广西农业农村产业振兴促进会团体标准《沃柑溃疡病防控技术规程》编制说明（征求意见稿）

一、项目来源

根据《广西农业农村产业振兴促进会关于<沃柑溃疡病防控技术规程>团体标准立项的通知》要求，本标准由桂林市农业科学研究中心提出，桂林市农业科学研究中心负责起草。

二、项目背景及目的意义

沃柑是一种杂交柑橘品种，原产于以色列，由“坦普尔”橘橙与“丹西”红橘杂交而来具有树势强健、果实外观漂亮、品质优良、晚熟高糖、早结丰产等优点。沃柑属于晚熟型，通常在每年的1至2月份成熟，最晚可延续至5月份。沃柑的果实中等大小，扁圆形，外观呈橙色或橙红色，光滑细腻。沃柑的口感集橘子与橙子优点于一身，既有橘子的酸甜口感，又有橙子的香甜多汁。沃柑果肉饱满，质地嫩滑，含有丰富的维生素C、柠檬酸、胡萝卜素、膳食纤维等营养成分。维生素C是一种良好的抗氧化剂，有助于增强人体免疫力，而胡萝卜素有助于保护眼睛和皮肤健康。

沃柑的产量高，挂果能力强，采收期长，因此市场供应充足，价格相对稳定。2012年引种到广西南宁种植，因其优异的表现，2014年后呈暴发式扩张，经过十多年快速发展，据行业统计，2022年全区沃柑种植面积185万亩，产量达470万吨，主要分布在南宁、桂林、来宾、柳州等市。沃柑是当前我国种植面积和影响力最大的晚熟柑橘品种，是广西继沙糖桔后最主要的柑橘品种。

沃柑含有橙类基因，且生长速度快，叶片气孔大，胞间不紧密,是受溃疡病为害较为严重的柑橘类果树，其枝条、叶片、花蕾、果实均可受害。沃柑感染溃疡病后，树势衰退，枝条枯死，叶片黄化脱落，落蕾、落花、落果、烂果严重。由于广西地区春夏高温多雨的气候特点，同时部分果农不掌握防治技巧，导致植株周年有病，加剧了溃疡病的发生和传播。目前溃疡病已成为广西沃柑种植区最严重的病害，是制约广西沃柑产业进一步发展的重要因素。

综上，制定团体标准《沃柑溃疡病防控技术规程》，并在生产中推广应用，可极大推动沃柑溃疡病防治向标准化方向发展，提高沃柑产业的竞争力，对沃柑产业进一步发展具有重要意义。

三、项目编制过程

**（一）成立标准编制工作组**

团体标准《沃柑溃疡病防控技术规程》项目任务下达后，桂林市农业科学研究中心成立了标准编制工作组，制定了起草编写方案与进度安排，明确任务职责，确定工作技术路线，开展标准研制工作。

编制工作组下设三个组，分别是资料收集组、草案编写组、标准实施组。

资料收集组负责国内外与沃柑溃疡病防控技术有关的文献资料的查询、收集和整理工作，对沃柑溃疡病防控技术的措施和技术研究成果进行系统总结，查阅目前科学界对沃柑溃疡病防控技术的研究进展。

草案编写组负责起草标准草案、征求意见稿、送审稿及编制说明的编写工作，包括后期召开征求意见会、网上征求意见、定向征求意见等，以及标准的不断修改和完善。

标准实施组负责团体标准《沃柑溃疡病防控技术规程》发布后，组织相关单位、企业和农民开展标准宣贯培训会，对标准进行详细解读，让相关的工作人员了解标准，并根据标准《沃柑溃疡病防控技术规程》进行操作，保证沃柑的产量和质量，并对标准实施情况进行总结分析，不断对该团体标准提出修正意见。

