

降香黄檀炭疽病药剂筛选及林间防效

董文统¹, 刘君昂^{1*}, 周国英¹, 张茜^{1,2}, 何苑皞¹, 苏圣淞¹

(1. 中南林业科技大学, 森林有害生物防控湖南省重点实验室; 经济林培育与保护省部共建教育部重点实验室, 长沙 410004; 2. 湖南汽车工程职业学院, 株洲 412001)

摘要 为了筛选出防治降香黄檀炭疽病的环境友好型药剂, 本文测定了 10 种杀菌剂的室内毒力, 并从中筛选出毒力较强的药剂进行林间防效试验。结果表明: 25% 丙环唑 EC, 60% 唑醚·代森联 WG 和 40% 氟硅唑 EC 对降香黄檀炭疽病菌的毒力较强, 其 EC_{50} 分别为 0.12, 0.15 和 1.12 mg/L。其他供试药剂的 EC_{50} 分别为: 75% 百菌清 WP 231.42 mg/L, 10% 苯醚甲环唑 WG 3.60 mg/L, 80% 醚菌酯 WG 1.58 mg/L, 70% 甲基硫菌灵 WP 4.51 mg/L, 3% 中生菌素 WP 19.36 mg/L, 80% 代森锰锌 WP 79.76 mg/L, 80% 多菌灵 WP 11.47 mg/L。考虑到氟硅唑、唑醚·代森联价格较高, 建议将这两种药剂使用在降香黄檀苗木炭疽病的防治上。人工林炭疽病的防治采用 25% 丙环唑 EC、80% 醚菌酯 WG, 70% 甲基硫菌灵 WP 和 3% 中生菌素 WP, 每隔 15 d 依次施用, 林间防治效果达到 71.53%, 明显高于其他防治方法。因此, 在人工林降香黄檀炭疽病的防治中采用这 4 种药剂每隔 15 d 依次施用可以有效控制降香黄檀炭疽病的暴发。喷雾时间应选择在阴天或晴天早晨露水干后 8:00–10:00 或者 15:00–17:00。

关键词 降香黄檀; 炭疽病; 药剂筛选; 林间防效

中图分类号: S 763.7 文献标识码: B DOI: 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.03.039

The screening and field efficacy of effective fungicides against anthracnose of *Dalbergia odorifera*

Dong Wentong¹, Liu Jun'ang¹, Zhou Guoying¹, Zhang Qian^{1,2}, He Yuanhao¹, Su Shengsong¹

(1. Hunan Provincial Key Laboratory for Control of Forest Diseases and Pests; Key Laboratory of Cultivation and Protection for Non-wood Forest Trees of Ministry of Education, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China; 2. Hunan Automotive Engineering Vocational College, Zhuzhou 412001, China)

Abstract In order to screen pesticides against anthracnose of *Dalbergia odorifera*, the indoor toxicity and the field control efficacy of ten fungicides were investigated. 25% propiconazole EC, 60% pyraclostrobin · metiram WG and 40% flusilazole EC showed the strong virulence against anthracnose of *D. odorifera* with EC_{50} values of 0.12, 0.15 and 1.12 mg/L, respectively. The EC_{50} of 25% chlorothalonil EC was 231.42 mg/L, 10% difenoconazole WG was 3.60 mg/L, 80% kresoxim-methyl WG was 1.58 mg/L, 70% thiophanate-methyl WP was 4.51 mg/L, 3% zhongshengmycin WP was 19.36 mg/L, 80% mancozeb WP was 79.76 mg/L, 80% carbendazim WP was 11.47 mg/L. Of all the tested pesticides, 40% flusilazole EC and 60% pyraclostrobin · metiram were recommended to control seedling anthracnose of *D. odorifera* because of their higher price. The 25% propiconazole EC, 80% kresoxim-methyl WG, 70% thiophanate-methyl and 3% zhongshengmycin WP were recommended for prevention and control of anthracnose on plantation of *D. odorifera*. When these four pesticides were applied in turn every 15 days, the control effect reached 71.53%, which was significantly higher than that of other control methods. It should be sprayed between 8:00–10:00 am on cloudy or sunny day, or between 15:00–17:00.

