

烟草黑胫病综合防治研究进展

谢永辉¹, 张永贵¹, 朱利全¹, 尤道贵¹, 鲁耀^{2*}

1.昆明市烟草公司禄劝分公司, 云南 禄劝 651500;

2.云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650205

摘要:烟草黑胫病是烟草上重要毁灭性病害之一。近年来,该病在我国大部分烟区发生普遍,造成的损失惨重,对烤烟的可持续发展构成严重的威胁。从农业防治、化学防治和生物防治等方面对烟草黑胫病的发生特点及其综合防治策略进行系统论述,以期为更好地防治该病奠定理论基础。

关键词:烟草;黑胫病;综合防治;研究进展

DOI:10.3969/j.issn.2095-2341.2015.01.06

Research Advances in Integrated Management of Tobacco Black Shank

XIE Yong-hui¹, ZHANG Yong-gui¹, ZHU Li-quan¹, YOU Dao-gui¹, LU Yao^{2*}

1.Luquan Branch, Kunming Tobacco Company, Yunnan Luquan 651500, China;

2.Institute of Agricultural Environment & Resources, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China

Abstract:Tobacco black shank, derived from *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*, is one of the most serious diseases of tobacco. In recent years, due to wide spreading in the tobacco-growing areas of China, this disease has caused serious losses, and has posed a severe threat to the sustainable development of flue-cured tobacco production. Considering agricultural control, chemical control and biological control, the characters of tobacco black shank and its integrated management strategies were expounded, in order to lay a theoretical foundation for better prevention and treatment of the disease.

Key words:tobacco; black shank; integrated management; research advances

烟草黑胫病(tobacco black shank)又叫烟草疫病、黑秆痲或乌头病,由 van Breda de Haan 于 1896 年在印度尼西亚的爪哇岛首次发现并定名^[1],我国于 1950 年在黄淮烟区首次发现,随后扩散至全国大部分烟草种植区域^[2],并在我国 20 个省、市、自治区具有很好的适生性^[3]。作为最重要的土传真菌性病害之一,烟草黑胫病分布广泛,对烟叶产量和内在品质造成了严重影响,是烟叶毁灭性病害之一^[4-7]。近些年来,长期大面积的单一品种种植和连续使用同一种或作用机理相同的化学农药,促使黑胫病病原菌快速产生抗药性,并且导致烟叶农药残留偏高、烟叶生产成本提高等一系列问题突出^[8-10],给卷烟吸食安全性和

烟叶出口带来严重的不利影响。加之病原菌在土壤中可存活数年,并可持久性传播^[11]等原因,导致该病发生危害的程度逐年加重^[12],给世界多国的烟草生产均造成了巨大的经济损失^[6],仅次于烟草花叶病毒病造成的损失^[2],成为植烟区的重要顽固病害。

该病害自发现以来便受到世界各植烟区的广泛关注,相关学者对病害症状、病原物生物学特性、致病机理、流行特点及防治等进行了大量研究^[7,13-16]。本文对烟草黑胫病的综合防治措施进行了系统综述,旨在为进一步开展对该病害的防治等研究提供参考。

收稿日期:2014-11-19; 接受日期:2014-11-27

基金项目:云南省烟草公司科技项目(2014YN20)资助。

作者简介:谢永辉,农艺师,博士,主要从事烟叶生产等相关研究。E-mail:xiaohui3615@163.com。* 通信作者:鲁耀,副研究员,硕士,主要从事烟叶植保、施肥等相关研究。E-mail:lu2005yn@126.com

1 烟草黑胫病的病症及致病机理

该病主要危害烟株根部和茎基部,有时危害叶片及茎中部和上部,在烟草生产的各时期均可发病,但苗期发病较少。苗期染病烟株常在茎基部出现黑色病斑,导致烟苗萎蔫、猝倒^[17]。大田期是染病的主要时期,染病烟株先在茎基部出现黑斑,后逐渐扩大、加深,致使烟叶发黄、萎蔫、腐烂,严重时茎、叶上形成大量病斑、烟株下垂,甚至干枯坏死,典型症状通常有黑胫、黑膏药、穿大褂、碟片状和腰漏^[18]。