**（二）收集整理文献资料**

标准编制工作组查询收集国内与“沃柑溃疡病”相关的标准及文献。分别如下：

目前，我国针对沃柑溃疡病防治的现行标准有：

GB/T 17980.103—2004《农药 田间药效试验准则（二） 第103部分:杀菌剂防治柑橘溃疡病》

GB/T 28068—2011《柑桔溃疡病菌实时荧光PCR检测方法》

GB/T 29394—2012《柑桔溃疡病菌的检疫检测与鉴定》

GB/T 35272—2017《柑橘溃疡病监测规范》

NY/T 3268—2018《柑橘溃疡病防控技术规程》

SN/T 2622—2019《柑桔溃疡病菌检疫鉴定方法》

DB45/T 1402—2016《柑桔溃疡病防治技术规程》。

其中GB/T 17980.103—2004、GB/T 28068—2011、GB/T 29394—2012、SN/T 2622—2019主要规范了柑橘溃疡病的检疫；GB/T 35272—2017主要规范了柑橘溃疡病的监测；NY/T 3268—2018、DB45/T 1402—2016规范了柑橘溃疡病的防治技术，但内容上主要是以整个柑橘、柑桔品种进行描述，较为宽泛，未能针对沃柑品种进行详细规范。因此，制定团体标准《沃柑溃疡病防控技术规程》具备一定程度的实用性和可操作性。

**（三）研讨确定标准主体内容**

标准编制工作组在对收集的资料进行整理研究之后，标准编制工作组召开了标准编制会议，对标准的整体框架结构进行了研究，并对标准的关键性内容进行了初步探讨。经过研究，标准的主体内容确定为基础防控措施、无病区防控措施、新病区防控措施、老病区防控措施。

**（四）调研、形成征求意见稿**

2024年1月-2024年3月，标准起草工作小组进行了广泛实地调研工作，查阅大量国内外文献资料，对沃柑溃疡病防控技术的研究成果进行系统总结。形成了标准的基本构架，对主要内容进行了讨论并对项目的工作进行了部署和安排。并在前期工作的基础之上，通过理清逻辑脉络，整合已有的参考资料中有关提沃柑溃疡病防控技术的要点，并结合当前实际生产的需要，按照简化、统一等原则编制完成团体标准《沃柑溃疡病防控技术规程》（草案）。

2024年4月-6月，向涉及相关领域的部门及专家征求团体标准《沃柑溃疡病防控技术规程》（草案）意见。根据标准要点框架技术内容，再次修改标准草案，形成团体标准《沃柑溃疡病防控技术规程》（征求意见稿）及编制说明（征求意见稿）。

四、标准制定原则

**（一）实用性原则**

本文件是在充分收集相关资料和文献，调研分析沃柑溃疡病防控技术现状，在现有国家、行业和地方标准相关技术要求的基础上，结合桂林市农业科学研究中心等单位多年的实验研究数据和示范应用经验而总结起草的。符合当前沃柑产业的发展需求，有利于产业的高质量可持续长远发展，具有较强的实用性和可操作性。

**（二）协调性原则**

本文件编写过程中注意了与沃柑溃疡病防控技术相关的法律法规的协调问题，在内容上与现行法律法规、标准协调一致。

**（三）规范性原则**

本文件严格按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定编写本标准的内容，保证标准的编写质量。

**（四）前瞻性原则**

本文件在兼顾当前沃柑溃疡病防控的现实情况，并考虑农业快速发展的趋势和需要，在标准中体现了个别特色性、前瞻性和先进性条款，作为对沃柑产业高质量发展的指导。

五、标准主要内容及依据来源

**（一）主要内容**

本文件界定了沃柑溃疡病防控的术语和定义，规定了基础防控措施、无病区防控措施、新病区防控措施、老病区防控措施的技术要求。

**（二）关键指标依据来源**

**1 沃柑溃疡病发生规律调查**

沃柑溃疡病病源是细菌，柑橘枝、叶、果实等病组织中越冬的病原菌，随风雨等侵染柑橘春梢, 并成为夏、秋梢的病源。叶片、新梢及果实都能发病。溃疡病发生严重时引起落叶、落果，植株生长不良，甚至枯死，直接影响柑橘的产量和品质。

