



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103477921 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 04

(21) 申请号 201310477818. 8

(22) 申请日 2013. 10. 14

(73) 专利权人 福建省农业科学院植物保护研究所

地址 350013 福建省福州市晋安区新店埔垵
福建省农业科学院

(72) 发明人 余德亿 姚锦爱 蓝炎阳 洪志方
黄鹏 王少峰

(74) 专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 蔡学俊

(51) Int. Cl.

A01G 13/00 (2006. 01)

审查员 周君

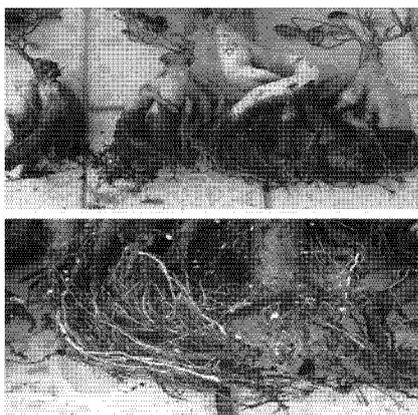
权利要求书1页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种盆栽榕树根结线虫病的综合防控方法

(57) 摘要

本发明提供了一种盆栽榕树根结线虫病的综合防控方法,属于园艺植物病害防治领域。本发明针对盆栽榕树大田培育期和棚室调控期2个生长阶段,对植物检疫、病情监测、园艺防治、物理防治、生物防治和化学防治等6种防治措施进行集成组装,提出适用于各个生长阶段的综合防控措施。本发明能有效控制盆栽榕树根结线虫病的发生与为害,显著降低化学农药的使用频率和使用量,对提升盆栽榕树的观赏和经济价值及保护环境具有重大意义。



1. 一种盆栽榕树根结线虫病的综合防控方法,其特征在于:针对盆栽榕树大田培育期和棚室调控期 2 个生长阶段,构建适合各个生长阶段的综合防控方法;具体防控方法包括:

(1) 大田培育期

结合园艺防治、生物防治和化学防治,构建“健苗+生防+化防”为主的防控体系;
其中园艺防治:

①健苗培育:选用经检疫、消毒处理过的栽培介质育苗,或购买正规育苗公司生产的组培苗,同时在移栽种苗时,在栽培基质中添加重量占比 10% 的生茶麸粉,以预防根结线虫滋生及达到促根壮苗的作用;

②合理轮作:圃地种植盆栽榕树 2~3 年后,应轮作根结线虫弱寄主植物—蔬菜 2~3 茬;

生物防治:整理圃地时,每亩撒施生茶麸粉 50 kg 和适量的腐熟有机肥;对播种后到长出 5~6 片真叶的幼苗,用 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液灌根,预防和控制根结线虫的发生;对袋栽苗,当发现榕树根结线虫虫口达 1~2 头/株时,用 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液灌根,隔 5~7 天灌根 1 次,以杀死和控制根结线虫的发生,同时与 100 亿/克活孢子淡紫拟青霉菌剂轮换施用,穴施在种苗根系附近,每亩用量为 1~2 kg;

化学防治:当发现榕树根结线虫虫口量达 3~5 头/株时,用 33.0~100.0 mg/kg 毒死蜱乳油喷雾,控制根结线虫繁殖,隔 7 天喷 1 次;同时与 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液轮换施用;

(2) 棚室调控期

结合植物检疫、园艺防治和生物防治,构建“检疫+健苗+生防”为主的防控体系;

其中植物检疫:对调运进入棚室的盆栽榕树植株全部剪除须根,后用 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液浸泡 1~2 min,杀死和控制根结线虫的发生,同时将剪除的根部进行晒干烧毁处理;在半成品上盘种植时,应选用经检疫、消毒处理过的栽培介质,在栽培介质中添加重量占比 10% 的生茶麸粉,以预防根结线虫的发生;在种养过程中及成品出棚前,对盆栽榕树严格执行检验检疫;同时,在盆栽榕树根结线虫病发生的 2 个高峰期,酌情加强病情监测工作,为综合防控措施的选择使用提供决策数据;

园艺防治:注重抗性苗培育,盆栽榕树造型时,应充分考虑品种的抗、感病性,在高抗品种的根茎上进行造型嫁接,提高植株抗病性,减少盆栽榕树根结线虫的为害;盆栽榕树种养期间,应采取离地栽培措施,使用深井水或自来水浇灌,有选择监测根部线虫数量,一旦发现根结线虫即进行杀线处理,避免根结线虫的再度感染;对欧盟、美国、加拿大检疫要求严格的国家,出口前应再次更换经检疫、消毒处理过的栽培介质,确保不携带包括根结线虫在内的任何有害生物;

生物防治:用 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液进行灌根,预防根结线虫的发生,每隔 15 天灌 1 次;若发现盆栽榕树根结线虫虫口量达 1~2 头/株时,应加大阿维菌素原浆液灌根频率,5~7 天灌 1 次,杀死和控制根结线虫的蔓延;同时与 100 亿/克活孢子淡紫拟青霉菌剂轮换施用。

一种盆栽榕树根结线虫病的综合防控方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种盆栽榕树根结线虫病的综合防控方法,属于园艺植物病害防治领域。

背景技术

[0002] 榕树(*Ficus microcarpa*)属桑科榕属植物,修剪造型后常用于盆景的制作。盆栽榕树是福建省主要出口创汇植物产品,现已走向世界,被命名为“China roots”。其品种主要包括榕树*Ficus microcarpa* Linn. f.、垂叶榕*F. benjamina* Linn.、花叶垂叶榕*F. benjamina* cv. Golden Princess、金叶榕*F. microcarpa* cv. Golden Leaves、黑叶橡胶榕*F. elastica* cv. Deocora Burgundy 和斑叶橡胶榕*F. elastica* var. variegate 等,出口量占国际市场份额的90%以上。

