杨梅白腐病预防药剂的筛选与防治技术集成

饶汉宗[1#]， 谢子正[2#]， 李 阳[3]， 许渭根[2]， 李国钧[2]， 李艳敏[2]

（1. 浙江省青田县植物保护检疫站，青田 323900；2. 浙江省植物保护检疫局，杭州 310020；
3. 浙江省丽水市土肥植保站，丽水 323000）

摘要 杨梅白腐病是影响杨梅产量和品质的一个重要因素，研究该病害的防治技术，对于保障杨梅生产安全、增加农民收入具有重要意义。本文通过田间试验评价了7种药剂对杨梅白腐病的预防效果，结果表明，供试药剂对白腐病均有一定的防效。其中，6%寡糖·链蛋白WP、8%对氯苯氧乙酸钠SP和29%吡萘·嘧菌酯SC对白腐病的预防效果在80%以上；40%戊唑·腐霉利SC、38%吡唑·啶酰菌胺SC和35%氟菌·戊唑醇SC的预防效果在杨梅成熟前期较好，能达到80%以上，但持效性不长；13.3%抑霉唑硫酸盐SG的预防效果不佳，在杨梅成熟期阶段最高防效只有65.5%。建议在实际生产中预防杨梅白腐病选用6%寡糖·链蛋白WP、8%对氯苯氧乙酸钠SP和29%吡萘·嘧菌酯SC。平衡施肥、避雨栽培、疏花疏果和药剂防治相结合的综合防控技术可有效降低白腐病的发生危害。

关键词 杨梅白腐病； 杀菌剂； 防治效果； 综合防治技术

中图分类号： S436.63 **文献标识码**： B **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2017318

Evaluation of preventive control efficacy of seven fungicides on white rot disease of red bayberry and integrated preventive measures

RAO Hanzong[1], XIE Zizheng[2], LI Yang[3], XU Weigen[2], LI Guojun[2], LI Yanmin[2]

(1. *Plant Protection and Quarantine Station of Qingtian County, Zhejiang* 323900, *China*;
2. *Zhejiang Provincial Plant Protection and Quarantine Bureau, Hangzhou* 310020, *China*;
3. *Plant Protection and Fertilizer Station of Lishui City, Zhejiang* 323000, *China*)

Abstract White rot disease is an important adverse factor affecting the yield and quality of red bayberry. It is of great significance to study the prevention technology to ensure the safety of red bayberry and increase the income of farmers. The preventive control efficacy of seven fungicides on white rot disease of red bayberry was evaluated by field experiments. The results showed that the tested fungicides have certain control efficacy on white rot disease. The average preventive control efficacy of oligosaccharide·activator protein 6% WP, sodium 4-CPA 8% SP and isopyrazam·azoxystrobin 29% SC was more than 80% at the mature stage of red bayberry. The average preventive control effect of tebuconazole·procymidone 40% SC, pyraclostrobin·boscalid 38% SC and fluopyram·tebuconazole 35% SC could reach more than 80% in the early mature stage of bayberry, but the persistence period is short. The highest preventive control efficacy of imazalil sulfate 13.3% SG was 65.5% at the mature stage of red bayberry. Therefore, it is suggested that oligosaccharide-activator protein 6% WP, sodium 4-CPA 8% SP and isopyrazam·azoxystrobin 29% SC can be used in the preventive control of white rot disease on red bayberry. Meanwhile, the integrated preventive measures, including balanced fertilization, shelter cultivation, blossom and fruit thinning and chemical control, are suggested to effectively reduce the occurrence of white rot disease of red bayberry.

Key words white rot disease; fungicide; control efficacy; integrated preventive measures

杨梅是我国特产果树之一，具有悠久栽培历史。因其具有果色鲜艳、酸甜适中、商品性价比高等显著特点，近年来受到越来越多消费者的欢迎，栽培面积不断扩大。目前浙江全省杨梅种植面积达8.993万

