DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2023.01.004

# 不同杀菌剂对桂花灰斑病病原菌的室内毒力评价

刘露[1]，　刘铭[2]，　杨露[2]

1. 重庆三峡职业学院，重庆 万州 404155；
2. 重庆三峡学院，重庆 万州 404020

**摘　要**：为筛选有效防治桂花灰斑病的高效低毒的杀菌剂，为该病的防控提供研究基础，本研究采用菌丝生长速率法分别测定 6 种化学农药和 5 种生物农药对桂花灰斑病病原菌的室内毒力. 结果表明，11 种药剂对桂花灰斑病病原菌生长的抑制率明显不同，但化学农药抑菌效果普遍比生物农药好. 其中，在化学农药中，10%苯醚甲环唑和 500 g/L 异菌脲悬浮剂抑菌效果表现最好，$EC_{50}$值分别为 0.33 μg/mL 和 0.52 μg/mL；50%氯溴异氰尿酸素抑菌效果最差，$EC_{50}$仅为 117.54 μg/mL. 在生物农药中，3%四霉素的抑菌效果较好，$EC_{50}$值为 40.83 μg/mL；其次是 100 亿芽孢/克枯草芽孢杆菌，$EC_{50}$值为 63.73 μg/mL；抑菌效果最差的是 3%中生菌素，$EC_{50}$为 1 341.60 μg/mL. 在农业生产中，化学农药可选用 10%苯醚甲环唑、500 g/L 异菌脲悬浮剂、430 g/L 戊唑醇、300 g/L 苯甲·丙环唑进行防治，能达到快速有效的防治效果；生物农药则可选用 3%四霉素、100 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌来进行防治.

**关　键　词**：桂花；灰斑病；杀菌剂；室内毒力测定
**中图分类号**：S432.4　　**文献标志码**：A
**文 章 编 号**：2097-1354(2023)01-0025-09
开放科学(资源服务)标识码(OSID):

# Toxicity Evaluation of Different Fungicides to the Pathogen of Osmanthus Gray Spot

LIU Lu[1]，　LIU Ming[2]，　YANG Lu[2]

*1. Chongqing Three Gorges Vocational College，Wanzhou Chongqing 404155，China；*
*2. Chongqing Three Gorges University，Wanzhou Chongqing 404020，China*

收稿日期：2022-12-18
基金项目：重庆市教委科学技术研究项目(KJQN202003506)；重庆市科学技术局面上项目(cstc2020jscx-msxmX0037)；重庆市教委科学技术研究项目(KJQN201903502).
作者简介：刘露，讲师，主要从事植物病害的鉴定及绿色防控方面的研究.

**Abstract**: To screen effective and low-toxic fungicides for the prevention and control of gray spot disease of Osmanthus fragrans, and provide research basis for the prevention and control of the disease, the indoor toxicity of 6 chemical pesticides and 5 biological pesticides to the pathogen of *Pestalotiopsis scirrofaciens* was determined by the mycelial growth rate method. The results showed thatthe inhibitory rates of 11 kinds of pesticides on the growth of the pathogen of *Pestalotiopsis scirrofaciens* quite different, but the inhibitory effects of chemical pesticides were generally better than the biological pesticides. Among the chemical pesticides, 10% difenoconazole and 500 g/L Isocarburon suspension had the best bacteriostatic effect, with $EC_{50}$ values of 0.33 μg/mL and 0.52 μg/mL, respectively. The bacteriostatic effect of 50% Chlorobromoisocyanuratewas the worst, $EC_{50}$ was only 117.54 μg/mL. Among biopesticides, 3% tetracycline had a good bacteriostatic effect, with an $EC_{50}$ value of 40.83 μg/mL. The second was 10 billion spores/gram of Bacillus subtilis, with an $EC_{50}$ value of 63.73 μg/mL. The worst bacteriostatic effect was 3% Mesobiotin, the $EC_{50}$ was 1,341.60 μg/mL. In agricultural production, 10% difenoconazole, 500 g/L Isocarburon suspension agent, 430 g/L tebuconazole and 300 g/L Benzofeniconazole can be chosen as chemical pesticides to achieve rapid and effective control effect. Biological pesticides control can use 3% tetracycline and 10 billion spores/gram of Bacillus subtilis.

