

刘一贤,蔡志英,施玉萍,等. 辣木果腐病病原菌兰生炭疽菌(*Colletotrichum chlorophyti*)生物学特性及其防治药剂室内毒力测定[J]. 江苏农业科学,2019,47(20):133-137.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.20.030

辣木果腐病病原菌兰生炭疽菌(*Colletotrichum chlorophyti*)生物学特性及其防治药剂室内毒力测定

刘一贤,蔡志英,施玉萍,戴利铭,李岚岚,杨 焱,龙继明,李海泉,张祖兵

(云南省热带作物科学研究所,云南景洪 66610)

摘要:辣木果腐病作为辣木上的重要病害,已严重影响辣木籽产量。为了进一步明确辣木果腐病病原菌兰生炭疽菌(*Colletotrichum chlorophyti*)的生物学特性,筛选出具有较好防效的药剂,采用单因子变量试验,研究不同培养基、碳源、氮源、温度、pH 值、光照条件、致死温度对菌丝生长的影响,并对 10 种常用杀菌剂进行室内毒力测定。结果表明,V-8 汁、YEPD、PDA 培养基有利于病原菌生长,适宜温度范围为 28~30℃,最适温度为 30℃,最适合生长 pH 值为 7~9,致死温度为 50℃处理 10 min。该病原菌能有效利用多种碳源和氮源,碳源以可溶性淀粉利用率最高,氮源以酵母浸膏利用率最高。不同的光照条件对菌丝生长有影响,在 24 h 黑暗条件下更有利于菌丝生长。在供试的 10 种杀菌剂中,450 g/L 咪鲜胺水乳剂和 250 g/L 啉菌酯悬浮剂对病原菌的抑菌效果最好,EC₅₀分别为 0.050 5、0.063 5 mg/L;其次,250 g/L 丙环唑乳油、70% 甲基硫菌灵可湿性粉剂、10% 苯醚甲环唑水分散粒剂、50% 多菌灵可湿性粉剂对病原菌也具有较好的抑制作用,EC₅₀均小于 1.0 mg/L;50% 异菌脲可湿性粉剂对病菌的抑菌效果最差,EC₅₀为 52.698 7 mg/L。

关键词:辣木;果腐病;兰生炭疽菌;生物学特性;毒力测定;病原菌菌丝生长;致死温度;杀菌剂

中图分类号:S435.79 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)20-0133-05

辣木(*Moringa* spp.)又称鼓槌树、奇迹树,是一种多年生速生小乔木,树龄约 20 年^[1]。早在 19 世纪辣木就从印度传到了我国。台湾是我国最早引种辣木的地区,2006 年种植面积已达 3 000 hm²^[2]。辣木具有极高的营养价值,含有丰富的氨基酸、蛋白质、维生素、油脂和矿物质,应用价值比较广泛。辣木种植区域主要分布在云南、海南、广东、四川、福建和贵州等地,且 60% 以上的面积分布在云南^[3],在西双版纳、普洱、德宏、丽江等地规划辣木种植面积超过百万亩^[4]。随着种植规模的不断扩大,辣木病虫害的发生严重威胁辣木产业的健康发展。目前,辣木上报的主要病害有果腐病、幼苗萎蔫病、枝枯病、白粉病等^[5-9]。

辣木果腐病严重危害果荚,在雨水密集的月份引起大量果荚感病腐烂,种子减产,已成为辣木上的重要病害。该病初

期表现为在果荚上形成淡褐色、棕褐色的块状、条状或不规则病斑,高温、高湿条件下,病斑迅速向四周扩张,果荚上的块状病斑连接起来导致果荚棕褐色坏死,切开感病部位,受害部果肉为污褐色坏死,病健交界明显,严重时整条果荚裂开,露出种仁^[10]。引起辣木果腐病的病原较为复杂,可能由多种病原菌复合侵染造成。印度学者报道了由夏威夷内脐腐病(*Drechslera hawaiiensis*)侵染引起辣木果腐^[11];蒋桂芝等报道了由半裸镰刀菌(*Fusarium semitectum* Berk & Rav.)引起辣木果荚腐病^[12];He 等在西双版纳景洪采集到的病样中分离到瓜笄霉(*Choanephora cucurbitarum*)^[13]。笔者所在项目组通过对西双版纳辣木种植区进行果腐病调查,对病样进行分离鉴定、柯赫氏验证、致病性测定,将病原菌确定为兰生炭疽菌(*Colletotrichum chlorophyti*)^[10],该病原菌不仅能侵染果荚,还能侵染叶片引起叶斑^[14]。为了有效控制该病地传播和蔓延,了解病原菌的生物学特性,对掌握该病害的发生规律必不可少。在无优良的抗病品种、改良栽培措施也无法有效控制该病害的情况下,化学防治也不失为行之有效的办法。但目前尚无辣木果腐病防治药剂的研究报道,咪鲜胺和苯醚甲环唑对柑橘炭疽病的防效明显高于其他药剂^[15],25% 丙环唑乳油 1 000 倍液对蓝莓炭疽病具有较好的防治效果^[16]。吡唑醚菌

