

红叶石楠小孢拟盘多毛孢叶斑病化学防治试验

管 斌¹, 吕兴萍^{2*}, 徐 超³, 张红岩¹

(1. 江苏农林职业技术学院 风景园林系, 江苏 句容 212400; 2. 江苏农林职业技术学院 生物工程系, 江苏 句容 212400;
3. 江苏农林职业技术学院 生物技术研发中心, 江苏 句容 212400)

摘 要:在室内测定了 10 种化学杀菌剂对红叶石楠叶斑病病原菌小孢拟盘多毛孢(*Pestalotiopsis microspora*)的抑菌毒力。结果表明:7 种化学药剂对菌丝生长有抑制作用,其中代森锰锌、嘧菌酯、咪鲜胺效果最佳,其抑菌率分别达 66.77%、65.56%和 71.11%, EC_{50} 值分别为 4.867 7、4.628 3、4.499 7 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$;选用代森锰锌、嘧菌酯、咪鲜胺进行野外防治试验,其防效分别达 58.46%、62.88%和 75.62%,其结果与室内基本一致。室内外试验结果表明代森锰锌、嘧菌酯、咪鲜胺可作为防治该病的药剂,其中咪鲜胺为首选药剂。

关键词:红叶石楠;叶斑病;小孢拟盘多毛孢;化学防治

中图分类号:S763.1

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2013)02-0131-05

Chemical Control Against *Pestalotiopsis microspora* in the Leaves of *Photinia fraseri*

GUAN Bin¹, LV Xing-ping^{2*}, XU Chao³, ZHANG Hong-yan¹

(1. Department of Landscape Architecture, Jiangsu Polytechnic College of Agriculture and Forestry, Jurong, Jiangsu 212400, China;

2. Department of Bioengineering, Jiangsu Polytechnic College of Agriculture and Forestry, Jurong, Jiangsu 212400, China;

3. Center of Biotechnology Research&Development, Jiangsu Polytechnic College of Agriculture and Forestry, Jurong, Jiangsu 212400, China)

Abstract: The indoor toxicities of 10 antifungal agents to *Pestalotiopsis microspora* occurring in the leaves of *Photinia fraseri* were determined. The results showed that 7 fungicides could inhibit the growth of mycelium, among which mancozeb, azoxystrobin and prochloraz were able to achieve the best effects with inhibitory percentages of 66.77%, 65.56%, and 71.11%, respectively; the corresponding EC_{50} values were 4.867 7, 4.628 3, and 4.499 7 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, respectively. Through the field test with mancozeb, azoxystrobin, and prochloraz, the control effects reached 58.46%, 62.88%, and 75.62% respectively, indicating that the field test results were basically identical with the indoor test. All results in field or indoor tests indicated that mancozeb, azoxystrobin and prochloraz could be used as the pesticides, and the prochloraz was the first selection to control the *P. microspora* leaf spot disease.

Key words: *Photinia fraseri*; leaf spot disease; *Pestalotiopsis microspora*; chemical control

红叶石楠(*Photinia fraseri*)属蔷薇科石楠属(*Photinia*)的杂交品种^[1],为常绿阔叶小乔木或多枝丛生灌木,有“红叶苗木之王”、“红叶贵妃”之美誉,在园林中有极高的观赏和应用价值^[2-3]。自 1998 年引入我国后,因其对土壤品质要求低、耐寒性强,可在长江流域、黄河流域以及华东、华中、西南等地区露地栽培^[4]。红叶石楠自引进我国以来已成

为江苏省“农业三项工程”重点推广的彩叶苗木,镇江市彩叶苗木繁育中心主要研究、繁育、推广的彩叶苗木之一。目前,围绕红叶石楠的扦插、组培快繁育苗木技术、容器育苗技术开展了大量的研究,但在红叶石楠病害方面仅有范文峰^[5]、李小一^[6]等人对红叶石楠灰霉病、炭疽病、轮纹病等几种病害作了零星报道。笔者在为期 2 a 的调查过程中发现一种红叶石