烟草疫霉(*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*)是引起烟草黑胫病的唯一病原菌,属于腐霉科(Pythiaceae)、疫霉属(*Phytophthora*),可侵染烟草、茄子和番茄等多种植物^[19]。Dniway^[20]认为,无性繁殖的游动孢子在大多数疫霉菌的侵染中起最主要作用。陈瑞泰^[21]研究表明,游动孢子可不需要伤口而直接侵入,受弱电流吸引的游动孢子聚集在根表面,然后在3 h内发芽并穿入表皮,产生的菌丝快速进入皮层细胞内或细胞间。染病后的烟株因病菌分泌毒素,导致寄生细胞分解,病菌可分泌多元半乳糖醛酶,该酶能分解寄主细胞的中胶层和导管壁而产生能阻塞根部水分上升的果胶碎块,进而使烟株凋萎。Wolf^[22]试验发现,黑胫病菌毒素具有能渗析、不挥发和热稳定等特性,该毒素可在培养过病菌的培养液、培养基及染病组织中保持高度的致病活性。王智发^[23]研究发现,该病菌所分泌的毒素是一种可导致烟株组织坏死的糖蛋白。

2 烟草黑胫病的综合防治

2.1 农业防治

2.1.1 抗病品种的选育 随着烟草制品逐渐向无公害方向发展,抗病育种因具有抗病、安全等优点,成为了烟草病害防治中最经济、环保、安全且有效的措施。目前,我国已有多名学者致力于抗烟草黑胫病品种选育方面的研究,也取得了较好的成果。黄成江等^[24]对52个烤烟品种资源进行了抗黑胫病的筛选研究,其中PVH01、9307、云烟311、RG11、K596、云烟317、84E101、9403为高抗品种资源,中抗品种资源有8个。于海芹等^[25]对

55个烤烟种质资源进行了黑胫病抗性鉴定,并比较了不同的鉴定方法,结果表明不同品种的抗、感病间差异极显著($P < 0.01$)。李梅云等^[26]对21个烤烟品种资源进行了抗黑胫病的田间筛选研究,结果表明,K326和NC2514为抗病品种资源,中抗品种资源有13个,其中K326、NC2514、筑波1号、Islangold、CV78-5、密叶尖、金星6007、大红星、晋太7615可用作抗病育种。由于黑胫病菌存在多个生理小种,并且在不断发生变异,致使本来的抗病品种可能会被新变异的生理小种突破侵染而失去抗性,因此要尽量选育出带有不同抗病基因或复合抗病基因的高品质烤烟新品种,使所育品种能对多个生理小种均具有很好的抗性。同时,品种抗病性除了由品种自身的遗传因素所决定,还与所种植的环境有关,因此,针对不同的种植环境区域,应因地制宜的选择抗病品种进行种植。

通过物理射线照射诱变是抗烟草黑胫病诱变育种的主要方法。王荔等^[58]用⁶⁰Co- γ 射线对感病品种的花药进行诱变,用烟草疫霉菌粗毒素来筛选愈伤组织的抗病细胞突变体,所筛选出的抗病细胞突变体的抗性与再生植株的抗病性鉴定相吻合。通过物理辐射诱变,用疫霉菌粗毒素筛选抗毒素的愈伤组织,并鉴定再生植株及其M₂代的抗病性,再进行选育,现已获得6个抗疫霉菌水平高且稳定的细胞突变株系。在细胞水平上进行物理射线照射作为诱变手段筛选抗病突变体,已成为获得新抗病材料的有效途径之一。

2.1.2 合理轮作 轮作间隔时间越长,黑胫病的发病率、病情指数越低。建议实行水旱轮作或与禾本科作物轮作3年以上的轮作制度,但由于烟草黑胫病寄主范围较为广泛,除了主要的寄主烟草外,还可侵染茄科的多种作物^[19],因此要杜绝同易感染烟草黑胫病的作物如马铃薯、茄子、番茄和辣椒等间作或轮作,以有效降低土壤含菌量。

2.1.3 栽培措施 良好的栽培措施有利于避免烟草黑胫病的发生流行。做好漂盘、苗床等育苗环境的消毒工作,从源头上可避免感染病菌。此外,由于烟草黑胫病较易在高温高湿环境下发生流行,因此要尽量早育苗、早移栽,使烟株避开高温多雨季节的感病阶段,以减轻发病程度。李勇和张定志^[27]研究发现,采用膜下小苗移栽等保健栽培技术能有效预防烟草黑胫病。同时,保证田