**Key words**: *Osmanthus*; gray spot disease; fungicides; indoor toxicity determination

桂花(*Osmanthus fragrans* Lour)是木犀科木犀属常绿植物，为我国十大传统名花之一，树形优美，适应性强，既是优良的园林绿化树种，又是著名的香料植物，在药材、食品工业等方面也有很大的开发利用潜力，可实现良好的生态效益、社会效益和经济效益[1]. 随着种植规模的不断扩大，桂花病虫害的发生也日趋严重. 杨玉婷等[2]对目前报道的桂花病虫害进行了总结，其中病害 24 种，主要包括炭疽病、叶枯病、叶斑病、灰霉病、白粉病等，引起的病原多达 43 种. 近年来，在重庆市万州区发现桂花上发生了一种较为严重的病害，病原菌侵染后，主要出现为叶斑、腐烂和溃疡等症状，病斑灰白色，近椭圆形[3]，对桂花的生长发育和园林观赏价值造成了较大影响. 经鉴定及资料比对，该病害为拟盘多毛孢引起的灰斑病. 桂花灰斑病病原菌(*Pestalotiopsis scirrofaciens*)的分生孢子呈长卵形至纺锤形，略弯曲，5 个细胞，两端细胞无色，中央 3 细胞有色，分隔处不缢缩或略缢缩，末端细胞渐尖[4]. 该病原菌在 PDA 培养基中生长良好，菌丝最适生长温度为 25 ℃，其菌丝在 pH 值 3～10 范围内生长良好，且较喜好酸性环境，pH 值为 5 时最佳[5].

拟盘多毛孢属寄主范围较广，危害严重，对于该属病原菌的防治多数采用化学防治. 由于一些化学药剂能够快速抑制或直接杀死病原菌，因此被广泛运用于生产实践当中[6]. 张晓勇等[7]通过 6 种杀菌剂对山茶灰斑病病原菌室内毒力测定，结果表明，多菌灵和甲基硫菌灵这 2 种苯并咪唑类杀菌剂对拟盘多毛孢菌有显著的抑制效果. 任海英等[8]通过药剂筛选后发现，吡唑醚菌酯、苯醚甲环唑、咪鲜胺、丙环唑和异菌脲均能抑制菌丝生长. 但是，由于长时间使用单一的化学药剂，也产生了病菌抗药性、环境污染和生态平衡破坏等问题[9]. 生物农药毒性较小，是一种环境友好型且可以有效防治病害的农药，能迅速分解成小的残留物，对地下水和地表水几乎不会产生负面影响[10-11]. 近年来，不少学者对生物农药在病害方面的防治进行了系统性研究，杨帅等[12]研究了春雷霉素、多抗霉素、香菇多糖、氨基寡糖素、枯草芽孢杆菌等 5 种生物农药对芦笋茎枯病致病菌的抑菌活性；黄大野等[13]发现诺沃霉素 A 对茶轮斑病致病菌拟盘多毛孢有强烈抑制作用，其研究表明诺沃霉素 A 有望成为防治茶轮斑病的一种新型生物药剂. 但是，目前还没有学者对生物农药在桂花灰斑病上的防治进行研究. 本研究开展了 11 种杀

菌剂对桂花灰斑病病原菌的毒力测定，其中包括 6 种化学农药和 5 种生物农药，以期找到可以替代化学药剂的生物农药，为生物农药用于桂花灰斑病的绿色防控提供技术支撑，为生产实践提供理论依据.

## 1　材料与方法

### 1.1　供试菌株

桂花灰斑病病菌分离于重庆市万州区灰斑病发病桂花树.

### 1.2　供试培养基

PDA 培养基配方为马铃薯 200 g、葡萄糖 20 g、琼脂粉 20 g 和蒸馏水 1 000 mL.

### 1.3　供试药剂

本试验选用 6 种化学农药和 5 种生物农药共 11 种药剂进行室内毒力测定，具体药剂、剂型、厂家信息见表 1 和表 3，各化学药剂和生物药剂含毒培养基质量浓度分别见表 2 和表 4.

**表 1　化学药剂种类**

| 序号 | 药剂名称 | 剂型 | 生产厂家 |
|---|---|---|---|
| 1 | 10%苯醚甲环唑 | 水分散粒剂 | 先正达南通作物保护有限公司 |
| 2 | 500 g/L 异菌脲悬浮剂 | 悬浮剂 | 苏州富美实植物保护剂有限公司 |
| 3 | 50%氯溴异氰尿酸 | 可溶粉剂 | 南京南农农药科技发展有限公司 |
| 4 | 430 g/L 戊唑醇 | 悬浮剂 | 青岛瀚生生物科技有限公司 |
| 5 | 25%三唑酮 | 可湿性粉剂 | 美国赛默技术公司 |
| 6 | 300 g/L 苯甲·丙环唑 | 乳油 | 陕西标正作物科学有限公司 |

**表 2　各化学药剂含毒培养基质量浓度**　　μg/mL

| 供试药剂 | 含毒介质质量浓度 |
|---|---|
| 10%苯醚甲环唑 | 3.125，6.25，12.5，25，50 |
| 500 g/L 异菌脲悬浮剂 | 18.75，37.5，75，150，300 |
| 50%氯溴异氰尿酸 | 18.75，37.5，75，150，300 |
| 430 g/L 戊唑醇 | 18.75，37.5，75，150，300 |
| 25%三唑酮 | 18.75，37.5，75，150，300 |
| 300 g/L 苯甲·丙环唑 | 18.75，37.5，75，150，300 |

