

配方施肥对八角炭疽病防控效果及生化机制研究^{*}

黄乃秀¹ 赵鹏飞¹ 廖旺姣¹ 邹东霞¹
常明山¹ 李鹏亮²

(1. 广西壮族自治区林业科学研究院, 广西 南宁 530002; 2. 广西壮族自治区国有高峰林场, 广西 南宁 530001)

摘要 为探寻八角炭疽病 *Colletotrichum horii* 绿色防控途径, 研究采用单因素完全区组随机设计, 在发病林区施用不同配方肥料, 测定对病害控制效果、叶片生理生化指标变化以及在生产上扩大试验示范。结果表明: 不同配方肥料对病害的控制效果不同, 配方 1 (N+P₂O₅+K₂O 35%, 有机质 15%, 有效钙、镁、硼、锌、铜含量 3 902 mg/kg, 含生防菌、肥料增效剂及复合杀菌剂) 的病情指数最低, 防治效果达 65.65%; 配方 1 处理的 POD、SOD 活性、百叶鲜质量和 MDA 含量与其它处理差异显著; 配方 1 在 4 个不同区域点大面积试验示范, 病害控制效果在 79.65% 以上。通过不同肥料配方处理后, 对八角炭疽病的防治均有一定效果, 以配方 1 效果最为明显, 具有应用价值。

关键词 八角炭疽病; 施肥控制; 试验示范

中图分类号: S763 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053(2023)02-0121-07

Study on the Control Effect and Biochemical Mechanism of *Colletotrichum horii* with Formula Fertilization

HUANG Naixiu¹ ZHAO Pengfei¹ LIAO Wangjiao¹ ZOU Dongxia¹
CHANG Mingshan¹ LI Pengliang²

(1. Guangxi Forestry Research Institute, Nanning, Guangxi 530002, China;

2. Guangxi State-owned Gaofeng Forest Farm, Nanning 530001)

Abstract In order to explore the green prevention and control of *Colletotrichum horii*, this study adopted a single-factor complete block random design, applied different formulas of fertilizers in the diseased forest area, measured the effect on disease control, the change of leaf physiological and biochemical indexes, and expanded the experimental demonstration in production. The results showed that different formulas had different effects on disease control, and the disease index of formula 1 (N+P₂O₅+K₂O 35%, organic matter 15%, effective calcium, magnesium, boron, zinc and copper content 3902 mg/kg, including biocontrol bacteria, fertilizer synergist and compound fungicide) was the lowest, and the prevention and control effect reached 65.65%. The contents of POD, SOD activity, fresh weight of louvers and MDA in Formula 1 treatment were significantly different from those of other treatments. Formula 1 was tested and demonstrated in a large area in 4 different regional points, and the disease control effect was above 79.65%. After treatment with different fertilizer formulations, it has a certain effect on the prevention and control of anise anthracnose, and the effect of formula 1 is the most obvious and has application value.

^{*} 基金项目: 广西重点研发计划项目 (桂科 AB1850020)。

第一作者: 黄乃秀 (1966—), 男, 高级工程师, 主要从事森林病虫害防治研究工作, E-mail: 412105829@qq.com。

通信作者: 常明山 (1983—), 男, 正高级工程师, 主要从事林业有害生物防治工作, E-mail: 12cms@163.com。

Key words *Colletotrichum horii*; fertilizer control; application test

八角 *Illicium verum* 又称八角茴香、大茴香, 北方称为大料, 属木兰科八角属, 其果实为著名的调味香料, 也供药用。八角的果皮、种子、叶都含芳香油, 是制造化妆品、甜香酒、啤酒和食品工业的重要原料。八角在我国南方亚热带地区适宜种植, 广西和云南的面积占全国的 90% 以上, 以广西的面积和产量最大^[1-3]。广西的八角主要分布在大山脉周边高海拔的山区, 特殊的地理位置也给各种病虫害的发生为害提供了特异的环境条件。八角炭疽病是一种高温高湿的真菌性病害, 是八角林中重要的病害之一, 一年四季均有发生, 发病高峰期为 6—9 月, 病害主要为害叶片, 大面积爆发会引起大量叶片早衰脱落、枝条枯死, 甚至整株枯死, 对产量的影响最大, 近年来的实地调查和统计结果显示, 八角炭疽病在广西八角林中发生相当普遍^[3]。前人报道引起广西八角炭疽病的病原菌主要有球炭疽菌 *Colletotrichum coccodes*^[4]、哈锐炭疽菌 *C. horii*^[5] 和胶孢炭疽菌 *C. gloeosporioides*^[6]。目前, 对于八角炭疽病的防治仍主要通过化学防治进行, 传统生产上主要靠一些杀菌剂进行防治, 例如: 戊唑醇、大生 M、咪鲜胺 EC 等。但化学农药长期使用不仅增强了病原菌的抗药性, 提高了继续防治的难度^[7], 同时也给生态环境、食品安全等带来较大风险。目前少有通过施肥防控病害发生的报道。

