杀菌剂处理组之间的发财树残根的叶片鲜质量则无显著差异。不同杀菌剂 0.5、1 h 处理的鲜叶片质量均比对照组高。说明杀菌过的发财树残根的叶片长势优于未杀菌的发财树残根,其中 1 h 处理时,多菌灵对发财树残根的杀菌效果比其他杀菌剂要好。

表 2 不同杀菌剂不同时长处理对发财树残根叶片鲜质量的影响¹⁾Tab. 2 Effects of different fungicides and bactericides and germicidal time on leaf mass of *Pachira macrocarpa* g

处理	0.03 h	0.5 h	1 h	3 h	6 h	12 h
对照(CK)	0.082 ± 0.042BC	0.082 ± 0.042B	0.082 ± 0.042B	0.082 ± 0.042A	0.082 ± 0.042A	0.082 ± 0.042A
多菌灵	0.174 ± 0.009ABb	0.276 ± 0.023Ab	0.458 ± 0.042Aa	0.244 ± 0.078Ab	0.200 ± 0.072Ab	0.139 ± 0.123Ab
甲霜灵锰锌	0.126 ± 0.010ABCab	0.221 ± 0.035ABa	0.214 ± 0.027Ba	0.184 ± 0.031Aab	0.165 ± 0.053Aab	0.159 ± 0.020Aab
高锰酸钾	0.236 ± 0.075Aa	0.227 ± 0.093ABa	0.210 ± 0.052Ba	0.205 ± 0.082Aa	0.196 ± 0.048Aa	0.143 ± 0.047Aa
农用链霉素	0.014 ± 0.008Ca	0.115 ± 0.031ABa	0.229 ± 0.088Ba	0.234 ± 0.044Aa	0.186 ± 0.070Aa	0.162 ± 0.098Aa
甲基托布津	0.126 ± 0.032ABCa	0.247 ± 0.087ABa	0.237 ± 0.071Ba	0.209 ± 0.074Aa	0.187 ± 0.044Aa	0.182 ± 0.061Aa

1) 表中数据为平均值 ± 标准差,同行数据后凡具有一个相同小写字母者表示同一消毒剂在不同消毒时间之间差异不显著;同列数据后凡具有一个相同大写字母者表示同一消毒时间下不同消毒剂处理之间差异不显著($P > 0.05$,Duncan's 法)。

2.3 杀菌剂对发财树残根根长的影响

试验结果(表 3)表明,当杀菌时长为 0.03 ~ 12 h 时,凡是经杀菌剂处理过的发财树残根根长都显著高于对照。其中,多菌灵进行 1 h 消毒处理对发财树残根根长的促进作用最好;高锰酸钾则是进行 0.5 h 消毒处理对残根根长的促进效果最好;除 0.03 h 外,不同时长的甲基托布津处理对发财树残根根长的影响无显著性差异。本试验所选用的 5 种杀菌剂对发财树残根的伸长都有促进作用,且以 0.5 ~ 3 h 的杀

菌时长效果较为理想。

从不同杀菌剂同一杀菌时间来看,当杀菌时长为 0.03、6 和 12 h 时,用多菌灵处理的发财树的根长显著高于农用链霉素处理的,6、12 h 时,甲基托布津处理的发财树的根长显著高于农用链霉素处理的,其他杀菌剂处理组间无显著性差异;1 h 的多菌灵处理组与甲基托布津处理组的根长显著高于其他处理组,说明多菌灵和甲基托布津 2 种杀菌剂对发财树残根生长的影响比其他杀菌剂要好。

表3 不同杀菌剂不同时长处理对发财树残根根长的影响¹⁾

处理	0.03 h	0.5 h	1 h	3 h	6 h	12 h	cm
对照(CK)	0.112 ± 0.033C	0.112 ± 0.033C	0.112 ± 0.033C	0.112 ± 0.033C	0.112 ± 0.033D	0.112 ± 0.033C	
多菌灵	1.397 ± 0.013Ac	1.609 ± 0.051ABb	2.101 ± 0.085Aa	1.716 ± 0.052Ab	1.639 ± 0.064Ab	1.571 ± 0.044Ab	
甲霜灵锰锌	1.332 ± 0.250ABab	1.819 ± 0.100ABa	1.527 ± 0.255Bab	1.335 ± 0.098Bab	1.435 ± 0.032ABab	1.191 ± 0.068ABb	
高锰酸钾	1.189 ± 0.135ABb	2.083 ± 0.321Aa	1.599 ± 0.044Bab	1.358 ± 0.182Bb	1.232 ± 0.169BCb	1.224 ± 0.212ABb	
农用链霉素	0.936 ± 0.125Bb	1.309 ± 0.231Bab	1.377 ± 0.160Ba	1.332 ± 0.045Bab	1.159 ± 0.062Cab	1.049 ± 0.014Bab	
甲基托布津	1.137 ± 0.098ABb	1.780 ± 0.098ABa	1.842 ± 0.174ABa	1.874 ± 0.127Aa	1.477 ± 0.063ABab	1.559 ± 0.174Aa	