**表 3　生物药剂种类**

| 序号 | 药剂名称 | 剂型 | 生产厂家 |
|---|---|---|---|
| 1 | 3%四霉素 | 水剂 | 辽宁微科生物工程股份有限公司 |
| 2 | 6%春雷霉素 | 水剂 | 北京三浦百草绿色植物制剂有限公司 |
| 3 | 100 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌 | 可湿性粉剂 | 德强生物股份有限公司 |
| 4 | 3%中生菌素 | 可湿性粉剂 | 福建凯立生物制品有限公司 |
| 5 | 28%井冈霉素 | 可溶粉剂 | 浙江钱江生物化学股份技术公司 |

### 1.4　病原菌的形态观察

将保藏的病原菌接种至 PDA 培养基上并放置于 28 ℃恒温培养箱培养，培养过程中观察菌落的培养性状和菌落形态，待其产孢后挑取子实体在显微镜下观察菌株的分生孢子.

表 4 各生物药剂含毒培养基质量浓度 μg/mL

| 供试药剂 | 含毒介质质量浓度 |
|---|---|
| 3%四霉素 | 18.75，37.5，75，150，300 |
| 6%春雷霉素 | 18.75，37.5，75，150，300 |
| 100 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌 | 18.75，37.5，75，150，300 |
| 3%中生菌素 | 18.75，37.5，75，150，300 |
| 28%井冈霉素 | 18.75，37.5，75，150，300 |

### 1.5 杀菌剂的室内毒力测定

本试验采用含毒介质培养法的生长速率法研究 11 种杀菌剂对桂花灰斑病病菌菌落生长的影响. 首先进行药剂浓度粗筛试验，将 11 种杀菌剂各设置 5 个浓度梯度，以无菌水作对照. 将药剂稀释成母液，待 PDA 温度降至 40 ℃～50 ℃后，在无菌环境下吸取药剂母液加入到灭菌 PDA 培养基中，充分混匀后，制成不同浓度梯度的含药 PDA 平板. 待其凝固再接入培养 5 d 的菌株，用直径为 0.3 cm 的打孔器进行打孔接种，打孔时切取菌落边缘活性较高的菌丝，每个培养皿接种一个菌饼，菌丝面朝下. 每个处理设置 3 个重复，于 28 ℃恒温培养箱培养 4 ～7 d 后观察，采用十字交叉法测量各个不同处理的菌落直径，计算不同浓度下杀菌剂对菌株菌丝生长的相对抑制率(如下式). 复筛试验依据初筛试验的菌落抑制率，设计合适的复筛浓度，以无菌水作为对照，方法同上，每个处理重复 3 次，按照下面的公式计算抑制率.

$$\text{抑制生长率}=\left\{1-\frac{\text{处理菌落直径}-\text{菌饼直径}}{\text{对照菌落直径}-\text{菌饼直径}}\right\}\times 100\%$$

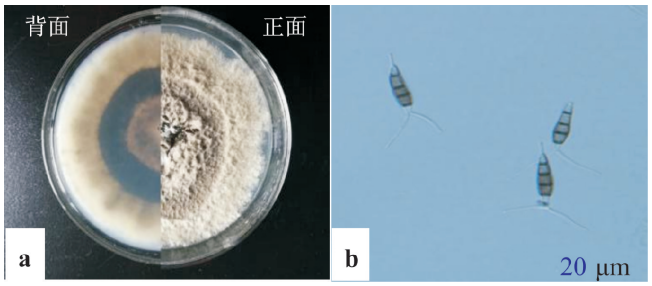
### 1.6 数据处理与统计学分析

采用 Excel 2010 软件进行数据分析整理，求出毒力回归方程，通过几率值换算表，将菌丝生长抑制率换算成几率值($y$)，以浓度对数与几率值得出线性回归方程和 $r$ 值，算出杀菌剂对菌丝的抑制中浓度($EC_{50}$)，并利用抑制中浓度 $EC_{50}$ 筛选高效低毒杀菌剂.

## 2 结果与分析

### 2.1 病原菌形态观察

在 PDA 培养基上，菌落为灰白色，边缘整齐. 菌落背面中央浅褐色，有明显的轮纹，颜色加深，为深褐色，边缘为灰白色. 分生孢子呈长梭形，顶胞上着生无色附属丝，2～3 根，尾胞上着生 1 根基部附属丝，中生. 根据中国真菌志及相关文献的查询，鉴定为拟盘多毛孢属真菌(图 1).




a 为菌落形态；b 为孢子形态(10 倍目镜).