收稿日期:2018-07-17

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-11-03A)。

作者简介:刘一贤(1988—),女,云南红河人,硕士,助理研究员,主要从事热带作物病害研究。E-mail:312458392@qq.com。

通信作者:张祖兵,硕士,副研究员,主要从事辣木栽培及病虫害防控研究。E-mail:396085433@qq.com。

[14]汪汉成,李丽翠,张之帆,等. 四种杀菌剂对烟草灰霉病菌的毒力及对烟草灰霉病的抑制作用[J]. 植物保护学报,2019,46(2):377-384.

[15]赵 杨,孙柏欣,陈 乐,等. 海城地区温室蔬菜灰霉病菌对 6 种药剂的抗性检测[J]. 辽宁农业科学,2019(1):42-44.

[16]刘 妍,张 亚,项雅琴,等. 啉菌酯与氟啶胺复配物对水稻

纹枯病菌和草莓灰霉病菌的增效作用研究[J]. 植物保护,2018,44(2):235-240.

[17]刘 刚. 四霉素登记产品和防治对象继续增加[J]. 农药市场信息,2018(22):36.

[18]宋莹莹. 山东省灰霉病菌对常用杀菌剂的抗性监测及对吡唑醚菌酯和四霉素的敏感性[D]. 泰安:山东农业大学,2016:36-38.

酯和甲基硫菌灵的不同配比对辣椒炭疽病的防效在 80% 以上^[17]。咪鲜胺、多菌灵和甲基托布津对橡胶树胶孢炭疽病菌和尖孢炭疽菌较为敏感^[18]。本研究首先通过对兰生炭疽菌进行生物学特性研究,分析不同温度、光照、pH 值、碳氮源等条件下对菌丝生长的影响,在此基础上采用生长速率法,比较 10 种杀菌剂对病原菌的毒力,初步筛选出辣木果腐病菌的防治药剂,为田间防治该病提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2017 年 8—12 月在云南省热带作物科学研究所植物保护与微生物利用研究中心进行。供试菌株辣木果腐病原菌兰生炭疽菌(*Colletotrichum chlorophyti* S. Chandra & Tandon)由笔者所在课题组分离鉴定保存。

培养基:马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)培养基,葡萄糖 20 g、

马铃薯 200 g、琼脂 20 g,补水至 1 000 mL;V-8 汁培养基,市售 V-8 汁 200 mL、CaCO₃ 3 g、琼脂 20 g,加蒸馏水至 1 000 mL;PCA 培养基,胡萝卜 200 g、马铃薯 200 g、琼脂 18 g,加蒸馏水至 1 000 mL;查彼(Czapek)培养基,K₂HPO₄ 1 g、MgSO₄·7H₂O 0.5 g、KCl 0.5 g、FeSO₄·7H₂O 0.01 g、NaNO₃ 0.5 g、蔗糖 25 g、琼脂 20 g,加蒸馏水至 1 000 mL;酵母膏胨葡萄糖琼脂(YEPD)培养基,酵母膏 10 g、蛋白胨 20 g、葡萄糖 20 g,加蒸馏水至 1 000 mL,pH 值 6.0;合成低营养琼脂(SNA)培养基,KH₂PO₄ 1.0 g、KNO₃ 1.0 g、MgSO₄·7H₂O 0.5 g、KCl 0.5 g、葡萄糖 0.2 g、蔗糖 0.2 g、琼脂 15 g,加蒸馏水至 1 000 mL;燕麦片琼脂(OA)培养基,燕麦片 30 g、琼脂 20 g,加蒸馏水至 1 000 mL。