通过在土壤中施入合理的营养肥料有利于八角树的生长生殖、提高叶片相关酶的活性, 增强树体对炭疽病的抗病力, 降低病害的发生; 叶片中 POD、SOD 的活性及 MDA 的含量与树体抗病力关系密切, 可以作为抗病力的考察指标^[8]。有学者发现, 施用营养肥料可以使农作物体内保护酶活性显著升高, 丙二醛 (MDA) 含量也会受营养肥料的影响而变化, 同时提高农作物抗病性, 减轻病害的发病率和病情指数^[9]。鉴于病害发生的普遍性和严重性, 为探寻该病的绿色防治途径, 减少化学农药用量, 本试验采用单因素完全区组随机设计, 对比施用不同配方肥料处理对病害的防控效果, 同时检测了各试验处理八角叶片的生化指标; 并选取对病害防控效果较好的肥料配方,

分别在广西国有六万林场东山、河崇分场, 百色市右江区大楞乡龙亭林场和南宁市武鸣区合耸村 4 个有八角炭疽病发生的林地进行生产性试验、示范, 以求实现通过配方肥料施用减轻八角炭疽病发生。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验点位于广西壮族自治区国有高峰林场延河分场爱沙站 (108.51°E, 23.12°N), 2021 年八角炭疽病发生严重。此地年均气温 21.4 °C, 年均降水量 1 731.8 mm。种植品种为八角软枝红花 *Illicium dunnianum* var. *latifolium*, 林龄 25 a, 植株密度 675 株/hm²。土壤为片页岩风化物发育的赤红壤, 海拔 517~597 m, 坡向东南或西北向, 3 块试验林地相接, 均为中下坡。大面积示范试验地区: 南宁市的广西国有六万林场河崇分场, 109.847°E, 22.56°N, 海拔 547 m, 林龄 23 a, 26.7 hm²; 东山分场, 109.947°E, 22.769°N, 海拔 410 m, 林龄 23 a, 26.7 hm²。百色市右江区大楞乡的龙亭林场, 106.327°E, 23.805°N, 海拔 764 m, 林龄 21 a, 66.7 hm²。南宁市武鸣区两江镇合耸村的八角基地, 108.428°E, 23.42°N, 海拔 503m, 林龄 26 a, 13.3 hm²,

试验林地土壤养分概况: 有机质含量 16.68 g/kg、pH5.4, 氮 110.32 mg/kg、磷 2.53 mg/kg、钾 50.89 mg/kg、钙 2.28 mg/kg、镁 0.08 mg/kg、硼 0.38 mg/kg、锌 2.15 mg/kg、铜 1.95 mg/kg、铁 28.62 mg/kg、锰 1.87 mg/kg。

1.2 试验时间

试验设在八角春梢萌动期的 2 月份至病害发生造成落叶高峰期的 8 月。具体时间为 2020 年 2 月 25 日至 2020 年 8 月 31 日, 共 188 d。

1.3 试验方法

1.3.1 样地设置 试验选取 3 个地块进行, 每个试验地块面积 4 hm², 从上到下作垂直划分成 5 等份, 每等份安排一个处理, 共安排 4 个配方肥料处理和 1 个空白对照处理, 区组间各处理随机排列 (表 1)。

