

基于“木桶效应”的猕猴桃溃疡病防治技术研究

张虎¹, 左晋², 谷晓平³, 侯双双^{4*}

¹贵州真奇异果树研究有限公司, 贵州 贵阳

²贵州省山地环境气候研究所, 贵州 贵阳

³贵州省生态气象和卫星遥感中心, 贵州 贵阳

⁴贵州大学生命科学学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2023年11月26日; 录用日期: 2023年12月21日; 发布日期: 2023年12月28日

摘要

溃疡病是威胁猕猴桃生产最严重的病害之一, 目前在溃疡病实际防控工作中, “头痛医头、脚痛医脚”的现象十分突出, 猕猴桃溃疡病的防控效果整体不够理想。本试验基于“木桶效应”理论, 通过分析猕猴桃溃疡病果园类型, 确定了猕猴桃健康生长的限制性因子。针对猕猴桃生长的限制因子开展了相应的园艺管理措施, 同时配合高碳氮比肥料的施用, 有效调节了猕猴桃的营养失衡, 提升了猕猴桃植株的抗性, 对猕猴桃溃疡病的防治取得了显著效果。本试验结果可为猕猴桃溃疡病的防治提供参考依据。

关键词

猕猴桃, 溃疡病, “木桶效应”, 溃疡病抗性, 营养均衡

Research on Control Technology of Kiwifruit Canker Disease Based on “Barrel Effect”

Hu Zhang¹, Jin Zuo², Xiaoping Gu³, Shuangshuang Hou^{4*}

¹Guizhou Limited Company of Kiwifruit, Guiyang Guizhou

²Guizhou Institute of Mountain Environment and Climate, Guiyang Guizhou

³Guizhou Ecological Meteorology and Satellite Remote Sensing Center, Guiyang Guizhou

⁴College of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Nov. 26th, 2023; accepted: Dec. 21st, 2023; published: Dec. 28th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 张虎, 左晋, 谷晓平, 侯双双. 基于“木桶效应”的猕猴桃溃疡病防治技术研究[J]. 农业科学, 2023, 13(12): 1193-1198. DOI: 10.12677/hjas.2023.1312162

Abstract

Canker disease is one of the most serious diseases threatening kiwifruit production. At present, in the actual prevention and control work of canker disease, the phenomenon of “treating head and foot” is very prominent, and the overall control effect of kiwifruit canker disease is not ideal. Based on the theory of “barrel effect”, this experiment determined the limiting factors of healthy growth of kiwifruit by analyzing the types of kiwifruit canker orchard. According to the limiting factors of kiwifruit growth, the corresponding horticultural management measures were carried out. At the same time, with the application of high carbon-nitrogen ratio fertilizer, the nutrient imbalance of kiwifruit was effectively adjusted, the resistance of kiwifruit plants was improved, and the control of kiwifruit canker disease was achieved. The results of this experiment can provide a reference for the prevention and control of kiwifruit ulcer disease.

Keywords

Kiwifruit, Canker Disease, “Barrel Effect”, Resistance to Canker Disease, Balanced Nutrition

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

猕猴桃(*Actinidia chinensis* Planch)属猕猴桃科猕猴桃属, 别称藤梨、奇异果、毛木果、木子, 因富含维生素 C、氨基酸、糖、挥发性风味物质等多种营养成分, 猕猴桃美味可口兼具保健功效, 具有较高的经济价值, 在世界 23 个国家均有种植生产, 我国的猕猴桃种植面积和产量均列世界第一[1]。溃疡病是严重威胁猕猴桃生产的一种细菌性病害, 由于溃疡病传播速度快、发生面积广以及防治难度大, 溃疡病成为制约我国猕猴桃产业健康发展的重要因素[2]。针对猕猴桃溃疡病的防治, 农业科技工作者展开了广泛的科学研究和试验探索[3]。目前溃疡病的主要防治方法包括生物防治、化学防治和农业防治三类。生物防治通过分离溃疡病细菌的抑菌细菌[4], 或使用细菌的天敌和噬菌体作为生物防治溃疡病的途径[1], 但存在防治效果不佳、不稳定的问题。农业防治根据品种、气候等特征, 加强苗木检测以及配合良好的农业管理措施[5], 使猕猴桃植株长势强、树体健康, 增加其抗病性。化学防治通过喷施化学药剂对猕猴桃溃疡病进行控制, 是目前最直接有效的防治措施。在实际的溃疡病防治工作中, 主要采取农业防治与化学防治相结合的方法。总体上来说, 溃疡病防控中“头痛医头、脚痛医脚”的现象十分突出, 猕猴桃溃疡病现有的防控效果不佳[6]。