供试杀菌剂名称及厂家见表 1。试剂均为国产分析纯;CLIMACELL 恒温恒湿培养箱,购自明尼苏达矿务及制造业公司。

表 1 不同杀菌剂供试浓度

供试杀菌剂	生产厂家	供试质量浓度 (μg/mL)
450 g/L 咪鲜胺水乳剂	江苏辉丰农化股份有限公司	0.5、0.25、0.125、0.062 5、0.031 25
250 g/L 丙环唑乳油	先正达(苏州)作物保护有限公司	0.5、0.25、0.125、0.062 5、0.031 25
50% 多菌灵可湿性粉剂	江苏蓝丰生物化工股份有限公司	0.5、0.25、0.125、0.062 5、0.031 25
80% 代森锰锌可湿性粉剂	北京燕华永乐生物科技股份有限公司	100、50、25、12.5、6.25
75% 百菌清可湿性粉剂	世科姆化学贸易(上海)有限公司	150、75、37.5、18.75、9.375
70% 甲基硫菌灵可湿性粉剂	山东海迅生物科技有限公司	0.5、0.25、0.125、0.062 5、0.031 25
25% 三唑酮可湿性粉剂	江苏剑牌农化股份有限公司	4、2、1、0.5、0.25
50% 异菌脲可湿性粉剂	江门市大光明农化新会有限公司	150、75、37.5、18.75、9.375
10% 苯醚甲环唑水分散粒剂	先正达(苏州)作物保护有限公司	0.5、0.25、0.125、0.062 5、0.031 25
250 g/L 啉菌酯悬浮剂	先正达(南通)作物保护有限公司	0.6、0.3、0.15、0.075、0.037 5

1.2 试验方法

1.2.1 辣木果腐病原菌的生物学特性 培养基:病原菌活化 5 d 后从菌落边缘打取菌饼,接种于 V-8 汁、PCA、Czapek、YEPD、SNA、OA、PDA 7 种不同的培养基上,每处理设 3 次重复,28 ℃暗培养,6 d 后用“十”字交叉法测量菌落直径,观察菌落特征。

温度:病原菌活化 5 d 后从菌落边缘打取菌饼,接种于 PDA 培养基上,设置培养箱温度分别为 5、10、15、20、25、28、30、35 ℃,将病原菌置于不同温度培养箱中培养,每处理设 3 次重复,培养 6 d 后用“十”字交叉法测量菌落直径。

pH 值^[19]:用 1 mol/L HCl 和 1 mol/L NaOH 溶液调节 PDA 培养基的 pH 值分别为 3、4、5、6、7、8、9、10、11,制成不同 pH 值的 PDA 平板。用直径为 5 mm 的打孔器,在活化 5 d 后的菌落边缘打取菌饼,接种在不同 pH 值的 PDA 平板上,每处理重复 3 次,28 ℃暗培养,6 d 后用“十”字交叉法测量菌落直径。

碳源:用麦芽糖、葡萄糖、乳糖、果糖、半乳糖、可溶性淀粉、山梨醇、木糖、甘露醇、鼠李糖、甘油 11 种碳源等量代替 Czapek 培养基中的蔗糖,制成不同碳源的培养基。用直径为 5 mm 的打孔器,在活化 5 d 后的菌落边缘打取菌饼,将病原菌接种在不同碳源的 Czapek 平板上,每处理重复 3 次,28 ℃暗培养,6 d 后采用“十”字交叉法测量菌落直径。

氮源:用 L-天冬酰胺、酪氨酸、甘氨酸、牛肉浸膏、尿素、

L-丙氨酸、NaNO₂、NH₄Cl、胱氨酸、色氨酸、胱氨酸、L-精氨酸、酵母浸膏、(NH₄)₂SO₄ 14 种氮源等量代替 Czapek 培养基中的 NaNO₃ 制成不同氮源培养基。用直径为 5 mm 的打孔器,在活化 5 d 后的菌落边缘打取菌饼,将病原菌接种在不同氮源的 Czapek 平板上,每处理重复 3 次,28 ℃培养箱中暗培养,6 d 后用“十”字交叉法测量菌落直径。

