

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2021.02.003

烟草根结线虫病防治方法及发展趋势^①

王金峰¹, 江连强², 刘东阳², 陈树鸿², 江其朋¹, 王 勇²

1. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;

2. 中国烟草总公司四川省公司凉山州烟草公司, 四川 西昌 615000

摘 要: 烟草根结线虫病是危害烟草的一种重要土传病害, 该病的发生严重制约了烟草的可持续发展. 本文对近20~30年根结线虫的防治方法和措施进行综述, 总结归纳出根结线虫防治方法的发展趋势, 以期为该病在生产实际中的科学防治提供参考.

关键词: 根结线虫; 烟草; 防治; 发展趋势

中图分类号: S435.72

文献标志码: A

文章编号: 1007-1067(2021)02-0009-04

根结线虫(*Meloidogyne* spp.)隶属线虫门(Nematodo)、侧尾腺口纲(Secernentea)、垫刃目(Tylenchida)、异皮线虫科(Heteroderidae)、根结线虫属(*Meloidogyne*)^[1], 是重要的植物病原物之一, 在全世界范围内均有危害报道^[2]. 根结线虫寄主十分广泛, 能侵染超过3 000种植物, 如水稻、花生、烟草、果树等, 其中对茄科、十字花科植物和葫芦科植物危害更重^[3]. 烟草根结线虫病是由根结线虫侵入烟株根部, 造成根局部形成大小不等的瘤状突起, 并迅速蔓延全株, 最终影响植株的健康生长, 该病的发生已经严重影响了烟草行业的健康发展.

1 根结线虫在烟草上的危害

烟草根结线虫在我国烟区发生面积大, 其中安徽、云南、河南、四川、山东等地发生严重^[4], 1988年全国烟田发生面积就已达26万~33万hm²^[5], 随后发生面积逐步扩大^[6]. 烟草根结线虫以卵、卵囊和幼虫藏匿在病根残组织或其他寄主植物根系, 在土壤中越冬^[7], 次年开春温度上升后便开始入侵危害, 越冬虫量与根结系数呈显著性正相关^[8]. 烟草根结线虫首先侵入烟草根系, 造成根系细胞肿大, 进而影响植株水分和养分运输, 导致植株发育不良^[9]. 该病一旦发生, 迅速造成全株感染, 发病轻时, 症状不明显, 发病严重时导致植株萎蔫枯死^[10], 后期症状明显, 整个根系呈“鸡爪状”^[11]. 土壤的温度和pH值是影响根结线虫繁育的重要因素, 其中烟草根结线虫最适的温度范围为22~30℃, 在此温度范围内2龄(J2)幼虫发育繁殖极快^[12], 25℃时20d便可以完成一代^[13], 温度低于10℃时, 幼虫停止活动而不具有侵染能力^[14]; 最适pH值为4~8, 超出此范围都不利于其生长发育. 烟草根结线虫除自身对烟株的危害外还能使其他真菌和细菌更易于侵染烟株, 造成复合型侵染^[15], 如引起烟草黑胫病^[16]、烟草青枯病、烟草根黑腐病、烟草花叶病毒病等^[17], 该病的发生已经严重影响烟叶的产量和质量, 进而影响烟草行业的健康发展^[18].

① 收稿日期: 2021-03-03

作者简介: 王金峰, 硕士, 主要从事烟草根结线虫病防控的研究. E-mail: 1741449735@qq.com

通信作者: 王 勇, 博士, 高级农艺师, 主要从事烟草生产技术与管理工作. E-mail: 690467791@qq.com

2 主要防治方法

烟草根结线虫病应遵循“预防为主、综合防治”的植保方针,利用农业防治、物理防治、化学防治、生物防治,并结合抗病品种选育等措施,科学地对该病进行综合防控,最终实现经济、高效、安全的防治效果。通过查阅文献,烟草根结线虫的主要防治措施如下。