Key words *Dalbergia odorifera*; anthracnose; pesticide screening; field efficacy

降香黄檀 *Dalbergia odorifera*, 俗称黄花梨、花梨母, 属于蝶形花科黄檀属, 全球分布约有 120 种, 我国目前已知的有 25 种。是我国天然分布的两种珍贵红木树种之一, 为海南省的特有树种。

降香黄檀病害主要发生于叶部, 由胶孢炭疽菌 *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. 引起的炭疽病是其主要叶部病害, 发病严重时可导致叶片全部脱落^[1]。目前, 在海南省, 无论是苗圃、人工林、还是房

收稿日期: 2016-06-23 修订日期: 2016-08-15

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项(201304402)

* 通信作者 E-mail: kjc9620@163.com

前屋后散生的花梨,降香黄檀炭疽病发病率都很高。由于海南省目前降香黄檀市场比较混乱,没有形成大规模的产业化,主要是一些小的公司、林场、科研所、农户在进行育苗和栽培,所以没有统一的、可进行推广的防治技术,主要靠经验进行防治。目前,海南省市面防治炭疽病主要采用的药剂有多菌灵、代森锰锌、波尔多液等,其防治效果的好坏很大程度上取决于生产经营者的意识。

本研究旨在从市面常见药剂中筛选防治炭疽病的药剂,经室内毒力和林间防效试验找到防治降香黄檀炭疽病的有效方法。

1 材料与方法

1.1 材料

供试植物材料:采自海南省澄迈县国营澄迈林场降香黄檀人工林叶片。

供试病原菌:从海南省澄迈县国营澄迈林场采集降香黄檀典型炭疽病病叶,由本实验室对其致病菌进行分离、鉴定为胶孢炭疽菌 *Colletotrichum gloeosporioides* DOT-20。

供试培养基:PDA 培养基。

供试药剂:75%乙醇、10%苯醚甲环唑水分散粒剂(山东青岛翰生生物科技有限公司)、80%代森锰锌可湿性粉剂(天津施普乐农药技术发展有限公司)、80%多菌灵可湿性粉剂(天津施普乐农药有限公司)、75%百菌清可湿性粉剂(威海韩孚生化药业

有限公司)、70%甲基硫菌灵可湿性粉剂(青岛奥迪斯生物科技有限公司)、25%丙环唑乳油(山东亿嘉农化集团)、80%醚菌酯水分散粒剂(陕西汤普森生物科技有限公司)、40%氟硅唑乳油(美国志信公司广州代表处)、60%唑醚·代森联水分散粒剂(德国巴斯夫有限公司)、3%中生菌素可湿性粉剂(福建凯立生物制品有限公司)。

仪器设备:小型喷雾机、尼康照相机。

1.2 方法

1.2.1 室内毒力测定

1.2.1.1 供试药剂的抑菌作用

以 DOT-20 为供试菌株,采用菌丝生长速率法^[2]测定 10 种供试药剂(表 1)的抑菌作用。首先将供试的 10 种药剂按所需浓度配制成 100 mL 的母液,再按梯度稀释法,用无菌水稀释成系列浓度梯度。每种药剂设置 5 个不同的浓度梯度,以无菌水作为对照。

用无菌移液枪吸取 1 mL 的不同浓度药液加入到 49 mL PDA 培养基中,以 1 mL 蒸馏水代替供试药剂作为对照。每种药剂的 1 个浓度为 1 个处理,每处理倒 3 个平板。在已培养 5 d 的 DOT-20 菌落边缘打取 6 mm 的菌丝块,分别接种到含药平板的中央。于 28℃ 的普通光照培养箱中进行培养,5 d 后采用十字交叉法^[3]测量菌落直径。计算不同浓度药剂对菌丝生长的相对抑菌率(%)、毒力回归方程、相关系数(*r*)和 EC₅₀,然后进行比较^[4]。