光照条件:设置 24 h 黑暗、24 h 光照、12 h 黑暗/12 h 光照 3 种光照条件。用直径为 5 mm 的打孔器,在活化 5 d 后的菌落边缘打取菌饼,将病原菌接种在的 PDA 平板上,置于不同光照条件下 28 ℃培养,每处理重复 3 次,6 d 后用“十”字交叉法测量菌落直径。

致死温度^[20]:在无菌条件下,将病原菌的菌饼分别放入已灭菌的小试管中,加入 2 mL 无菌水,在预设温度为 40、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、60 ℃恒温水浴中处理 10 min,每处理重复 3 次。然后将菌块取出移至 PDA 培养基中 28 ℃条件下培养,6 d 后观察记录菌落的生长情况。

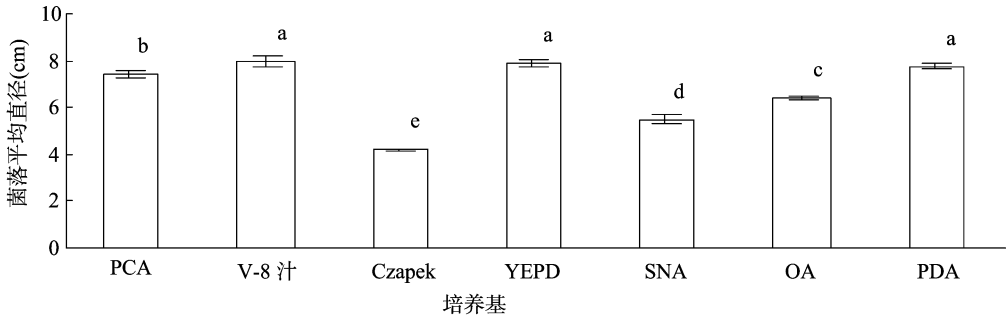
1.2.2 不同杀菌剂对辣木果腐病菌菌丝生长的影响 采用生长速率法测定不同杀菌剂对辣木果腐病菌菌丝生长的影响^[21]。根据预试验的结果,按照系列浓度梯度稀释法,将每种供试药剂制成 5 个质量浓度的含药平板(表 1)。用直径为 5 mm 的打孔器从活化后的菌落边缘打取菌饼,将病原菌接种在含药平板上,以加入灭菌水为对照,每处理设 3 次重复,28 ℃培养 6 d 后观察各处理的生长情况。“十”字交叉法测

量菌落直径,计算生长抑制率。

生长抑制率 = [(对照菌落直径 - 0.5) - (处理菌落直径 - 0.5)] / (对照菌落直径 - 0.5) × 100%。以质量浓度对数为横坐标,生长抑制率率值为纵坐标绘制毒力曲线,计算 EC₅₀、EC₇₅,并比较各药剂的毒力大小。

2 结果与分析

2.1 辣木果腐病菌的生物学特性



不同小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 0.05 水平差异显著。图 4、图 5 同
图1 不同培养基对菌丝生长的影响

2.1.2 温度对病原菌菌丝生长的影响 由图 2 可知,病原菌在 10 ~ 35 ℃ 之间都能生长,适宜温度范围为 28 ~ 30 ℃,最适温度为 30 ℃,培养 6 d 后菌落直径达到 7.09 cm,显著高于其他温度下菌落直径。病原菌菌丝对高温和低温较敏感,超过 30 ℃ 或低于 20 ℃ 菌丝生长受到严重抑制,低于 10 ℃ 菌丝停止生长,说明病原菌在低温环境下传播受限。

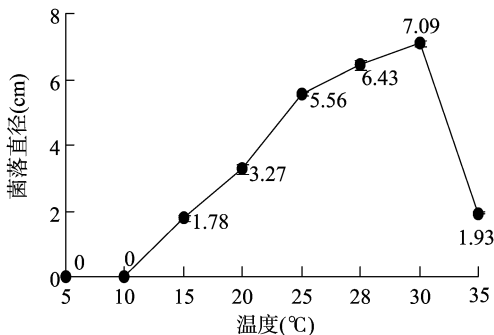


图2 温度对病原菌菌丝生长的影响

2.1.3 pH 值对病原菌菌丝生长的影响 由图 3 可知,病原菌菌丝在 pH 值 3 ~ 11 范围内均能生长,在 pH 值 7 ~ 9 均有较好长势,pH 值为 8 时菌落直径最大,培养 6 d 后菌落直径达到 6.25 cm,pH 值为 3、11 时菌丝生长都明显受阻。病原菌菌丝对酸碱的适宜范围比较广,但更适宜在弱碱性环境下生长,强酸、强碱环境都会明显抑制。