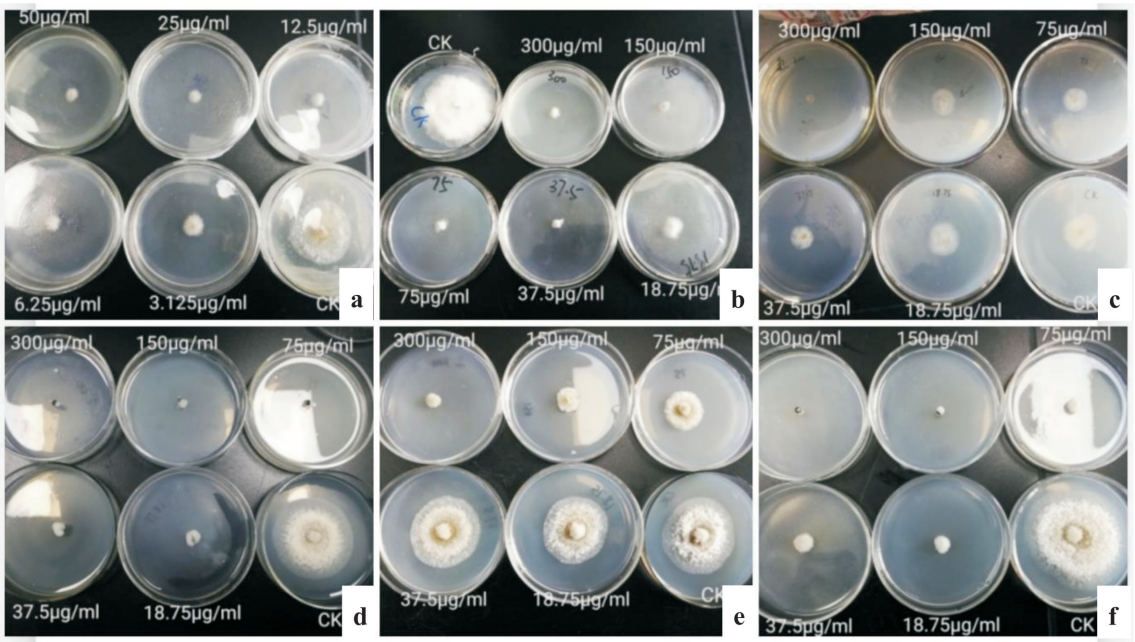
图 1 病原菌形态和孢子形态

### 2.2 化学农药室内毒力测定

#### 2.2.1 6 种化学农药处理下病原菌菌落生长状态

6 种化学农药处理下病原菌菌落的生长状态差异较大；其中，10%苯醚甲环唑、500 g/L 异

菌脲悬浮剂、430 g/L 戊唑醇、300 g/L 苯甲·丙环唑相较对照处理，均表现为对菌落生长有明显抑制作用(图 2)．在 50%氯溴异氰尿酸、25%三唑酮处理下，表现出不同浓度处理下菌落直径大小有差异，且随着处理浓度升高，菌落生长受到更明显的抑制(图 3)．




a 为 10%苯醚甲环唑；b 为 500 g/L 异菌脲悬浮剂；c 为 50%氯溴异氰尿酸；
d 为 430 g/L 戊唑醇；e 为 25%三唑酮；f 为 300 g/L 苯甲·丙环唑．