收稿日期:2012-08-04 修回日期:2012-11-05

基金项目:江苏农林职业技术学院科技项目(2011KJ05)。

作者简介:管斌,男,硕士,讲师,主要研究方向:森林保护。E-mail:gb780628@126.com

* 通信作者:吕兴萍,女,硕士,讲师,主要研究方向:药物化学。

楠叶斑病在镇江地区危害严重,经过形态学和分子学鉴定,确定其病原为小孢拟盘多毛孢(*Pestalotiopsis microspora*)^[7]。通过进行室内化学药剂筛选、室外化学防治效果验证,以期筛选出能够有效抑制小孢拟盘多毛孢引起的红叶石楠叶斑病的杀菌剂,进而有效防控该病害。

1 材料与方法

1.1 供试菌种

保存于江苏农林职业技术学院生物技术研发中

心的红叶石楠叶斑病病原菌小孢拟盘多毛孢(*P. microspora*)^[7]。

1.2 供试病原菌的培养

于培养好的病原菌菌落边缘打取直径为 0.5 cm 的菌饼,接种到 PDA 固体培养基中央(26℃,黑暗条件)培养 7 d 备用。

PDA 固体培养基:马铃薯 200 g,蔗糖 18 g,琼脂 18 g,水 1 000 mL^[8]。

1.3 室内化学药剂的筛选

1.3.1 供试药剂 供试药剂有 10 种,具体见表 1。

表 1 供试药剂
Table 1 Chemicals in test

药剂	剂型	生产厂家
80%多菌灵(Carbendazim)	可湿性粉剂	浙江一帆化工有限公司
75%百菌清(Chlorothalonil)	可湿性粉剂	苏州先正达作物保护有限公司
70%甲基托布津(Thiophanate-Methy)	可湿性粉剂	浙江威尔达化工有限公司
80%代森锰锌(Mancozeb)	可湿性粉剂	南通得斯益农化工有限公司
50%肿·锌·福美双(Tuzet)	可湿性粉剂	天津市兴果农药厂
57.6%冠菌清(copper hydroxide)	干粒剂	澳大利亚新农有限公司
250 g/L 嘧菌酯(Azoxystrobin)	悬浮剂	苏州先正达作物保护有限公司
50%农利灵(Ronilian)	水分散粒剂	德国巴斯夫股份有限公司
10%苯醚甲环唑(Difenoconazole)	水分散粒剂	绩溪农华生物科技有限公司
25%咪鲜胺(Prochloraz)	乳油	江苏辉丰农化股份有限公司

1.3.2 菌丝对药剂的敏感性测定 采用含药平板法^[9]。

第 1 步:将以上 10 种药剂分别配成含有效成分 1.25、2.50、5.00、10.00、20.00、40.00 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 6 种质量浓度(将 1 g 药剂放入 99 mL 无菌水中,配成药剂 a。取 1 mL 药剂 a 加到 99 mL 无菌水中,配成浓度 100 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的药剂 b。取 1.25、2.50、5.00、10.00、20.00、40.00 mL 的药剂 b 加到 98.75、97.50、95.00、90.00、80.00、60.00 mL 无菌水中,配成质量浓度为 1.25、2.50、5.00、10.00、20.00、40.00 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的药剂)。

第 2 步:待药剂冷却后,在无菌操作台中,分别吸取 10 mL 配好的药剂滴入 100 mL 已灭菌并降温至 60℃左右的 PDA 培养基中,充分振荡摇匀,倒入培养皿中。每皿倒入 20 mL 左右。以加入等量的无菌水的 PDA 培养基中倒平板作为空白对照。

第 3 步:待平板冷却过夜后,于培养好的病原菌菌落边缘打取直径为 0.5 cm 的菌饼,接种含药平板中央,每皿放 1 块菌饼,每个药剂每种浓度设 3 个重复。置 25℃恒温培养箱中培养 7 d 后采用十字交叉法测量菌落直径,计算抑制率^[10-11]。

抑制率=(对照菌落直径-处理菌落直径)/对

照菌落直径 $\times 100\%$

将对菌丝的抑制率换算成机率值,以各处理的杀菌剂的浓度对数值为自变量(X),以相应处理对病原菌菌丝机率值为应变变量(Y),应用统计回归方法,拟合出浓度对数-抑制百分率机率值毒力曲线。并且令抑制率为 50%时的机率值代入毒力方程求出 X,再转化成抑菌中浓度 EC_{50} , EC_{50} 越小,说明该药剂对病菌菌丝的抑制作用越好,最后以 EC_{50} 值来衡量杀菌剂对病原菌菌丝毒力的大小^[12-14]。