[0003] 盆栽榕树种植在福建已相对成熟,自种籽播入到成品出售,均需经历大田培育期和棚室调控期2个生长阶段。大田培育期:自盆栽榕树种籽播入到盆栽榕树提根出圃止,此期主要是实现盆栽榕树幼苗及块根的快速健康生长;棚室调控期:自出圃盆栽榕树进棚室上盘到盆栽榕树成品出棚室销售止,此期主要是实现盆栽榕树的型体塑造及安全高效养管。近年,随着密集生产规模的扩大及根结线虫抗药性的增强,在盆栽榕树的2个生长阶段均易受到根结线虫为害,根结线虫病已成为盆栽榕树种植过程中的最主要病害之一。

[0004] 根结线虫侵染盆植榕树后,在根部取食和繁殖,侧根和营养根明显肿大,形成根结或根瘤,具虫瘿,剖开根结表皮可见白色梨形雌虫;严重感病的根系,表面呈现胶状物,根结连续呈念珠状,或数个根结愈合形成根结块,根系萎缩畸形,侧根和根毛明显减少,有的形成丛生或铧短根。地上部症状表现不明显,似缺肥或缺水症状;严重感病的植株矮小,生长衰弱,叶片黄化,叶缘卷褶或干枯或脱落,枝条干枯死亡。盆栽榕树一旦受根结线虫侵染,不仅植株生长发育和品质受到极大影响,还可加剧其它病害的发生。目前,榕树根结线虫病的相关研究已有一些报道,均集中在病原种类鉴定及单项防控措施的使用上。如姜鼎煌、肖顺等将榕树根结线虫病病原鉴定为南方根结线虫(*Meloidogyne incognita*);潘永红等综述了南方根结线虫在人参榕上的发生规律与防治措施,但可操作性不强;杨帆等测定了10%虫胺磷GR和18%阿维菌素乳油对人参榕种苗根结线虫病的防效;等。我们多年调查发现,根结线虫受生产管理、药剂种类、施药方法等因素的影响已产生较强的抗药性,仅靠单一的化学用药无法完全杀灭根结线虫;如在商品销售前用溴甲烷等药剂熏蒸处理,不仅影响环境与检疫处理人员安全,还会影响盆栽榕树的观赏价值,故现有的熏蒸药剂已逐步被严禁或限制使用。据上可知,在盆栽榕树生产上急需一套十分有效且可操作性强的根结线虫病综合防控措施,这种综合防控措施是对植物检疫、病情监测、园艺防治、物理防治、生物防治和化学防治等各单项措施的有效集成组装,能有效适用于盆栽榕树大田培育期和棚室调控期2个生长阶段的根结线虫防控,同时提高植株的产量和品质。本发明在剖析盆栽榕树主要根结线虫病发生为害情况及规律的基础上,对各单项防控措施进行有效归总并集成,针对盆栽榕树大田培育期构建了“健苗+生防+化防”为主的防控体系,针对盆栽榕树棚室调

控期构建了“检疫+健苗+生防”为主的防控体系,在多地多点示范推广应用后,有效控制了盆栽榕树根结线虫病的发生与为害,显著降低化学农药的使用频率和使用量,保护了自然生态环境,提升了盆栽榕树的观赏和经济价值。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种盆栽榕树根结线虫病的综合防控方法,该方法生产应用效果好,能将盆栽榕树根结线虫控制在经济危害阈值指标范围内,对提升盆栽榕树的观赏和经济价值及保护环境具有重大意义。

[0006] 本发明采取的技术方案如下:

[0007] 本发明针对盆栽榕树大田培育期和棚室调控期 2 个生长阶段,构建适合各个生长阶段的综合防控方法,具体防控方法包括:

[0008] (1) 大田培育期

[0009] 结合园艺防治、生物防治和化学防治,构建“健苗+生防+化防”为主的防控体系;

[0010] 其中园艺防治:

[0011] ①健苗培育:选用经检疫、消毒处理过的栽培介质育苗,或购买正规育苗公司生产的组培苗,同时在移栽种苗时,在栽培基质中添加重量占比约 10% 的生茶麸粉,以预防根结线虫滋生及达到促根壮苗的作用;

[0012] ②合理轮作:圃地种植盆栽榕树 2~3 年后,应轮作根结线虫弱寄主植物—蔬菜 2~3 茬;

[0013] 生物防治:整理圃地时,每亩撒施生茶麸粉约 50 kg 和适量的腐熟有机肥;对播种后到长出 5~6 片真叶的幼苗,用 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液灌根,预防和控制根结线虫的发生;对袋栽苗,当发现榕树根结线虫虫口达 1~2 头/株时,用 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液灌根,隔 5~7 天灌根 1 次,以杀死和控制根结线虫的发生,同时与 100 亿/克活孢子淡紫拟青霉菌剂轮换施用,穴施在种苗根系附近,每亩用量为 1~2 kg;

[0014] 化学防治:当发现榕树根结线虫虫口量达 3~5 头/株时,用 33.0~100.0 mg/kg 毒死蜱乳油喷雾,控制根结线虫繁殖,隔 7 天喷 1 次;同时与 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液轮换施用;

[0015] (2) 棚室调控期

[0016] 结合植物检疫、园艺防治和生物防治,构建“检疫+健苗+生防”为主的防控体系;

[0017] 其中植物检疫:对调运进入棚室的盆栽榕树植株全部剪除须根,后用 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液浸泡 1~2 min,杀死和控制根结线虫的发生,同时将剪除的根部进行晒干烧毁处理;在半成品上盘种植时,应选用经检疫、消毒处理过的栽培介质,在栽培介质中添加重量占比约 10% 的生茶麸粉,以预防根结线虫的发生;在种养过程中及成品出棚前,对盆栽榕树严格执行检验检疫;同时,在盆栽榕树根结线虫病发生的 2 个高峰期,酌情加强病情监测工作,为综合防控措施的选择使用提供决策数据;

[0018] 园艺防治:注重抗性苗培育,盆栽榕树造型时,应充分考虑品种的抗、感病性,在高抗品种的根茎上进行造型嫁接,提高植株抗病性,减少盆栽榕树根结线虫的为害;盆栽榕树种养期间,应采取离地栽培措施,使用深井水或自来水浇灌,有选择监测根部线虫数量,一旦发现根结线虫即进行杀线处理,避免根结线虫的再度感染;对欧盟、美国、加拿大等检疫

要求严格的国家,出口前应再次更换经检疫、消毒处理过的栽培介质,确保不携带包括根结线虫在内的任何有害生物;