1) 表中数据为平均值±标准差,同行数据后凡具有一个相同小写字母者表示同一消毒剂在不同消毒时间之间差异不显著;同列数据后凡具有一个相同大写字母者表示同一消毒时间下不同消毒剂处理之间差异不显著($P > 0.05$,Duncan's法).

2.4 杀菌剂对发财树残根出根数的影响

植株出根数的多少影响其生长质量. 试验结果(表4)表明,同一杀菌剂采用不同杀菌时长对发财树残根出根数的影响不同. 用多菌灵处理发财树残根0.5和1 h后的出根数显著高于对照;甲霜灵锰锌进行1 h消毒杀菌处理对发财树残根的出根有显著的促进作用;经不同时长的高锰酸钾杀菌处理对发财树残根出根数的影响无显著性差异;除12 h外,经0.03和0.5 h的农用链霉素处理后的发财树残根出根数显著低于其他时长处理组;1 h甲基托布津处理

组的发财树残根出根条数显著高于对照组及其他时长处理组.

当杀菌时长为0.03、3~12 h时,除农用链霉素外,其他杀菌剂处理对发财树出根数无明显影响,但当杀菌时长为0.5 h时,多菌灵处理组的发财树残根平均出根条数最多,且显著高于高锰酸钾与农用链霉素处理组,但与甲霜灵锰锌及甲基托布津处理组相比则无显著性差异;当杀菌时长为1 h时,5种杀菌剂处理组发财树的出根数都显著多于对照组,但各杀菌剂处理之间无显著性差异.

表4 不同杀菌剂不同时长处理对发财树残根出根数的影响¹⁾

处理	0.03 h	0.5 h	1 h	3 h	6 h	12 h	条
对照(CK)	3.200 ± 0.319A	3.200 ± 0.319D	3.200 ± 0.319D	3.200 ± 0.319B	3.200 ± 0.319C	3.200 ± 0.319B	
多菌灵	5.667 ± 0.333Ab	10.000 ± 0.055Aa	9.000 ± 1.528ABa	6.500 ± 0.500Ab	6.000 ± 1.000Bb	6.000 ± 0.155Ab	
甲霜灵锰锌	5.000 ± 1.000ABcd	8.000 ± 1.000Bab	10.000 ± 0.055Ba	7.333 ± 0.882Ab	6.667 ± 0.882ABbc	3.333 ± 0.333Bd	
高锰酸钾	3.667 ± 0.882ABa	5.333 ± 0.333Ca	7.000 ± 1.000Ca	6.333 ± 0.453Aa	5.333 ± 0.882Ba	3.333 ± 0.882Ba	
农用链霉素	4.000 ± 0.082ABc	4.333 ± 0.333CDbc	8.333 ± 0.882ABa	8.333 ± 0.202Aa	8.667 ± 0.333Aa	6.000 ± 0.577Ab	
甲基托布津	5.333 ± 0.882ABbc	6.000 ± 1.000ABCbc	12.667 ± 0.333Aa	7.000 ± 0.528Ab	6.333 ± 0.882Bbc	4.000 ± 0.528ABbc	

1) 表中数据为平均值±标准差,同行数据后凡具有一个相同小写字母者表示同一消毒剂在不同消毒时间之间差异不显著;同列数据后凡具有一个相同大写字母者表示同一消毒时间下不同消毒剂处理之间差异不显著($P > 0.05$,Duncan's法).

2.5 杀菌剂对发财树残根鲜质量的影响

由表5结果可看出,经0.5、1 h的多菌灵或甲霜灵锰锌消毒处理的发财树残根鲜质量显著高于对照组,但其他时长处理组与对照组无显著性差异;高锰酸钾杀菌时长为0.5 h时,发财树根质量显著高于其对照、0.03和12 h处理组;0.5、1 h的农用链霉素处理组的残根鲜质量显著高于对照,但其他时长处理组与对照组间无显著性差异;0.5和1 h的甲基托布津处理的发财树残根的根鲜质量显著高于对照组,而其他时长处理则与对照组无显著

性差异.