表 1 10 种供试药剂的浓度梯度
Table 1 Concentration gradients of ten fungicides

供试杀菌剂 Fungicide	有效成分浓度/mg · L ⁻¹ Concentration of effective component				
75%百菌清 WP 75% chlorothalonil WP	7.25	14.50	29.00	58.00	116.00
10%苯醚甲环唑 WG 10% difenoconazole WG	12.50	25.00	50.00	100.00	200.00
80%醚菌酯 WG 80% kresoxim-methyl WG	21.25	42.50	85.00	170.00	340.00
80%代森锰锌 WP 80% mancozeb WP	8.37	16.75	33.50	67.00	134.00
80%多菌灵 WP 80% carbendazim WP	13.87	27.75	55.50	111.00	222.00
70%甲基硫菌灵 WP 70% thiophanate-methyl WP	5.68	11.37	22.75	45.50	91.00
25%丙环唑 EC 25% propiconazole EC	1.38	2.77	5.55	11.10	22.20
3%中生菌素 WP 3% zhongshengmycin WP	2.27	4.54	9.09	18.18	36.36
40%氟硅唑 EC 40% flusilazole EC	8.33	16.67	33.35	66.70	133.40
60%唑醚·代森联 WG 60% pyraclostrobin · metiram WG	1.87	3.75	7.50	15.00	30.00

1.2.1.2 数据分析

采用 SPSS 进行方差分析,用 LSD 法比较各药剂结果的差异显著性($\alpha=0.05$)^[5]。计算不同浓度下药剂的抑菌率,将抑菌率转换为几率值 *y*,以药剂浓度的对数值为横坐标 *x*,用 SPSS 软件求得毒力回归方程,EC₅₀ 及相关系数。

1.2.2 林间防效测定

目前,海南省市面上防治炭疽病的药剂包括多菌灵、波尔多液、代森锰锌等,但防治效果不太理想,不能有效遏制炭疽病的发生。所以进行林间防效试验,进行药剂筛选及防治方法的研究是有必要的。

1.2.2.1 试验地点

澄迈林场(19°11'N, 111°1'E)位于海南省澄迈县内。试验地位于澄迈林场场部所在地古岭工区,距离澄迈县城 8 km 左右,毗邻加潭水库,水源充足。林场的地形为低丘陵、台地。境内的大小岭共 138 个。属于热带季风气候,年降水量 1 707 mm,年均温 23.6℃。海拔高度 40~120 m。极端高温 38.9℃,极端低温为 2.8℃^[6]。土壤种类有铁质砖红壤、砂壤土和砖红壤。试验地为林场内 10 hm² 降香黄檀人工林,砂壤土,林下植被包括含羞草 *Mimosa pudica* L.、阔叶丰花草 *Borreria latifolia* Aubl.、假马鞭草 *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl.、飞机草 *Eupatorium odoratum* L.、地毯草 *Axonopus compressus* (Sw.) Beauv. 等。

1.2.2.2 试验设计

根据室内毒力测定结果,从 10 种药剂中筛选出 4 种药剂进行林间防治试验。试验于 2013 年 6 月—10 月在澄迈林场降香黄檀示范林进行。2014 年及 2015 年 6 月—10 月进行验证试验。试验共施药 4 次,每次施药间隔 15 d,依次为第 1 天、第 16 天、第 31 天和第 46 天。施药时,用在太阳底下曝晒 2 d 的自来水将药剂配制所需浓度。选择阴天或晴天早晨露水干了以后(8:00—10:00)或者下午温度稍微低点的时候(15:00—17:00)用喷雾机喷雾,使药剂在叶片上形成均匀的雾滴^[8]。如遇大雨天气则推迟 1~2 d 用药。