（1）发病条件

平均气温20℃以上、相对湿度70%以上，有利于溃疡病菌侵染。病菌落到寄主的幼嫩组织上，通过气孔、水孔、皮孔和伤口等侵入，潜育期3～10d。通常只侵入一定发育阶段的幼嫩组织，刚抽发的嫩梢和刚形成的幼果，其气孔还未形成，病菌一般不易入侵，而充分老熟的叶片、枝条以及进入转色期的果实也不会再发病。高温高湿多雨条件下易发病，尤其是大风大雨后，叶片、果实与茎刺摩擦产生机械损伤，常常爆发溃疡病。偏施氮肥、树势过旺、枝梢徒长的沃柑易发病。被柑橘潜叶蛾危害的叶片易感溃疡病，凤蝶幼虫、象鼻虫等食叶害虫造成的伤口也会诱发溃疡病。

（2）沃柑溃疡病田间消长规律

4～10月是溃疡病高发期。嫩叶在萌发后20～45天是发病高峰期。桂北地区田间春梢病害初见期在4月中下旬，5月初为发病高峰期,随新叶老化,病情稳定, 整个发生期20～30d。决定春梢溃疡病始发期和消长动态的主要因子是新梢期( 感病期)的气温。4月平均气温达20℃连续 5d以上, 田间开始发病，气温回升越早越高,始发期越早，当感病期气温高于25℃连续3d左右, 田间病情进入激增期。夏、秋梢溃疡病始发于展叶后5～8d,因发梢参差不齐,梢期长,因此发病期也拉得长。夏梢发病期一般为15～40d,秋梢为20～40d。影响夏、秋梢溃疡病消长的主要因子为感染期的降雨和湿度。相对湿度低于70%, 尤其干旱无露水, 不利于发病；连续长时间的大雨也不利于病菌的侵染；台风阵雨,湿度在80%以上, 则有利于溃疡病的流行。

幼果在谢花后35～80天是发病高峰期，此期气孔形成较多，且多处于开放的状态，易于溃疡病的发生。桂北地区田间果实病害初见期在5月下旬至6月初，6～7月是发病高峰期，进入9月后病情逐渐稳定，10月后基本不再发病。

**2 不同杀菌剂防控沃柑溃疡病试验**

2.1 材料与方法

2.1.1 试验材料

试验于2020年8～9月在桂林市农业科学研究中心渡头基地（位于桂林市临桂区两江镇）沃柑园进行，以秋梢为试验对象。试验园沃柑为4年生结果树，种植规格1.5m×2.5m，缓坡地，土质疏松，土壤肥力中等，栽培管理一致；当年夏梢发病严重，修剪放梢时将病枝全部剪除，抹芽2次后统一放秋梢。

1.2 供试药剂、稀释浓度及试验设计

试验共设9个处理，包括8种供试杀菌剂及清水对照，杀菌剂均为市售常用药剂，详见表1。

表1 供试药剂及稀释浓度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 处理编号 | 药剂名称（含量、剂型） | 稀释倍数 | 生产厂家 |
| 1 | 57.6%氢氧化铜WG | 1000倍液 | 澳大利亚纽发姆有限公司 |
| 2 | 47%春雷·王铜WP | 650倍液 | 日本北兴化学工业株式会社 |
| 3 | 27.12%碱式硫酸铜SC | 500倍液 | 澳大利亚纽发姆有限公司 |
| 4 | 20%噻菌铜SC | 500倍液 | 浙江龙湾化工有限公司 |
| 5 | 20%噻森铜SC | 500倍液 | 浙江东风化工有限公司 |
| 6 | 33.5%喹啉铜SC | 1000倍液 | 台湾兴农股份有限公司 |
| 7 | 20%噻唑锌SC | 500倍液 | 浙江新农化工有限公司 |
| 8 | 1.8%辛菌胺醋酸盐AS | 500倍液 | 撒尔夫农化有限公司 |
| 9 | CK |  |  |

1.3 试验方法

试验小区面积75m2（约20株树），不设重复，各小区随机排列，周围设保护行。试验共喷药2次，8月18日（大部分秋梢约3～5cm长）第一次喷药，10d后（8月28日）喷第二次。喷药采用背负式电动喷雾器，以新梢为重点，枝条及叶片正反两面均匀喷透。