众多对猕猴桃溃疡病的研究和实践经验表明, 不良的环境因子和农业栽培管理均是引发猕猴桃溃疡病的因素[7] [8]。猕猴桃果园的环境条件、农业管理以及猕猴桃植株的营养均衡特征均存在差异[9] [10] [11], 因此猕猴桃植株生长的健康程度不同, 从而影响其溃疡病抗性[1]。“木桶效应”也称短板效应, 即农作物生长发育的优劣, 往往受限制性因子的制约[12] [13]。将猕猴桃对溃疡病的抗性比作一个木桶, 该木桶由温度、风速、光照、降水以及园艺管理 5 方面组成, 5 个方面相互影响, 园艺管理通过人工调控使各环境因子相互协调, 最大限度地发挥猕猴桃生长潜力[14], 使其树体健康, 溃疡病抗性增强。因此, 基于“木桶效应”理论, 分析猕猴桃溃疡病果园的限制因子, 并针对限制因子开展农业管理

和调控, 对提高猕猴桃植株的健康程度、增强猕猴桃溃疡病抗性具有重要意义。笔者通过多年的美味系猕猴桃和中华系猕猴桃种植的经验, 通过观察和试验, 总结出一套猕猴桃溃疡病综合防治的方法和经验。

2. 猕猴桃溃疡病果园分类

猕猴桃果园的气候条件和农业管理措施是影响溃疡病暴发的重要因素。气候环境中低温、强风、强降水等气候因子是猕猴桃溃疡病发病和传播的重要原因[15]。低温造成猕猴桃生长羸弱, 降低了猕猴桃的溃疡病抗性。强风导致猕猴桃树体落叶、断枝产生植株创口, 则引发溃疡病大范围传播, 此外, 溃疡病细菌可借助强风传播, 增大溃疡病果园面积。雨水是溃疡病感染和分布的最重要因素之一, 溃疡病细菌在潮湿的环境中更容易滋生并泛滥。同时, 贵州降水常以连阴雨的天气过程发生, 伴随有多云寡照和低温特征, 导致猕猴桃植株生长状况不良, 加剧了猕猴桃溃疡病的发生发展和传播。

根据猕猴桃果园的气候环境特点和猕猴桃植株营养平衡状况, 将猕猴桃溃疡病较严重的果园分为 3 类(表 1)。

1) 低温型果园: 该类型猕猴桃果园海拔较高, 例如, 实际种植中, 中华系猕猴桃溃疡病果园的海拔 ≥ 800 m, 美味系猕猴桃溃疡病果园的海拔 ≥ 1250 m。温度随海拔的升高而下降, 海拔较高导致低温和强风是猕猴桃溃疡病迅速发展的重要因素。因此, 低温和风速较大是限制该类型果园猕猴桃树体健康的环境因素。长期种植经验表明, 低温型猕猴桃果园溃疡病是所有果园中发病率最高的, 发病率达 50% 以上, 严重的可达 100%。

2) 高湿型果园: 该类型猕猴桃果园地处低洼, 长期土壤湿度较大, 土壤湿度 $\geq 70\%$ 的天数达 182 天以上。长时间土壤湿度过大, 土壤温度日较差较小, 不利于猕猴桃有机质积累。尤其是春季天气升温较快, 土壤湿度大而升温较慢, 易造成猕猴桃树体“头重脚轻”的现象。此外, 土壤湿度长期过大, 导致土壤通气不良, 抑制根系呼吸。土壤湿度过大是猕猴桃生长状况不良的重要原因, 进而导致溃疡病抗性较低。因此, 土壤湿度过大是限制该类型果园猕猴桃树体健康的环境因素。长期种植经验表明, 高湿型猕猴桃果园溃疡病发病率为 30~50%。