2.1 农业防治

烟草根结线虫的农业防治措施主要包括烟田的合理轮作倒茬、土地休闲、培育无病壮苗、翻耕晒土、及时清除烟株病残体等,做好农业措施可以减轻根结线虫病的发生。

2.2 物理防治

烟草根结线虫可采用冬季水淹、夏季暴晒、灌注热水等物理措施将地中的线虫杀死,但该方法很难彻底杀灭深层线虫。

2.3 化学防治

目前,化学防治仍是烟草根结线虫的主要措施,按照杀虫剂的性质可分为熏蒸杀虫剂和非熏蒸杀虫剂,其中熏蒸杀虫剂如磷化铝、二溴乙烷、溴甲烷等,非熏蒸杀线虫剂如呋喃丹、铁灭克、克线磷、灭线磷、克线丹、丙线磷、丰索磷及草氨酯^[19]、10%辛拌磷粉粒剂^[20]、涕灭威^[21]、灭线灵^[22]、10%益舒宝颗粒剂、10%噻唑膦颗粒剂(福气多)、10%硫线磷(克线丹)^[23]、3%呋喃丹颗粒剂、2%线芽双威颗粒剂、线敌粉剂和水剂^[24]、阿维菌素 B2^[25]等。化学防治具有效果好、药效快等优点,但是长期使用化学药剂容易使线虫产生抗药性,同时对环境造成污染。

2.4 生物防治

我国对烟草根结线虫的生物防治研究起步较晚,但近年来进展迅速,已经在烟草根结线虫生物菌剂方面取得许多成果。1994 年,李天飞等^[26]进行了烟草根结线虫天敌真菌分离与鉴定的研究,并最终分离鉴定出了 5 种捕食线虫真菌;1996 年,李芳等^[27]发现淡紫拟青霉(*Paecilomyces lilacinus*)可以防治烟草根结线虫;2003 年,祝明亮^[28]提出烟草根结线虫生物防治任重道远;2004 年对烟草根结线虫的防治形成了“以农业防治措施和应用抗病品种为主,药剂防治为辅,积极进行生物防治”的综合措施^[29];21 世纪以来生防剂得到了迅速发展,并筛选出了大量生防菌,如粗皮侧耳(*Pleurotus ostreatus*)^[28]、生防菌 FDT-10 和 HLD-5-8^[29]、巴氏杆菌(*Pasteuria penetrans*)^[30]、曲霉发酵液^[31]、生防菌 ZK7 和 IPC 菌株^[32]、蜡样芽孢杆菌(*Bacillus cereus*)^[33]、木霉菌 TSP-1(*Trichoderma* sp.)^[34]、刀孢蜡蚧菌(*Lecanicillium psalliotae*)^[35]、烟草内生菌 CJ20^[36]。近些年来发现的淡紫拟青霉一直都是研究的热点,因为其不仅可以侵染幼虫,而且还可以侵染成虫^[37]。现如今,使用 2.5 亿活孢子/g 厚垣轮枝菌颗粒剂(*Verticillium chlamydosporium*)、5 亿活孢子/g 淡紫拟青霉^[38]颗粒剂进行窝施,可有效减少田间的线虫卵和幼虫数量,从而控制线虫^[39]。

2.5 抗病育种

选育抗、耐根结线虫品种一直以来都是防治该病最具潜力的措施,经过多年努力,在抗病育种领域已经取得了一定成绩。2017 年以前,普遍认为 NC89,K326,G28,K346,RG11,NC729,K730 等品种对根结线虫病有较好的抗性。2017 年,研究发现 G28 品种对南方根结线虫依旧具有较好抗性^[40],随后出现了烤烟新品种(系)CF226、YN116、贵烟 2 号、贵烟 6 号、LY30604、LJ986 和白肋烟新品种(系)27018 等品种均具有很好的抗病性^[41]。随着科技的发展,研究逐渐深入,王袁等研究发现 G28 品种具有较高的 PAL、TAL、POD 和 CAT 活性,使得其对南方根结线虫具有较高抗性^[42]。抗病品种与根结线虫之间具有一一对应关系,利用抗性品种防治烟草根结线虫病前,应调查清楚当地根结线虫优势种,再选择对应的抗性品种。