施药方式包括单一药剂连续施用和不同药剂轮换施用。单一药剂连续施用方式是指同种药剂每 15 d 用药 1 次,连续施用 4 次;不同药剂轮换施用方式是指每 15 d 施药 1 次,连续施用 4 次,每次使用 4 种药剂中的 1 种。以喷施清水为对照,共计 29 种施药方式^[7]。每种施药方式处理 5 排树(50 株),重复 3 次。每次施药前 1 d 调查植株发病率及病情指数。单一药剂连续施药方式于第 1 次药后 5、10、15 d 各调查 1 次,以后每次药后 14 d 调查 1 次,评价 4 种药剂的防治效果及药效持续时间;不同药剂轮换施药方式于每次施药后 14 d 调查,评价不同轮换组合的防治效果。调查时以当年新生叶片为标准,每株树分东南西北 4 个方向调查,每个方向用红绳固定一根枝条,调查该枝条上 50~60 片叶^[9],分别记载总叶片数和发病叶片数,计算发病率、病情指数和防治效果^[10]。

$$\text{防治效果}(\%) = \frac{\text{发病叶数}}{\text{叶片总数}} \times 100;$$

病情指数 =

$$\frac{\sum(\text{各病级株数} \times \text{该病级代表值})}{\text{总株数} \times \text{最高病级代表值}} \times 100;$$

防治效果(%) =

$$\frac{\text{对照区病情指数} - \text{处理区病情指数}}{\text{对照区病情指数}} \times 100。$$

2 结果与分析

2.1 室内毒力测定

采用 SPSS 分析 10 种药剂对 DOT-20 菌丝生长的抑制作用,结果表明,不同药剂浓度处理间抑菌率对应的几率值存在极显著差异($P < 0.001$),说明分析结果具有生物统计学意义。10 种杀菌剂对炭疽病菌的抑制效果差别很大(表 2),各药剂对炭疽病菌的 EC₅₀ 从大到小依次为百菌清>代森锰锌>中生菌素>多菌灵>甲基硫菌灵>苯醚甲环唑>醚菌酯>氟硅唑>唑醚·代森联>丙环唑。抑菌效果较好的杀菌剂为氟硅唑、唑醚·代森联和丙环唑。效果最差的为百菌清和代森锰锌。考虑到氟硅唑和唑醚·代森联价格昂贵,建议在降香黄檀苗木炭疽病的防治中选用。苯醚甲环唑和丙环唑同属于环唑类药剂,甲基硫菌灵和多菌灵也属于同一大类药剂,两者择优进行下一轮连续单一和轮换用药两种方式研究。因此选择 80% 醚菌酯 WG、70% 甲基硫菌灵 WP、3% 中生菌素 WP、25% 丙环唑 EC 进行林间防效试验。

2.2 林间防效测定

根据室内毒力测定选出的 4 种药剂在林间对降香黄檀炭疽病均有一定的防效(表 3)。第 1 次施药后 5 d, 25% 丙环唑 EC 2 200 倍液和 80% 醚菌酯 WG 5 000 倍液的防治效果最好,分别达到 70.92% 和 64.70%; 70% 甲基硫菌灵 WP 1 500 倍液效果次之,防效为 56.52%; 效果最差的为 3% 中生菌素 WP 900 倍液,防效为 51.07%。第 1 次施药后 10 d, 各药剂的防治效果都有所降低,此时, 25% 丙环唑 EC 2 200 倍液和 80% 醚菌酯 WG 5 000 倍液的防治效果依然最好,分别达到 67.64% 和 57.57%。第 1 次施药后 15 d, 4 种药剂的防治效果依次为 20% 丙环唑 EC>80% 醚菌酯 WG>70% 甲基硫菌灵 WP>3% 中生菌素 WP, 各药剂的防效大幅度降低,均低于 50%,而降香黄檀炭疽病的发病率都达到 70%。为了防止病害再次大面积发生,需要重新施药。

