

文章编号: 1674-7054(2013)01-0045-05

杀菌剂对芒果果腐病原粉红单端孢菌的室内毒力测定

杨波^{1,2} 杨冬平^{1,2} 高兆银², 李敏² 张正科² 胡美姣²

(1. 海南大学 环境与植物保护学院, 海南 海口 570228;

2. 中国热带农业科学院 环境与植物保护研究所, 海南 海口 571101)

摘 要: 采用生长速率法, 测定了 8 种杀菌剂对芒果果腐病原粉红单端孢菌的室内毒力。结果表明 8 种杀菌剂对芒果果腐病均有抑制效果, 除氟硅唑外, 其余 7 种均可用于防治芒果粉红单端孢菌引起的病害。其中, 多菌灵对粉红单端孢菌的抑制效果最好, 其 EC_{50} 和 EC_{75} 值分别为 1.30 和 3.09 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 其次依次为咪鲜胺锰盐、戊唑醇、腈菌唑和醚菌酯; 代森锰锌和百菌清对病菌的抑制效果较差。

关键词: 粉红单端孢; 杀菌剂; 毒力测定; 芒果

中图分类号: S 482.2

文献标志码: A

芒果属漆树科芒果属植物, 是热带亚热带一种重要的经济作物^[1], 享有热带果王的美誉^[2]。中国是芒果主产国之一, 2011 年, 芒果种植面积达到了 14.017 万 hm^2 , 产量达到了 100.34 万 t ^①。然而, 芒果不耐贮运, 常因采后病害发生导致大量腐烂。目前, 至少有 39 种病原菌可引起芒果采后病害的报道, 其中胶孢炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)、可可球二孢菌(*Botryodiplodia theobromae*) 为主要病原菌^[3]。笔者在研究中发现, 粉红单端孢菌(*Trichothecium roseum*) 侵染贮运期间的芒果果实, 并引起腐烂, 何石兰等报道该菌还能侵染芒果叶片, 引起叶斑病^[4]。粉红单端孢是一种弱寄生病原真菌^[5], 1809 年 Link 于柏林首次发现该菌^[6], 1902 年美国报道在纽约发生苹果红粉病^[7], 随后在世界各地都有病害发生的报道。粉红单端孢菌多单独侵染作物, 在芒果上也单独为害, 目前, 仅郭云忠等报道该菌可与点枝顶孢霉(*Acremonium stictum* Link) 或柱盘孢霉(*Cylindrosporia pomorum* Brooks) 复合侵染苹果。粉红单端孢菌能侵染番茄、瓜类、板栗、杏、苹果、梨等多种果蔬果实^[8-13], 但由于早期造成的危害较小, 并没有引起植保工作者的关注, 故该病的防治技术报道很少。近年来, 随着我国农业设施栽培的发展, 由粉红单端孢菌引起病害的发病频率、为害面积都有增大趋势。章战华等^[6]报道苹果黑点病发病率可达 20% 以上; 马桂芝等^[14]报道番茄红粉病造成减产 5% ~ 10%, 发病严重的减产 30% 以上, 甚至绝收; 李宝聚等^[9]对瓜类红粉病调查发现该病害可导致叶片大量坏死, 严重时瓜苗整片枯萎, 造成严重减产甚至绝收。因此, 笔者选择了 8 种常用的杀菌剂对其进行室内毒力测定, 旨在为防治粉红单端孢菌引起的病害的药剂选择提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试菌株 粉红单端孢菌(*T. roseum*) 由中国热带农业科学院环境与植物保护研究所分离保存。

收稿日期: 2013-01-12

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费项目(201203092-02); 热作病虫害监测防治项目(芒果)(11RZBC-45); 中央级公益性科研院所基本科研业务费(2012hzs1J009, 2012hzs1J036); 海南大学“211 工程”建设项目资助

作者简介: 杨波(1986-) 男, 重庆忠县人, 海南大学环境与植物保护学院 2010 级硕士研究生。

通信作者: 胡美姣, 女, 湖南桃源人, 副研究员, 研究方向: 热带水果病害及采后保鲜技术, E-mail: humeijiao320@163.com

①农业部发展南亚热带作物办公室编. 2012 年全国热带、南亚热带作物生产情况.