表 1 各处理肥料养分基本状况
Tab.1 Nutrient status of fertilizers in each treatment

处理号 Treatment	肥料养分组合 Fertilizer analysis	施肥量 / (kg/ 株) Fertilizing amount
1	35% (N +P ₂ O ₅ + K ₂ O), 15% 有机质, 有效钙、镁、硼、锌、铜含量 3 902 mg/kg, 含生防菌、肥料增效剂、1‰复合杀菌剂	2.5
2	30% (N +P ₂ O ₅ + K ₂ O), 15% 有机质, 有效钙、镁、硼、锌、铜含量 1 805 mg/kg	2.5
3	30% (N +P ₂ O ₅ + K ₂ O), 15% 有机质, 有效钙、镁、硼、锌、铜含量 3 902 mg/kg	2.5
4	30% (N +P ₂ O ₅ + K ₂ O), 15% 有机质, 有效钙、镁、硼、锌、铜含量 3 902 mg/kg, 含 1‰杀菌剂	2.5
CK	/	/

注：复合杀菌剂成分为：放线菌、酵母菌和巨大芽孢菌的生物菌剂，加入量为：0.75%。
Note: The composition of the compound bactericide is the biological agent of actinomycetes, saccharomycetes and megasporae, with the addition amount of 0.75%.

1.3.2 施肥方式 施肥方式为沟施，即在株与株中间或树上方滴水线处，挖深 25 cm，长 60 cm，宽 25 cm 的长形坑，用量器按用量将肥料均匀撒入坑内，先将肥料与坑内少量土拌匀，然后回填表土压实，每个处理 30 棵树，重复 3 次。

1.3.3 观测样株及样枝设置 施肥后约 2 个月即 4 月 15 日按五点取样法取样点，每样点随机取样 6 株，每处理共 30 株，在样株的东南西北方向的上中下 3 个方位随机取枝条 1 枝共 12 枝条作样枝，统计样枝条上叶片数，记为初始叶数。

1.3.4 日常管理 试验期间，对处理区的食叶害虫进行监控，防止为害；样地株树盆内垫铺薄膜，以便于收集落叶和了解原因，每 15 天收集落叶一次。

1.3.5 病情调查 根据八角炭疽病的发病特征，于发病高峰期后的 8 月 31 日调查病情防控效果。方法：标记并调查统计发病前及发病后样枝条上叶片保存数和炭疽病病斑叶数。以因病落叶数与病斑叶数之和占初始叶数的比率即落、病叶比率作为分级标准，参考邹东霞等^[10]的方法计算病情指数（表 2）。

落叶数、病情指数、防治效果计算公式：
落叶数=初始叶数－保存叶数
病情指数=∑（各级感病株数×各级代表值）/（调查总株数×最高一级代表值）×100。

防治效果=（对照区病情指数－处理区病情指数）/对照区病情指数×100%。

1.3.6 叶片鲜质量测定 于试验结束日前 45 d 即 7 月 15 日，于样株树冠中下方位的东南西北 4 个

表 2 病情等级分级标准
Tab. 2 Grading standards of disease

发病等级 Incidence grade	分级标准 Grading standard	病级代表值 Representative value of disease level
0	落、病叶比率= 0	0
I	落、病叶比率≤ 15%	1
II	落、病叶比率≤ 30%	2
III	落、病叶比率≤ 50%	3
IV	落、病叶比率>50%	4

方向随机摘取 30 片成熟叶片，每样株 120 片，混合后，随机取出 100 片，用电子秤称重。每样 3 个重复，取平均值作为百叶鲜质量。

1.3.7 叶绿素 a、b 含量及总量测定 叶绿素的测定参考了 Inskeep 和 Bloom 的研究^[11]。方法：取鲜样 2 g，在弱光下剪碎，充分混匀，准确称取 0.2 g，放入 25 mL 的容量瓶中，然后加入乙醇：丙酮：水=4.5：4.5：1 的提取液至 25 mL，静置暗处提取 12 h。对照管：乙醇：丙酮：水=4.5：4.5：1 定容至 25 mL。使用分光光度计在 663 nm 和 645 nm 下测定吸光值，重复 3 次，取平均值。计算出叶绿素 a、b 的浓度和总的叶绿素含量。

计算公式如下：
叶绿素 a 的含量=（12.7A₆₆₃-2.69A₆₄₅）*V/1 000W
叶绿素 b 的含量=（22.90A₆₄₅-4.68A₆₆₃）*V/1 000W
叶绿素总含量=（20.2A₆₄₅+8.02A₆₆₃）*V/1 000W
式中 A₆₄₅ 为 645 nm 下的吸光值；A₆₆₃ 为 663 nm