间平整,推广深耕高起垄移栽,及时高培土,在多雨季节可避免雨水同烟株基部直接接触,有效降低烟株染病概率。

2.1.4 田间管理 选择无病壮苗进行移栽,注意烟田卫生,及时清除烟田杂草。待天晴时,及时将病株及病叶清除,并将其带出深埋,严禁随意丢弃,减少传染源,防止新的污染。避免水沟通过病烟地,避免混入病株残体。此外,由于施用生物有机肥可有效抑制烟草黑胫病的发病率^[28,29],因此,建议尽量用生物有机肥替代部分化肥。有研究表明^[30],喷施植物生理平衡药剂也能够提高烤烟抗黑胫病的能力,田间防治效果可达 50.6%。同时,进行农事操作时应避免造成烟株伤口,减少染病机会。

2.2 化学防治

2.2.1 保护性杀菌剂 该类药剂属于较早用于防治烟草黑胫病的一类药剂,主要包括有机硫类、二硫代氨基甲酸酯类,如代森锰锌、代森锌和丙森锌等。保护性杀菌剂通过抑制烟草黑胫病菌孢子囊释放游动孢子及其萌发来达到防治效果,可以对病菌多位点抑制,因此具有不易产生抗药性等优点,但这类杀菌剂不能被植物吸收并转移,一旦病菌侵入植物体内便基本不起作用,同时不能对未与杀菌剂接触的部位起保护作用。该类杀菌剂在使用时,不仅用药量大,且容易对环境产生污染^[31]。

2.2.2 内吸性杀菌剂 该类药剂为防治烟草黑胫病提供了更好的选择,主要包括乙磷铝、烯酰吗啉、恶唑菌酮、丙烷脒属烷基胺类杀菌剂艾霜、肉桂酰胺类杀菌剂氟吗啉,以及恶霜灵、甲霜灵、苯霜灵、咪霜灵等苯基酰胺类杀菌剂,可以被植株吸收并转移,具有较好的内吸活性,对防治烟草黑胫病有良好的效果。恶唑菌酮具有良好的治疗、保护和内吸传导性,是一种线粒体电子传导抑制剂,对烟草疫霉具有很高的杀菌活性^[32]。名为艾霜的新型杀菌剂,可在烟株内上下传导并被烟株吸收、代谢,具有保护、治疗两重功效^[33]。肉桂酰胺类杀菌剂氟吗啉因氟原子的特有性能而具有模拟、阻碍和渗透等效应,其活性明显高于同类产品,对烟草疫霉的杀菌效果极好^[34]。甲霜灵等苯基酰胺类杀菌剂可以被植株迅速吸收,并通过维管束的导管和细胞间隙等系统在植株体内转移,对烟草疫霉有很高的杀菌活性。这些药剂虽然短

期见效很快,但由于长期大量的反复使用,烟草黑胫病菌很容易对其产生抗性。目前已有大量研究表明,烟草黑胫病菌对甲霜灵产生了不同程度的耐药性^[12,35]。胡燕等^[8,36]通过研究烯酰吗啉对病菌继代培养物的毒力,发现烟草黑胫病菌已经对烯酰吗啉产生抗性。

2.2.3 保护性杀菌剂和内吸性杀菌剂的混剂

使用保护性杀菌剂和内吸性杀菌剂的混剂既能有效抑制病菌,又能延缓其产生抗药性。目前已有多种混剂应用于该病的防治并取得了较好的效果。低毒杀菌剂甲霜灵和代森锰锌的混剂甲霜灵锰锌已被广泛用于防治烟草黑胫病,其内吸性好,可被植物根、茎、叶吸收,并可在植物体器官内转移,具有很好的保护和治疗双重作用^[37]。精甲霜灵和代森锰锌混配研制而成的金雷多米尔锰锌具有极强的内吸性,可迅速被植物根、茎、叶吸收,对已感染黑胫病菌的植物组织和未感染的新生组织均表现出理想的保护作用,是一种高效、低毒、低残留农药^[38]。由强内吸传导性杀菌剂霜霉威盐酸盐和治理性杀菌剂氟吡菌胺复配而成的新型混剂银法利,既能对烟草黑胫病起到很好的保护和治疗作用,又能增强植物活力,促进其生根,且属于环境友好型的低毒杀菌剂。氟吡菌胺的杀菌机理非常独特,它主要通过作用于细胞的某些特异性蛋白进行杀菌,具有的薄层穿透特性又能提高其横向传导能力及纵向输送能力,对病菌有较好的抑制效果;具有较强内吸传导性的霜霉威盐酸盐经过土壤处理后,可快速进行上下传导,叶面喷雾后也可迅速分布在叶片中,对烟草黑胫病表现出很好的防治效果^[39]。其他混剂如恶唑菌酮与代森锰锌、烯酰吗啉与代森锰锌等都已防治烟草黑胫病上得到广泛应用^[40]。