1.1.2 供试培养基 PDA 培养基^[15]。

1.1.3 供试杀菌剂 8 种供试杀菌剂见表 1。

表 1 供试杀菌剂

Tab. 1 The fungicides under test

供试杀菌剂 Tested fungicides	生产厂家 Manufacturer
$w = 50\%$ 醚菌酯 SC(kresoxim-methyl)	德国巴斯夫股份有限公司(BSAF SE , Germany)
$w = 50\%$ 多菌灵 WP(carbendazim)	上海升联化工有限公司(Shanghai Shenglian Chemical Ltd)
$w = 50\%$ 咪鲜胺锰盐 WP (prochloraz-manganese chloride complex)	江苏辉丰农化股份有限公司(Jiangsu Huifeng Agrochemical Co. , Ltd)
$w = 43\%$ 戊唑醇 SC(tebuconazole)	台湾兴农股份有限公司(Sinon Chemical Co. , Ltd)
$w = 40\%$ 腈菌唑 EC(myclobutanil)	江苏徐州润泽化工有限公司(Jiangsu Runze Chemical Co. , Ltd)
$w = 70\%$ 代森锰锌 WP(mancozeb)	河北双吉化工有限公司(Hebei Shuangji Chemical Co. , Ltd)
$w = 75\%$ 百菌清 WP(chlorothalonil)	江阴市利港精细化工厂(Jiangyin Suli Chemical Co. , Ltd)
$w = 40\%$ 氟硅唑 EC(flusilazole)	上海杜邦农化有限公司(DuPont Agricultural Chemicals Ltd. , Shanghai)

1.2 方法

1.2.1 菌饼制备 将保存于试管的菌株接种在 PDA 平板上,于 28 ℃ 培养 5 d,用直径 5 mm 的打孔器从菌落边缘取菌饼备用。

1.2.2 杀菌剂浓度初筛 采用生长速率法,将供试杀菌剂用无菌水配制成质量浓度为 10 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的母液,再将母液系列稀释为 10,100,10 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,分别取 1 mL 加入 99 mL 的 PDA 培养基中制成含 0.1,1,100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的含药平板,以加 1 mL 无菌水为对照,然后将培养菌饼移至含药平板上,每处理 3 皿,置于 (28 ± 0.5) ℃ 的恒温箱中培养 6 d 后,观察供试菌株在各杀菌剂的不同质量浓度下的生长情况,测量菌落大小,计算抑菌率。

1.2.3 对粉红单端孢菌的毒力测定 根据在 0,0.1,1,100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 含药培养基上的生长情况和抑菌率大小,设置不同杀菌剂毒力测定的质量浓度梯度,每种杀菌剂设 5 ~ 7 个梯度,每质量浓度 3 皿,重复 3 次。采用十字交叉法测量菌落大小,计算菌落直径平均值及抑制率^[16],抑制率计算公式:抑制率 = (对照菌落直径 - 处理菌落直径) / (对照菌落直径 - 0.5 cm) × 100%。并以浓度的对数值(x)和平均抑菌率的机率值(y)求毒力回归方程,计算相关系数、 EC_{50} 值和 EC_{75} 值,比较供试的 8 种杀菌剂对粉红单端孢菌的毒力大小。

2 结果与分析

2.1 杀菌剂质量浓度初筛 8 种杀菌剂对粉红单端孢菌的抑菌测定结果见表 2。从表 2 可知,供试杀菌剂对该病菌均有抑制作用,但抑菌活性存在较大差异。在质量浓度为 1 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,醚菌酯、多菌灵对该病菌的抑制率均大于 50%;质量浓度为 100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,多菌灵、咪鲜胺锰盐、戊唑醇、腈菌唑对该病菌的抑制率均超过 80%;而代森锰锌、百菌清、氟硅唑在初筛浓度下抑制率均较低。

2.2 8 种杀菌剂对粉红单端孢菌的毒力测定 8 种杀菌剂对粉红单端孢菌的室内毒力测定结果见表 3。从表 3 可知,醚菌酯的 EC_{50} 值最小,仅为 0.21 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$;其次是多菌灵、咪鲜胺锰盐、戊唑醇和腈菌唑, EC_{50} 值分别为 1.30,1.95,2.61,6.97 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,其 EC_{50} 值均小于 10 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$;此外,代森锰锌、百菌清对粉红单端孢菌的 EC_{50} 值在 10 ~ 100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 之间;氟硅唑对病菌的毒力相对较弱,其 EC_{50} 值为 133.97 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。 EC_{50} 值是衡量杀菌剂毒力大小的重要指标, EC_{50} 值越小表明药毒力越强^[17],因此,在供试杀菌剂中,毒力最强的是醚菌酯,其次是多菌灵、咪鲜胺锰盐、戊唑醇和腈菌唑,代森锰锌、百菌清对粉红单端孢菌也有抑制作用,但效果较差。