[0019] 生物防治:用 20.0 ~ 100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液进行灌根,预防根结线虫的发生,每隔 15 天灌 1 次;若发现盆栽榕树根结线虫虫口量达 1 ~ 2 头/株时,应加大阿维菌素原浆液灌根频率,5 ~ 7 天灌 1 次,杀死和控制根结线虫的蔓延;同时与 100 亿/克活孢子淡紫拟青霉菌剂轮换施用。

[0020] 本发明的综合防控方法依据如下:

[0021] 1、掌握了盆栽榕树根结线虫病的病原种类

[0022] 对盆栽榕树造成为害的根结线虫种类主要有南方根结线虫(*M. incognita*)和花生根结线虫(*M. arenaria*)。我们在福建漳州地区的盆栽榕树生产基地,采集盆栽榕树根系和栽培基质等样本进行分离,通过观察分离成虫及 2 龄幼虫的整体形态特征,将盆栽榕树根结线虫的优势种鉴定为南方根结线虫。该线虫的雌成虫生活在盆栽榕树根结内,虫体膨大后成球形或梨形,体壁柔软,乳白色,体长 0.44 ~ 1.59 mm,体宽 0.26 ~ 0.81 mm;颈部明显,排泄孔位于中食道球前,通常在口针基部球附近;会阴花纹近方形,背弓较高,角质膜纹平滑至波浪状,有断裂纹和叉状纹。该线虫的雄成虫游离于介质或附着在卵囊上,蠕虫形,无色透明,体长 1.00 ~ 2.00 mm,体宽 0.03 ~ 0.04 mm;体环明显,头骨架和口针发达;交合刺发达,引带新月形,无交合伞。该线虫的卵产在尾端分泌的胶质卵囊内,椭圆形或近肾脏形;2 龄幼虫虫体纤细,蠕虫形,无色透明,口针细长,中食道球发达,尾呈锥状,近尾端常缢缩,末端有一段清晰的透明区。

[0023] 2、掌握了盆栽榕树根结线虫病的发生规律

[0024] 在福建漳州地区的盆栽榕树生产基地,根结线虫优势种为南方根结线虫,其在盆栽榕树种植区域的分布很不均匀,线虫病害也随着它们的不均匀分布而有不同程度的发生。调查发现,该虫以卵或 2 龄幼虫在栽培介质中越冬,翌年环境条件适宜时,孵化幼虫及越冬幼虫伺机侵入榕树幼根,在没有任何分化的根细胞间移动,最后内寄生于根内的中柱与皮层中生长发育。该虫完成 1 个生活周期只需 20 ~ 25 d,每年可完成 5 ~ 10 个世代,世代重叠严重。

[0025] 环境温湿度和栽培介质是影响盆栽榕树根结线虫病发生的主要因子。一年四季,随着春季气温的回升,根系生长活跃,线虫迅速繁育,种群数量呈递增趋势,到秋季时达到最高峰值;之后,受冬季低温等不良环境条件影响,根系生长放缓,种群数量迅速减少。栽培介质温度在 25 ~ 30℃时,根结线虫生长最适,危害最大;温度高于 40℃或低于 5℃时,根结线虫卵孵化受抑制且幼虫活动力明显减弱,危害减轻。

[0026] 3、掌握了盆栽榕树根结线虫病的传播方式

[0027] 根结线虫幼虫的活动能力较弱,自身移动距离只有 20 ~ 30 cm,其主要依赖病株、栽培介质和浇灌水进行传播。调查发现,生产企业与种植农户基本不从切断传播途径的角度来考虑综合控制措施,只是在病害发生加重时,通过大量使用杀线化学药剂来防控根结线虫病的为害,因此,“3R”和药害等问题严重,极大影响了盆栽榕树的观赏和经济价值,也破坏了种植生态自然环境。

[0028] 4、综合防控方法

[0029] 盆栽榕树根结线虫病的综合防控方法,应遵循“预防为主,综合防治”的植保方针,

在盆栽榕树的大田培育及棚室调控 2 个生长阶段,集成组装应用植物检疫、病情监测、园艺防治、物理防治、生物防治和化学防治等防控技术措施,构建相应的以“健苗 + 生防 + 化防”和“检疫 + 健苗 + 生防”为主的防控体系。

[0030] 主要防控措施:

[0031] (1) 植物检疫

[0032] 根结线虫一般在 5 ~ 30 cm 的土壤间生存,以 10 ~ 20 cm 深度的数量最多。根结线虫以卵或幼虫随病残体遗留在土壤或栽培介质中越冬,存活期通常为 1 ~ 3 年。根结线虫主要靠栽培介质、病苗和灌溉水进行传播,农户之间互用幼苗及农具的交叉使用都为根结线虫病的传播提供了途径。因此,应从切断传播途径的角度来考虑综合控制措施,切不可盲目大量使用杀线化学药剂,在农事操作时尽量不串棚及农户间互用苗木时应对其进行清洗、剪除须根、药剂浸泡等措施,再进行栽植,减少人为扩大分布。同时,根结线虫易随苗木和土壤等的进行远距离传播,对调运进入棚室的盆栽榕树植株应全部剪除须根,后用 20.0 ~ 100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液浸泡 1 ~ 2 min,杀死和控制根结线虫的发生,同时将剪除的根部进行晒干烧毁处理;在半成品上盘种植时,应选用经检疫、消毒处理过的栽培介质,在栽培介质中添加重量占比约 10% 的生茶麸粉,以预防根结线虫的发生;在种养过程中及成品出棚前,对盆栽榕树严格执行检验检疫;同时,在盆栽榕树根结线虫病发生的 2 个高峰期,酌情加强病情监测工作,为综合防控措施的选择使用提供决策数据。

[0033] (2) 病情监测

[0034] 一年四季,随着春季气温的回升,盆栽榕树根系生长活跃,根结线虫迅速繁育,种群数量呈递增趋势,到秋季时达到最高峰值;之后,受冬季低温等不良环境条件影响,根系生长放缓,种群数量迅速减少。栽培介质温度在 25 ~ 30 °C 时,根结线虫生长最适,危害最大;温度高于 40 °C 或低于 5 °C 时,根结线虫卵孵化受抑制且幼虫活动力明显减弱,危害减轻。因此,在春季和秋季,应结合当地的气候条件和盆栽榕树生长发育状况,切实做好根结线虫病的监测工作。