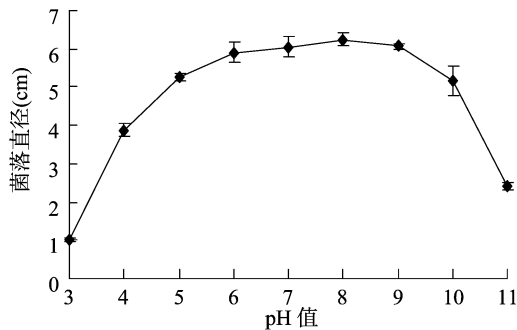


图3 pH 值对病原菌菌丝生长的影响

2.1.4 病原菌菌丝的致死温度 设置 13 个温度对病原菌菌丝进行处理,由表 2 可知,在 40 ~ 49 ℃ 处理下菌丝均能形成新菌落,在 50 ℃ 处理下不能形成新菌落,说明病原菌菌丝的致死温度为 50 ℃ 处理 10 min。

2.1.5 不同碳源对病原菌菌丝生长的影响 由图 4 可知,病原菌对可溶性淀粉利用率较高,菌丝生长较快,培养 6 d 后菌落直径达到 7.08 cm,显著高于其他培养基;其次为山梨醇和果糖,菌落直径分别为 4.90、4.50 cm,但二者之间具有显著差

2.1.1 不同培养基对菌丝生长的影响 由图 1 可知,菌株在供试的 7 种培养基中均能生长,在 V-8 汁、YEPD、PDA 培养基中生长较快,菌落平均直径分别为 7.98、7.88、7.77 cm,且三者间无显著性差异;其次为 PCA 培养基,菌落直径为 7.42 cm;在 Czapek 培养基中生长速度最慢,平均菌落直径为 4.18 cm,显著低于其他培养基。从菌落形态和颜色来看,病菌在其他培养基中气生菌丝生长致密,Czapek 培养基中气生菌丝较稀疏。

表 2 病原菌菌丝的致死温度

温度 (℃)	菌丝生长情况		
	I	II	III
CK	+++	+++	+++
40	+++	+++	+++
45	+++	+++	+++
46	+++	+++	+++
47	++	++	++
48	++	++	++
49	+	+	+
50	-	-	-
51	-	-	-
52	-	-	-
53	-	-	-
54	-	-	-
55	-	-	-
60	-	-	-