1.4 室外防治试验

在室内药剂筛选的基础上,选用药效较好的化学药剂进行室外化学防治试验。

1.4.1 供试药剂浓度 每种药剂设 4 个浓度,分别为 500 倍、1 000 倍、1 500 倍、2 000 倍。另取清水作为对照。

表 2 红叶石楠叶斑病病害分级标准
Table 2 Grading standards of leaf spot disease of *P. fraseri*

病级	代表值	分级标准
I	0	病斑直径 0 mm
II	1	病斑直径 0~1 mm
III	2	病斑直径 1~5 mm
IV	3	病斑直径 6~10 mm
V	4	病斑直径 10 mm 以上

1.4.2 施药方法 对红叶石楠叶片进行正反两面喷雾,着药均匀。

1.4.3 防治效果测定 在江苏农林职业技术学院陈武彩叶苗木基地选择 3~4 年生发病红叶石楠苗圃,每块试验地面积约为 20 m²。使用所选药剂并设清水对照,每个处理 3 个重复。按照表 2 的分级标准,分别统计施药前和施药后感病率和感病指数^[15-16]。

防治效果=(△对照感病指数-△处理感病指数)/△对照感病指数×100%

感病指数=Σ(各级病叶数×代表值)/(总株数×最高一级代表值)×100

对照感病指数 = 对照前后感病指数的差值
处理感病指数 = 处理后感病指数-处理前感病指数

2 结果与分析

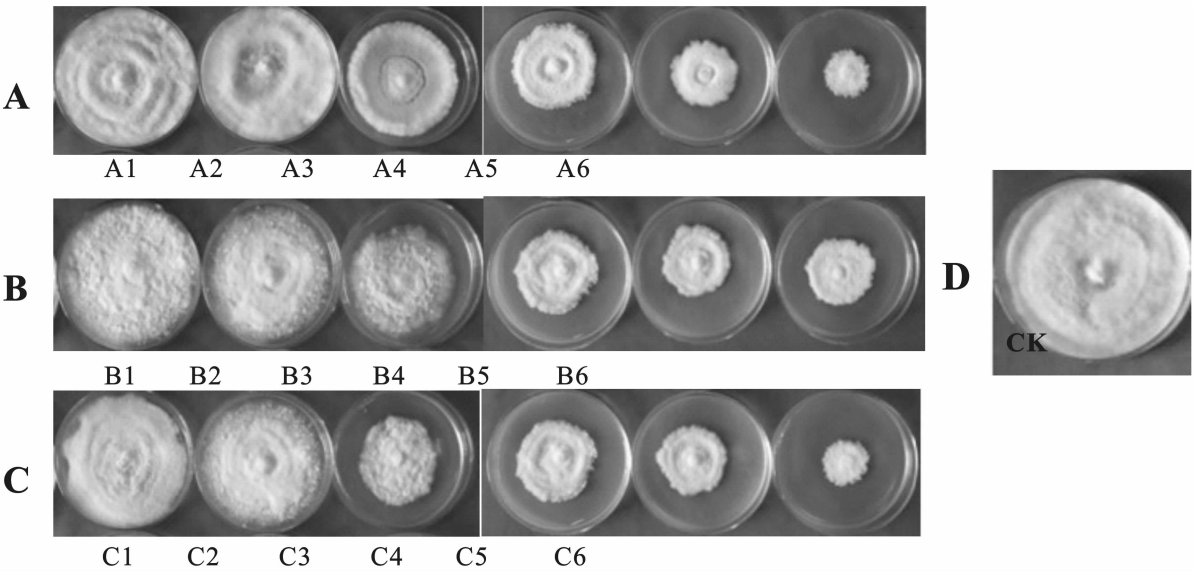
2.1 供试药剂对菌丝的抑制结果

将病原菌接种在含各化学杀菌剂的平板后,在 26℃的条件下培养 7 d,统计菌丝生长情况。由表 3 可知,在供试浓度范围内,不同的供试药剂对抑制菌丝生长方面的作用效果差异显著,除 80%多菌灵和 75%百菌清外,在药剂质量浓度 0.125~4.000 μg·mL⁻¹区间内,菌落大小均随药剂浓度的增大逐渐变小;10 种药剂在最大供试质量浓度 4.000 μg·mL⁻¹下,抑制率>65%的药剂有 3 种,分别为 80%代森锰锌可湿性粉剂、250 g·L⁻¹嘧菌酯悬浮剂、25%咪鲜胺乳油(图 1);50%肿·锌·福美双可湿性粉剂、57.6%冠菌清干粒剂、50%农利灵水分散粒剂、10%苯醚甲环唑水分散粒剂虽有效果,但抑制率相对较低,分别为 34.44%、12.22%,48.89%,40.00%;而 80%多菌灵可湿性粉剂、75%百菌清可湿性粉剂、70%甲基托布津可湿性粉剂 3 种杀菌剂则无明显抑制作用,尤其是 80%多菌灵可湿性粉剂和 75%百菌清可湿性粉剂未见抑菌效果。

针对 3 种效果较好的化学药剂,根据测定出的菌落直径,以杀菌剂有效含量(μg·mL⁻¹)的对数值(X)为自变量,以抑制率的机率值(Y)为因变量,求出毒力回归方程及抑菌中浓度的 EC₅₀值(表 3)。结果表明,在供试药剂中,咪鲜胺对红叶石楠叶斑病病原菌的 EC₅₀值最低,为 4.499 7 μg·mL⁻¹,抑制效果最好。嘧菌酯和代森锰锌抑制效果次之,分别为 4.628 3 μg·mL⁻¹和 4.8677 μg·mL⁻¹。

表 3 10 种杀菌剂对红叶石楠叶斑病病原菌菌丝的抑制率
Table 3 Inhibition percentages of 10 fungicides on pathogen mycelia of leaf disease of *P. fraseri*

药剂名称	浓度 /(μg·mL ⁻¹)	菌落直径 /cm	抑制率 /%
80%多菌灵	0.125	9.00±0.00a	0.00±0.00a
	0.250	9.00±0.00a	0.00±0.00a
	0.500	9.00±0.00a	0.00±0.00a
	1.000	9.00±0.00a	0.00±0.00a
	2.000	9.00±0.00a	0.00±0.00a
	4.000	9.00±0.00a	0.00±0.00a
75%百菌清	0.125	9.00±0.00a	0.00±0.00a