[0035] (3) 园艺防治

[0036] ① 注重种苗培育

[0037] 健苗培育:选用经检疫、消毒处理过的栽培介质育苗,或购买正规育苗公司生产的组培苗,同时在移栽种苗时,在栽培基质中添加重量占比约 10% 的生茶麸粉,以预防根结线虫滋生及达到促根壮苗的作用;

[0038] 抗性苗培育:盆栽榕树造型时,应充分考虑品种的抗、感病性,尽可能在高抗品种的根茎上进行造型嫁接,提高植株的抗病性,减少盆栽榕树根结线虫的为害;盆栽榕树种养期间,应采取离地栽培措施,使用深井水或自来水浇灌,有选择监测根部线虫数量,一旦发现根结线虫即进行杀线处理,避免根结线虫的再度感染;对欧盟、美国、加拿大等检疫要求严格的国家,出口前应再次更换经检疫、消毒处理过的栽培介质,确保不携带包括根结线虫在内的任何有害生物。

[0039] ② 合理轮作

[0040] 圃地种植盆栽榕树 2 ~ 3 年后,应轮作根结线虫弱寄主植物—蔬菜 2 ~ 3 茬,如油菜、辣椒、葱、蒜等,以提高土壤生物的多样性,减轻根结线虫为害。

[0041] (4) 物理防治

[0042] ①加强田间及棚室管理

[0043] 做好育苗棚、苗圃地、棚室的清洁卫生、杂草防除和杀线虫工作,及时清扫枯枝落叶及杂草,并结合修剪,及时剪除过密枝、枯枝、病枝,以改善通风光照条件,减少病源。

[0044] ②土壤及基质消毒

[0045] 在夏季温度较高时,将苗圃清洁后,翻挖苗圃土壤或栽培基质,深度 30 cm 左右,后每亩均匀撒施生茶麸粉约 50 kg 和适量的腐熟有机肥,再灌施适量的生物杀线剂—阿维菌素原浆液等,最后翻耕土壤或栽培基质,使其与茶麸粉、有机肥和阿维菌素原浆液充分混匀;接着开始作畦,畦的长和宽按盆栽榕树种苗的大小而定;后再用地膜覆盖土壤或栽培基质,使其完全封闭;之后从地膜下往畦间灌深井水或自来水,至畦面湿润且土壤或基质含水量达 70% 左右止;封闭 20 d 后,揭开地膜晾晒,通风或晾晒 2 d,消毒完成,即可播种或移苗。

[0046] (5) 生物防治

[0047] 主要是用生物防治杀线剂来防控根结线虫,如阿维菌素、淡紫拟青霉、茶麸饼等杀线生物防治剂。整理圃地时,每亩撒施生茶麸粉约 50 kg 和适量的腐熟有机肥;对播种后到长出 5~6 片真叶的幼苗,用 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液灌根,预防和控制根结线虫的发生;对圃地袋栽苗,当发现榕树根结线虫虫口达 1~2 头/株时,用 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液灌根,隔 5~7 天灌根 1 次,以杀死和控制根结线虫的发生,同时与 100 亿/克活孢子淡紫拟青霉菌剂轮换施用,穴施在种苗根系附近,每亩用量为 1~2 kg;对棚室盆栽榕树,用 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液进行灌根,预防根结线虫的发生,每隔 15 天灌 1 次;若发现盆栽榕树根结线虫虫口量达 1~2 头/株时,应加大阿维菌素原浆液灌根频率,5~7 天灌 1 次,杀死和控制根结线虫的蔓延;同时与 100 亿/克活孢子淡紫拟青霉菌剂轮换施用。

[0048] (6) 化学防治

[0049] 根结线虫病是制约盆栽榕树出口的主要方面,几乎所有国家都将其列为需要重点检疫的对象,一旦检出活体线虫,处理轻的要求全部进行熏蒸处理,重的就立即当场销毁,给出口企业和花农造成严重损失。但化学防治应尽可能限在田间使用,在田间,当发现榕树根结线虫虫口量达 3~5 头/株时,用 33.0~100.0 mg/kg 毒死蜱乳油喷雾,控制根结线虫繁殖,隔 7 天喷 1 次,尽量少用或不用益舒宝和克百威等颗粒剂;由于毒死蜱抗性个体出现的频率仍较高,要避免连续施用,尽可能与 20.0~100.0 mg/kg 阿维菌素原浆阿维菌素交替使用,以延缓高抗药个体的产生。

[0050] 本发明的显著优点在于:本发明能有效控制盆栽榕树根结线虫发生为害,显著降低农药的使用次数和使用量,对提升盆栽榕树的观赏和经济价值及保护环境具有重大意义。

附图说明

[0051] 图 1 是榕树根结线虫病为害图。

[0052] 图 2 是不同杀线化学药剂对基质根结线虫的防控效果。

[0053] 图 3 是不同杀线化学药剂对根系根结线虫的防控效果。

具体实施方式

[0054] 下面将通过实例对本发明作进一步的描述,这些描述并不是对本发明内容作进一步的限定。本领域的技术人员应理解,对本发明内容所作的等同替换,或相应的改进,仍属于本发明的保护范围之内。

[0055] 1、解决部分防控措施的选择问题

[0056] (1) 根结线虫发生规律监测

[0057] 盆栽榕树生产过程易受南方根结线虫(*Meloidogyne incognita*)和花生根结线虫(*M. arenaria*)为害,严重影响盆栽榕树的生长周期、外观质量,进而影响盆栽榕树出口。为此,我们以福建漳州出口盆栽榕树种植示范基地为观测点,对盆栽榕树根结线虫病发生情况及规律进行了研究或监测,实验汇总如下:

[0058] 实验材料:供试植物为 250 g 左右出口盆栽榕树(福建漳州)。

[0059] 实验方法:

[0060] 发生情况调查:在盆栽榕树主产地福建漳州,选取种植集中区进行根结线虫病调查,记录分析为害症状、发病规律、传播控制等。

[0061] 病原分离鉴定:采集发病榕树的根系,把根系切成 0.5 cm 长的小段,双层纱布包裹后用改良贝尔曼漏斗法分离,根组织内的雌虫再用解剖法分离,将分离的线虫收集于盛有少量水的小试管内,分 2 组储备于 4 °C 的冰箱中待用。一组用来配制虫源土,每克虫源土接种 6 条根结线虫,回接用于线虫防效试验;另一组于 65 °C 恒温水浴中加热 2 ~ 3 min,线虫杀死后向试管中加入与线虫悬浮液等量的倍量 TAF 或 FAG 固定液固定和保存,通过重庆奥特光学仪器有限责任公司的 B203LEDTR 生物显微镜观察根结线虫成虫及 2 龄幼虫的形态特征,鉴定病原种类。

[0062] 实验结果

[0063] 根结线虫病的发生

[0064] 为害症状:盆栽榕树根结线虫在根部取食和繁殖,根部被害后,侧根和营养根明显肿大,形成根结,具虫瘿,剖开根结表皮可见白色梨形雌虫;严重感病的根系,表面呈现胶状物,根结连续呈念珠状,或数个根结愈合形成根结块,根系萎缩畸形,侧根和根毛明显减少,有的形成丛生或锉短根。地上部症状表现不明显,似缺肥或缺水症状;严重感病的植株矮小,生长衰弱,叶片黄化,叶缘卷褶或干枯或脱落,枝条干枯死亡。

[0065] 发病规律:根结线虫在盆栽榕树种植区域的分布很不均匀,线虫病害也随着这种不均匀的分布而发生。调查发现,该虫以卵或 2 龄幼虫在栽培介质中越冬,翌年环境条件适宜时,孵化幼虫与越冬幼虫伺机侵入榕树幼根,在没有任何分化的根细胞间移动,最后定居内寄生于根内的中柱与皮层中生长发育。根结线虫完成 1 个生活周期只需 20 ~ 25 d,每年可完成 5 ~ 10 个世代,世代重叠严重。

[0066] 环境温湿度和栽培介质是影响盆栽榕树根结线虫病发生的主要因子。一年四季,随着春季气温的回升,根系生长活跃,线虫迅速繁育,种群数量呈递增趋势,到秋季时达到最高峰值;之后,受冬季低温等不良环境条件影响,根系生长放缓,种群数量迅速减少。栽培介质温度在 25 ~ 30 °C 时,根结线虫生长最适,危害最大;温度高于 40 °C 或低于 5 °C 时,根结线虫卵孵化受抑制且幼虫活动力明显减弱,危害减轻。

[0067] 传播控制:调查发现,根结线虫 2 龄幼虫的活动能力较弱,自身移动距离只有 20 ~

30 cm, 盆栽榕树根结线虫病主要依赖病株、栽培介质和浇灌水进行传播;生产企业与种植农户基本不从切断传播途径的角度来考虑综合控制措施,只是在病害发生加重时,通过大量使用杀线化学药剂来防控根结线虫病的为害,“3R”和药害问题严重,已影响了盆栽榕树出口。

[0068] 病原线虫的分离鉴定

[0069] 观察分离成虫及 2 龄幼虫的整体形态特征,福建漳州地区盆栽榕树的根结线虫优势种为南方根结线虫。雌成虫生活在根结内,虫体膨大成球形或梨形,体壁柔软,乳白色,体长 0.44 ~ 1.59 mm,宽 0.26 ~ 0.81 mm;颈部明显,排泄孔位于中食道球前,通常在口针基部球附近;会阴花纹近方形,背弓较高,角质膜纹平滑至波浪状,有断裂纹和叉状纹。雄成虫游离于介质或附着在卵囊上,蠕虫形,无色透明,体长 1.00 ~ 2.00 mm,宽 0.03 ~ 0.04 mm;体环明显,头骨架和口针发达;交合刺发达,引带新月形,无交合伞。卵产在尾端分泌的胶质卵囊内,椭圆形或近肾脏形,长 0.07 ~ 0.13 mm,宽 0.03 ~ 0.05 mm,一个卵囊内有 100 ~ 300 粒卵。2 龄幼虫虫体纤细,蠕虫形,无色透明,口针细长,中食道球发达,尾呈锥状,近尾端常缢缩;末端有一段清晰的透明区;3 ~ 4 龄幼虫尾膨大呈囊状,有尾夹突,寄生于根结内。

[0070] 小结

[0071] 盆栽榕树根结线虫的优势种主要为南方根结线虫。该虫在种植区域的分布很不均匀,以卵或 2 龄幼虫在栽培介质中越冬,根部取食和繁殖,每年可完成 5 ~ 10 个世代,重叠严重,可直接影响植株的生长发育,还可加剧枯萎病等其它病害的发生,这与国内报道基本一致。

[0072] 盆栽榕树根结线虫病主要依赖病株、栽培介质和浇灌水进行传播,应从切断传播途径的角度来考虑综合控制措施,切不可盲目大量使用杀线化学药剂。建议:对调运进入棚室的盆栽榕树植株全部剪除须根,后用 20.0 ~ 100.0 mg/kg 阿维菌素原浆进行浸泡 1 ~ 2 min,预防和控制根结线虫的发生与传播,同时将剪除的根部进行晒干烧毁处理;半成品上盘种植时,应选用经过检疫、消毒处理过的栽培介质,有效降低盆栽榕树在种植过程中的根结线虫种群数量。盆栽榕树恢复生长期间,应采取离地栽培措施,使用深井水或自来水进行浇灌,自行有选择监测根部线虫数量,当达到一个域值时就进行杀线处理,尽可能避免根结线虫的再度感染。对欧盟、美国、加拿大等检疫要求严格的国家,出口前严格执行检疫制度,再次换入经灭菌处理后的栽培介质,确保不携带任何有害生物。