图 2　6 种化学杀菌剂处理后病原菌菌落形态

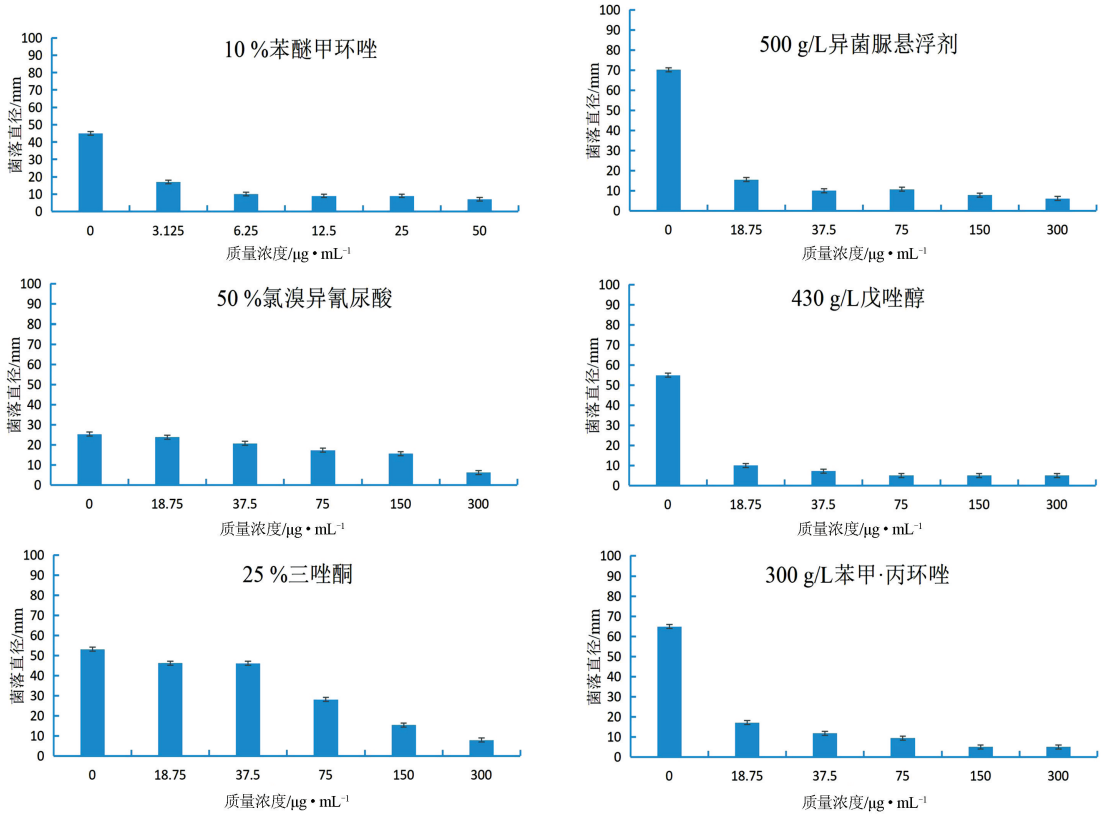



图 3　6 种化学杀菌剂处理后病原菌菌落直径

2.2.2 化学农药毒力结果分析

由 6 种化学农药对桂花灰斑病病菌的室内毒力测定结果可见，在 6 种供试杀菌剂中，10%苯醚甲环唑对桂花灰斑病病菌的抑制作用最强，$EC_{50}$为 0.33 μg/mL；其次是 500 g/L 异菌脲悬浮剂，其 $EC_{50}$为 0.52 μg/mL；430 g/L 戊唑醇和 300 g/L 苯甲·丙环唑抑制作用相差不远且效果也不错，其 $EC_{50}$分别为 5.97 μg/mL、10.85 μg/mL；随后是 25%三唑酮，$EC_{50}$为 78.36 μg/mL；50%氯溴异氰尿酸的抑制作用最弱(表 5).