表 2 10 种药剂的室内毒力回归方程

Table 2 Indoor toxicity regression equations of ten fungicides

杀菌剂 Fungicide	毒力回归方程 Toxicity regression equation	EC ₅₀ / mg · L ⁻¹	相关系数(r) Correlation coefficient
中生菌素 zhongshengmycin	y=0. 633 8x+4. 184 4	19. 36	0. 981 4
唑醚·代森联 pyraclostrobin · metiram	y=0. 513 1x+5. 419 0	0. 15	0. 975 2
醚菌酯 kresoxim-methyl	y=0. 768 1x+3. 790 1	1. 58	0. 930 6
百菌清 chlorothalonil	y=0. 588 1x+3. 609 5	231. 42	0. 978 1
代森锰锌 mancozeb	y=0. 567 1x+3. 921 5	79. 76	0. 974 6
多菌灵 carbendazim	y=1. 085 6x+3. 849 9	11. 47	0. 972 2
氟硅唑 flusilazole	y=0. 501 8x+4. 974 0	1. 13	0. 935 9
苯醚甲环唑 difenoconazole	y=0. 707 3x+4. 606 3	3. 60	0. 915 3
丙环唑 propiconazole	y=0. 497 7x+5. 450 8	0. 12	0. 976 1
甲基硫菌灵 thiophanate-methyl	y=0. 960 5x+4. 371 5	4. 51	0. 988 1

表 3 2013 年 4 种药剂对降香黄檀炭疽病的防治效果

Table 3 Control effect of four fungicides against *Dalbergia odorifera* anthracnose in 2013

	用药前	Before treatment	药后 5 d	5 days after treatment	药后 10 d	10 days after treatment	药后 15 d	15 days after treatment			
处理 Treatment	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy
25%丙环唑 EC	91. 26	66. 27	58. 15	18. 83	70. 92	60. 17	21. 21	67. 64	72. 56	37. 13	43. 79
25% propiconazole EC											
80%醚菌酯 WG											
80% kresoxim-methyl WG	89. 12	63. 41	63. 34	22. 86	64. 70	73. 24	27. 81	57. 57	76. 47	41. 24	37. 56
70%甲基硫菌灵 WP	90. 76	65. 16	64. 45	28. 16	56. 52	72. 23	32. 13	50. 98	77. 63	43. 11	34. 73
70% thiophanate-methyl WP											
3%中生菌素 WP	88. 45	62. 13	66. 15	31. 69	51. 07	72. 11	35. 22	46. 26	80. 16	50. 24	23. 94
3% zhongshengmycin WP											
清水(CK) Water	89. 76	64. 31	90. 47	64. 76	—	91. 46	65. 54	—	93. 46	66. 05	—

第 2 次施药后 14 d,不论是单一药剂连续施用还是不同药剂轮换施药方式其防治效果都有所提升,其中以 25%丙环唑 EC+80%醚菌酯 WG+70%甲基硫菌灵 WP+3%中生菌素 WP (B+M+J+Z) 组合轮换用药的防治效果最好,为 54. 31%,高于其他所有的施药方式,而连续两次施用 25%丙环唑 EC 的防治效果为 49. 98%,80%醚菌酯 WG 的防效为 47. 00%,70%甲基硫菌灵 WP 的防效为 41. 46%,防效最差的为连续两次施用 3%中生菌素 WP,其防治效果仅为 29. 78%(表 4)。

第 3 次施药后 14 d,除了连续施用 3%中生菌素 WP 的防效有所降低外,其他连续施用同种药剂的防治效果都有所提升,但提升幅度明显低于第 2 次药后防治效果提升的幅度。第 3 次施药后防治效果最好的依然为 B+M+J+Z 组合轮换施药方式,防效达 64. 68%。而单一药剂连续施药方式中,25%丙环唑 EC 的防治效果为 50. 67%,80%醚菌酯 WG 的防治效果为 48. 03%,70%甲基硫菌灵 WP 的防治效果为 42. 49%,3%中生菌素 WP 的防治效果仅为 28. 65%,比第 2 次药后的防效还低(表 4),说明此时病原菌已经开始对同一类药剂产生了抗药性。