当杀菌时长为0.5和1 h时,5种杀菌剂处理组的根鲜质量都显著高于对照组,其中0.5 h的多菌灵和甲基托布津处理组的根鲜质量显著高于同时长其他3种杀菌剂处理,1 h的多菌灵和甲基托布津处理的则显著高于高锰酸钾和农用链霉素处理的;当杀菌时长为0.03、3、6和12 h时,各杀菌剂处理的发财树残根的根鲜质量无显著差异性. 说明多菌灵和甲基托布津的杀菌效果比其他杀菌剂要好,进行0.5~1 h的处理后能显著促进根系质量的增加.

表5 不同杀菌剂不同时长处理对发财树残根鲜质量的影响¹⁾Tab. 5 Effects of different fungicides and bactericides and germicidal time on root mass of *Pachira macrocarpa* g

处理	0.03 h	0.5 h	1 h	3 h	6 h	12 h
对照	0.092 ± 0.048A	0.092 ± 0.048D	0.092 ± 0.048D	0.092 ± 0.048A	0.092 ± 0.048A	0.092 ± 0.048AB
多菌灵	0.202 ± 0.078Abc	0.379 ± 0.012Aa	0.305 ± 0.008Aab	0.226 ± 0.056Abc	0.196 ± 0.020Abc	0.168 ± 0.038Abc
甲霜灵锰锌	0.067 ± 0.014Ac	0.267 ± 0.056BCa	0.261 ± 0.023ABa	0.191 ± 0.047Aab	0.165 ± 0.012Aabc	0.084 ± 0.016ABbc
高锰酸钾	0.096 ± 0.032Ab	0.247 ± 0.016BCa	0.188 ± 0.018Bab	0.188 ± 0.042Aab	0.170 ± 0.046Aab	0.101 ± 0.024ABb
农用链霉素	0.072 ± 0.026AC	0.198 ± 0.021Cab	0.206 ± 0.024BCa	0.158 ± 0.045Aabc	0.091 ± 0.035Abc	0.067 ± 0.033Bc
甲基托布津	0.193 ± 0.045Aabc	0.301 ± 0.020ABa	0.309 ± 0.032Aa	0.225 ± 0.023Aab	0.147 ± 0.066Abcd	0.067 ± 0.025Bd

1) 表中数据为平均值±标准差,同行数据后凡具有一个相同小写字母者表示同一消毒剂在不同消毒时间之间差异不显著;同列数据后凡具有一个相同大写字母者表示同一消毒时间下不同消毒剂处理之间差异不显著($P > 0.05$,Duncan's法).

2.6 杀菌剂对发财树残根根系活力的影响

植物的根系是活跃的吸收器官和合成器官,根系的生长情况和活力水平直接影响地上部的营养状况及产量水平.试验结果(表6)表明,用多菌灵或甲基托布津杀菌消毒时,1 h 的消毒时长处理对发财树残根根系活力的促进效果最佳,显著高于其他时长处理及对照组,处理时长为 0.03、0.5、3 和 6 h 时,对发财树根系活力也有显著的促进作用,显著高于对照组,但处理时长为 12 h 时与对照无显著性差异;对甲霜灵锰锌来说,杀菌时长为 0.5 和 1 h 时效果最好,其根系活力显著高于其他时长处理组;用高锰酸钾杀菌 0.5、1 和 3 h 时其根系活力显著高于其他时长处理组;农用链霉素则是 1 和 3 h 时的消毒效果显

著高于其他时长处理组,但 12 h 处理组的发财树残根根系活力反而低于对照组.说明上述 5 种杀菌剂杀菌时长在 0.5 ~ 3 h 时对发财树残根根系活力的影响最大,杀菌效果较好;杀菌时间过长,则会导致发财树残根根系活力下降.

当杀菌时长为 0.5 和 1 h 时,5 种杀菌剂都能显著提高发财树残根的根系活力,其中时长为 0.5 h 时,多菌灵、甲霜灵锰锌和甲基托布津 3 种杀菌剂对根系活力的促进效果最好,其次为农用链霉素;时长为 1 h 时,多菌灵和甲基托布津处理对根系活力的促进效果显著高于其他 3 种杀菌剂.当杀菌时长为 3 和 6 h 时,多菌灵处理组显著高于其他杀菌剂处理组.由此,若仅从根系活力指标来看,多菌灵的杀菌效果最佳.