	0.250	9.00±0.00a	0.00±0.00a
	0.500	9.00±0.00a	0.00±0.00a
	1.000	9.00±0.00a	0.00±0.00a
	2.000	9.00±0.00a	0.00±0.00a
	4.000	9.00±0.00a	0.00±0.00a
70%甲基托布津	0.125	9.00±0.00b	0.00±0.00b
	0.250	9.00±0.00b	0.00±0.00b
	0.500	9.00±0.00b	0.00±0.00b
	1.000	9.00±0.00b	0.00±0.00b
	2.000	9.00±0.00b	0.00±0.00b
	4.000	8.81±0.26a	2.11±0.07a
80%代森锰锌	0.125	8.92±0.43cd	1.11±0.04a
	0.250	8.83±0.62c	2.22±0.08ab
	0.500	8.21±0.23c	8.89±0.42c
	1.000	5.46±0.19b	40.02±1.33d
	2.000	3.82±0.22ab	57.85±1.89e
	4.000	3.01±0.17a	66.77±2.45f
50%肿·锌·福美双	0.125	9.21±0.53c	0.00±0.00a
	0.250	8.82±0.36bc	2.22±0.24b
	0.500	8.62±0.21bc	4.44±0.21b
	1.000	8.33±0.48b	7.78±0.57b
	2.000	8.10±0.72b	11.11±0.84b
	4.000	5.92±0.33a	34.44±1.65c
57.6%冠菌清	0.125	9.00±0.00b	0.00±0.00a
	0.250	8.82±0.67b	2.22±0.14b
	0.500	8.71±0.88b	3.33±0.68b
	1.000	8.63±0.46b	4.44±0.64b
	2.000	8.25±0.85ab	8.89±0.85c
	4.000	7.96±0.52a	12.22±0.12d
250 g/L 嘧菌酯	0.125	8.72±0.42d	3.33±0.65a
	0.250	8.03±0.62cd	11.11±0.76b
	0.500	7.15±0.53c	21.11±1.44c
	1.000	4.57±0.23b	50.21±4.31d
	2.000	3.91±0.00ab	56.67±3.46de
	4.000	3.11±0.43a	65.56±3.87e
50%农利灵	0.125	9.08±0.45bc	0.00±0.00a
	0.250	9.11±0.77bc	0.00±0.00a
	0.500	9.13±0.84c	0.00±0.00a
	1.000	8.82±0.48b	2.22±0.13b
	2.000	8.43±0.75b	6.67±0.31c
	4.000	4.61±0.31a	48.89±3.32d
10%苯醚甲环唑	0.125	8.74±0.29c	3.33±0.12a
	0.250	8.38±0.43c	7.78±0.94ab
	0.500	8.19±0.34bc	10.00±0.86b
	1.000	7.56±0.81b	16.67±0.65bc
	2.000	6.64±0.58ab	26.67±0.72c
	4.000	5.48±0.36a	40.00±2.13d
25%咪鲜胺	0.125	8.73±0.73d	3.33±0.29a
	0.250	8.46±0.85d	6.67±0.75ab
	0.500	6.42±0.46c	28.89±0.73b
	1.000	4.85±0.17bc	46.67±1.21c
	2.000	3.91±0.13b	56.67±1.08cd
	4.000	2.66±0.09a	71.11±2.76e
对照:清水	— — — —	9	0