**表 5 6 种化学农药对桂花灰斑病病原菌的室内毒力测定**

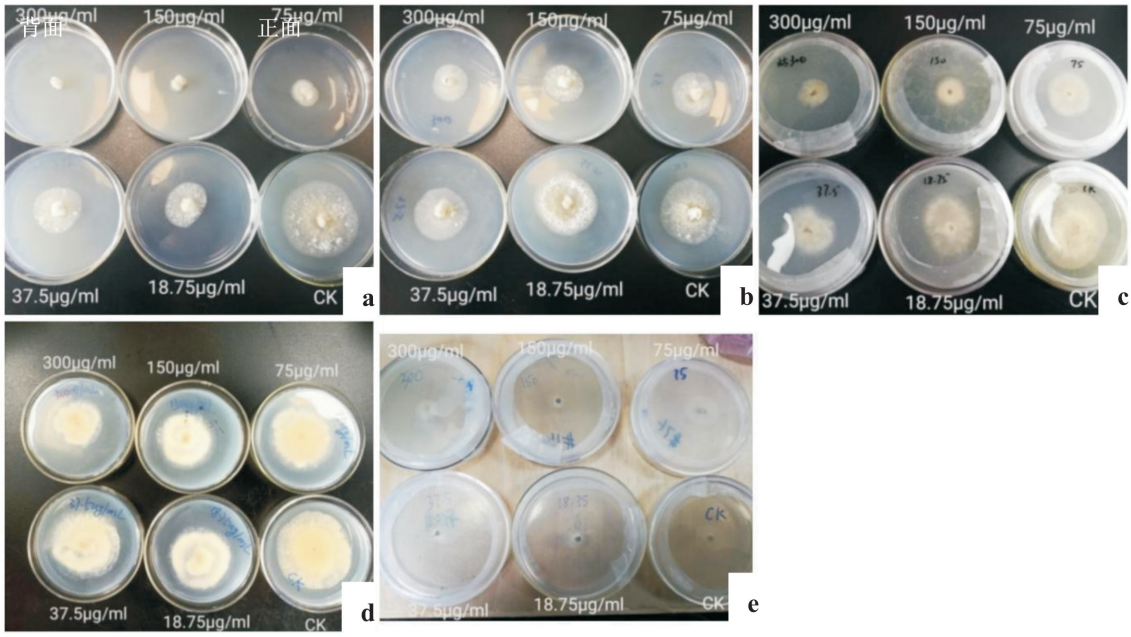
| 杀菌剂 | 浓度/μg·mL$^{-1}$ | 抑制率/% | 几率值 | 毒力回归方程 | $EC_{50}$值/μg·mL$^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 10%苯醚甲环唑 | 50 | 90.48 | 6.304 8 | $y=0.616\ 5x+5.295\ 6$ $R^2=0.824\ 7$ | 0.33 |
| | 25 | 85.71 | 6.036 4 | | |
| | 12.5 | 85.71 | 6.036 4 | | |
| | 6.25 | 83.33 | 5.954 2 | | |
| | 3.125 | 66.67 | 5.439 9 | | |
| 500 g/L 异菌脲悬浮剂 | 300 | 95.38 | 6.644 9 | $y=0.592\ 4x+5.169\ 2$ $R^2=0.916\ 3$ | 0.52 |
| | 150 | 92.86 | 6.475 8 | | |
| | 75 | 88.54 | 6.150 0 | | |
| | 37.5 | 89.58 | 6.226 5 | | |
| | 18.75 | 81.4 | 5.877 9 | | |
| 430 g/L 戊唑醇 | 300 | 1.00 | 8.090 2 | $y=1.895\ 1x+3.529\ 8$ $R^2=0.903\ 0$ | 5.97 |
| | 150 | 1.00 | 8.090 2 | | |
| | 75 | 96.15 | 6.750 7 | | |
| | 37.5 | 91.91 | 6.405 1 | | |
| | 18.5 | 86.5 | 6.080 3 | | |
| 300 g/L 苯甲·丙环唑 | 300 | 1.00 | 8.090 2 | $y=2.080\ 6\ x+2.845\ 5$ $R^2=0.926\ 3$ | 10.85 |
| | 150 | 99.51 | 7.575 8 | | |
| | 75 | 89.66 | 6.281 6 | | |
| | 37.5 | 85.78 | 6.080 3 | | |
| | 18.75 | 76.72 | 5.706 3 | | |
| 25%三唑酮 | 300 | 90.22 | 6.281 6 | $y=2.152\ 1x+0.923\ 7$ $R^2=0.948\ 3$ | 78.36 |
| | 150 | 75.25 | 5.674 5 | | |
| | 75 | 49.90 | 5 | | |
| | 37.5 | 13.97 | 3.919 7 | | |
| | 18.75 | 13.77 | 3.919 7 | | |
| 50%氯溴异氰尿酸 | 300 | 85.65 | 6.036 4 | $y=1.942\ 5x+0.978\ 7$ $R^2=0.939\ 1$ | 117.54 |
| | 150 | 43.50 | 4.823 6 | | |
| | 75 | 35.87 | 4.641 5 | | |
| | 37.5 | 20.53 | 4.158 4 | | |
| | 18.75 | 6.45 | 3.445 2 | | |

## 2.3 生物农药室内毒力测定

2.3.1 5 种生物农药处理下病原菌菌落生长状态

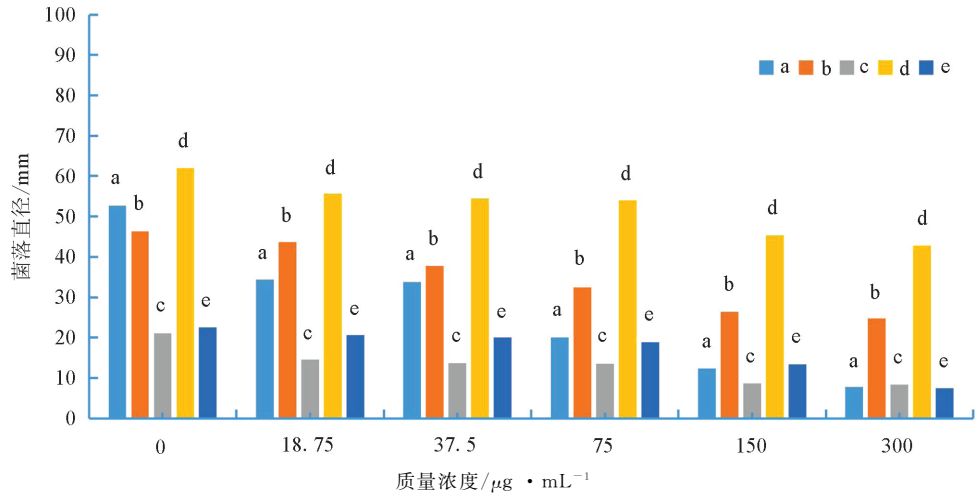
从试验结果可知，5 种生物农药处理下的病原菌菌落生长也在一定程度上受到了抑制；其中，3%四霉素、100 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌的抑制作用明显，6%春雷霉素的抑制作用稍弱，且 3 种药剂均表现出随着处理浓度升高，菌落受抑制的强度增大. 3%中生菌素也对菌落有一定的抑制作用，而 28%井冈霉素对病原菌菌落的抑制效果一般，即使药剂浓度达到最大处理浓度

300 μg/mL 时，其生长菌落与对照菌落大小相差不大，抑菌效果不明显(图 4、图 5).




a 为 3%四霉素；b 为 6%春雷霉素；c 为 100 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌；d 为 3%中生菌素；e 为 28%井冈霉素.