1.4 调查方法

于第二次药后20d展开调查，每处理小区随机调查3株沃柑树，每株树按东、西、南、北、中5个方位，每个方位调查2条秋梢的全部叶片，记录各级病叶数，计算病情指数和防控效果。

病叶分级标准：0级：无病斑；1级：每叶1～5个病斑；3级：每叶6～10个病斑；5级：每叶11～15个病斑；7级：每叶16～20个病斑；9级：每叶21个病斑以上。

病情指数和防效计算方法：

病情指数=[∑（各级病叶数×相对病级数）/调查总叶数×最高级数]×100

防效（%）=[（对照病情指数-处理病情指数）/对照病情指数]×100

2 结果与分析

2.1 安全性评价

在整个试验期间及后期观察中，各施药处理与对照区对比，沃柑叶片、果实均未出现异常，无明显药害症状，说明各药剂在试验剂量范围内对沃柑生产安全。

2.2 防控效果

8种供试药剂对沃柑溃疡病的防控效果见表2。秋梢期施药2次后20d调查，57.6%氢氧化铜WG 1000倍液、47%春雷·王铜WP 650倍液、27.12%碱式硫酸铜SC 500倍液、20%噻菌铜SC 500倍液、20%噻森铜SC 500倍液、33.5%喹啉铜SC 1000倍液、20%噻唑锌SC 500倍液、1.8%辛菌胺醋酸盐AS 500倍液、空白（清水）对照的病情指数分别为1.03、1.62、0.82、1.76、1.51、2.25、1.86、1.73、10.87，对应的防效分别为90.52%、85.10%、92.46%、83.81%、86.11%、79.30%、82.89%、84.08%。试验结果表明，27.12%碱式硫酸铜SC 500倍液和57.6%氢氧化铜WG 1000倍液防效最好，达到90%以上；其次为20%噻森铜SC 500倍液、47%春雷·王铜WP 650倍液、1.8%辛菌胺醋酸盐AS 500倍液、20%噻菌铜SC 500倍液、20%噻唑锌SC 500倍液，防效均在80%以上，效果较好；33.5%喹啉铜SC 1000倍液的效果稍差。分类来看，无机铜类杀菌剂中，27.12%碱式硫酸铜SC 500倍液防效较好；有机铜类杀菌剂中，20%噻森铜SC 500倍液防效较好；其它杀菌剂中，1.8%辛菌胺醋酸盐AS 500倍液防效较好。

表2 8种杀菌剂对沃柑溃疡病的防控效果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理编号 | 药剂 | 稀释倍数 | 病情指数 | 防效（%） |
| 1 | 57.6%氢氧化铜WG | 1000 | 1.03 | 90.52 |
| 2 | 47%春雷·王铜WP | 650 | 1.62 | 85.10 |
| 3 | 27.12%碱式硫酸铜SC | 500 | 0.82 | 92.46 |
| 4 | 20%噻菌铜SC | 500196 | 1.76 | 83.81 |
| 5 | 20%噻森铜SC | 500 | 1.51 | 86.11 |
| 6 | 33.5%喹啉铜SC | 1000 | 2.25 | 79.30 |
| 7 | 20%噻唑锌SC | 500 | 1.86 | 82.89 |
| 8 | 1.8%辛菌胺醋酸盐AS | 500 | 1.73 | 84.08 |
| 9 | CK（清水） |  | 10.87 |  |

2.3 结论与讨论

试验选取了8种常用杀菌剂进行沃柑溃疡病田间防效试验，其中无机铜类3种、有机铜类3种、其它杀菌剂2种，在秋梢喷药2次后20 d进行调查，三类杀菌剂中防效较好的分别是27.12%碱式硫酸铜悬浮剂500倍液、20%噻森铜SC 500倍液、1.8%辛菌胺醋酸盐AS 500倍液，田间防效均达到84%以上，且对沃柑生产安全，可以轮换交替用于防控沃柑溃疡病。