在 8 种供试杀菌剂中,多菌灵的 EC_{75} 值最小,仅为 3.09 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,小于 10 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$;其次为咪鲜胺锰盐、戊唑醇、醚菌酯和腈菌唑, EC_{75} 值分别为 14.01,31.13,91.12,91.80 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,均小于 100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

综合 8 种杀菌剂的 EC_{50} 值和 EC_{75} 值,对粉红单端孢菌毒力强的杀菌剂为多菌灵、咪鲜胺锰盐、戊唑醇、醚菌酯和腈菌唑。

表 2 8 种杀菌剂在不同质量浓度下的抑菌率比较
Tab.2 The inhibitory rate of eight fungicides at different concentrations against the pathogen

杀菌剂 Fungicides	抑菌率 Inhibitory rate/%		
	0.1 mg · L ⁻¹	1 mg · L ⁻¹	100 mg · L ⁻¹
醚菌酯(kresoxim-methyl)	57.46	61.37	71.74
多菌灵(carbendazim)	19.04	68.99	100.00
咪鲜胺锰盐(prochloraz-manganese chloride complex)	22.66	42.79	92.82
戊唑醇(tebuconazole)	25.37	33.80	92.39
腈菌唑(myclobutanil)	22.96	32.15	80.99
代森锰锌(mancozeb)	21.70	28.28	69.50
百菌清(chlorothalonil)	27.27	40.38	53.80
氟硅唑(flusilazole)	18.55	25.2	47.95

表 3 供试杀菌剂对病菌的毒力测定结果
Tab.3 The toxicities of the eight fungicides against the pathogen

杀菌剂 Fungicides	毒力回归方程	相关系数 r	EC_{50} /(mg · L ⁻¹)	EC_{75} /(mg · L ⁻¹)
	Toxicity regression equation	Correlation coefficient		
醚菌酯(kresoxim-methyl)	$y = 0.255\ 0x + 5.174\ 8$	0.992\ 2	0.21	91.12
多菌灵(carbendazim)	$y = 1.789\ 4x + 4.798\ 2$	0.988\ 7	1.30	3.09
咪鲜胺锰盐 (prochloraz-manganese chloride complex)	$y = 0.788\ 0x + 4.771\ 0$	0.992\ 2	1.95	14.01
戊唑醇(tebuconazole)	$y = 0.626\ 1x + 4.739\ 6$	0.984\ 8	2.61	31.13
腈菌唑(myclobutanil)	$y = 0.602\ 5x + 4.491\ 9$	0.993\ 3	6.97	91.80
代森锰锌(mancozeb)	$y = 0.533\ 8x + 4.364\ 8$	0.991\ 5	15.49	284.15
百菌清(chlorothalonil)	$y = 0.398\ 4x + 4.442\ 3$	0.989\ 3	25.11	1\ 238.43
氟硅唑(flusilazole)	$y = 0.424\ 4x + 4.097\ 3$	0.975\ 4	133.97	5\ 203.62

2.3 粉红单端孢菌对杀菌剂敏感性的比较 由表 3 毒力回归方程可知,多菌灵的斜率最大,戊唑醇、腈菌唑、咪鲜胺锰盐、代森锰锌斜率值相对较小,醚菌酯的斜率值最小。在杀菌剂毒力回归方程中,斜率值越大,说明病原菌对杀菌剂越敏感^[18],因此,该病菌对多菌灵最敏感,对戊唑醇、腈菌唑、咪鲜胺锰盐、代森锰锌 4 种药剂较为敏感,而对醚菌酯不敏感。