图 4　5 种生物杀菌剂处理后病原菌菌落形态




a 为 3%四霉素；b 为 6%春雷霉素；c 为 100 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌；d 为 3%中生菌素；e 为 28%井冈霉素.

图 5　5 种生物农药处理后病原菌菌落直径

### 2.3.2　生物农药毒力结果分析

由 5 种生物农药对桂花灰斑病病菌的室内毒力测定结果可见，在 5 种供试杀菌剂中，3%四霉素抑菌效果较好，$EC_{50}$ 值为 40.83 μg/mL；其次为 100 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌，$EC_{50}$ 值为 63.73 μg/mL；3% 中生菌素的 $EC_{50}$ 值高达 1 341.60 μg/mL，对桂花灰斑病病菌抑制效果最差(表 6).

**表 6 5 种生物农药对桂花灰斑病病原菌的室内毒力测定**

| 杀菌剂 | 浓度/μg·mL$^{-1}$ | 抑制率/% | 几率值 | 毒力回归方程 | $EC_{50}$值/μg·mL$^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 3%四霉素 | 300 | 90.38 | 6.281 6 | $y=1.465\ 1x+2.639\ 8$ $R^2=0.954\ 3$ | 40.83 |
| | 150 | 81.16 | 5.877 9 | | |
| | 75 | 65.93 | 5.412 5 | | |
| | 37.5 | 38.28 | 4.694 5 | | |
| | 18.75 | 37.27 | 4.668 1 | | |
| 100 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌 | 300 | 70.6 | 5.553 4 | $y=0.863\ 2x+3.442\ 5$ $R^2=0.860\ 6$ | 63.73 |
| | 150 | 68.3 | 5.467 7 | | |
| | 75 | 41.00 | 4.772 5 | | |
| | 37.5 | 40.5 | 4.746 7 | | |
| | 18.75 | 35.5 | 4.614 7 | | |
| 28%井冈霉素 | 300 | 77.04 | 5.738 8 | $y=1.730\ 9x+1.218\ 2$ $R^2=0.920\ 1$ | 153.07 |
| | 150 | 46.94 | 4.924 7 | | |
| | 75 | 18.88 | 4.122 1 | | |
| | 37.5 | 13.04 | 3.873 5 | | |
| | 18.75 | 9.45 | 3.659 2 | | |
| 6%春雷霉素 | 300 | 49.88 | 5 | $y=1.279\ 2x+2.008\ 5$ $R^2=0.928\ 6$ | 218.06 |
| | 150 | 45.96 | 4.899 6 | | |
| | 75 | 31.87 | 4.532 3 | | |
| | 37.5 | 19.63 | 4.158 4 | | |
| | 18.75 | 6.00 | 3.445 2 | | |
| 3%中生菌素 | 300 | 32.54 | 4.560 1 | $y=0.719\ 3x+2.750\ 3$ $R^2=0.889\ 7$ | 1 341.60 |
| | 150 | 28.31 | 4.417 2 | | |
| | 75 | 13.56 | 3.919 7 | | |
| | 37.5 | 12.76 | 3.825 0 | | |
| | 18.75 | 10.68 | 3.773 5 | | |

## 3 结论与讨论

化学类农药具有种类多、价格便宜、见效快等优势，因此当出现大面积病虫害时常使用化学类农药进行防治；但鉴于长期单一使用某种化学农药可能会导致病原菌产生抗药性，因此本研究尝试筛选出多种对桂花灰斑病菌抑制作用较好的化学农药供生产者选择. 此外，如果仅使用化学农药，对环境不友好，故本研究还尝试筛选出一些对桂花灰斑病菌抑制效果较好的生物农药，以期能为生产者提供更多的选择.

本研究选用了 6 种化学农药和 5 种生物农药对桂花灰斑病病原菌进行了室内毒力测定. 从试验结果可以看出，6 种化学农药对桂花灰斑病病菌的生长有着不同程度的影响，且均起到了一定的抑制作用，但不同杀菌剂之间的抑制作用有所差异. 在 6 种杀菌剂对桂花灰斑病病原菌菌丝生长的抑制试验中，10%苯醚甲环唑和 500 g/L 异菌脲悬浮剂对桂花灰斑病菌的抑制作用最好，$EC_{50}$值分别为 0.33 μg/mL 和 0.52 μg/mL，其值远低于其他化学农药，说明这 2 种杀菌剂可能对桂花灰斑病的防控效果最优，在发病较为严重时，可尝试轮换选择 10%苯醚甲环唑和 500 g/L 异菌脲悬浮剂. 此外，430 g/L 戊唑醇、300 g/L 苯甲·丙环唑也可以作为备选药剂，以延缓病菌产生抗药性. 选择 10%苯醚甲环唑来进行防治时，用药浓度为 3.125 μg/mL 即可对桂花灰斑病病菌就有很好的抑菌效果，因此选择 10%苯醚甲环唑对桂花灰斑病进行防治既能有

效防治病害还能节省成本.