3) 寡照型果园: 该类型果园猕猴桃植株密度较大, 加之贵州多云寡照的气候特征, 导致猕猴桃树体相互遮光现象严重。另外, 猕猴桃植株密度过大易导致植株间摩擦产生枝叶损伤, 加大溃疡病细菌感染风险。光照不足导致植物光合效率较低, 植物生长状况不佳, 同时, 光照中紫外线波谱成分具有杀菌抑菌作用, 因此, 弱光是限制该类型猕猴桃果园的环境因子。实际种植中, 美味系猕猴桃的单株占地面积 ≤ 9 m², 中华系猕猴桃的单株占地面积 ≤ 6 m², 该密度可造成猕猴桃树体光分布不合理。长期种植经验表明, 寡照型猕猴桃果园溃疡病发病率达 50~80%, 仅次于低温型猕猴桃果园。

上述 3 种类型猕猴桃溃疡病果园一般采用“有机肥 + 复合肥”混合的施肥方式, 复合肥中碳:氮 $< 10:1$ 。由于长期施肥的单一性和过量施用复合肥, 同时由于肥料较低的碳氮比, 造成土壤透气性差、猕猴桃植株营养失衡, 经测定, 猕猴桃主干碳氮比 $< 55:1$ 。

Table 1. Orchard classification of kiwifruit canker disease

表 1. 猕猴桃溃疡病果园分类

果园分类	环境特征	溃疡病发病率
低温型	海拔 > 800 m, 低温, 风速较大	50~100%
高湿型	全年土壤湿度 $> 70\%$ 的天数超过 182 天	30~50%
寡照型	猕猴桃密度较大, 光分布不合理	50~80%

3. 猕猴桃溃疡病果园田间管理措施

光照、温度以及土壤湿度等环境因子的限制以及施肥水平的不合理,导致猕猴桃树体营养失衡,溃疡病抗病性弱,是猕猴桃溃疡病发病广泛的根本原因。因此,针对不同类型猕猴桃溃疡病果园的限制因素,制定合理的田间管理措施,使猕猴桃植株营养达到相对平衡状态,从根本上提高猕猴桃溃疡病抗性,达到有效的溃疡病防治效果。

3.1. 肥料调整策略

由于长期施用的复合肥中碳:氮 < 10:1,造成土壤以及猕猴桃树体碳素含量过低,而氮素含量过高的现象,因此肥料中的碳素比例过低成为限制因子。通过取消复合肥施用,采用有机肥和小分子有机碳肥配比施用,有利于植物对肥料的有效吸收和利用。有机肥和小分子有机碳肥中碳氮比范围为 24:1~40:1,这一范围适宜土壤微生物生存,同时也满足猕猴桃对氮素的营养需求。基于此,通过施用碳氮比较高的有机肥和小分子有机碳肥来提高猕猴桃树体营养中的碳氮比。其中,有机肥包括普通有机肥和生物有机肥,施用量为 15,000 kg/hm²,施用方式为冲施或面施;小分子有机碳肥包括海藻酸、腐殖酸、单糖和双糖,施用量为 375 kg/hm²,施用方式为沟施或面施。

3.2. 果园管理策略

不同猕猴桃果园类型,限制性环境因素不同。因此,根据不同的猕猴桃果园类型,进行不同的园艺管理,旨在调节猕猴桃果园生态平衡,促进猕猴桃植株健康,提高猕猴桃溃疡病抗性。

1) 低温型猕猴桃园:该类型果园限制猕猴桃健康生长的因子为低温和风速过大,同时伴随着营养失衡。该类型果园通过增加含碳肥料的施用量,改善猕猴桃低温状况,能够提升猕猴桃植株的抗冷害能力。同时,通过留高周边防风林,达到减小风速和保温的效果。