第 4 次施药后 14 d,单一药剂连续施用方式的防治效果均急剧下降,低于第 1 次药后的防治效果,

其中 25%丙环唑 EC 的防治效果为 36. 36%,80%醚菌酯 WG 的防治效果为 33. 31%,70%甲基硫菌灵 WP 的防治效果为 31. 22%,3%中生菌素 WP 的防治效果为 22. 70%。但以 B+M+J+Z 组合轮换用药的防治效果达到 71. 53%(表 4),高于 25%丙环唑 EC 第 1 次用药后 5 d 的防治效果(70. 92%)。

由表 4 可知,不同药剂轮换用药方式下降香黄檀炭疽病的发病率明显要低于单一药剂连续施用方式下的发病率。连续 4 次施用 25%丙环唑 EC,药后 14 d 降香黄檀炭疽病的发病率依次为 72. 56%、61. 22%、60. 34%、73. 15%;施用 80%醚菌酯 WG,药后 14 d 植株的发病率依次为 76. 47%、64. 25%、63. 05%、78. 24%。施用 70%甲基硫菌灵 WP,药后 14 d 植株的发病率依次为 77. 63%、65. 56%、65. 12%、80. 54%。施用 3%中生菌素 WP,药后 14 d 降香黄檀炭疽病的发病率依次为 80. 16%、68. 27%、69. 13%、83. 27%。可以看出随着用药次数增多,第 4 次施药后植株的发病率明显升高,说明病原菌的抗药性增强,药剂已经不能很好地控制降香黄檀炭疽病了。而采用以 B+M+J+Z 组合进行轮换用药,药后 14 d 的发病率依次为 73. 15%、50. 25%、44. 12%、33. 14%。其防治效果明显优于单一药剂连续施药方式和其他轮换施药组合,为防治降香黄檀炭疽病的最优组合。

表 4 29 种施药方式对降香黄檀炭疽病的防治效果¹⁾

Table 4 Control effect of twenty-nine application methods on *Dalbergia odorifera* anthracnose