收稿日期： 2017-08-24 **修订日期**： 2017-09-21
基金项目： 浙江省特色农产品全产业链安全风险管控（“一品一策”）项目（浙农质发〔2017〕11号）
联系方式 E-mail:601532430@qq.com
为并列第一作者

hm^2，约占全国的三分之一，产量 52.4 万 t，产值近 50 亿元，在浙江产水果中产值位列第一，为农民增收致富的一大支柱产业[1]。

随着杨梅产业的不断发展，病虫害发生也呈日益加重趋势[2-4]，特别是杨梅成熟中后期，白腐病的发生危害最为严重。杨梅白腐病，又称杨梅白腐烂、烂杨梅，病原物主要以真菌界子囊菌门中的青霉 *Penicillium* sp. 和绿色木霉 *Trichoderma viride* 为主。一般杨梅成熟中后期易感染此病，初期在果实表面上产生白色小点，随着时间延长，病斑逐渐扩大，产生白色霉状物，受害果实较正常果实提前3～4 d 落地，被害果不能食用[1]。浙江省‘东魁’杨梅成熟采收期集中在 6 月中下旬，此时正值梅雨季节，温度、湿度较高，杨梅白腐病发生严重，造成损失高达 40%～50%。目前，针对杨梅果实期病害的防治已有一些报道，但尚缺乏系统深入的研究[2-6]。目前在杨梅上登记使用的农药仅有噻嗪酮、乙基多杀菌素、阿维菌素、松脂酸钠、矿物油、喹啉铜等 6 种农药，且均不是主治白腐病的药剂，缺少安全高效的登记药剂和集成配套的防治技术[7-8]。农民乱用、滥用农药时有发生，甚至不少农户在杨梅成熟期施药，导致果实品质降低，农药残留问题突出，农产品质量安全隐患大。为了推广应用针对杨梅白腐病的高效安全的预防性杀菌剂和综合防控技术，指导农户的杨梅安全生产，特开展本试验。

1 材料与方法

1.1 供试材料和试验概况

供试药剂共 7 种：40% 戊唑 · 腐霉利悬浮剂(SC)，浙江来益生物技术有限公司；38% 唑醚 · 啶酰菌胺悬浮剂(SC)，浙江来益生物技术有限公司；35% 氟菌 · 戊唑醇悬浮剂(SC)，拜耳股份公司；29% 吡萘 · 嘧菌酯悬浮剂(SC)，先正达苏州作物保护有限公司；13.3% 抑霉唑硫酸盐可溶粒剂(SG)，安道麦马克西姆有限公司；6% 寡糖 · 链蛋白可湿性粉剂(WP)，中国农业科学院植物保护研究所廊坊农药中试厂；8% 对氯苯氧乙酸钠可溶粉剂(SP)，四川国光农化股份有限公司。药剂用量均参考产品推荐浓度(表 1)。

试验地点设在浙江省青田县瓯南街道白浦村陈胜户(试验点 1)和相邻的平风寨村孙国平户杨梅园中(试验点 2)，选取树龄 15 年以上长势良好的‘东魁’杨梅树进行药效试验。试验点 1 施药时间为 2017 年 5 月 28 日，试验点 2 施药时间为 6 月 7 日。以清水和不施药为对照。

1.2 试验设计

试验共 9 个处理：7 个药剂处理，1 个清水对照处理，1 个空白对照处理(表 1)。每处理 3 株杨梅树。采用手动式喷雾器喷雾，每处理用水量均为 15 kg。

表 1 不同药剂处理时间及用量

Table 1 Spraying time and concentration of different fungicides

施用药剂 Fungicide	施用时间 Application time	稀释倍数 Dilution fold
40%戊唑 · 腐霉利 SC tebuconazole · procymidone 40% SC	采收前 20 d	2 000
38%吡唑 · 啶酰菌胺 SC pyraclostrobin · boscalid 38% SC	采收前 20 d	2 000
35%氟菌 · 戊唑醇 SC fluopyram · tebuconazole 35% SC	采收前 20 d	3 000
29%吡萘 · 嘧菌酯 SC isopyrazam · azoxystrobin 29% SC	采收前 20 d	1 500
13.3%抑霉唑硫酸盐 SG imazalil sulfate 13.3% SG	采收前 10 d	1 000
6%寡糖 · 链蛋白 WP oligosaccharide · activator protein 6% WP	采收前 10 d	1 000
8%对氯苯氧乙酸钠 SP sodium 4-CPA 8% SP	采收前 10 d	3 000
清水对照 Water control	采收前 10 d	—
空白对照 Blank control	—	—