下的吸光值; V 为提取液的体积; W 为叶片鲜质量。

1.3.8 叶片中生化酶活性测定 过氧化物酶 (POD)、多酚氧化酶 (PPO)、超氧化物歧化酶 (SOD)、苯丙氨酸解氨酶 (PAL) 等酶的活性和丙二醛 (MDA) 含量参照刘萍等^[12] 主编的《植物生理学实验技术》等方法进行测定。

1.3.9 大面积试验示范 在试验研究基础上, 选用对八角炭疽病防治效果较好配方进行生产性扩大应用试验。试验设在 3 个不同市辖的 4 个发病林地, 河崇分场和东山分场施肥日期: 2020 年 2—3 月; 龙停林场施肥日期: 2021 年 1—2 月; 八角基地施肥日期: 2021 年 3 月。以上试验均以周边不施肥部分作对照。试验期间, 试验区与对照区的日常管理均为正常除草和防治食叶害虫, 并均于 5—6 月喷 45% 咪鲜胺水乳剂杀菌剂 1 000 倍液一次。控制效果调查及计算方法同 1.3.3、1.3.5。

1.3.10 数据处理 采用 Excel 2007、SPSS 等软件进行数据收集整理, 方差分析处理间多重比较采用 q 测验法。

2 结果与分析

2.1 病情指数

不同配方肥料施肥区域的病情指数调查结果见表 3。从表中可以看出, 与对照相比, 各处理的病情指数均有所下降, 表明通过施肥处理对病害均有一定的控制作用。在 4 个处理中, 处理 2、3 与对照相比, 病情指数相差不大, 两者防效没有显著差别; 处理 1 的病情指数最低, 防效最好; 处理 4 其防治效果不足 50%; 处理 1 防治效果达 65.16%, 与其它 3 个处理相比有极显著差别 ($P < 0.01$)。

2.2 叶片鲜质量

不同配方肥料施肥区域的百叶鲜质量测定结果见表 4。从表 4 可以看出, 在 4 个处理的百叶鲜质量中, 以处理 1 最大, 为 76.1 g/100 叶, 对照的最小为 56.1 g/100 叶, 从大到小排序为: 处理 1 > 处理 4 > 处理 2 > 处理 3 > 对照, 处理 1 与对照比提高率在 35% 以上, 其它处理均有不同程度提

表 3 不同处理区病情指数测定结果

Tab. 3 The results of disease index in different treatment areas

处理号 Treatment	病情指数 Incidence grade	与对照比病情指数下降值 Decreased value	防治效果 / % Control effect
1	32.51 ± 0.29Aa	60.82 ± 0.74Aa	65.16 ± 0.31 Aa
2	86.73 ± 1.17Cc	6.64 ± 0.22Dd	7.07 ± 1.25 Cc
3	81.71 ± 0.81Cc	11.60 ± 0.40Cc	12.43 ± 0.87 Cc
4	50.60 ± 3.98Bb	43.33 ± 1.75Bb	46.41 ± 4.27 Bb
CK	93.32 ± 2.13Dd	/	/

注: 以上数据为各试验区域 3 次处理平均值, 小写字母为 ($P < 0.05$) 差异显著水平; 大写字母为 ($P < 0.01$) 差异极显著水平。
Note: The above data were the average values of three treatments in each experimental area, and the lowercase letters were ($P < 0.05$) significantly different; the uppercase letters were ($P < 0.01$) significantly different.

表 4 不同处理区百叶鲜质量

Tab. 4 Weight of fresh leaf in different treatments

处理号 Treatment	平均百叶鲜质量 / g Average weight of louver	与对照比提高率 / % Increase rate compared with control
1	76.10 ± 3.81Aa	35.65 ± 0.72Aa
2	64.21 ± 1.87Bb	12.66 ± 2.37Cc
3	63.23 ± 2.92Bb	8.10 ± 0.55Dd
4	66.30 ± 2.49Bb	18.18 ± 0.18Bb
CK	56.14 ± 5.24Cc	/

注: 以上数据为各试验区域 3 次处理平均值, 小写字母为 ($P < 0.05$) 差异显著水平; 大写字母为 ($P < 0.01$) 差异极显著水平。
Note: The above data were the average values of three treatments in each experimental area, and the lowercase letters were ($P < 0.05$) significantly different; the uppercase letters were ($P < 0.01$) significantly different.