A 代森锰锌 B 啞菌酯 C 咪鲜胺 D 对照
注:A1,B1,C1 为 $0.125\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$;A2,B2 ,C2 为 $0.250\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$;A3,B3,C3 为 $0.500\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$;
A4,B4,C4 为 $1.000\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$;A5,B5,C5 为 $2.000\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$;A6,B6,C6 为 $4.000\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。

图 1 不同杀菌剂对红叶石楠叶斑病原菌丝生长的抑制情况

Fig. 1 Growth inhibition of different fungicides on pathogenic mycelia of leaf spot disease of *P. fraseri*

表 4 有效杀菌剂对红叶石楠叶斑病原菌生长的
毒力回归方程及 EC_{50}

Table 4 Regression equations and EC_{50} values of the growth
of pathogen mycelia of leaf disease on *P. fraseri* by effective fungicides

药剂名称	毒力回归方程	相关系数 R	EC_{50}
啞菌酯	$y=13.621x-13.042$	0.956 5	4.628 3
代森锰锌	$y=15.023 x-23.127$	0.925 6	4.867 7
咪鲜胺	$y=14.477x-15.111$	0.977 8	4.499 7

2.2 室外化防治结果

根据室内防治结果,选取药效较好的 80%代森
锰锌可湿性粉剂、 $250\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 啞菌酯悬浮剂和 25%

咪鲜胺乳油对红叶石楠叶片进行反正两面喷雾,着
药均匀,15 d 后对试验结果进行统计,结果见表 5。
从药效上看,随着稀释倍数的增加,防效逐步减退;
同一稀释倍数下,25%咪鲜胺乳油 $>250\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 啞
菌酯悬浮剂 $>80\%$ 代森锰锌可湿性粉剂,与室内药
剂筛选结果一致。25%咪鲜胺乳油、 $250\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 啞
菌酯悬浮剂在浓度 500 倍时,其防效较好,均高于
60%,与该药剂其他浓度防效差异显著,其中,25%
咪鲜胺乳油防效最好,防治效果达到 75.62%;80%
代森锰锌可湿性粉剂效果相对较差,500 倍时,防效
为 58.46%。

表 5 红叶石楠叶斑病野外化学防治效果比较
Table 5 Comparison of field experiment of leaf disease of *P. fraseri*