2017 年 5 月 27 日于待处理的每株杨梅树上按东西南北挂牌定枝调查果实基数，5 月 28 日和 6 月 7 日分别按设计剂量进行药剂处理，于 6 月 17 日(成熟开采日)、19 日(成熟开采第 3 天)和 21 日(成熟开采第 5 天)分别调查总果数和显症病果数，计算烂果率和防治效果。

烂果率＝烂果数/调查总果数×100%；

防治效果＝(空白对照烂果率－防治处理烂果率)/空白对照烂果率×100%。

1.3 统计方法

试验数据采用 Duncan's 新复极差法进行统计分析，数据统计分析在 SPSS 软件上进行处理。

1.4 杨梅白腐病综合防治技术

在青田杨梅主产区开展环境友好型药剂筛选的基础上，结合施肥管理、避雨栽培、疏花疏果、防虫网覆盖等措施对白腐病预防效果调查，集成杨梅白腐病综合预防技术。

2 结果与分析

2.1 不同药剂对杨梅白腐病的预防效果

如表 2 所示，在采收前 20 d、10 d 喷施不同药剂

对杨梅白腐病均具有较好的预防效果,烂果率与清水和空白对照存在显著差异。生产中雨水天气是影响白腐病发生的一个重要因素,本研究中采收前 10 d 以清水处理模拟降水,增加湿度,成熟初期与后期其烂果率和空白对照接近,两者之间没有显著差异,表明杨梅成熟前期的单日降雨对白腐病的发生没有明显不利的影响。

杨梅成熟前期,白腐病烂果率相对较低,成熟开采首日调查,药剂处理后的烂果率在 2%～8%之间,其中经 29%吡萘・嘧菌酯 SC、38%吡唑・啶酰菌胺 SC 和 6%寡糖・链蛋白 WP 处理后的烂果率相对较低,均在 3%以下。除 13.3%抑霉唑硫酸盐 SG 外,各药剂的防治效果均达 80%以上,其中 38%吡唑・啶酰菌胺 SC 防效最好,达到 89.8%。成熟开采后第 3 天调查,烂果率有所上升,在 4%～11%之间,其中 29%吡萘・嘧菌酯 SC、8%对氯苯氧乙酸钠 SP 和 6%寡糖・链蛋白 WP 处理后的烂果率相对较低,均在 5%以下,防治效果也均在 80%以上,而 13.3%抑霉唑硫酸盐 SG 防效较差,仅为 63.5%;成熟开采后第 5 日调查,经药剂处理后的烂果率上升速度较快,在 7%～25%之间,为开采首日的 3～10 倍。各药剂处理间呈现显著性差异,其中 6%寡糖・链蛋白 WP 处理的病果率最低,为 7.8%,40%戊唑・腐霉利 SC 处理的烂果率已高达 23.99%。而 29%吡萘・嘧菌酯 SC、8%对氯苯氧乙酸钠 SP 和 6%寡糖・链蛋白 WP 的防治效果仍在 80%以上,表明使用这三种药剂田间预防白腐病效果最好,在杨梅成熟阶段预防效果能稳定在 80%以上(表 2)。

田间试验表明,杨梅在不同成熟期的烂果率差异较大,以成熟开采当日的烂果率最低,开采第 3 天次之,成熟开采第 5 天后最高,其中清水和空白对照的烂果率分别由成熟开采首日的 23.66%和 21.66%上升到开采第 5 天时的 65.1%和 68.14%,说明在自然状况下杨梅成熟度与白腐病发病率呈一定的正相关,成熟度越高,发病率也越高。供试药剂药效的持久性表现出一定差异,40%戊唑・腐霉利 SC、38%吡唑・啶酰菌胺 SC、35%氟菌・戊唑醇 SC 在杨梅开采日前防效均达 80%以上,而 5 d 后下降至 70%左右,其药效持效性不如 29%吡萘・嘧菌酯 SC、6%寡糖・链蛋白 WP 和 8%对氯苯氧乙酸钠 SP(表 2)。

表 2　不同药剂对杨梅白腐病的预防效果[1)]

Table 2　Preventive control efficacy of different fungicides against white rot disease of red bayberry