高。说明合理施肥可以有效提高八角树的生长量。

2.3 叶片叶绿素 a、b 含量及总量

不同配方肥料施肥区叶片叶绿素 a、b 含量及总量的测定结果见表 5。从表 5 可以看出：4 个处理的叶绿素总量以处理 2 含量最大，对照最小，处理 2 与对照比提高 50.86%。4 个处理叶绿素总量从大到小排列为：处理 2 > 处理 1 > 处理 3 > 处理 4 > 对照。

2.4 叶片酶活性的测定

本试验对病害的控制效果，从大到小排序为：处理 1 > 处理 4 > 处理 3 > 处理 2 > 对照；按此排序将不同处理酶活性的测定数据做图 1 对比。从图 1 中可以看出：POD 和 SOD 的活性：处理 1 > 处理 4 > 处理 3 > 处理 2 > 对照，这与防治效果的排列顺序完全相符，且处理 1 与其它处

理间差异极显著，即 POD、SOD 活性强，抗性提高；MDA 的含量：处理 1 < 处理 4 < 处理 3 < 处理 2 < 对照，这与防治效果的排列顺序也正好完全相反，表明防治效果与 MDA 的含量呈负相关，即控制效果较好的处理 1，其 MDA 的含量最低，且与其它处理间差异极显著；而 PPO、PAL 的活性与防治效果关系没体现出上述相符规律。

2.5 生产上扩大应用效果

应用配方 1 肥料在 4 个不同区域扩大面积应用示范，其对病害控制的调查结果见表 6。从表 6 中可以看出：4 个扩大示范点的防治效果均在 79% 以上，均表现出了防控效果的稳定性。

3 小结与讨论

八角炭疽病是近年来造成广西八角大幅减产

表 5 不同处理区叶绿素 a、b 含量及总量
Table 5 Content and total amount of chlorophyll a and b in different treatment areas

处理号 Treatment	叶绿素 a Chlorophyll a	叶绿素 b Chlorophyll b	叶绿素总量 The total amount of chlorophyll	叶绿素总量提高率 / % Increase rate of total chlorophyll
1	21.37 ± 1.16Aa	28.28 ± 1.46Bb	50.18 ± 0.98Bb	17.13 ± 3.73Bb
2	20.99 ± 2.46Aa	43.66 ± 1.59Aa	64.63 ± 0.41Aa	50.86 ± 3.65Aa
3	16.42 ± 4.25Bb	30.92 ± 2.01Bb	47.32 ± 0.87Cc	10.45 ± 2.69Cc
4	21.12 ± 3.16Aa	25.81 ± 1.79Cc	46.91 ± 2.13Cc	9.50 ± 2.61Cc
CK	24.45 ± 0.58Aa	18.41 ± 0.71Dd	42.84 ± 3.66Dd	/

注：以上数据为各试验区域 3 次处理平均值，小写字母为 (P<0.05) 差异显著水平；大写字母为 (P<0.01) 差异极显著水平。
Note: The above data were the average values of three treatments in each experimental area, and the lowercase letters were (P<0.05) significantly different; the uppercase letters were (P<0.01) significantly different.