注:“+++”表示菌落数量多;“++”表示菌落数量较多;“+”表示菌落数量少;“-”表示无菌落生长。

异;对半乳糖的利用率最差,菌丝长势最慢,菌落直径为 1.23 cm,显著低于其他碳源。

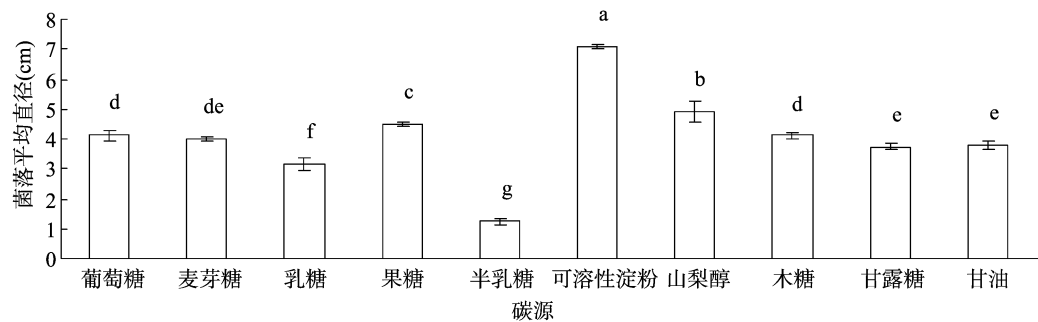


图4 不同碳源对病原菌菌丝生长的影响

2.1.6 不同氮源对病原菌菌丝生长的影响 由图 5 可知,在含酵母浸膏的培养基上病原菌长势最快,对氮源的利用率最高,培养 6 d 后菌落直径达到 7.27 cm,显著高于其他氮源;其次为牛肉浸膏,菌落直径为 6.47 cm。在含 L-天冬酰胺、甘氨酸、NaNO₃、L-丙氨酸、NH₄Cl、色氨酸、尿素、酪氨酸、L-精氨酸、(NH₄)₂SO₄ 的培养基上病原菌长势明显减弱,显著低于酵母浸膏和牛肉浸膏。在酪氨酸培养基上菌丝生长最慢,直径为 3.38 cm。说明病原菌对氮源的利用范围较广,但对有机氮源的利用率更高。

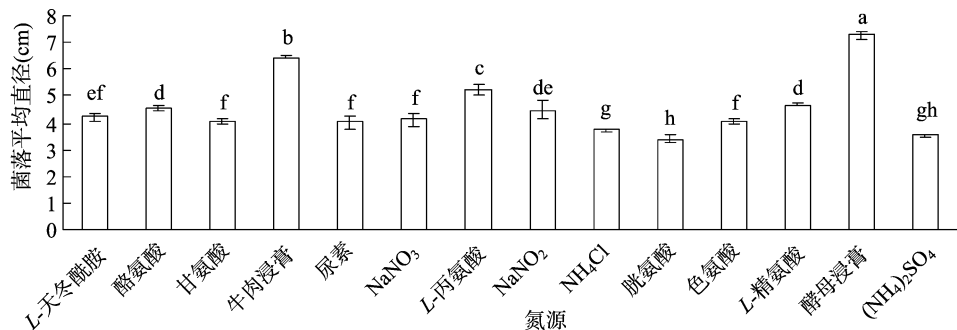


图5 不同氮源对病原菌菌丝生长的影响

2.1.7 不同光照条件对病原菌生长的影响 由表 3 可知,3 种光照条件下病原菌都能正常生长,24 h 黑暗条件下更有利于菌丝生长,显著高于其他光照条件下的菌落直径,说明病原菌对光照较为敏感。

表 3 光照对病原菌菌丝生长的影响

光照条件	菌落平均直径 (mm)
12 h 光照/12 h 黑暗	54.65 ± 0.29b
24 h 黑暗	70.31 ± 1.72a
24 h 光照	61.15 ± 0.29c

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

2.2 供试杀菌剂对病原菌菌丝的生长抑制作用

由表 4 可知,250 g/L 丙环唑乳油、450 g/L 咪鲜胺水乳剂、70% 甲基硫菌灵可湿性粉剂、25% 三唑酮可湿性粉剂、10% 苯醚甲环唑水分散粒剂、250 g/L 啉菌酯悬浮剂、50% 多菌灵可湿性粉剂 7 种药剂对辣木果腐病菌的毒力较强,抑菌效果较好,对辣木果腐病菌的 EC₅₀ 在 0.050 5 ~ 2.462 1 mg/L 之间,其中 450 g/L 咪鲜胺水乳剂和 250 g/L 啉菌酯悬浮剂的 EC₅₀ 分别为 0.050 5、0.063 5 mg/L,均 < 0.1 mg/L,对辣木果腐病菌的抑菌效果最佳;80% 代森锰锌可湿性粉剂、75% 百菌清可湿性粉剂、50% 异菌脉可湿性粉剂的抑菌效果较差,其中 50% 异菌脉可湿性粉剂对辣木果腐病菌的抑菌效果最差,