[0073] (2) 生物防治剂和化学防控药剂筛选

[0074] 由于温室及大棚的大面积发展和连续种植,根结线虫的发生危害近年呈现逐年上升趋势,目前已成为发生最普遍、危害损失最严重的影响盆栽榕树产品安全的疑难病害,同时线虫病的发生又加剧了枯萎病、黄萎病、立枯病等土传病害的危害。化学杀线剂虽然具有较好的防治效果,但是存在成本高、潜在污染、持效短、抗药性等问题,因此,采用非化学手段防治根结线虫逐渐成为研究者关注的热点问题,其中生物农药技术在农业生产中已得到应用并取得一定的效果。现对生物杀线虫剂和化学杀线剂等药剂对防治根结线虫的效果进行了评价,以期能为生产上防治根结线虫提供理想的药剂选择。

[0075] 试验材料:供试药剂包括阿维菌素原浆(Avermectins,美国安诺信有限公司产品)、40% 毒死蜱乳油(Chlorpyrifos,江苏宝灵化工股份有限公司产品)、10% 益舒宝颗粒剂

(Mocap, 德国拜耳公司产品)、5% 克百威颗粒剂 (Carbofuran, 湖南海利化工股份有限公司产品)。供试植物为约 250 g 左右盆栽榕树 (福建漳州)。

[0076] 试验方法:

[0077] 基质杀线试验

[0078] 选取栽培条件及生长趋势均匀一致的盆栽榕树, 按表 1 设 6 组处理, 其中 4 组为不同药剂处理, 2 组为不加药剂的空白对照; 每组处理 9 盆榕树, 重复 3 次。施药前, 选 1 组空白对照测栽培基质的根结线虫虫口量。之后, 进行不同药剂的浇灌试验, 浇灌量 150 mL/盆, 连续施药 2 次, 间隔 3 d; 另 1 组空白对照用等量清水浇灌。浇灌后置于水泥板上, 15d 后检测各盆栽榕树栽培基质的根结线虫虫口量。根结线虫采用改良贝尔曼漏斗法分离, 分离后用重庆奥特光学仪器有限责任公司的 SZ-760 体视显微镜观测虫口量, 用 DPS 6.55 统计软件统计分析防治效果, 评价敏感性。

[0079] 线虫防效试验

[0080] 选取无根结线虫且生长趋势均匀一致的盆栽榕树, 洗根后重新定植于直径 15 cm 的塑料盆中, 每盆定植土中混加 250 g 虫源土, 定植后置于水泥板上培育。选取发病盆栽, 按表 2 设不同药剂浓度处理和空白对照, 每处理 3 盆榕树, 重复 3 次。之后, 进行不同药剂的浇灌试验, 浇灌量 150 mL/盆, 连续施药 2 次, 间隔 3 d; 药后常规管理, 45 d 后调查病情指数, 用 DPS 6.55 统计软件统计分析防治效果, 评价敏感性。病情分级标准如下: 1 级无根瘤; 2 级根系上有 1~2 个根瘤; 3 级根系上有 3~30 个根瘤; 4 级根系上有 31~100 个根瘤; 5 级根瘤数 > 100 个。

[0081] 试验结果: ①不同杀线化学药剂对基质根结线虫的防控效果。基质杀线试验结果见图 2。可知, 阿维菌素原浆对盆栽榕树基质根结线虫的防控效果最好, 3 个处理浓度的防控效果均达到 90.0% 以上, 不存在极显著差异; 其次是毒死蜱乳油, 3 个处理浓度的防控效果均达到 80.0% 以上, 也不存在极显著差异; 20.0 mg/kg 阿维菌素原浆的防控效果达 90.4%, 而 20.0 mg/kg 毒死蜱乳油的防控效果则仅为 82.0%, 要达到同等防控效果, 使用浓度需达到 100.0 mg/kg 以上。益舒宝颗粒剂的防控效果不佳, 4.0g/盆的防控效果也只有 56.5%。克百威颗粒剂的防控效果最差, 4.0 g/盆的防控效果仅为 20.7%。敏感性评价表明 (表 1), 基质根结线虫对阿维菌素原浆和毒死蜱乳油敏感, LD_{50} 分别为 0.2154 mg/kg 和 0.2155 mg/kg, 无明显差异; 克百威的 LD_{50} 为 21.6729 g/盆, 是益舒宝的 6.08 倍。

[0082] ②不同杀线化学药剂对根系根结线虫的防控效果。线虫防效试验结果见图 3。可知, 阿维菌素原浆和毒死蜱乳油对盆栽榕树根系根结线虫的防控效果较为理想, 100.0 mg/kg 阿维菌素原浆的防控效果达 95.7%, 极显著优于其它 5 个处理; 33.3 mg/kg 和 20.0 mg/kg 阿维菌素原浆和 100 mg/kg 和 33.3 mg/kg 毒死蜱乳油的防控效果均在 73.8% 以上, 处理间不存在极显著差异, 但极显著优于 20.0 mg/kg 毒死蜱乳油。益舒宝颗粒剂和克百威颗粒剂对盆栽榕树根系根结线虫的防控效果不是最佳, 两药剂 4.0 g/盆处理的防控效果与 20.0 mg/kg 毒死蜱乳油的防控效果相当, 在 60.1%~66.2% 之间, 不存在极显著差异; 两种药剂的防控效果均随使用剂量的增加而提升, 但同一剂量间的防控效果不存在极显著差异。4 种药剂均未对出口盆栽榕树产生不良影响, 植株生长正常。敏感性评价表明 (表 1), 根系根结线虫对阿维菌素原浆的 LD_{50} 为 8.6480 mg/kg, 是毒死蜱的 3.10 倍; 克百威的 LD_{50} 为 2.1279 g/盆, 是益舒宝的 1.35 倍。分析毒力回归方程的斜率 b 值, 毒死蜱的最小, 抗性个体出现频

率较高,要避免连续施用,尽可能与阿维菌素交替使用,以延缓高抗药个体的产生。

[0083] 表 1 根结线虫对不同杀线化学药剂的敏感性

[0084]