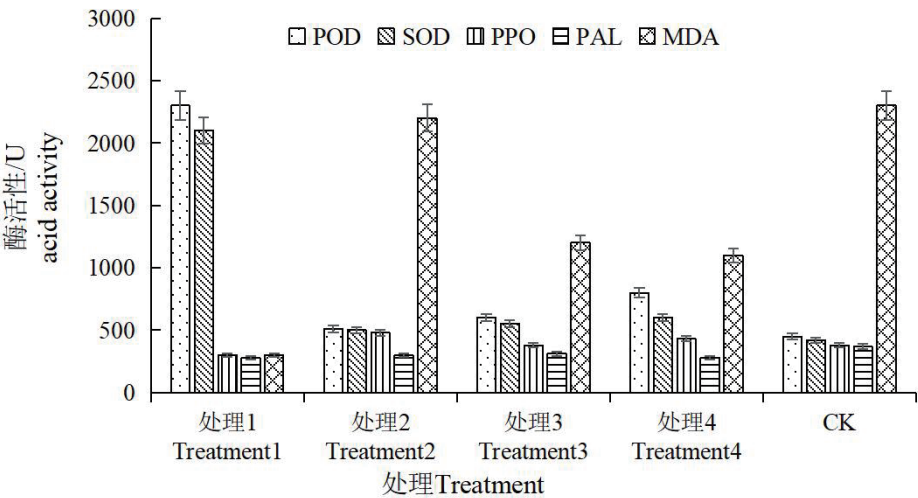


图 1 不同处理区叶片 PAL、PPO、POD、SOD 活性和 MDA 含量比较

Fig. 1 Comparison of activities of PAL, PPO, POD, SOD and content of MDA in leaves in different treatment areas

表 6 扩大应用基地防治效果
Tab. 6 Control efficiency of 4 application bases

应用地点 Application	应用面积 /hm ² Application site	防治效果 /% Control effect
河崇分场 He Chong branch	450	79.65 ± 4.57
东山分场 Dongshan branch	350	80.35 ± 3.98
龙停林场 Longting Forest Farm	1 000	80.85 ± 5.11
合耸村八角基地 Hesong Village Bajiao Base	200	81.75 ± 3.45
平均防效 /% Average control effect	/	80.65 ± 4.26

的主要因素之一。有学者报道该病的发生与立地条件、树龄、害虫为害、气候状况及土壤的营养状况有关^[13]。八角属常绿乔木，花果同期，抱子怀胎，生长生殖消耗的营养量大，其中八角炭疽病发病程度轻的林分土壤中的有机质、N、P、K等主要营养成分含量相对较高于发病重的林分，说明土壤中的营养丰缺与病害的发生密切相关^[14]。通过施肥可以改善土壤的营养环境，促进植物对营养的吸收，合理的施肥措施不仅有利于植物生长，也有利于提高植物对逆环境的适应和树体抗病能力的增强，促进花芽分化，保花、保果，提高作物的产量^[15]。本试验结果表明，施用不同配方肥料对八角炭疽病的控制效果不同，营养成分全面且含量较高的配方处理 1 对病害的控制效果较好，试验区防治效果达 65.16%，显著高于其它处理；利用该配方在 3 个不同市辖的 4 处不同区域扩大面积应用示范，4 个试用点的防治效果达 79% 以上、平均达 80.65%，防治效果稳定，且施肥区的树木枝叶茂盛、浓绿、宽厚、花蕾明显增多。配方处理 2 与配方处理 3 在主要营养成分 N、P、K、有机质含量相同但在微量元素含量上有差别，两者的防控效果低且差异不明显；配方处理 1 与配方处理 4 防控效果较好，表明在肥料中加入杀菌剂对八角炭疽病的防控有一定效果，但配方处理 4 防治效果不足 50%，配方处理 1 在本试验中防控效果最好，其在主要营养成分 N、P、K 的含量比配方处理 4 提高 5 个百分点，添加了生防菌和肥料增效剂。说明效果的差异是肥料中各要素综合作用的结果，并非完全是单一因素起作用。

有报道在研究桉树营养与病害发生关系的基础上，开展施肥控制桉树枝枯病的试验，并取得较好的防治效果^[16]。可见，采用科学合理的施肥技术可有效提高八角树的生长，促进花芽分化和开花结果，增强树势，提高对八角炭疽病的抵抗力，降低病害的发生。本研究仅是对施用后当年病害防控效果调查，长效机制仍需深入研究。

施肥可以改善植物的生理生化。植物叶绿素和酶活性的变化与植物抗性有密切的关系^[17-20]。叶绿素是植物光合作用的重要物质，病原入侵往往能够导致叶绿素发生明显的变化，如出现含量的变动，直接导致叶片出现相应的症状^[21-22]。过氧化物酶存在于细胞微粒中，对植物体具有保护作用^[23]。本试验通过对叶片叶绿素含量和相关生物酶的测定结果与防治效果的方向性分析，发现植株的抗病性与叶片的叶绿素总量、POD、SOD 的活性及 MDA 的含量有关，叶绿素总量高、POD、SOD 的活性强及 MDA 的含量低，植株的抗病性增强，其含量变化与 MDA 较为密切。可以考虑通过测定叶片 POD、SOD 的活性及 MDA 的含量作为树体抗病力的考察指标。