处理药剂 Fungicide	烂果率/% Fruit rotting incidence			防治效果/% Control efficacy		
	成熟开采首日 Mature day	成熟开采第 3 天 3 days after mature	成熟开采第 5 天 5 days after mature	成熟开采首日 Mature day	成熟开采第 3 天 3 days after mature	成熟开采第 5 天 5 days after mature
40%戊唑・腐霉利 SC tebuconazole・procymidone 40% SC	(3.48±2.47)b	(7.82±3.52)b	(23.99±8.27)b	84.8 a	73.5 a	64.5 b
38%吡唑・啶酰菌胺 SC pyraclostrobin・boscalid 38% SC	(1.96±2.37)b	(6.53±3.66)b	(18.65±1.67)bc	89.8 a	77.3 a	72.1 ab
35%氟菌・戊唑醇 SC fluopyram・tebuconazole 35% SC	(3.41±1.29)b	(8.63±2.99)b	(21.75±5.45)bc	83.9 a	71.7 a	69.2 ab
29%吡萘・嘧菌酯 SC isopyrazam・azoxystrobin 29% SC	(2.91±1.18)b	(4.85±2.49)b	(12.08±5.20)bc	86.5 a	83.9 a	82.3 ab
13.3%抑霉唑硫酸盐 SG imazalil sulfate 13.3% SG	(7.23±6.48)b	(10.63±8.55)b	(23.41±19.6)bc	65.5 a	63.5 a	66.0 b
6%寡糖・链蛋白 WP oligosaccharide・activator protein 6% WP	(2.98±2.60)b	(4.64±2.62)b	(7.80±0.82)c	84.8 a	85.7 a	88.4 a
8%对氯苯氧乙酸钠 SP sodium 4-CPA 8% SP	(3.12±1.27)b	(4.69±1.71)b	(12.51±2.84)bc	85.4 a	83.7 a	81.5 ab
清水对照 Water control	(23.66±10.10)a	(31.97±5.10)a	(65.10±9.25)a	−5.8	−7.5	4.9
空白对照 Blank control	(21.66±3.54)a	(29.56±6.61)a	(68.14±7.80)a	0	0	0

1) 表中数据为平均值±标准误。同列数据后不同小写字母表示药剂处理之间差异显著($P<0.05$)。
The values in the table are the mean±standard error. Different small letters after the values indicate significant difference at 0.05 level after treatment by fungicides.

2.2　杨梅白腐病综合防治技术

2.2.1　平衡施肥

根据杨梅的需肥特点和园地的土壤条件,视树势、结果情况施肥。提倡增施草木灰、焦泥灰、饼肥、绿肥、厩肥等有机肥和腐殖酸类肥料,适量施用硫酸钾型复合肥。增强树体的抗逆性、抗病虫性。

2.2.2 避雨栽培

采前 40～50 d 覆盖防虫网，采前 15 d 梅雨季未到时顶棚覆盖进行避雨，前期雨水较多则可适当提前，大风雨前后及时检查并维修加固，采收结束后及时撤去。网帐裙脚在地面用木桩绑住，四周均用泥土压实，进出网帐需及时关闭网帐的拉链，防止网外害虫进入网内。通过网室避雨栽培可有效阻隔杨梅果蝇及其他害虫，减少白腐病的发生危害，保障了杨梅果实的食用安全。

2.2.3 疏花疏果

花量过多时，于 3 月中旬至 3 月下旬，人工剪去部分结果枝，减少花量，促进分枝。推行人工疏果 2～3次，分别在盛花后 20 d 果径约 0.5 cm 和谢花后 30～35 d 果径 1.0 cm 时进行，疏去密生果、劣果和小果，5 月中旬果实迅速膨大前再疏果定位。每果枝留果 1～2 个。大年，树冠上部多疏果；小年，树冠上部多留果。保证果树果实密度均匀，可显著降低后期白腐病的发生。