试验区	药剂	毒力回归方程	相关系数 R	LD ₅₀	95%置信限
基质	阿维菌素	$Y=5.4688+0.7031X$	0.9263	0.2154 mg/kg	0.0032~14.5050 mg/kg
	毒死蜱	$Y=5.3300+0.4952X$	0.9183	0.2155 mg/kg	0.0025~19.6648 mg/kg
	益舒宝	$Y=3.1401+3.3664X$	1.0000	3.5685 g/盆	3.5451~3.5920 g/盆
	克百威	$Y=3.4526+1.1567X$	0.9605	21.6729 g/盆	6.8275~69.3704 g/盆
根系	阿维菌素	$Y=3.5107+1.5895X$	0.9912	8.6480 mg/kg	5.5698~13.4297 mg/kg
	毒死蜱	$Y=4.7518+0.5566X$	0.9355	2.7927 mg/kg	0.3625~21.5166 mg/kg
	益舒宝	$Y=4.8142+0.9454X$	0.9712	1.5722 g/盆	1.1389~2.1703 g/盆
	克百威	$Y=4.7050+0.8994X$	0.9948	2.1279 g/盆	1.9566~2.3142 g/盆

[0085] 注:同列多重比较结果,字母相同表示差异不显著,字母不同表示差异显著,大写字母表示差异极显著(P=0.01),小写字母表示差异显著(P=0.05),下同。

[0086] 结论:①阿维菌素原浆、毒死蜱乳油对出口盆栽榕树基质和根系根结线虫有较理想的防控效果且无药害,明显优于两颗粒剂益舒宝和克百威。基质和根系根结线虫对阿维菌素原浆和毒死蜱乳油均较敏感,LD₅₀分别为0.2154 mg/kg、0.2155 mg/kg和8.6480 mg/kg、2.7927 mg/kg。防控出口盆栽榕树根结线虫病的发生,推荐使用20.0~100.0 mg/kg阿维菌素原浆或33.0~100.0 mg/kg毒死蜱乳油,尽量少用益舒宝和克百威等颗粒剂;由于毒死蜱抗性个体出现频率较高,要避免连续施用,尽可能与阿维菌素交替使用,以延缓高抗药个体的产生。②杀线化学药剂的使用仍是控制根结线虫最为有效的手段,但用量及使用次数的增加,“3R”和药害问题加重,必将减少化学农药的使用。故应加强抗性盆栽榕树品种的选育,加强真菌和细菌类生物抗线虫制剂的研发,加强那些活性较高且易降解的植物源化合物的研发,切实将基因工程、分子生物技术等用于线虫的防治中。

[0087] 2、各阶段防控措施的应用

[0088] (1)大田培育期

[0089] ①播种前,防除杂草,清洁苗圃,对土壤进行浸泡、翻挖、消毒和整畦;同时伴以撒施茶麸粉和腐熟的有机肥;

[0090] ②严格执行植物检疫制度,避免交叉感染,及时处理带病幼苗;

[0091] ③在小苗生长到5~6片叶时,每周施1次菌肥,以水肥为主,并用20.0~100.0 mg/kg阿维菌素原浆液灌根;

[0092] ④进行病情监测;

[0093] ⑤对袋栽苗,当发现榕树根结线虫虫口达1~2头/株时,用20.0~100.0 mg/kg阿维菌素原浆液灌根,隔5~7天灌根1次;当发现榕树根结线虫虫口量达3~5头/株时,用33.0~100.0 mg/kg毒死蜱乳油喷雾,隔7天喷1次;同时与20.0~100.0 mg/kg阿维菌素原浆轮换施用。

[0094] 通过以上综合防控方法,可使种盆栽榕树的病株率控制在5%以内,极大地减少了初侵染源。

[0095] (2) 棚室调控期

[0096] ①清洁棚室, 防除杂草;

[0097] ②对调运进入棚室的盆栽榕树植株全部剪除须根, 后用 20.0 ~ 100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液浸泡 1 ~ 2 min, 同时将剪除的根部进行晒干烧毁处理; 种植期间及出棚前严格执行检验检疫制度, 酌情加强病情监测工作;

[0098] ③盆栽榕树造型时, 在高抗品种的根茎上进行造型嫁接, 提高植株抗病性; 适时浇深井水或自来水和施肥, 同时伴以撒施生茶麸粉和腐熟的有机肥, 并及时修剪;

[0099] ④进行病情监测;

[0100] ⑤用 20.0 ~ 100.0 mg/kg 阿维菌素原浆液进行灌根, 每隔 15 天灌 1 次; 若发现盆栽榕树根结线虫虫口量达 1 ~ 2 头/株时, 加大阿维菌素原浆液灌根频率, 每隔 5 ~ 7 天灌 1 次; 同时与 100 亿/克活孢子淡紫拟青霉菌剂轮换施用。

[0101] 通过以上综合防控方法, 可减少农药的使用 1 ~ 2 次, 出售的盆栽榕树基本无根结线虫病的发生。

[0102] 3、综合应用

[0103] 从 2011 至今, 在福建漳州的盆栽榕树种植基地使用本发明所述盆栽榕树根结线虫病的综合防治方法, 对盆栽榕树 2 个生长阶段的根结线虫病进行综合防控, 显著改善了盆栽榕树种植基地的生态环境, 减少了药害和农药残留, 形成了根结线虫生态调控的良性循环, 具有较好的生态效益; 可将田间盆栽榕树根结线虫病的病株率控制在 5% 以内, 且出售的盆栽榕树基本无根结线虫病的发生, 省工省时, 亩新增利润 2000 元以上, 具有较好的经济效益; 同时, 以点带面, 提升了花农对盆栽榕树根结线虫病的防控意识与水平, 使盆栽榕树更大程度地满足检疫要求, 提高产品品质和出口量, 进一步推动该产业的健康与可持续发展, 具有较好的社会效益。