表 4 10 种杀菌剂对辣木果腐病菌的毒力测定

供试杀菌剂	毒力回归方程	相关系数 (r)	EC ₅₀ (mg/L)	EC ₇₅ (mg/L)
250 g/L 丙环唑乳油	y = 1.417 3x + 6.280 8	0.983 1	0.124 8	0.423 3
450 g/L 咪鲜胺水乳剂	y = 1.300 7x + 6.687 0	0.980 2	0.050 5	0.166 7
80% 代森锰锌可湿性粉剂	y = 2.586 0x + 0.733 6	0.980 3	44.647 8	81.395 0
75% 百菌清可湿性粉剂	y = 0.758 8x + 3.869 5	0.995 8	30.895 8	239.221 4
70% 甲基硫菌灵可湿性粉剂	y = 1.479 5x + 5.241 7	0.959 5	0.686 4	1.961 1
25% 三唑酮可湿性粉剂	y = 1.976 0x + 4.226 7	0.997 9	2.462 1	5.403 8
50% 异菌脉可湿性粉剂	y = 0.393 3x + 4.322 8	0.982 2	52.698 7	2 734.009 3
10% 苯醚甲环唑水分散粒剂	y = 1.539 1x + 5.909 8	0.997 9	0.256 4	0.703 2
250 g/L 啉菌酯悬浮剂	y = 1.096 2x + 6.312 4	0.995 1	0.063 5	0.261 9
50% 多菌灵可湿性粉剂	y = 1.968 2x + 3.373 8	0.983 1	0.200 5	0.441 3

EC₅₀为52.698 7 mg/L。

3 讨论与结论

炭疽菌属真菌分布广泛,寄主范围较广,从单子叶植物到双子叶植物、从裸子植物到被子植物均能危害^[22-23]。该属真菌可为害植物各个部位,引发各种农作物的炭疽病,造成叶斑、叶枯、花腐、果腐和枝枯等症状,影响植物的生长发育,降低作物品质,严重时可能造成落花、落果,甚至植株死亡,导致农作物减产^[24]。果腐病作为辣木上的重要病害,造成辣木籽失收,并严重影响其品质。目前,辣木果腐病菌的生物学特性研究还未见报道。本研究通过单因子变量试验分析不同条件对病原菌菌丝生长的影响,结果表明,病原菌最适温度范围为28~30℃,与火龙果炭疽菌最适温度30℃^[25]、橡胶炭疽病菌最适温度28℃相符^[26],也与辣木生长的适宜温度相符。辣木果腐病菌的pH值适应范围较广,该菌在pH值为3~11环境下均能生长,对碳源和氮源利用范围较广,对营养要求不高,该病菌对环境的适应性较强,有利用病原菌的传播。

10种常用杀菌剂室内毒力测定结果显示,450 g/L咪鲜胺水乳剂和250 g/L啞菌酯悬浮剂对病菌的抑菌效果最好,EC₅₀分别为0.050 5、0.063 5 mg/L,这与枇杷心腐病菌(*C. acutatum*)^[27]、西瓜炭疽病菌(*C. orbiculare*)^[28]等炭疽菌的研究相符,这2种药剂可考虑用于田间防治,生产上未见报道。咪鲜胺为咪唑类杀菌剂,通过抑制甾醇的生物合成,干扰病菌麦角甾醇合成过程中的C₁₄脱甲基反应^[29]。啞菌酯为甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂,通过在细胞色素b和C₁间电子转移抑制线粒体呼吸,具有内吸性^[30]。250 g/L丙环唑乳油、70%甲基硫菌灵可湿性粉剂、10%苯醚甲环唑水分散粒剂、50%多菌灵可湿性粉剂对病原菌也具有较好的抑制效果,其EC₅₀<1 mg/L,可作为防治辣木果腐病的备选药剂,但长期使用单一农药容易产生抗药性。唐爽爽等将不同作用机制的啞菌酯与咪鲜胺按有效成分配比2:1的比例混配,结果发现对抑制西瓜炭疽病菌具有增效作用^[28]。炭疽菌对多种杀菌剂易产生抗药性,在生产中应避免长期使用单一药剂。本研究仅对单一杀菌剂进行了室内毒力测定,下一步将对效果较好的杀菌剂进行不同配比的联合毒力测定及田间药效试验。

参考文献:

- [1]周永萍,吴秀刚,师树新,等.辣木的应用价值及开发前景[J].现代农村科技,2016(23):33.
- [2]张俐,张成,余丽娜.辣木产业发展综述[J].云南林业,2014,35(5):64-65.
- [3]黄丽娜,程世敏,赵增贤,等.我国辣木产业发展的现状与前景[J].贵州农业科学,2016,44(7):104-107.
- [4]黄河清.云南辣木种植占全国“半壁江山”[N].昆明日报,2015-03-22(2).
- [5]康迅,靳鹏飞,冯霞,等.辣木枝枯病原菌鉴定及其生物学特性[J].植物保护学报,2017,44(3):481-487.
- [6]蒋桂芝,杨焱,龙继明,等.西双版纳辣木常见病虫害及其防治[J].热带农业科技,2011,34(3):28-30,34.
- [7]武英,陈振东,罗金水,等.闽南地区辣木主要病、虫害及其防治[J].福建热作科技,2017,42(1):44-46.