2.3 生物防治

2.3.1 生防菌 生防菌是目前对烟草黑胫病生物防治的主要方法,主要包括拮抗细菌和拮抗真菌。烟草黑胫病菌的拮抗细菌有假单胞杆菌和芽胞杆菌,通过分泌抗菌素来溶解烟草黑胫病菌菌丝^[41];有学者通过在烟田土壤中接种烟草黑胫病菌的拮抗细菌后,证明该土壤能有效阻止病菌的侵染,进而降低烟株的发病率^[42]。通过离体拮抗和烟草幼苗生物测定试验,王远山等^[43]证实假单胞菌 PL9 菌株对烟草黑胫病菌菌丝体有很好的抑制作用,并能有效抑制烟草黑胫病菌游动孢子

侵染烟草幼苗。也有研究从重病田的健康植株根部采集的土样中共分离根际细菌 700 多株,通过室内测定表明,约有 3% 的菌株防效可超过 40%,大多数菌株对烟草还有一定的促生作用^[44]。其次,土壤中的某些放线菌及其代谢产物对烟草黑胫病菌也具有一定的抑菌活性,具有一定的经济效益及生态效益,其耐热、耐干的特性也便于商业化生产,具有较好的应用前景。已有研究表明,土壤中的链霉菌对烟草黑胫病菌有较好的抑制作用^[45,46]。木霉菌 (*Trichoderma* spp.) 目前是烟草黑胫病菌的主要拮抗真菌,它可通过竞争、重寄生及抗生作用等机制来拮抗烟草黑胫病菌。Patel 等^[47] 研究发现,在实验室培养皿上,哈茨木霉 (*T.harzianum*) 可将烟草黑胫病菌吞没,对烟草黑胫病菌某些小种的拮抗性很高。也有研究表明,在烟草苗期使用哈茨木霉,既可有效防治烟草黑胫病,又可提升成苗率和烟苗长势^[48]。有学者从土壤中分离到一种木霉菌,经过在实验室内测定和温室防治效果研究,发现其对烟草黑胫病菌的拮抗性极高^[49]。徐同和柳良好对木霉菌的拮抗机制研究发现^[50],木霉菌产生的细胞壁降解酶如几丁质酶等在其竞争、重寄生、抗生等拮抗机制中起到了极其重要的作用,它可通过杀死烟草黑胫病菌而争夺营养来抗菌,还可通过强烈抑制烟草黑胫病菌孢子的生长而直接抗菌。李梅云等^[51] 通过室内测定 18 个木霉菌株对烟草黑胫病菌的拮抗性,发现大部分菌株均有一定的防治效果,尤其是菌株 TR13 的拮抗作用最为显著,但是该菌株在温室盆栽试验中的防治效果却很一般,仅为 40.3%,同时认为菌株 TR14 和 TR7 在防治烟草黑胫病方面非常有效。也有学者分离、纯化烤烟根部的真菌,通过测定其拮抗活性,筛选到一株对烟草黑胫病菌具有较好拮抗作用的真菌^[52]。由此可见,木霉菌在防治烟草黑胫病菌方面具有很大的潜力,对其拮抗作用的分子机理进行深入研究,将有助于更好的控制黑胫病菌,从而使商业化产品达到更高的控病效果。

2.3.2 诱抗剂 通过预先处理烟株来诱导其产生自主防御烟草黑胫病菌侵染的机制是防治该病害的理想途径,具有安全、高抗和多抗等多种优点。有试验表明,一定浓度的壳聚糖既能有效抑制烟草黑胫病菌,又能诱导提高叶片防御酶如多酚氧化酶 (PPO) 及过氧化物酶 (POD) 等的活性,