药剂 名称	稀释 浓度/倍	感病率/%	防治前 病情指数	防治后 病情指数	平均防效 /%	安全性
$250\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 啞菌酯	500	$74.38\pm1.24\text{b}$	$59.05\pm1.24\text{b}$	$21.92\pm0.78\text{a}$	$62.88\pm2.34\text{d}$	无药害
	1 000	$63.25\pm0.98\text{a}$	$49.68\pm1.02\text{a}$	$28.26\pm0.63\text{a}$	$43.12\pm1.23\text{c}$	无药害
	1 500	$73.53\pm1.87\text{b}$	$52.38\pm1.54\text{ab}$	$50.07\pm1.32\text{b}$	$4.41\pm0.21\text{b}$	无药害
	2 000	$63.87\pm1.54\text{a}$	$49.52\pm1.87\text{a}$	$48.65\pm1.04\text{b}$	$1.76\pm0.19\text{a}$	无药害
80%代森锰锌	500	$65.62\pm1.68\text{a}$	$46.37\pm0.87\text{a}$	$19.26\pm0.61\text{a}$	$58.46\pm1.65\text{c}$	无药害
	1 000	$68.75\pm1.87\text{a}$	$47.25\pm1.02\text{a}$	$37.69\pm0.53\text{b}$	$20.23\pm0.97\text{b}$	无药害
	1 500	$78.93\pm2.53\text{b}$	$59.25\pm1.31\text{b}$	$57.06\pm0.87\text{c}$	$3.70\pm0.42\text{a}$	无药害
	2 000	$71.56\pm1.35\text{ab}$	$58.65\pm1.54\text{b}$	$57.19\pm1.29\text{c}$	$2.49\pm0.21\text{a}$	无药害
25%咪鲜胺	500	$69.52\pm1.06\text{a}$	$50.32\pm0.51\text{ab}$	$12.27\pm3.65\text{a}$	$75.62\pm2.58\text{c}$	无药害
	1 000	$68.75\pm0.87\text{a}$	$49.29\pm0.99\text{a}$	$20.96\pm0.68\text{b}$	$57.48\pm1.68\text{b}$	无药害
	1 500	$73.91\pm2.51\text{b}$	$57.36\pm1.13\text{b}$	$48.68\pm0.57\text{b}$	$15.13\pm1.05\text{a}$	无药害
	2 000	$65.83\pm1.34\text{a}$	$45.27\pm1.86\text{a}$	$40.39\pm1.17\text{b}$	$10.78\pm0.84\text{a}$	无药害
对照	清水	$69.59\pm1.27\text{a}$	$48.69\pm0.32\text{a}$	$89.27\pm1.21\text{a}$	——	——

3 结论与讨论

目前,有关红叶石楠叶斑病的研究较少,鲜见病害化学防治的深入探讨。本试验通过不同杀菌剂对红叶石楠叶斑病病原菌小孢拟盘多毛孢菌丝生长抑制的测定和野外防治试验,筛选出了能够有效防治小孢拟盘多毛孢红叶石楠叶斑病的杀菌剂。

1)室内试验表明,10 种供试药剂对菌丝生长的抑制作用有着较大差异,其中 25%咪鲜胺乳油、250 g·L⁻¹ 嘧菌酯悬浮剂和 80%代森锰锌可湿性粉剂抑制率均大于 65%,其 EC₅₀ 分别为 4.499 7、4.628 3 μg·mL⁻¹ 和 4.867 7 μg·mL⁻¹;50% 肟· 锌· 福美双可湿性粉剂、57.6%冠菌清干粒剂、50%农利灵水分散粒剂、10%苯醚甲环唑水分散粒剂有一定效果;80%多菌灵可湿性粉剂、75%百菌清可湿性粉剂、70%甲基托布津可湿性粉剂无抑制作用。

2)选取 80%代森锰锌可湿性粉剂、250 g·L⁻¹ 嘧菌酯悬浮剂和 25%咪鲜胺乳油等 3 种室内抑菌效果较好的杀菌剂进行野外防治试验,其防效与室内结果基本一致;稀释倍数为 500 倍时,25%咪鲜胺乳油防效最好,250 g·L⁻¹ 嘧菌酯悬浮剂和 80%代森锰锌可湿性粉剂分别次之。结合室内试验结果,试验认为 25%咪鲜胺乳油为最佳防治药剂。