2.6 其他防治方法

在病害防治中,田间卫生和病原残体十分重要,因此,需要注意田间卫生并及时清理病原^[43]。另外,增施磷钾肥可增强根系发育,从而抑制线虫发育^[43];使用植物源农药来代替化学农药,如万寿菊^[44],或者利

用生态炭肥防治烟草根结线虫^[45].近些年来,出现了大量的混合制剂,如农药和肥料协同使用进而防治根结线虫^[46],使用RW生物有机肥专用菌种和苗根健生物制剂,使用猪屎豆与淡紫拟青霉进行联合防治,使用万寿菊与厚孢轮枝菌联合防治.此外,使用转基因技术也可以用来防治烟草根结线虫,如 *psoRPM1* 基因^[47]等.

3 发展趋势

烟草根结线虫可持续防治是未来的发展趋势.在烟草根结线虫的防治过程中,农业、化学和物理防治以及抗病育种相对于生物防治起步较早,但生防菌、拮抗菌的筛选使用发展迅速.农业防治和物理防治一般不会造成抗药性以及环境污染,并且长期有效,但大都耗时耗力;化学防治污染环境,且大部分药物进入土壤或者其他环境之中,对非靶标生物造成大量伤害,但是由于其速效,防控效果快,在没有足够抗病品种或者其他有效的防治措施时,化学药剂的使用是不可缺少的.近年来,随着生防菌的大量筛选和多种控病措施的不断研究,以及致病机理和抗病机理研究的逐步深入,化学药剂的使用在逐渐被绿色防控方法所代替.早在2014年夏振远等^[48]便提出了高污染高残留的化学杀线虫剂必将离开历史舞台,同年,朱致豫^[49]便开始了系统地建立烟草根结线虫生防菌筛选体系.

在烟草给根茎病害的防控中,常年连作以及使用化学农药和化肥,导致土壤理化性质严重破坏.在未来的防治中,我们需要不断使用有机肥和土壤改良剂来改善土壤理化性质,使土壤恢复其原有的有益微生物种类数量和土壤营养来让烟草在一个更好的环境中健康生长并不易感染病害.有时病害发生以紧急暴发的方式出现,在必要的时候,我们仍然需要使用快捷方便、省时省力的化学防治手段.最后在防治过程中我们应形成一个综合体系,以便更好地处理烟草根结线虫病的问题.对根结线虫的防治我们也应朝着多元化、绿色化的方向发展,生防剂、多种药剂或者方法的混用、联防联控等会得到更好的发展.

参考文献:

- [1] 赵洪海,刘维志,王东昌.根结线虫分类手段的研究概况[J].莱阳农学院学报,2000(4):250-254,261.
- [2] 许家来,王兴利.美国烟草根结线虫病的研究概况[J].中国烟草,1994(4):43-46.
- [3] 林茂松.根结线虫在麦类和玉米上的危害[J].南京农业大学学报,1982(2):125-126.
- [4] 朱贤朝,王彦亭,王智发.中国烟草病害[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [5] 李淑君.河南省烟草根结线虫病初步研究[J].河南农业科学,1991,20(5):16-18.
- [6] 李才彦.烟草根结线虫发生原因分析及治理对策[J].植物医生,2001,14(4):29-30.
- [7] 廖金铃,蒋寒,孙龙华,等.中国南方地区作物根结线虫种和小种的鉴定[J].华中农业大学学报,2003,22(6):544-548.
- [8] 胡先奇,喻盛甫,王扬.越冬虫量与烟草根结线虫病危害程度关系的初步研究[J].云南农业大学学报,2002,17(4):423-424.
- [9] 朱斌,王军,乔永信.陕南烟草根结线虫病发病规律研究初报[J].陕西农业科学,2005,51(1):6-8,40.
- [10] 王静,孔凡玉.烟草根结线虫病综合防治技术[J].烟草科技,2002,35(9):43-44.
- [11] 贾东坡,冯林剑.保护地蔬菜根结线虫病的综合防治技术[J].河南农业科学,2010,39(12):77-79.
- [12] 陈立杰,魏峰,段玉玺,等.温湿度对南方根结线虫卵孵化和二龄幼虫的影响[J].植物保护,2009,35(2):48-52.
- [13] 戴勇,黄巧云,常秋红.黄瓜主要病虫害防治技术[J].上海农业科技,2013(5):74-75.
- [14] 许灵杰,杜相革,翟欣,等.烟草根结线虫病研究概况及其防治措施[J].黑龙江农业科学,2013(12):153-157,164.
- [15] 罗建钦,邹克兴,王璐笙,等.烟草根结线虫病防治技术[J].植物医生,2015,28(6):40-41.
- [16] 吴青,林松,孙凤成,等.烟草根结线虫削弱烟草对黑胫病抗病性的初步研究[J].1988,3(2):76.
- [17] 董莹,周厚发,夏振远,等.云南省耿马县烟草根结线虫病发病因素调查[J].西南农业学报,2014,27(2):670-675.
- [18] 朱贤朝.中国烟草病害[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [19] 杨程,王旭明.烟草根结线虫病的鉴别与防治[J].烟草科技,1991,24(5):44-45.
- [20] 张江,李剑.辛拌磷——地下害虫的克星[J].四川农业科技,1993(2):46.
- [21] 李锡宏,李进平,卓静萍,等.恩施州烟草根结线虫病病原种、小种鉴定及综合防治技术[J].湖北农业科学,2002,41(1):45-47.
- [22] 雷丽萍,邵岩,邓云龙,等.生防菌剂灭线灵防治烟草根结线虫研究[J].西南农业学报,2005,18(6):782-785.
- [23] 黄金玲,陆秀红,李国栋,等.广西靖西县旱地烟草根结线虫病发生情况调查及防治措施[J].广西农业科学,2009,40(12):1561-1563.