表6 不同杀菌剂不同时长处理对发财树残根根系活力的影响¹⁾Tab. 6 Effects of different fungicides and bactericides and germicidal time on root activity of *Pachira macrocarpa*mg · g⁻¹ · h⁻¹

处理	0.03 h	0.5 h	1 h	3 h	6 h	12 h
对照(CK)	0.644 ± 0.005B	0.644 ± 0.005D	0.644 ± 0.005D	0.644 ± 0.005C	0.644 ± 0.005D	0.644 ± 0.005B
多菌灵	0.867 ± 0.048Ab	0.870 ± 0.004Ab	1.010 ± 0.016Aa	0.903 ± 0.026Ab	0.901 ± 0.016Ab	0.690 ± 0.009Ac
甲霜灵锰锌	0.692 ± 0.008Bc	0.820 ± 0.019ABa	0.803 ± 0.022Ca	0.750 ± 0.017Cb	0.743 ± 0.013Bb	0.679 ± 0.018Ac
高锰酸钾	0.675 ± 0.002Bb	0.778 ± 0.011Ba	0.817 ± 0.014Ca	0.776 ± 0.017BCa	0.685 ± 0.023CDb	0.667 ± 0.008ABb
农用链霉素	0.660 ± 0.012Cc	0.725 ± 0.007Cb	0.782 ± 0.013Ca	0.793 ± 0.015BCa	0.698 ± 0.008Cb	0.600 ± 0.006Cd
甲基托布津	0.828 ± 0.009Ab	0.828 ± 0.032ABb	0.911 ± 0.007Ba	0.826 ± 0.019Bb	0.720 ± 0.006BCc	0.685 ± 0.011Ac

1) 表中数据为平均值±标准差,同行数据后凡具有一个相同小写字母者表示同一消毒剂在不同消毒时间之间差异不显著;同列数据后凡具有一个相同大写字母者表示同一消毒时间下不同消毒剂处理之间差异不显著($P > 0.05$,Duncan's法).

2.7 杀菌剂对发财树成活率的影响

从发财树的成活率统计结果(表7)来看,除 12 h 的农用链霉素外,其他杀菌剂处理组的发财树残根的成活率均比对照组要高.说明 5 种杀菌剂都可以

提高发财树残根的成活率.在所有时长处理中,甲霜灵锰锌处理组的成活率均为 100%,农用链霉素处理组成活率最低.

表7 各种杀菌剂处理后发财树残根的成活率

Tab. 7 Effects of different fungicides and bactericides on survival rate of *Pachira macrocarpa* %

处理	0.03 h	0.5 h	1 h	3 h	6 h	12 h
对照(CK)	60	60	60	60	60	60
多菌灵	100	80	100	100	100	100
甲霜灵锰锌	100	100	100	100	100	100
高锰酸钾	80	100	100	80	100	100
农用链霉素	80	100	80	100	100	60
甲基托布津	100	100	100	80	100	80

3 讨论与结论

据报道,对发财树病原真菌的研究,我国记载了3种疫霉^[12],同属其他植物上曾报道过1种弯孢霉^[13].后经研究鉴定,致病菌主要有可可毛色二胞菌^[6-7]、潮湿镰孢菌、茄病镰孢菌^[8]、华丽腐霉^[9]和棕榈疫霉^[5].在选择杀菌剂时,根据防治对象,选用杀菌谱广、高效、低毒的杀菌剂,才能收到好的防治效果.多菌灵对镰孢菌、茄病镰刀菌^[14]、芒果炭疽病^[15]、番茄叶霉病^[16]有很好的抑制作用.本试验研究表明,多菌灵对发财树残根致病菌也有很好的抑制作用.多菌灵和甲基托布津都属于苯并咪唑类杀菌剂,其杀菌机理实质是破坏细胞有丝分裂,通过干扰病原菌有丝分裂中纺锤体的形成,从而影响病原菌的细胞分裂过程^[17-19].这2种杀菌剂消毒效果好的原因可能与它们的杀菌机理以及其治疗和预防的药剂特性有关.甲霜灵锰锌为甲霜灵和代森锰锌复配杀菌剂,兼具苯基酰胺类和二硫代氨基甲酸酯类保护性杀菌剂的共同特性,可以被植株根、叶、梢迅速吸收,并且对疫霉菌具有很高的活性^[20].前人的研究结果表明,甲霜灵锰锌对大豆疫霉根腐病^[21]和花椒根腐病^[22]有很好的抑制作用.本试验中,虽未明确侵染发财树残根的病菌是否为疫霉病菌,但是甲霜灵锰锌对发财树残根杀菌消毒方面也有很好的控制作用,因此不排除疫霉病菌侵染的可能,只是其效果次于多菌灵与甲基托布津;高锰酸钾作为1种常用的消毒剂,能有效杀灭各种细菌繁殖体、真菌,但其作用极易为有机物所减弱,作用浅而不持久^[23],不推荐作为对发财树残根杀菌用药;农用链霉素对细菌性病害有良好效果,对真菌类病害效果甚微,所以杀菌消毒效果不理想,这也是本试验中农用链霉素消毒处理组各项测量指标较低、死亡率高的原因.除发财树因自身病害严重导致烂根外,人为因素、环境因素及其他不可避免的因素都会直接或间接地导致发财树烂根和死亡.杀菌剂使用过于频繁,会导致致病