目前，铜制剂以杀菌效果显著成为溃疡病防控的首选药剂，但长期过度使用有产生重金属污染、诱发红蜘蛛等螨类的风险，还可能导致溃疡病菌产生抗性，增加防治难度。本试验结果表明，1.8%辛菌胺醋酸盐水剂500倍液和20%噻唑锌悬浮剂500倍液对沃柑溃疡病防效较好，可以视情况与铜制剂轮换使用。据报道，无机铜类杀菌剂效果较好，但安全性、复配性差，易产生药害，易诱发螨类暴发；有机铜类杀菌剂安全性、复配性好，部分有机铜还有内吸治疗作用，但杀菌能力一般不如无机铜类杀菌剂；其他杀菌剂或抗生素类安全性较高，但单独使用防效并不理想，且易产生抗药性。因此，建议在柑橘保花保果期间使用安全性更高的有机铜类杀菌剂，夏秋高温多雨季节使用防效更好的无机铜类杀菌剂，树体抗病力强、无病或发病较轻的果园尽量使用一般性杀菌剂或有机铜类杀菌剂，注意轮换用药，避免产生抗药性。

**3、不同物候期不同喷药时间对沃柑溃疡病的防控效果试验**

1材料与方法

1.1试验材料

试验在桂林市农业科学研究中心雁山基地沃柑园进行，以春稍、果实、晚夏稍、秋稍为试验对象。试验园沃柑树龄5年生，株行距1.5m×2.7m,树势中庸。

1.2试验设计

试验园春梢（A组）、果实（B组）、晚夏梢（C组）、秋梢（D组）的溃疡病药物防治各设5个不同时间点进行喷药处理，每个处理5株为一小区，3次重复，随机排列，处理5为空白对照组，不进行溃疡病药物防控，其他病虫害防控与施肥同全园一致。各处理组喷药时间、方法及喷药次数详情参见表3，其中新梢第一次喷药与第二次喷药间隔10天，果实防控两次喷药时间间隔为15天。20%噻菌铜悬浮剂为浙江龙湾化工有限公司生产，33.5%喹啉铜悬浮剂为山东省联合农药工业有限生产。

1.3 药效调查及统计方法

把每个调查点划分成5个面积相等的防治小区，每个小区随机选取5株树，每树按照东、南、西、北、中五点取样，每点随机调查2枝新梢的叶片数和整梢的果实数量，记载各级病叶、病果数。同时每个调查点预留5株与全园树势基本一致的果树作为空白对照组。空白对照组不进行溃疡病药物防控，其他病害防控与施肥同全园一致。在各级新梢完全老熟后和果实转色后进行统计调查。

计算方法：病叶（果）分级标准：0级，无病斑；1级，每叶（果）1-5个病斑；3级，每叶（果）6-10个病斑；5级，每叶（果）11-15个病斑；7级，每叶（果）16-20个病斑；9级，每叶（果）21个病斑以上。病情指数＝[ ∑（各级病叶数×相对级数值）/（调查总叶数×9）]×100；防治效果（%）＝[(空白区对照病情指数－处理区病情指数)/空白区对照病情指数]×100。数据分析：通过Excel和SPSS19.0软件进行数据计算和差异显著性分析。

表3 沃柑溃疡病防控试验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 防治对象 | 处理 | 第一次喷药时间 | 防治药剂 | 喷药次数（次） |
| 春梢 | A1 | 4月10日 | 20%噻菌铜悬浮剂500倍 | 2 |
| A2 | 4月20日 | 2 |
| A3 | 4月30日 | 2 |
| A4 | 5月10日 | 2 |
| 对照A5 | / | / | / |
| 果实 | B1 | 5月21日 | 33.5%喹啉铜悬浮剂1500倍 | 11 |
| B2 | 6月1日 | 10 |
| B3 | 6月10日 | 9 |
| B4 | 6月20日 | 8 |
| 对照B5 | / | / | / |
| 晚夏梢 | C1 | 6月10日 | 20%噻菌铜悬浮剂500倍 | 2 |
| C2 | 6月20日 | 2 |
| C3 | 6月30日 | 2 |
| C4 | 7月10日 | 2 |
| 对照C5 | / | / | / |
| 秋梢 | D1 | 8月30日 | 33.5%喹啉铜悬浮剂1500倍 | 2 |
| D2 | 9月10日 | 2 |
| D3 | 9月20日 | 2 |
| D4 | 9月30日 | 2 |
| 对照D5 | / | / | / |