图 1

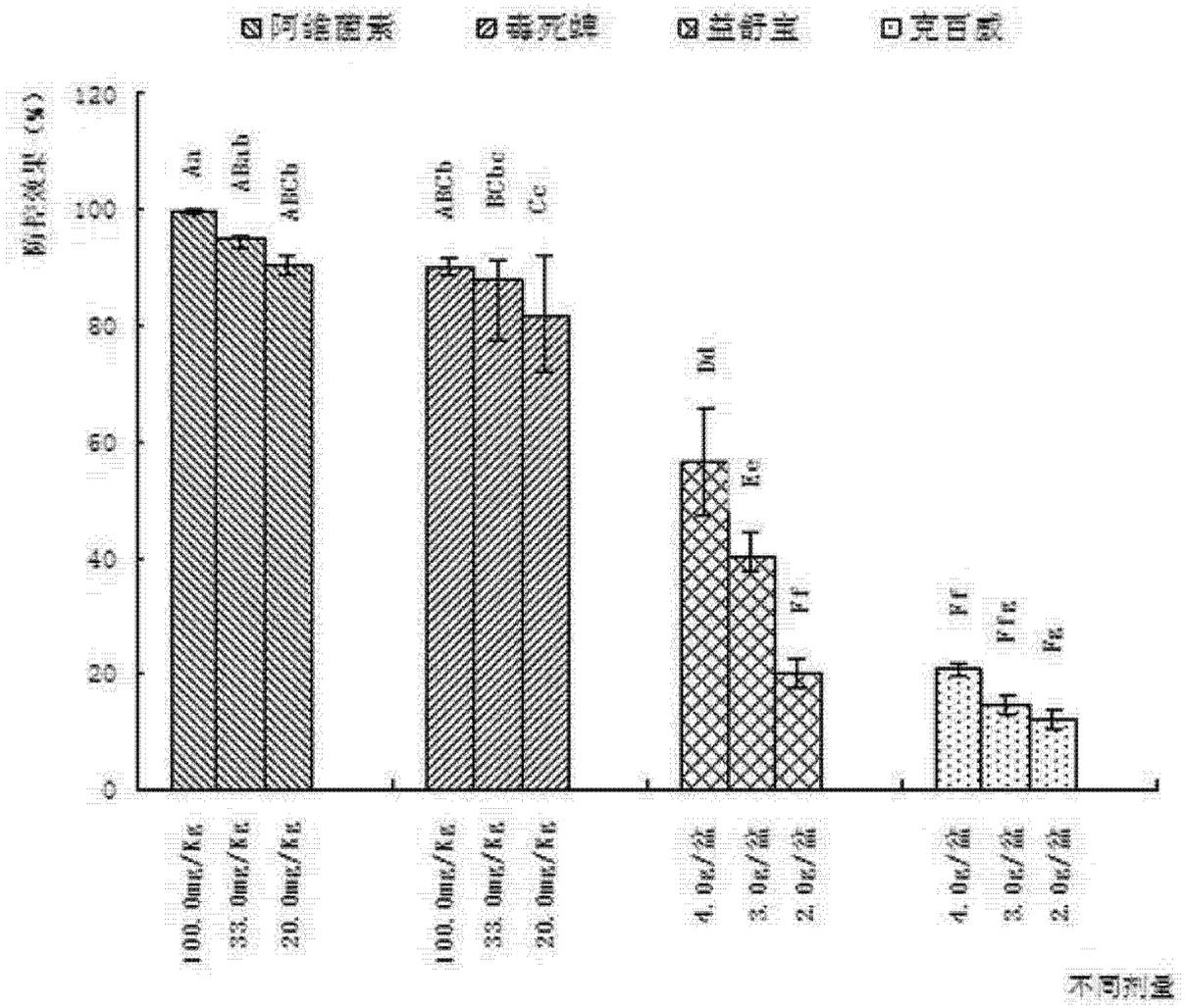


图 2

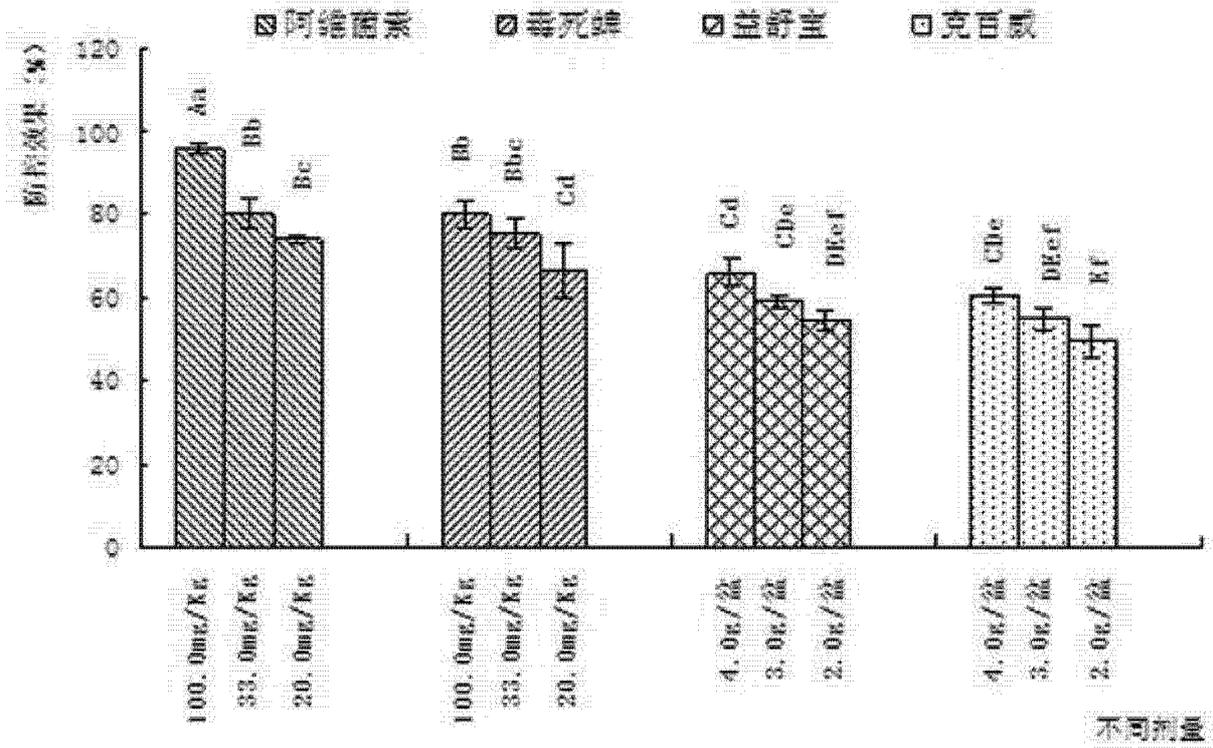


图 3