从 5 种生物农药对桂花灰斑病原菌的室内毒力测定试验结果来看，3%四霉素和 100 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌对桂花灰斑病病原菌有不错的防治效果，$EC_{50}$ 值分别为 40.83 μg/mL 和 63.73 μg/mL. 其中当 3%四霉素的药剂浓度达到 150 μg/mL 时，抑菌效果十分明显. 总体上看，本试验选用的生物农药对病原菌的生长抑制作用较化学农药稍差，建议在桂花灰斑病发生情况较轻，范围较小的情况下使用. 虽然生物农药的效果没有化学农药效果好，但是生物农药具有选择性强、不易产生抗药性、环境污染小等产品优势[14]，以及生物农药具有中低毒、安全、无污染的优点，符合农药高效、低毒的发展方向，契合我国的可持续发展理念，应当被大力推广[15].

对于桂花灰斑病的防控应做到“预防为主，综合防控”，在药剂防治方面，从经济效益和防治效果方面来考虑，可以轮换选用 10%苯醚甲环唑、500 g/L 异菌脲悬浮剂、430 g/L 戊唑醇、300 g/L 苯甲·丙环唑、3%四霉素、100 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌，病害发生面积较大或发生较为严重时主要选用前 4 种化学农药，病害发生面积较小或发生较轻时可选用后 2 种生物农药，注意日常用药防控时需注意轮换用药. 国内外鲜有对桂花灰斑病防治药剂的相关报道，因此本研究测定 11 种杀菌剂对该病的防治效果，为今后的研究奠定了一定的理论基础；但本研究只对桂花灰斑病菌菌丝的毒力效果进行了评估，缺乏药剂对病原菌孢子萌发的毒力研究. 此外，本试验只涉及室内毒力测定，并未进行田间药效试验，所以其田间使用效果还不明确，在指导生产前，还应进一步进行田间药效试验观察药剂在田间的防效表现.

**参考文献：**

[1] 顾恒，李玲，欧阳绮霞，等. 盐胁迫对 3 个桂花品种生长和生理特性的影响 [J]. 中国野生植物资源，2020，39(10)：28-34.

[2] 杨玉婷，黄淑容，龙仪珂，等. 桂花病虫害综合防治研究进展 [J]. 热带农业科学，2022，42(3)：73-82.

[3] 孟婷婷，齐鹰博，刘闯，等. 树莓类拟盘多毛孢叶斑病病原菌的鉴定 [J]. 沈阳农业大学学报，2020，51(1)：111-116.

[4] 张传飞，戚佩坤. 广东省人心果病原真菌研究 [J]. 华南农业大学学报，1994，15(4)：31-36.

[5] 徐永辉，邹燕敏，蔡平，等. 桂花拟盘多毛孢灰斑病生物学特性研究 [J]. 上海农业科技，2008(4)：86-87.

[6] 金亚杰. 闽楠主要病害病原鉴定及其生物学特性测定和防治药剂筛选 [D]. 福州：福建农林大学，2017.

[7] 张晓勇，李树江，王亮，等. 山茶灰斑病病原菌鉴定及防治药剂初步筛选 [J]. 植物保护，2019，45(4)：209-215，242.

[8] 任海英，戚行江，陈安良，等. 十种杀菌剂对杨梅凋萎病的药效评价 [J]. 果树学报，2013，30(5)：848-853.

[9] PAN X L，DONG F S，WU X H，et al. Progress of the Discovery，Application，and Control Technologies of Chemical Pesticides in China [J]. Journal of Integrative Agriculture，2019，18(4)：840-853.

[10] 朱权辉. 生物农药开发与运用的现状及其在西藏的前景和可行性初探 [J]. 河南农业，2021(23)：42-43.

[11] 周蒙. 中国生物农药发展的现实挑战与对策分析 [J]. 中国生物防治学报，2021，37(1)：184-192.

[12] 杨帅，徐淑兵，金岩，等. 5 种生物农药对芦笋茎枯病的防治效果 [J]. 中国蔬菜，2021(7)：83-87.

[13] 黄大野，万中义，朱志刚，等. 诺沃霉素 A 对茶轮斑病的防治效果 [J]. 植物保护，2019，45(2)：243-246.

[14] 邱德文. 生物农药的发展现状与趋势分析 [J]. 中国生物防治学报，2015，31(5)：679-684.

[15] 王岩，彭强，赵小明，等. 生物降解农药残留的研究进展 [J]. 中国农学通报，2021，37(18)：117-124.

**责任编辑**　苏荣艳