2结果与分析

2.1 药剂选择

通过表4发现，春梢、果实、晚夏梢和秋梢的空白对照组平均病情指数在17左右，而进行药物防控的处理组平均病情指数在3左右，各处理组与对照组病情指数达到显著或极显著水平，说明通过使用噻菌铜和喹啉铜两种铜制剂药物能起到较好的防治效果，建议生产上可以使用如噻菌铜、喹啉铜等铜制剂药物进行沃柑溃疡病的防控。

2.2 喷药时间

由于溃疡病菌只侵染一定发育阶段的幼嫩组织，因此选择在合适的新梢、果实生长期进行喷药不仅能提高防控效果还能降低不必要的喷药次数，以达到省工节能的目的。通过表4试验结果显示，处理组A2即在4月20日进行第一次喷药，10天后再喷一次，此时也为春梢新梢叶片刚开始转绿老熟期，其防控效果最好，达到97.26%，其次为A1组在4月10日喷第一次药，10天后再喷一次，防控效果为89.26%，分析其防控效果低于A2组原因，可能与由于提早喷药在只喷2次药的情况下，后期枝梢还未完全老熟，溃疡病菌仍旧存在感染的可能。A2组与A3组4月30日（防效83.53%）和A4组5月10日（防效44.13%）防控效果达到显著或极显著水平差异，防控效果差。据近5年观察记录，在桂北地区，沃柑春梢萌动期在2月底3月初，因此，建议春梢第一次喷药时间选择在4月15日～25日较理想，时间过早会增加喷药次数和生产成本，时间过晚防控效果差。在晚夏梢和秋梢药物防控试验结果显示，晚夏梢C2处理组、秋梢D2处理组其喷药时间为新梢叶片刚转绿老熟期，其防效分别为92.91%和95.52%，取得较好防控效果，为最适防控时间点。

表4 沃柑溃疡病药物防控效果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 防治对象 | 处理 | 病情指数 | 防治效果/% |
| 春梢 | A1 | 1.49cdC | 89.26%bAB |
| A2 | 0.38dC | 97.26%aA |
| A3 | 2.28cC | 83.53%bB |
| A4 | 7.74bB | 44.13%cC |
| A5 | 13.84aA | / |
| 果实 | B1 | 0.79dD | 95.89%aA |
| B2 | 0.64dD | 96.66%aA |
| B3 | 3.88cC | 80.34%bB |
| B4 | 11.51bB | 40.26%cC |
| B5 | 19.26aA | / |
| 晚夏梢 | C1 | 2.03cdC | 89.93%aAB |
| C2 | 1.43dC | 92.91%aA |
| C3 | 3.17cC | 84.28%bB |
| C4 | 6.29bB | 68.80%cC |
| C5 | 20.16aA | / |
| 秋梢 | D1 | 2.33cCD | 85.90%bAB |
| D2 | 0.74dD | 95.52%aA |
| D3 | 3.50Cc | 78.83%cB |
| D4 | 5.93bB | 64.13%dC |
| D5 | 16.53aA | / |

注：同列不同小写字母间表示差异显著（p≤0.05），不同大写字母间表示差异极显著（p≤0.01）

果实药物防控时间试验结果显示（表4），选择在5月21日和6月1日进行第一次喷药，之后每隔15天喷一次药，其果实防效分别为95.89%和96.66%，无显著差别，效果均较好。而在6月10日和6月20日进行第一喷药试验组，其果实防效为80.34%和40.26%，效果较差，为显著差异，说明果实溃疡病第一次喷药时间应选择在5月底6月初，即果实横径在0.9～1.5cm时进行效果较好，相比果实处理B1组，处理B2组能减少喷药次数，节省生产投入、更环保。

**4、增施钾肥和有机肥对沃柑溃疡病的防控初探**

1 材料与方法

1.1 试验地概况

2019—2020年在桂林市雁山区大埠乡思上桥村沃柑园进行试验。试验地为水稻土，土壤肥力中等；栽培品种为枳砧沃柑，2016年春季定植，株行距2m×3m；幼树期偏施速效氮肥，未施过有机肥，树势较旺；历年溃疡病发生严重且分布均匀，病株率达到100%。