参考文献

- [1] 马锦林,曾祥艳,李开祥,等.广西八角产业现状及发展战略[J].广西林业科学,2011,40(4): 336-339.
- [2] 黄开顺,潘晓芳,欧军,等.不同品种八角开花坐果期叶片营养元素含量变化及落花落果规律[J].西部林业科

- 学,2021,50(6):2-7.
- [3] 黄乃秀,莫小刚,蒋晓萍,等.广西八角炭疽病的发生特点及近年偏重发生原因初步分析与防治对策[J].广西植保,2018,31(1):30-34.
- [4] 廖明. 八角炭疽病菌生物学特性及防治药剂筛选的研究[D].南宁: 广西大学,2004.
- [5] 廖旺姣,黄乃秀,邹东霞,等.八角炭疽病菌哈锐炭疽菌生物学特性[J].中国森林病虫,2018,37(3):10-12.
- [6] 邹东霞,黄乃秀,廖旺姣,等.八种杀菌剂对八角炭疽病菌的室内毒力[J].中国森林病虫,2018,37(2):36-38.
- [7] 张树生,胡蕾,刘忠良,何美仙,方勇.植物体内抗病相关酶与植物抗病性的关系[J].安徽农学通报,2006(13):48-49; 5.
- [8] 廖旺姣,邹东霞,黄乃秀,等.一种八角炭疽病新病原鉴定[J].西南农业科学,2017,30(10):2242-2245.
- [9] 谢奎忠,孙小花,罗爱花,等.基施锌肥对长期连作马铃薯抗病性相关酶活性、土传病害和产量的影响[J].作物杂志,2022(4):154-159.
- [10] 邹东霞,严凯,廖旺娇等.八角炭疽病防治药剂筛选[J].农药,2022,61(6):458-460; 468.
- [11] INSKEEP W P, BLOOM P R. Extinction coefficients of Chlorophyll a and b in N,N -Dimethylformamide and 80% Acetone 1[J].Plant Physiology,1985,77(2): 483-485.
- [12] 刘萍,李明军,丁义峰.植物生理学实验[M].北京: 科学出版社,2016.
- [13] 詹家绥,吴娥娇,刘西莉,等.植物病原真菌对几类重要单位点杀菌剂的抗药性分子机制[J].中国农业科学,2014,47(17):3392-3404.
- [14] 黄乃秀,蒋晓萍,邹东霞,等.广西八角主要有害生物种类及为害状况初步调查[J].中国植保导刊,2022,42(9): 33-38.
- [15] 黄乃秀,黄玲玲,吴道念,等.采用施肥技术控制桉树梢枯病的效果[J].广西林业科学,2018,47(1):98-101.
- [16] 李贻铨,杨承栋.中国林木施肥与营养诊断研究现状[J].世界林业研究,1998(3):59-66.
- [17] 吴耀军,常明山,盛双,等.桉树枝瘿姬小蜂虫瘿解剖特征与寄主叶片生理指标的变化[J].生态学报,2012,32(23): 7576-7585.
- [18] 杨会肖,廖焕琴,杨晓慧,等.土壤水肥胁迫对尾叶桉叶绿素荧光参数的影响[J].林业与环境科学,2018,34(3):1-5.
- [19] 温小莹,黄芳芳,唐成波,等.N素指数施肥对降香黄檀及土壤N、P化学计量特征的影响[J].林业与环境科学,2019,35(2):7-13.
- [20] 蒋选利,李振岐,康振生.过氧化物酶与植物抗病性研究进展[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2001,29(6):124-129.
- [21] 欧志远.叶绿素含量与植物抗病性的关系[J].安徽农学通报,2007,13(6): 134-135.
- [22] 冯丽贞.桉树叶绿素含量与焦枯病抗性的关系[J].福建农林大学学报(自然科学版),2008,37(4):365-368.
- [23] 刘长海,骆有庆,陈国梁,等.陕北枣树主要害虫过氧化物酶同工酶的分析[J].林业科技,2007,32(3):18-19.