- [24] 李文瑜. 耿马县烟草根结线虫病发生与防治研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.
- [25] 张胜博, 暴连群, 蔡晓瑞, 等. 阿维菌素 B2 防治烟草根结线虫病药效研究 [J]. 农业与技术, 2018, 38(1): 10-11, 47.
- [26] 李天飞, 雷丽萍. 烟草根结线虫天敌真菌的分离与鉴定 [J]. 中国烟草, 1994(1): 22-24.
- [27] 李 芳, 张绍升, 陈家骅. 淡紫拟青霉对烟草根结线虫病的防治效果[J]. 福建农业大学学报, 1998(2): 196-199.
- [28] 祝明亮. 烟草根结线虫生物防治任重道远 [J]. 农药市场信息, 2003(23): 35.
- [29] 杨树军, 雷丽萍, 祝明亮, 等. 烟草根结线虫生物防治方法应用研究 [J]. 西南农业学报, 2004, 17(增刊): 151-154.
- [30] 张 帆, 陈昌梅, 陈昌权, 等. 巴氏杆菌对烟草根结线虫的生物防治 [J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2004, 22(增刊): 64-65.
- [31] 朱晓峰, 段玉玺, 陈立杰, 等. 曲霉发酵液对烟草根结线虫的作用 [J]. 农药, 2006, 45(3): 199-200, 208.
- [32] 祝明亮, 张克勤. 根结线虫生防菌 ZK7 和 IPC 在烟草根部定殖的显微观察 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2008, 36(7): 201-206.
- [33] 黄晓辉. 烟草抗根结线虫内生微生物的筛选[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2009.
- [34] 陈国康, 陆曦诚, 肖崇刚, 等. 木霉菌株 TSP-1 对烟草根结线虫卵的寄生性试验 [J]. 烟草科技, 2011, 44(6): 78-80.
- [35] 陈德鑫, 许家来, 曹君正, 等. 卵寄生真菌刀孢蜡蚧菌对烟草根结线虫的生物防治 [J]. 中国烟草科学, 2012, 33(4): 65-69.
- [36] 陈泽斌, 夏振远, 徐胜光, 等. 烟草抗根结线虫内生细菌的筛选及防效研究 [J]. 中国烟草学报, 2015, 21(6): 71-75.
- [37] 郭永霞, 金永玲. 蔬菜根结线虫综合防治研究进展 [J]. 中国农学通报, 2007, 23(3): 376-379.
- [38] 黄 阔, 李石力, 张永强, 等. 不同微生物菌剂对烟草根结线虫病控制效果研究 [J]. 植物医生, 2019, 32(6): 28-33.
- [39] 周 虹, 夏文凯, 罗平英, 等. 烟草根结线虫病研究概况及综合防治措施 [J]. 现代农业科技, 2016(23): 120-121.
- [40] 王 袁, 邢雪霞, 李晓辉, 等. 烟草品种对南方根结线虫抗性鉴定及抗性指标筛选 [J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(8): 124-131.
- [41] 李梅云, 焦芳婵, 曾建敏, 等. 不同类型烟草新品种(系)对南方根结线虫的抗性鉴定 [J]. 烟草科技, 2017, 50(11): 22-26.
- [42] 王 袁, 李晓辉, 武恒燕, 等. 南方根结线虫侵染对不同烟草品种生理生化指标的影响 [J]. 贵州农业科学, 2017, 45(11): 48-51.
- [43] 贾利华, 文国松, 李永忠, 等. 氮磷钾肥对烟草根结线虫病抗性研究 [J]. 现代农业科学, 2009(3): 62-65.
- [44] 李晓飞, 王云民, 徐成龙, 等. 万寿菊对烟草根结线虫的杀线活性 [J]. 安徽农业科学, 2017, 45(19): 136-137, 142.
- [45] 张 涵, 焦永吉, 赵世民, 等. 利用生态炭肥修复土壤防治烟草根结线虫病与黑胫病 [J]. 烟草科技, 2016, 49(6): 30-35.
- [46] 梁 兵, 黄 坤, 李宏光, 等. 肥料和农药协同作用防治烟草根结线虫病研究 [J]. 西南农业学报, 2016, 29(8): 1894-1898.
- [47] 李 芳, 朱 翔, 乔 峰, 等. 转新疆野生樱桃李 *psoRPM1* 基因烟草抵抗南方根结线虫 [J]. 园艺学报, 2013, 40(12): 2497-2504.
- [48] 夏振远, 汪安云, 刘春明, 等. 烟草根结线虫化学药剂施用技术研究 [J]. 安徽农业科学, 2014, 42(36): 13058-13059.
- [49] 朱致豫. 烟草根结线虫生防菌的筛选及其技术体系的建立 [D]. 重庆: 西南大学, 2014.

Methods for Tobacco Root-Knot Nematode Control and Their Development Trends

WANG Jin-feng¹, JIANG Lian-qiang², LIU Dong-yang²,
CHEN Shu-hong², JIANG Qi-peng¹, WANG Yong²

1. School of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Liangshan Prefecture Branch of Sichuan Tobacco Company, Xichang Sichuan 615000, China

Abstract: Tobacco root-knot nematode disease is an important soil-borne disease to tobacco. The occurrence of the disease severely restricts the sustainable development of the tobacco industry. This article reviews the control methods and measures of root-knot nematodes in the past 20-30 years and summarizes the development trend of root-knot nematode control methods, so as to provide a reference for the scientific control of the disease in practice.

Key words: root-knot nematode; tobacco; control; development trend