进而使烟株产生抗病性^[53]。杨献营^[54] 对通过诱抗剂抑制烟草黑胫病进行了专题综述。当烟株感染一种非烟草黑胫病菌后,还可通过交叉保护现象来诱导烟株产生对烟草黑胫病的抗性。该现象在病毒中最早报道,随后又在细菌、真菌等其他病原微生物中发现,这种诱导产生的保护作用既能在同种的不同株系间产生,也能在不同种甚至不同类型的病原物间产生。有学者通过对烟草和拟南芥的相关研究发现,重要信号分子水杨酸 (salicylic acid, SA) 在植株对烟草黑胫病的获得性抗性中扮演重要角色,其在拟南芥中所诱导的信号途径已被广大学者所认同,但目前只初步对该病的诱抗活性有所了解,其真正的诱抗机制尚不十分明确,制约了诱抗剂的开发及其在田间的推广应用^[55]。由于壳聚糖、水杨酸等诱抗因子具有安全性,且一种因子便可引起烟株对多种病害产生广泛而系统的保护作用,因此它在防治烟草黑胫病中正发挥着越来越重要的作用,尽管目前对其系统抗性研究的时间还较短,然而其应用前景将不容小觑。

2.3.3 提取抑菌的植物活性物质 目前有研究表明,萎叶 (*Piper betle*)、桉树 (*Eucalyptus citriodora*) 和兰香 (*Ocimum sanctum*) 的叶片抽提物对烟草疫霉菌具有很高的抑制率,裸茎烟 (*Nicotiana nudicaulis*)、马缨丹 (*Lantana camara*) 和赤贞桐 (*Clerodendron inerme*) 的叶片抽提物对烟草疫霉菌也有较好的抑制效果^[56]。赖荣泉等^[57] 研究也发现,大蒜的粗提物和乙醇浸出物对烟草黑胫病的抑制率高达 100%。因其纯天然性,植物活性物质相对于化学农药具有生态友好、安全性高等多重优点,然而目前仅有在室内研究的报道,仍未见其用于在田间进行大规模防治烟草黑胫病的相关报道,且对烟草疫霉菌的具体抑制因子及抑制机理还不明确,尚需要对其进行一系列更深入的研究,以期能在田间对烟草黑胫病起到有效的防治作用。

3 问题与展望

烟草黑胫病是一种土传病害,采用任何单一的防治措施很难控制,目前,对烟草黑胫病的综合防治越来越受到人们的青睐。在选用抗性品种方面,大面积连续种植单一抗病品种已导致其抗性

丧失。因此,科学选种、栽培和管理显得极其重要,要采取以轮作和种植抗病品种为主,加强栽培管理措施,并结合生物防治和化学防治的综合措施,才会取得理想的防治效果。同时,在施用化学农药时,要把握好施药时机,更要注意农药的交替使用,防止黑胫病菌对某一类或某一种药剂产生抗药性。烟草属于叶用吸食作物,对烟叶内在吸食品质的要求逐步提高,大量喷施农药导致的高农残已经限制了绿色优质烟叶的发展,而烟草逐渐向绿色、生态方向发展已是大势所趋,化学防治逐渐受到限制,生物防治因符合绿色优质烟叶生产的总体要求,且具有安全、无污染等特点,使之成为防治黑胫病的最佳途径。生防菌在根际土壤的定殖能力与防治黑胫病的效果息息相关,因此,科学施肥、合理灌溉等良好的栽培管理措施对创造烟田土壤的生态微环境至关重要。在进行烟草黑胫病的综合防治时,必须做好对烟草黑胫病发生情况的田间普查工作,加强预测预报,了解发病动态规律,坚持“预防为主、防治结合”的植保方针,通过预先规避、农业防治、化学防治和生物防治等多种措施来防治烟草黑胫病,最大限度的降低其对烟叶生产所造成的经济损失。