3 讨论

杨梅白腐病是影响杨梅商品性状的重要因素之一，现有的农业行业标准 NY/T 2861－2015《杨梅良好农业规范》、林业行业标准 LY/T2127－2013《杨梅栽培技术规程》和浙江省地方标准 DB33/T 372－2088《无公害杨梅标准》等对栽培技术进行了详细规定，但均没有解决生产中最核心的病虫害防治和安全用药问题。杨梅被列入浙江省特色小作物类别，用于防治病虫害的登记药剂较少[7]，而前期对白腐病的研究多集中在病害症状和危害损失上[2-3]。本研究参考已在草莓、番茄、黄瓜、柑橘上登记用于防治灰霉病等病害的部分药剂，结合杨梅生产中使用效果较好的部分农药品种进行田间试验，施药时间参考登记说明的最长间隔期[8]；供试药剂均为低毒低残留的环境友好型农药，既保证了对白腐病的预防效果，又最大限度地降低了药剂残留，为杨梅后期用药登记提供了依据。

杨梅白腐病的发生因素较多，其中发病率与果蝇的发生、杨梅成熟度均呈正相关。王华弟等[9]认为，杨梅成熟期雨水越多、杨梅成熟度越高，白腐病发生愈重。目前，在杨梅生产中，主要采用诱杀果蝇、及时采摘和避雨栽培等方式减少白腐病的发生危害，而有针对性地采用药剂进行预防的报道较少[1-2,6]。本研究所采用的 7 种药剂在杨梅成熟开采期均能有效降低白腐病的发生危害。其中，6%寡糖·链蛋白 WP、8%对氯苯氧乙酸钠 SP 和 29%吡萘·嘧菌酯 SC 的预防效果在杨梅成熟采摘期稳定在 80%以上；40%戊唑·腐霉利 SC、38%吡唑·啶酰菌胺 SC 和 35%氟菌·戊唑醇 SC 的预防效果在杨梅成熟前期较好，能达到 80%以上，但持效性不长；13.3%抑霉唑硫酸盐 SG 的预防效果不佳，防效最高仅有 65.5%左右。因此，综合考虑安全间隔期和防效持久性，可将 6%寡糖·链蛋白 WP、8%对氯苯氧乙酸钠 SP 和 29%吡萘·嘧菌酯 SC 作为杨梅上可使用的农药进行登记。

多年田间观察表明，杨梅成熟后果园湿度对白腐病的发生影响较大，因此对白腐病的预防应综合考虑树势、栽培条件、害虫媒介、田间管理等因素，多方面减少白腐病发生的诱因。结合田间化学药剂应急防控，在生产上集成平衡施肥、避雨栽培、疏花疏果等杨梅白腐病综合预防技术。结果表明，在增强树势的同时，通过花期控果、成熟期及时避雨、理化诱杀果蝇，大大降低了白腐病的发生危害，提高了果实的品质和产量，成为目前提升杨梅果实质量和产量的创新技术，已在当地大面积推广应用，其中，2016 年青田县超过 667 hm^2 杨梅推广应用杨梅白腐病综合预防技术，占全县杨梅数量的 15%，为梅农增加经济收入 200 多万元。

参考文献

[1] 戚行江. 杨梅病虫害及安全生产技术[M]. 北京：中国农业科学技术出版社，2014：7－152.

[2] 梁森苗，任海英，郑锡良，等. 杨梅采前落果及其安全防控对策[J]. 中国南方果树，2014，43(6)：126－127.

[3] 陈方永，倪海枝，王引，等. “东魁”杨梅裂果病因研究[J]. 中国农学通报，2011，27(3)：194－199.

[4] 陈方永，倪海枝，任正初，等. 集成农业措施防治杨梅果实腐烂试验[J]. 中国果树，2010(5)：46－48.

[5] 郭泗明. 几种农用杀菌剂对杨梅控病保鲜的药效研究[J]. 现代农业科技，2011(17)：318－320.

[6] 颜丽菊，任海英，戚行江，等. 防虫帐防控杨梅果蝇及改善果实品质的研究[J]. 浙江农业学报，2014，26(2)：398－402.

[7] 戴德江，沈瑶，丁佩，等. 浙江省特色作物用药登记现状与展望[J]. 浙江农业科学，2015，56(3)：299－302.

[8] 中华人民共和国农业部农药检定所. 农药电子查询服务[DB/OL]. http://www.chinapesticide.gov.cn/.

[9] 王华弟，沈颖，黄茜斌，等. 浙江省杨梅病虫害种类与发生规律及其绿色防控技术[J]. 南方农业学报，2017，48(4)：640－646.

（责任编辑：杨明丽）