菌产生抗性^[24-29],建议在实际生产过程中,将多菌灵和甲基托布津交替使用.

对花卉植物进行消毒是最基础,最关键的步骤.不同研究所采用的消毒时长不同,如周畅等^[30]用 $0.8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 甲基托布津溶液处理发财树植株伤口采用的消毒时长为1h,王代荣等^[31]用 $667 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的多菌灵(84%)浸泡发财树等花卉植株的时长为10 min,王凤兰等^[32]用0.1% (w)的高锰酸钾溶液对金钱树插条的切口消毒时间为15 min.但上述研究中都未提及对花卉植株进行杀菌消毒的时长依据.本试验结果表明,无论是发财树残根的芽长、叶片鲜质量,还是根长、出根数、根鲜质量及根系活力,其数据都随消毒时长呈现出先上升后下降的趋势.综合评价各测定指标,杀菌消毒时长为0.5和1 h时,对发财树残根的消毒效果最为理想,浸泡时间过长,对发财树残根的生长有明显的抑制作用.

杀菌消毒工作是发财树残根回收的第一步,也是首要技术工作之一.在消毒灭菌过程中,掌握最佳的灭菌时间段,不仅节省时间,而且还避免了因为消毒灭菌时间不够或者时间过长而引起的死亡.选用合适的杀菌剂能有效地控制发财树的病菌,是获得发财树高成活率的关键.本试验选用的5种杀菌剂在一定时间内对发财树残根均具有较为明显的消毒效果,其中多菌灵和甲基托布津杀菌效果较好,对残根芽的生长、叶片数量的增加、根数量的增加、根的伸长、以及根系活力的提高都有明显的促进作用.甲霜灵锰锌、高锰酸钾和农用链霉素对发财树残根也有消毒作用,但与前2种杀菌剂相比,甲霜灵锰锌次之,高锰酸钾和农用链霉素效果较差.从5种杀菌剂处理后发财树残根的芽长、叶片鲜质量、出根数、根长、根质量及根系活力等多项指标综合比较结果可知,选择 $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的80% (w)多菌灵可湿性粉剂或70% (w)甲基托布津可湿性粉剂在0.5~1 h内对发财树残根进行浸泡处理,杀菌效果较好.

参考文献:

- [1] 俞仲铭,周国宁. 球根花卉和观叶植物栽培 [M]. 上海:上海科学技术出版社,2001:86.
- [2] 刘慧民,张蕾,闫永庆,等. 发财树大树桩生根处理技术研究 [J]. 北方园艺,2004(4):34-35.
- [3] 康占海,蒲丽,吴学民. 新型杀菌剂的应用现状及发展展望 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(SI):233-236.
- [4] 习近平,戚佩坤,姜子德. 瓜栗病原真菌的鉴定 [J]. 华南农业大学学报,2000,21(4):30-32.
- [5] 李琳,陈鸿宇,柳凤,等. 马拉巴栗疫病病原的分离与