为科学有效指导生产实践,保证药剂防效,本试验在室内最佳防效药剂筛选的基础上,结合室外复杂环境,适当加大药剂浓度,经过梯度试验,准确筛选出了最佳防治药剂及浓度,缩短了筛选历程;另外,本研究所探究的 10 种化学杀菌剂均是市场上价格低廉的常用药剂,试验成本较低,这为今后寻找稳定、持久、安全而又经济实用的杀菌剂奠定了基础。

但是化学污染带来的污染不可忽视,红叶石楠叶斑病的发生与栽培措施是有密切关系的,在背阴、种植密度较大的地方往往发生较严重。因此,为减少化学药剂对环境的污染,在日常管理中还应合理密植,及时清理病叶病枝,减少病原基数,以降低来年的发病率。

参考文献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第 50 卷第一分册)[M]. 北京:科学出版社,1998.

[2] 杜建会,魏兴琰. 园林红叶植物新贵—红叶石楠[J]. 安徽农业

科学,2009,37(11):5263-5265.

DU J H,WEI X H. A new kind of red-leaf garden plant—*Photinia fraseri* [J]. Journal of Anhui Agri. Sci. ,2009,37(11):5263-5265.

[3] 吴丽君. 红叶石楠推广应用现状及前景分析[J]. 福建林业科技,2009,36(2):146-148.

WU L J. Current situation and prospect analysis of popularization and application of *Photinia fraseri* [J]. Journal of Fujian Forestry Sci. and Tech. ,2009,36(2):146-148.

[4] 赵文莹. 红叶石楠发展前景广阔[J]. 农业知识,2005(6):43.

[5] 范文峰,俞彩珠,许绍远. 红叶石楠病虫害防治[J]. 中国花卉园艺,2010(14):42-43.

[6] 李小一,罗经仁,张振臣,等. 红叶石楠上主要病虫害及其综合治理研究总结[J]. 科技信息,2008(6):14-16.

[7] 管斌. 镇江地区红叶石楠叶部病害调查及防治技术研究[D]. 南京:南京林业大学,2012.

[8] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1998:41-50.

[9] FORBES G A. Laboratory manual for *Phytophthora infestans* work at CIP-Quito[J]. CIP,2001:1-40.

[10] 周春来,吴小芹,叶利芹,等. 南京地区刚竹秆褐腐病化学防治初报[J]. 林业科技开发,2010,24(3):122-123.

ZHOU C L,WU X Q,YE L Q,et al. Chemical control on bamboo culm brown rot in Nanjing [J]. China Forestry Science and Technology,2010,24(3):122-123.

[11] 孙辉. 鹅掌楸黑斑病的研究[D]. 南京:南京林业大学,2012.

[12] 陈年春. 农药生物测定技术[M]. 北京:北京农业大学出版社,1990:149-162.

[13] 陈军,高国平,张伟,等. 6 种杀菌剂及其混配剂对香栓孔菌的室内毒力测定[J]. 西北林学院学报,2012,27(1):129-131.

CHEN J,GAO G P,ZHANG W,et al. Toxicity test of six fungicides and their mixtures to *Trametes suaveolens* in laboratory[J]. Journal of Northwest Forestry University,2012,27(1):129-131. (in Chinese)

[14] 岳朝阳,张新平,焦淑萍. 7 种杀菌剂对窄截盘多毛孢的毒力测定[J]. 西北林学院学报,1995,10(3):31-34.

YUE C Y,ZHANG X P,JIAO S P. Toxicity of test seven fungicides on the control of *Truncatella angustata* [J]. Journal of Northwest Forestry University,1995,10(3):31-34. (in Chinese)

[15] 袁瑞玲,郎南军,陈鹏,等. 麻枫树叶斑病病原菌初步鉴定及药剂防治试验[J]. 西北林学院学报,2010,25(6):119-121.

YUAN R L,LANG N J,CHEN P,et al. Preliminary identification and chemical control of leaf spot in *Jatropha curcas* [J]. Journal of Northwest Forestry University,2010,25(6):119-121. (in Chinese)

[16] 吴泽民,李宏开,束庆龙,等. 现代林业研究方法[M]. 北京:中国林业出版社,1999:168-173.