1.2 供试肥料

供试钾肥为硫酸钾（K2O≥52%，国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司生产）和磷酸二氢钾（KH2PO4≥99%，中农立华农用化学品有限公司生产），有机肥为腐熟鸡粪(含N1.88%，P2O53.36%，K2O1.82%，有机质32.10%)。

1.3 试验设计

试验设4个处理：处理1在新梢（包括春梢、夏梢和秋梢，下同）萌发后10d、25d左右各淋施硫酸钾100g，全年用硫酸钾600g/株；处理2在1月下旬开环状沟施腐熟鸡粪10kg/株；处理3在新梢萌发后10d、25d左右叶面喷施磷酸二氢钾300倍液（单株喷雾量约2kg，与喷布铜制剂时间错开2d以上）；处理4为空白对照；分别记作A1、A2、A3、CK处理，连续实施两年。选择树势、病情基本一致的沃柑树，2株为一小区，随机区组排列，每处理3次重复，各小区间设1株以上间隔树。试验期间各小区田间管理一致：参考当地施4肥习惯，年施45%硫酸钾型复合肥（15-15-15）1kg/株,按3：3：4的比例分别于春梢、夏梢、秋梢萌发前7-10d施入；病害防控统一采用当地常规方法，以喷布铜制剂为主；早夏梢全部抹除，6月下旬放晚夏梢，8月上中旬放秋梢。

1.4 调查方法与数据分析

在每年的春梢、夏梢和秋梢充分老熟、病情稳定后展开调查，共调查6次。每株按东、西、南、北、中5点取样，每点随机调查2条新梢的全部叶片，记录各级病叶数，计算病情指数和控制效果。试验数据采用Excel 2007进行统计和作图，采用SPSS 21.0进行差异显著性分析。

病叶分级标准：0级：无病斑；1级：每叶1～5个病斑；3级：每叶6～10个病斑；5级：每叶11～15个病斑；7级：每叶16～20个病斑；9级：每叶21个病斑以上。病情指数和控制效果计算方法：病情指数=[∑（各级病叶数×相对病级数）/调查总叶数×最高级数]×100；控制效果（%）=[（对照病情指数-处理病情指数）/对照病情指数]×100；平均控制效果为统计期内各调查期控制效果的算术平均值。

2 结果与分析

2.1控制效果对比

由表5可看出，与对照相比，3个施肥处理6个调查期的病情指数都有不同程度下降，差异均达到显著水平。各处理间控制效果存在差异，增施硫酸钾的A1处理控制效果最好，极小值37.87%，极大值84.12%，两年平均控制效果66.61%；增施有机肥的A2处理控制效果其次，极小值14.47%，极大值52.36%，两年平均控制效果33.47%；叶面喷施磷酸二氢钾的A3处理控制效果最差，极小值21.58%，极大值29.41%，两年平均控制效果25.45%。试验结果表明，3种施肥处理对沃柑溃疡病均有一定控制效果，平均控制效果由高到低依次为A1﹥A2﹥A3。

表5 不同施肥处理对沃柑溃疡病的病情指数和控制效果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 年度 | 处理 | 春梢 | |  | 夏梢 | |  | 秋梢 | |
| 病情指数 | 控制效果（%） |  | 病情指数 | 控制效果（%） |  | 病情指数 | 控制效果（%） |
| 2019 | A1 | 1.46±0.08c | 37.87a |  | 4.32±0.19c | 56.63a |  | 1.22±0.16c | 67.20a |
| A2 | 2.01±0.17b | 14.47b |  | 7.35±0.76b | 26.20b |  | 2.52±0.19b | 32.26b |
| A3 | 1.84±0.12b | 21.70b |  | 7.64±0.49b | 23.29b |  | 2.70±0.19b | 27.42b |
| CK | 2.35±0.21a | - |  | 9.96±1.22a | - |  | 3.72±0.29a | - |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2020 | A1 | 0.96±0.09c | 70.82a |  | 1.33±0.11d | 82.99a |  | 0.64±0.04d | 84.12a |
| A2 | 2.24±0.14b | 31.91b |  | 4.41±0.26c | 43.61b |  | 1.92±0.15c | 52.36b |
| A3 | 2.58±0.15b | 21.58c |  | 5.52±0.39b | 29.41c |  | 2.85±0.16b | 29.28c |
| CK | 3.29±0.28a | - |  | 7.82±0.71a | - |  | 4.03±0.34a | - |