2.4 杀菌剂对病菌形态的影响 杀菌剂对该病菌形态的影响较大(见图 1)。该病菌在无药剂的 PDA 平板上,菌落呈规则的圆形,菌落边缘整齐,粉红色;但在所有含供试杀菌剂的 PDA 平板上,菌落边缘均不整齐,菌落形状不规则;在含醚菌酯、多菌灵、咪鲜胺锰盐及代森锰锌的平板上,菌落颜色较对照浅,偏白色;在含戊唑醇、百菌清的 PDA 平板上,菌落颜色较深。



图 1 病菌在含 $\rho = 1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 供试杀菌剂的 PDA 平板上的菌落形态

Fig. 1 Colonial morphology of the pathogen in PDA plate containing $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ fungicides tested

1. 醚菌酯; 2. 戊唑醇; 3. 氟硅唑; 4. 多菌灵; 5. 腈菌唑; 6. 百菌清; 7. 咪鲜胺锰盐; 8. 代森锰锌; 9. CK
 1. kresoxim-methyl; 2. tebuconazole; 3. flusilazole; 4. carbendazim; 5. myclobutanil;
 6. chlorothalonil; 7. prochloraz-manganese chloride complex; 8. mancozeb; 9. CK

3 讨 论

粉红单端孢菌分布较广,能侵染多种植物,目前国内外对该菌已有大量研究,但对防治药剂方面研究较少。笔者就粉红单端孢菌引起芒果病害防治方面进行了研究,结果表明,供试的 8 种杀菌剂对粉红单端孢菌均有一定的抑制作用,但差异较大。综合分析 EC_{50} 、 EC_{75} 及毒力回归方程斜率后认为,多菌灵对粉红单端孢菌的抑制效果最好,其 EC_{50} 值较小,对病菌毒性较大,其斜率最大,病菌对其敏感性最高;咪鲜胺锰盐、戊唑醇、腈菌唑 EC_{50} 值不高,斜率也相对较大,也可作为防治该菌引起病害的有效药剂;醚菌酯的 EC_{50} 值不仅最小,其斜率也最小,因此,也可用于防治该病害,但应注意该病菌的耐药性。

供试的 8 种杀菌剂的作用机理存在一定差异,多菌灵为苯并咪唑类杀菌剂,作用机理为药剂与病原菌微管蛋白结合阻止微管形成或使已形成的微管解聚,干扰纺锤体的形成,从而影响细胞分裂,起到抑菌作用^[19]。咪鲜胺锰盐为咪唑类杀菌剂,其作用机理为抑制麦角甾醇类化合物的生物合成,在植物体内不具有内吸传导作用,但能激活植物抗病基因表达^[20]。腈菌唑、戊唑醇和氟硅唑均为三唑类杀菌剂,该类药剂影响甾醇的生物合成,破坏病原菌的细胞膜功能,最终导致细胞死亡,从而起到防病治病的作用^[21]。本实验中的腈菌唑和戊唑醇对病菌抑制效果较好,但氟硅唑效果较差,病菌对其是否产生抗药性有待进一步研究。醚菌酯为甲氧基丙烯酸酯类药剂,该类药剂主要作用于真菌线粒体呼吸链中的细胞色素 bc1 复合物,阻止电子传递从而抑制真菌生长^[22]。

本实验只进行了 8 种杀菌剂对粉红单端孢菌的室内毒力测定,且供试的杀菌剂仅咪鲜胺锰盐可在芒

果采后使用,而粉红单端孢不仅引起芒果果实腐烂,在田间还可引起叶斑病,因此,防治该病需从田间防治着手,结合采后处理技术控制该病的发生,筛选出的杀菌剂均可用于防治由该菌引起的叶斑病、果腐病,但能否有效防治还需进行田间试验和采后处理,进一步研究并制定相应的防治措施。

参考文献:

- [1] PRAKASH Om. Diseases and disorders of mango and their management [M]//NAQVI S A M H. Diseases of fruits and vegetables(Vol. 1). New York: Kluwer Academic Publishers, 2004: 511 – 619.
- [2] 李敏, 胡美姣, 高兆银, 等. 芒果采后及贮藏生理研究进展 [J]. 中国农学通报, 2005, 21(8): 400 – 403.
- [3] 胡美姣, 李敏, 高兆银, 等. 热带亚热带水果采后病害及防治 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2010: 90 – 105.
- [4] 何石兰, 刘增亮, 刘晓妹, 等. 粉红聚端孢引起的芒果新病害研究 [J]. 果树学报, 2011, 28(3): 474 – 478.
- [5] BARNETT H L, HUNTER B B. Illustrated genera of imperfect fungi [M]. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1987.
- [6] 章战华. 不同寄主来源的粉红单端孢比较及活性研究 [D]. 安徽: 安徽农业大学, 2007.
- [7] EUSTACE H J. A destructive apple rot following scab [J]. New York Agricultural Experiment Station Bulletin, 1902, 227: 367 – 389.
- [8] 王勇, 网万立, 刘春, 等. 番茄红粉病致病病原的鉴定及其培养特性研究 [J]. 华北农学报, 2008, 23(6): 97 – 100.
- [9] 李宝聚, 李龙生, 顾兴芳, 等. 瓜类红粉病的病原鉴定、发生与防治 [J]. 中国蔬菜, 2005(6): 55 – 56.
- [10] 呼丽萍, 马春红, 杨光明, 等. 苹果霉心病病原研究 [J]. 果树科学, 1996, 13(3): 157 – 161.
- [11] 朱亚伟, 吴炳奇, 张建英. 套袋梨果黑点病病原菌分离及其抑菌药物室内筛选 [J]. 河北林业科技, 2010(6): 1 – 4.
- [12] ZHU X Q, WANG H X, QIN L, et al. Preliminary studies on pathogenic fungi of chestnut fruit rot and its control [J]. Acta Hort, 2009, 844: 83 – 88.
- [13] 张瑾, 徐秉良, 梁巧兰, 等. 杏采后病害病原菌鉴定及室内药剂筛选 [J]. 植物保护, 2011, 37(5): 118 – 123.
- [14] 马桂芝, 张道明. 大棚番茄红粉病的防治与建议 [J]. 北方园艺, 2002(2): 17.
- [15] 方中达. 植病研究方法 [M]. 第3版. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [16] 胡美姣, 安勇, 师超, 等. 22种杀菌剂对芒果蒂腐病菌的毒力测定 [J]. 农药, 2009, 48(3): 215 – 217.
- [17] 李广领, 陈军, 陈锡岭, 等. 几种杀菌剂对玉米新月弯孢霉室内毒力测定 [J]. 现代农业科技, 2006(2): 21 – 22.
- [18] 李敏, 胡美姣, 高兆银, 等. 杀菌剂对火龙果革孢属病菌的室内毒力测定 [J]. 热带农业科学, 2012, 32(4): 72 – 78.
- [19] 李红霞, 陆悦健, 周明国, 等. 苯并咪唑类杀菌剂的研究进展 [M]//周明国. 中国植物病害化学防治研究: 第3卷. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2002: 24 – 32.
- [20] 何荣状. 咪鲜胺对几种重要农作物病害的防治效果研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2007.
- [21] 张培志, 何田, 吴瑛. 杀菌剂三唑酮在我国农业中的应用研究进展 [J]. 浙江科技学院报, 2004, 16(1): 28 – 33.
- [22] 思彬彬, 杨卓. 甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂作用机理研究进展 [J]. 世界农药, 2007, 29(6): 5 – 9.

Toxicity Test of 8 Fungicides Against *Trichothecium roseum* Causing Mango Fruit Rot

YANG Bo^{1, 2}, YANG Dongping^{1, 2}, GAO Zhaoyin², LI Min², ZHANG Zhengke², HU Meijiao²

(1. College of Environment and Plant Protection, Hainan University, Haikou 570228, China;

2. Environment and Plant Protection Institute, CATAS, Haikou 571101, China)

Abstract: The toxicities of 8 fungicides against *Trichothecium roseum* causing mango fruit rot were tested by mycelial growth rate method. The results showed that the 8 fungicides could inhibit the pathogen of the mango fruit rot efficiently. All the tested fungicides except flusilazole could be used to control the disease caused by *T. roseum*. The toxicity result was analyzed according to the EC_{50} value, EC_{75} value and slope coefficient of toxicity regression equation. The toxicity of carbendazim was the highest against *T. roseum* with the EC_{50} value of $1.30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and EC_{75} value of $3.09 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, followed by prochloraz-manganese chloride complex, tebuconazole, myclobutanil, kresoxim-methyl, mancozeb and chlorothalonil had the lowest toxicity.

Key words: *Trichothecium roseum*; fungicide; toxicity test; mango