- 鉴定[J]. 园艺学报,2011,38(12):2395-2400.
- [6] 章桂明,麦瑞生. 圭亚那栗巴歧拉腐烂病的调查与鉴定[J]. 植物检疫,1992,6(5):329-330.
- [7] 冯家望,莫晓凤,李纪丹. 进境圭亚那栗巴歧拉苗木腐烂病的检疫处理[J]. 植物检疫,1997,11(4):215-217.
- [8] 尚巧霞,贾辉,刘素花,等. 马拉巴栗茎基腐烂病病原鉴定[C]//佚名. 中国植物病理学2004年学术年会论文集. 北京:中国农业科学技术出版社,2004:10-12.
- [9] 谭志琼,范红岩,张荣意. 马拉巴栗茎基腐烂病病原菌鉴定[J]. 植物保护,2009,35(5):125-127.
- [10] ANN P J, CHANG T T, KO W H. *Phellinus noxius* brown root rot of fruit and ornamental trees in Taiwan[J]. Plant Dis, 2002, 86(8):820-826.
- [11] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [12] 蔡云鹏. 台湾植物病害名录[M]. 3版. 台湾:台湾植物保护学会,台湾植物病理学会,1991:304.
- [13] FARR D F, BILLS G F, CHAMURIS G P, et al. Fungi on plants and plant products in the United States [M]. Minnesota: APS Press, 1989: 1061.
- [14] 郭敏,徐中青,高智谋. 防治牡丹根腐病的有效药剂筛选[J]. 植物保护,2009,35(5):135-138.
- [15] 詹儒林,李伟,郑服从. 芒果炭疽病菌对多菌灵的抗药性[J]. 植物保护学报,2005,32(1):71-76.
- [16] 王美琴,刘慧平,韩巨才,等. 番茄叶霉病菌对多菌灵、乙霉威及代森锰锌抗性检测[J]. 农药学学报,2003,5(4):30-36.
- [17] BORCK M K. Studies on the mode of action of benomyl in *Neurospora crassa* [D]. Louisiana: Louisiana State University, 1973: 171.
- [18] WILSON L, BRYAN J. Biochemical and pharmacological properties of microtubules [J]. Adv Cell Mol Biol, 1974(4):21-72.
- [19] ROSE V L. Herodima formation and tubulin function in *Saccharomyces cerevisiae* [D]. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1999.
- [20] 刘君丽,陈亮,孟玲. 痿霉病害的发生与化学防治研究进展[J]. 农药,2003,42(4):13-16.
- [21] 朱振东,王晓鸣,田玉兰,等. 防治大豆疫霉根腐病的药剂筛选[J]. 农药学学报,1999, 1(3): 39-44.
- [22] 蒋其军,李智敏,陈建斌,等. 花椒根腐病药剂防治试验研究[J]. 云南农业大学学报,2007,22(5):766-772.
- [23] 梁建宏. 新编药物手册[M]. 南昌:江西科学技术出版社,2005.
- [24] KOENRAADT H, SONERVILLE S C, JONES A L. Characterization of mutations in the β -tubulin gene of benomyl-resistant field strains of *Venturia inaequalis* and other plant pathogenic fungi[J]. J Phytopathol, 1992, 82(11):1348-1354.
- [25] BURLAND T G, SCHEDL T, GULL K, et al. Genetic analysis of resistance to benzimidazoles in *Physarum*: Differential expression of β -tubulin genes [J]. Genetics, 1984, 108(1):123-141.
- [26] NEFF N F, THOMAS J J, GRISAFI P, et al. Isolation of the β -tubulin gene from yeast and demonstration its essential function in vivo[J]. Cell, 1983, 33(1): 211-219.
- [27] THOMAS J H, NEFF N F, BOTSTEIN D. Isolation and characterization of mutation in the β -tubulin gene of *Saccharomyces cerevisiae*[J]. Genetics, 1985, 111(4): 715-734.
- [28] de LAPEYRE de BELLAIRE L, Dubois C. Distribution of thiabendazole-resistant *Colletotrichum musae* isolates from Guadeloupe banana plantations[J]. Plant Dis, 1997, 81(12): 1378-1383.
- [29] SPALDLING D H. Resistance of mango pathogens to fungicides used to control postharvest disease[J]. Plant Dis, 1982, 66(12): 1185-1186.
- [30] 周畅,刘付东标. 发财树的伤口处理与植物生长关系的研究[J]. 西南农业大学学报:自然科学版,2006,28(2):295-297.
- [31] 王代荣,刘晓荣,陈敏,等. 三种观叶植物水生根系形成及NAA处理效应[J]. 热带作物学报,2011,32(4):702-707.
- [32] 王凤兰,黄子锋,周后高,等. 不同激素处理对水培金钱树的影响[J]. 中国农学通报,2008,24(8):270-273.

【责任编辑 霍 欢】