注：同列不同小写字母间表示差异显著（p≤0.05）。下同。

2.2变化趋势分析

从连续两年6个调查期的控制效果变化趋势来看（图1），A1、A2处理的控制效果虽有波动，但总体呈大幅上升趋势；A3处理的控制效果呈上下波动状，稳定在20%至30%之间，趋势不明显。再由图2可看出，A1和A2处理2020年的平均控制效果显著高于2019年，分别提高了25.41和18.32个百分点；A3处理2020年的平均控制效果比2019年提高了2.62个百分点，但两者无差异。表明，增施硫酸钾和有机肥处理的控制效果随时间推移和施肥量累加而显著上升，叶面喷施磷酸二氢钾处理的控制效果则比较稳定。

图1 连续施肥处理下溃疡病控制效果变化趋势

图2 2019年与2020年平均控制效果比较

3 结论与讨论

试验结果表明，对树势较旺的沃柑，增施钾肥和有机肥处理对溃疡病有显著的控制效果,两年平均控制效果由高到低依次为A1﹥A2﹥A3，且连续增施硫酸钾和有机肥可以逐步提高控制效果。综合来看，在本试验施肥水平下，新梢期淋施硫酸钾效果最好，控制效果明显、提升快；冬施有机肥前期效果较差，后期效果较好，总体效果较好；新梢期喷施磷酸二氢钾效果最差，但较稳定。三个施肥处理间存在显著差异，分析其原因，主要与不同肥料的特性和施用量有关，硫酸钾为单质钾肥，肥效快、用量大，可以迅速提高树体钾营养水平，不断增强树势，提高抗病力；有机肥养分均衡且用量大，但释放慢、肥效长，因而发挥作用较慢；磷酸二氢钾作叶面肥吸收快，但用量极低，可能主要对当期新梢产生作用，不足以改变树势。

本试验发现，增施鸡粪对沃柑溃疡病有较显著的控制效果。幕康国等认为，保持作物的最佳营养平衡状态才能获得最大的抗病力，从这个角度来说，有机肥营养全面而均衡，不仅富含氮磷钾，还有大量有机质，以及植物生长所必需的各种中微量营养元素，其作用应是全方位多层次的，可以促进树体营养平衡，进而增强树势，提高抗病力。不过，不同种类、来源以及不同堆肥方式生产的有机肥，其养分含量差异较大，对抗病力的作用可能是有差异的。

增强植物自身的抗病力是控制病害发生的重要措施之一，也是农药减量控害、产业提质增效的有效途径。沃柑溃疡病难防难治，反复发病，为害严重，除了品种本身易感病所致，很大一部分原因在于过分依赖化学防治手段，忽略了营养平衡、树体健康才是防病抗病的根本。生产上建议多施有机肥，合理增施钾肥，调优树势，提高抗病力，在此基础上逐步减少非必要的化学防治，将溃疡病的发生率控制在不影响树势和产量的合理范围内即可。本试验是对增施钾肥和有机肥控制沃柑溃疡病发生的效果的初步研究，得出了明确的结论，对生产有一定指导意义，但钾肥和有机肥的适宜施用量，以及结合沃柑需肥规律的科学施肥方案，还有待进一步研究。

六、国内外同类标准制修订情况及与法律法规、强制性标准关系

本标准遵循《中华人民共和国标准化法》等国家相关的法规和强制性标准，与现行的法律、法规及强制性标准无冲突。本标准内容与各项指标不低于强制性国家标准、推荐性国家标准和行业标准。

七、自我承诺

本标准内容与各项指标不低于强制性标准要求。

《沃柑溃疡病防控技术规程》

标准编制小组

2024年3月15日