2) 高湿型猕猴桃园:该类型果园限制猕猴桃健康生长的因子为土壤湿度过大,同时伴随着营养失衡。该类型果园中,挖掘排水沟,深度为 70~90 cm,同时起垄栽培,垄宽为 3.5 m,高度为 70~90 cm,该项处理有助于增加土壤通气性和排水性能。

3) 寡照型猕猴桃园:该类型果园限制猕猴桃健康生长的因子为光照不足,同时伴随着营养失衡。该类型果园中,对猕猴桃密度进行调整,增加猕猴桃透光率,设置猕猴桃种植行距为 3~6 m,株距为 3~4 m。

4. 应用效果

针对 3 类不同类型的猕猴桃溃疡病果园,采用相应的肥料和果园管理策略,猕猴桃溃疡病的防治取得了显著效果(表 2)。

应用案例 1. 低温型猕猴桃溃疡病果园防治效果。该类型猕猴桃溃疡病果园位于修文县龙场镇程关村的贵州真奇异果树研究有限公司实验基地,海拔 1350 m,试验果园面积 4000 m² (6 亩)。低温和风速较大是限制猕猴桃健康生长的关键因子,同时由于长期施用的肥料碳氮比较小(5:1),猕猴桃植株营养失衡。通过施用碳氮比为 24:1 的肥料,包括施用有机肥底肥 15,000 kg/hm²,冲施肥小分子有机碳 375 kg/hm²,全部使用有机肥,取消复合肥。同时,通过留高周边防风林,达到减小风速和保温的效果。目前猕猴桃植株木质化程度较高,猕猴桃主干碳氮比达 65:1,植株不徒长。实践表明,经施肥和果园管理后,溃疡病原发病率 100%的树干已无溃疡病菌灶痕迹。

应用案例 2. 高湿型猕猴桃溃疡病果园防治效果。该类型猕猴桃溃疡病果园位于贵州修文县上硐村赵昌付家果园,试验果园面积为 66,700 m² (10 亩)。该果园地势低洼,土壤湿度 > 70%的天数频发,土壤湿度大导致土壤通气性较差,是限制猕猴桃健康生长的关键因子,同时由于长期施用的肥料碳氮比较小

(10:1)造成猕猴桃植株营养失衡。2017年开始,施用碳氮比为24:1的肥料,包括施用有机肥底肥15,000 kg/hm²,冲施肥小分子有机碳375 kg/hm²,全部使用有机肥,取消复合肥。同时,设置外排水沟,排水沟深度80 cm,同时起垄栽培,垄宽为3.5 m,高度为80 cm。实践表明,经施肥和果园管理后,溃疡病发病率明显减小,经过2年试验,2019年溃疡病感染率为0%,而周边园子感染率达30%。

应用案例3.寡照型猕猴桃溃疡病果园防治效果。该类型猕猴桃溃疡病果园位于贵州修文县小山村黄金琼家果园,试验果园面积5336 m²(8亩)。由于该类型果园猕猴桃果树密度过大,光照不足是限制猕猴桃健康生长的关键因子,同时由于长期施用的肥料碳氮比较小(10:1)造成猕猴桃植株营养失衡。2017年开始,施用碳氮比为24:1的肥料,包括施用有机肥底肥15,000 kg/hm²,冲施肥小分子有机碳375 kg/hm²,全部使用有机肥,无复合肥。同时,将原来3×3 m行株距改为6×3 m。实践表明,经过2年施肥和果园管理试验,2019年溃疡病感染率仅1.5%,与溃疡病原发病率(50~80%)相比,防治效果显著。

Table 2. Control effect of different types of kiwifruit ulcer disease

表 2. 不同类型猕猴桃溃疡病防治效果

果园分类	地点	园艺管理	现发病率
低温型	贵州真奇异果树研究有限公司实验基地	留高周边防风林	0
高湿型	贵州修文县上碛村赵昌付家	外排水沟,排水沟深度80 cm	0
寡照型	贵州修文县小山村黄金琼家	行株距调整为6×3 m	1.5%