处理方式 Treatment	用药前 Before treatment			第 1 次用药后 After first application			第 2 次用药后 After second application			第 3 次用药后 After third application			第 4 次用药后 After fourth application		
	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index		发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy
B+B+B+B	91.26	66.27		72.56	37.13	43.79	61.22	33.14	49.98	60.34	32.89	50.67	73.15	43.18	36.36
M+M+M+M	89.12	63.41		76.47	41.24	37.56	64.25	35.11	47.00	63.05	34.65	48.03	78.24	45.25	33.31
J+J+J+J	90.76	65.16		77.63	43.11	34.73	65.56	38.78	41.46	65.12	38.34	42.49	80.54	46.67	31.22
Z+Z+Z+Z	88.45	62.13		80.16	50.24	23.94	68.27	46.52	29.78	69.13	47.57	28.65	83.27	52.45	22.70
B+M+J+Z	90.11	63.18		73.15	36.67	44.48	50.25	30.27	54.31	44.12	23.55	64.68	33.14	19.32	71.53
B+M+Z+J	90.26	65.62		72.47	37.36	43.07	51.04	30.98	53.24	44.63	23.68	64.45	34.18	21.54	68.25
B+J+M+Z	89.36	63.48		71.74	36.42	42.63	52.93	31.06	53.12	45.03	24.53	63.18	34.87	21.63	68.12
B+J+Z+M	89.57	64.71		71.42	35.33	45.40	52.01	31.68	52.18	45.42	24.86	62.68	34.44	21.91	67.71
B+Z+M+J	90.89	62.52		72.45	37.41	40.16	55.05	33.01	50.17	45.67	25.04	62.41	35.02	21.84	67.81
B+Z+J+M	91.37	63.15		72.33	37.05	41.33	56.81	34.73	47.58	46.03	25.32	61.99	34.66	22.31	67.12
M+B+J+Z	90.61	64.24		75.12	40.18	37.45	62.02	32.57	50.84	45.54	24.76	62.83	35.76	22.42	66.96
M+B+Z+J	89.53	65.41		76.32	41.38	36.74	62.71	33.02	50.16	46.05	25.66	61.48	35.07	22.07	67.47
M+J+B+Z	90.75	65.29		76.16	40.25	38.35	63.76	34.52	47.89	45.76	25.23	62.13	35.98	22.89	66.26
M+J+Z+B	89.42	64.34		75.42	40.32	37.33	64.79	33.64	49.22	46.87	25.98	61.00	36.88	23.76	64.98
M+Z+B+J	91.52	63.19		77.42	39.56	37.40	65.96	35.61	46.25	47.33	26.05	60.90	37.09	24.16	64.39
M+Z+J+B	88.32	65.59		76.18	42.24	35.60	65.03	34.11	48.51	47.99	26.76	59.84	37.04	24.03	64.58
J+M+B+Z	89.61	63.49		76.41	43.17	32.01	64.44	39.43	40.48	48.12	26.07	60.87	37.43	24.26	64.24
J+M+Z+B	89.83	64.74		77.63	42.28	34.69	65.61	38.41	42.02	46.86	25.87	61.17	38.08	24.08	64.51
J+B+M+Z	90.93	62.58		75.46	42.75	31.69	63.73	37.64	43.18	47.76	27.22	59.15	38.56	24.33	64.14
J+B+Z+M	91.41	63.27		77.83	41.49	34.42	64.98	38.83	41.39	48.08	27.65	58.50	39.09	25.08	63.04
J+Z+M+B	88.32	66.46		76.33	44.18	33.52	66.68	40.32	39.14	47.06	27.85	58.20	39.43	25.17	62.90
J+Z+B+M	88.58	63.39		75.44	43.62	31.19	66.42	39.09	41.00	48.43	27.98	58.01	39.21	25.06	63.07
Z+J+M+B	90.43	65.19		80.75	49.47	24.11	68.02	46.31	30.10	49.67	30.05	54.90	42.03	27.65	59.25
Z+J+B+M	90.44	62.17		81.23	48.32	22.28	68.42	45.97	30.61	47.55	27.98	58.01	42.01	26.88	60.38
Z+B+J+M	91.79	63.26		80.43	48.49	23.35	67.52	45.95	30.64	49.08	28.99	56.49	41.65	26.92	60.32
Z+B+M+J	90.13	65.61		82.06	52.97	19.27	67.21	45.58	31.20	49.32	28.81	56.76	41.77	27.12	60.03
Z+M+J+B	91.69	63.45		79.71	50.06	21.10	68.06	46.02	30.54	49.88	29.76	55.34	41.54	27.09	60.07
Z+M+B+J	88.21	64.72		80.65	51.43	20.53	68.32	45.98	30.60	49.54	29.65	55.50	41.63	27.37	59.66
清水 4 次	89.76	64.31		93.46	66.05	—	94.16	66.25	—	94.53	66.67	—	95.32	67.85	—

1) B: 25%丙环唑乳油 2 200 倍稀释液; M: 80%醚菌酯水分散粒剂 5 000 倍稀释液; J: 70%甲基硫菌灵可湿性粉剂 1 500 倍稀释液; Z: 3%中生菌素可湿性粉剂 900 倍稀释液。

B: 25% propiconazole EC diluted 2 200 times; M: 80% kresoxim-methyl WG diluted 5 000 times; J: 70% thiophanate-methyl WP diluted 1 500 times; Z: 3% zhongshengjuncin WP diluted 900 times.