- [8]Alaka P, Vinaya G. A new wilt disease of wild *Moringa* (*M. concanensis*) [J]. Journal of Economic and Taxonomic Botany, 1998, 22(2):423-425.
- [9]Resmi D S, Girija V K, Celine V A. Fusarium incited fruit rot of drumstick (*Moringa oleifera* Lamk.) [J]. Journal of Mycology and Plant Pathology, 2005, 35(1):30.
- [10]蔡志英,曾艳华,熊斌,等.辣木果荚腐病原菌分离及鉴定[J].南方农业学报,2016,47(9):1517-1521.
- [11]Kshirsagar C R, D'souza T F. A new disease of drumstick [J]. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 1989, 14(2):241-242.
- [12]蒋桂芝,刘昌芬,苏海鹏.西双版纳辣木果腐病及其病原菌的鉴定[J].植物保护学报,2007,34(5):557-558.
- [13]He Y Y, Chen X Q, Huang M Z, et al. First report of seed pod rot of *Moringa oleifera* caused by *Choanephora cucurbitarum* in China [J]. Plant Disease, 2017, 101(10):1824.
- [14]Cai Z Y, Yang Y, Liu Y X, et al. First report of *Colletotrichum chlorophyti* causing *Moringa oleifera* anthracnose in China [J]. Plant Disease, 2016, 100(10):2164.
- [15]陈怡志,张蕊,杨石有.不同药剂对柑橘炭疽菌的毒力测定及田间防病效果[J].中国植保导刊,2017,37(2):53-57.
- [16]刘洪坤.蓝莓炭疽病的药剂防治试验[J].中国南方果树,2017,46(2):163-165.
- [17]陈娟芳,任佐华,刘翔,等.吡唑醚菌酯和甲基硫菌灵复配对辣椒炭疽病的保护和治疗效果[J].中国蔬菜,2016(11):40-45.
- [18]蔡志英,李加智,王进强,等.橡胶胶胞炭疽菌和尖孢炭疽菌对杀菌剂的敏感性测定[J].云南农业大学学报,2008,23(6):787-790.
- [19]贺春萍,吴海理,李锐,等.橡胶树白根病菌生物学研究[J].热带作物学报,2010,31(11):1981-1985.
- [20]李继平,岑强,李敏权,等.玉米叶点霉叶斑病菌生物学特性[J].植物保护学报,2013,40(4):383-384.
- [21]骆焱平,郑服丛,张宇,等.农药学科群实验指导[M].海口:海南出版社,2008:173.
- [22]兰建强.我国炭疽菌属 *Colletotrichum* 部分种分类及芒果胶胞炭疽菌生物学特性研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [23]喻璋,任国兰,田尧甫,等.几个炭疽菌株的分类鉴定[J].河南农业大学学报,1996(2):149-153.
- [24]向梅梅,张云霞,刘霄.炭疽菌属真菌分类的研究进展[J].仲恺农业工程学院学报,2017,30(1):59-66.
- [25]朱迎迎,李敏,高兆银,等.火龙果炭疽病原菌的鉴定及生物学特性研究[J].南方农业学报,2016,47(1):59-66.
- [26]张春霞,李加智,何明霞,等.两种橡胶炭疽病菌生物学特性的比较[J].西南农业学报,2008,21(3):667-670.
- [27]林雄杰,王贤达,范国成,等.枇杷心腐病原菌鉴定及其防治药剂室内毒力测定[J].植物保护学报,2016,43(5):828-835.
- [28]唐爽爽,刘志恒,余朝阁,等.9种杀菌剂对西瓜炭疽病菌的室内毒力测定及配比试验[J].植物保护,2014,40(6):171-175,180.
- [29]李蓉,蔡春生,卢俊文,等.咪鲜胺及其代谢物残留检测技术研究进展[J].中国卫生检验杂志,2015,25(17):3011-3014.
- [30]刘长令,关爱莹,张明星.广谱高效杀菌剂啞菌酯[J].世界农药,2002,24(1):46-49.