5. 结论

本试验基于“木桶效应”理论,通过分析猕猴桃溃疡病果园类型,确定了猕猴桃健康生长的限制性因子。针对猕猴桃果园的限制性因子开展了相应的园艺管理措施,同时配合高碳氮比肥料的施用,有效调节了限制性环境状况,改善了猕猴桃的营养失衡状况,并提升了猕猴桃植株的溃疡病抗性,对猕猴桃溃疡病的防治取得了显著效果。本试验探索结果与金平涛等人的研究结果相一致,金平涛等除了在溃疡病关键时期进行化学药剂防治外,同时辅助平衡施肥、疏枝疏果、健壮树势、清洁果园等园艺管理防控技术措施,有效控制了溃疡病的迅速蔓延,对猕猴桃溃疡病的防控效果十分显著[16]。本文中开展的猕猴桃溃疡病的防治经验可为猕猴桃溃疡病的防治提供参考依据。

基金项目

贵阳市科技计划项目(筑科合同[2022]3-15号)。

参考文献

- [1] 田野,李丽丽,杜春梅,等. 猕猴桃溃疡病的研究进展[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(15): 8-15.
- [2] 王永兰,杜永章,施正伟. 猕猴桃溃疡病发生特点及综合防治技术[J]. 现代农业科技, 2009(23): 188+192.
- [3] 王成洲,周彤,朱亚飞. 猕猴桃溃疡病的发生与防治[J]. 西北园艺, 2004(12): 25-26.
- [4] 杜贞娜,晏子英,候忠余,等. 猕猴桃溃疡病病原菌的鉴定及生防菌的筛选[J]. 西南农业学报, 2021, 34(4): 755-761.
- [5] Liu, T., Ren, X.L., Cao, G.Y., Zhao, X. and Jin, L.H. (2021) Transcriptome Analysis on the Mechanism of Ethylclicin Inhibiting *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* on Kiwifruit. *Microorganisms*, 9, Article 724. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040724>
- [6] 左龙亚,吴峰,于杰. 猕猴桃溃疡病综合防治技术[J]. 现代农业科技, 2018(3): 143-144+147.
- [7] 林姗,陆兴利,赵金鹏,等. 四川省猕猴桃溃疡病发生的气象条件和综合防治[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(9): 12-126.

- [8] 裴艳刚. 四川省猕猴桃溃疡病传播扩散规律及防控技术的研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 四川农业大学, 2020.
- [9] 杨贵琴, 莫飞旭, 陈昕昕, 等. 防治猕猴桃溃疡病药剂组合的筛选与应用[J]. 中国植保导刊, 2020, 40(11): 73-76.
- [10] 任茂琼, 余敖, 李家慧, 等. 四川省北川县猕猴桃溃疡病发生特点与综合防控技术示范[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(11): 55-57.
- [11] 郑点, 熊晓军, 王清文, 等. 猕猴桃溃疡病研究现状、问题及防治方法[J]. 现代园艺, 2020, 43(7): 35-36.
- [12] 王少山, 王佩玲, 张东海, 等. 从“木桶效应”谈棉花植保工作的重要性[J]. 新疆农垦科技, 2009, 32(3): 5-6.
- [13] 冯海发. “木桶效应”与我国农业投入结构[J]. 农业现代化研究, 1988(3): 6-9.
- [14] 汪莘野. 浅论茶叶“一优双高”的技术理论体系[J]. 茶叶, 1993(3): 23-25.
- [15] 冯华, 李海洲. 周至县猕猴桃溃疡病流行规律及其综合防治措施[J]. 中国植保导刊, 2009, 29(11): 29-30+28.
- [16] 金平涛, 杨宇超, 周晓辉, 等. 猕猴桃溃疡病重发原因及综合防治措施[J]. 西北园艺, 2009(10): 26-27.