3 结论与讨论

10 种杀菌剂对降香黄檀炭疽病菌的室内毒力测定结果表明,不同杀菌剂对炭疽病菌毒力大小顺序分别为:丙环唑>唑醚·代森联>氟硅唑>醚菌酯>苯醚甲环唑>甲基硫菌灵>多菌灵>中生菌素>代森锰锌>百菌清。其中唑醚·代森联和氟硅唑价格昂贵,建议用于降香黄檀苗木炭疽病的防治。苯醚甲环唑和丙环唑同属于唑类药剂,甲基硫菌灵在植物体内转化成多菌灵,属于同一类型的杀菌剂。所以选择醚菌酯、甲基硫菌灵、丙环唑、中生菌素 4 种类型的杀菌剂用于降香黄檀人工林炭疽病的防治。29 种施药方式对降香黄檀炭疽病的防治效果表现为依次施用丙环唑、醚菌酯、甲基硫菌灵、中生菌素(B+M+J+Z)(71.53%)>单一施用丙环唑(36.36%)>单一施用醚菌酯(33.31%)>单一施用甲基硫菌灵(31.22%)>单一施用中生菌素(22.70%)。单一药剂连续施用方式在第 3 次用药后其防治效果基本都开始降低,第 4 次用药后发病率都比第 1 次施药后还要高,这主要是由于这些药剂作用位点单一,并具有高度的选择专化性,在连续高剂量药剂的施用下,会使抗药性问题日益严重。而每隔 15 d 依次施用 25%丙环唑 EC、80%醚菌酯 WG、70%甲基硫菌灵 WP、3%中生菌素 WP,防治效果依次为 44.48%、54.31%、64.68%、71.53%,防治效果明显高于其他的方式,能有效防治降香黄檀炭疽病。

丙环唑为唑类杀菌剂,醚菌酯属于甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂,甲基硫菌灵属于硫代氨基甲酸酯类杀菌剂,中生菌素属于抗生素类杀菌剂,4 种药剂能

以不同的作用方式来抑制炭疽病菌的生长和繁殖,目前针对降香黄檀炭疽病的药剂筛选研究较少,这些药剂应用范围也很窄,该研究将这 4 种杀菌剂依次轮换使用取得了较好的防治效果,应加以推广。此外,还可以考虑用同类型的其他杀菌剂来替换,如可用三唑酮、三唑醇等替换丙环唑,多菌灵等替换甲基硫菌灵,啞菌酯、啞菌胺等替换醚菌酯。另外,考虑到药剂复配的增效性,也可开展室内复配毒力试验,以找到更好的防治药剂及方法。

参考文献

[1] 桑立伟,刘爱琴,孙世伟,等.海南降香黄檀炭疽病病原鉴定及防治[J].热带农业科学,2009,29(8):23-25.
[2] 王静,叶敏,范黎明,等.菌丝生长速率法筛选纤维素降解菌的研究[J].中国农学通报,2013,29(33):323-326.
[3] 刘君昂,周国英,陈彧,等.壳聚糖对油茶炭疽病菌的抑制作用[J].中南林业科技大学学报,2008,28(6):46-50.
[4] 冯爱卿,陈深,朱小源,等.10 种杀菌剂对水稻稻叶褐条斑病菌的室内毒力[J].植物保护,2014,40(4):193-197.
[5] 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.
[6] 罗志明,李儒法.麻楝地理种源苗期试验研究[J].热带林业,2007,35(3):28-30.
[7] 张帅,徐蕾,康晓霞,等.水稻害虫抗药性治理试验与示范[J].中国植保导刊,2013,33(5):52-54.
[8] 顾中言,徐德进,许小龙,等.稻田农药科学使用Ⅱ.水稻植株的疏水特性和药液在水稻表面的湿润展布[J].江苏农业科学,2013,41(9):105-109.
[9] 周国英,何钢,刘君昂,等.金秋梨主要病虫害的预测预报及无公害防治[J].经济林研究,2001,19(2):49-50.
[10] 赵建江,张小风,王文桥,等.氟硅唑与代森锰锌混配对梨黑星病菌的联合毒力及田间防[J].植物保护,2014,40(3):195-198.

(责任编辑:杨明丽)

更 正

本刊 2017 年 43 卷第 2 期刊出的题为“100 个小麦品种资源抗条锈性鉴定及重要抗条锈病基因的 SSR 检测”一文中第 67 页图 1 横坐标第二项和第四项有误,第二项“CYR17 成熟期”应为“CYR17 成株期”,第四项“CYR32 成熟期”应为“CYR32 成株期”,特此更正,并向作者和读者致歉。

《植物保护》编辑部
2017 年 5 月 3 日