参 考 文 献

- [1] van Breda de Haan. De Bibiziekte in de Delitabak veroorzaakt door *Phytophthora nicotianae* Mded [J]. Slands Plentium, 1896,15:1-107.
- [2] 陈瑞泰,朱贤朝,王智发,等. 全国16个主产烟省(区)烟草侵染性病害调研报告[J]. 中国烟草科学,1997,(4):1-7.
- [3] 黄国友,刁朝强,陈雪,等. 我国烟草黑胫病适生性预测[J]. 广东农业科学,2009(6):91-93.
- [4] Donahoo R S, Collins J F, Roberts P D. *Phytophthora nicotianae* as a re-emerging pathogen in Florida citrus groves [A]. In: AMER PHYTOPATHOLOGICAL SOC. PHYTOPATHOLOGY [C]. APS · MSA Joint Meeting, Austin USA, 2013,103(6):36-36.
- [5] LaMondia J, Li D W, Madeiras A M, et al.. First report of *Forsythia* shoot blight caused by *Phytophthora nicotianae* in connecticut[J]. Plant Dis.,2014.
- [6] Ludowici V A, Weiwei Z, Blackman L M, et al.. *Phytophthora nicotianae* [A]. In: Lamour K. *Phytophthora: A global perspective* [M]. Cambridge, MA: CAB International, 2013, 113-123.
- [7] Machado M, Collazo C, Peña M, et al.. First report of root rot caused by *Phytophthora nicotianae* in avocado trees (*Persea americana*) in Cuba[J]. New Dis. Rep.,2013:28.
- [8] 胡燕. 烟草黑胫病菌对烯酰吗啉的抗性风险研究[D]. 山东泰安:山东农业大学,硕士学位论文,2007.
- [9] 路则宝. 烟草黑胫病菌对苯基酰胺类杀菌剂——甲霜灵的抗性研究进展[J]. 农业灾害研究,2012,2(5):58-60.
- [10] 罗华元,王绍坤,常寿荣,等. 12种农药在烟叶中残留及烟气中转移试验初报[J]. 云南农业大学学报,2010,25(5):630-640.
- [11] 王革,李天飞. 烟草黑胫病菌厚垣孢子和菌丝体在土壤中的存活状态[J]. 南京农业大学学报,1998,21(1):41-45.
- [12] Shew H D. Response of *Phytophthora parasitic* var. *nicotianae* to metalaxy exposure[J]. Plant Dis.,1985,(69):559-562.
- [13] Holdcroft A M. Alternative Methods of Control for *Phytophthora nicotianae* of Tobacco [D]. Kentucky, USA: University of Kentucky, Master Dissertation, 2013.
- [14] Morales-Rodríguez C, Palo C, Palo E, et al.. Control of *Phytophthora nicotianae* with mefenoxam, fresh *Brassica* tissues, and *Brassica* pellets[J]. Plant Dis.,2014,98(1):77-83.
- [15] 冯云利,奚家勤,马莉,等. 烤烟品种NC297内生细菌中拮抗烟草黑胫病的生防菌筛选及种群组成分析[J]. 云南大学学报,2011,33(4):488-496.
- [16] 黄成江,李天福,卢向阳,等. 抗黑胫病烤烟品种资源筛选的研究初报[J]. 云南农业大学学报,2008,23(4):565-570.
- [17] 夏开宝,曾嵘,吴德喜. 烟草病虫害草害的识别与防治图册[M].昆明:云南科技出版社,2007:33.
- [18] 谈文,吴元华. 烟草病理学[M]. 北京:中国农业出版社,2003,230-237.
- [19] 马国胜,高智谋. 烟草黑胫病菌对农田草本植物的寄主范围[J]. 植物保护学报,2011,38(5):477-478.
- [20] Duniway J M. Role of physical factors in the development of *Phytophthora* diseases[J]. 1983:175-188.
- [21] 陈瑞泰. 烟草病虫害防治[M]. 济南:山东科学技术出版社,1989.
- [22] Wolf F T. The pathology of tobacco black shank [J]. Phytopathol.,1933,23:605-612.
- [23] 王智发. 烟草黑胫病(中国农业百科全书. 植物病理学卷)[M]. 北京:农业出版社,1996.
- [24] 黄成江,李天福,卢向阳,等. 抗黑胫病烤烟品种资源筛选的研究初报[J]. 云南农业大学学报,2008,23(4):32-41.
- [25] 于海芹,焦芳婵,李德团,等. 烟草品种黑胫病抗性鉴定及不同接种方法间的相关性分析[J]. 内蒙古农业科技,2008,(6):48-51.
- [26] 李梅云,李永平,刘勇,等. 抗黑胫病烟草种质资源的田间筛选[J]. 云南农业大学学报,2011,26(5):725-729.
- [27] 李勇,张定志. 利用保健栽培技术防治烟草黑胫病的研究[J]. 现代农业科技,2012,(24):183-183.
- [28] 柴文亚,李红丽,王勇,等. 生物有机肥防治烟草黑胫病效果及对烟株生长发育的影响[J]. 天津农业科学,2014,20(4):24-27.
- [29] 李艳红,徐智,汤利. 生物有机肥调控烟草青枯病和黑胫病研究进展[J]. 云南农业大学学报,2014,29:436-442.
- [30] 郭群召,李先锋,刘巧真. 植物生理平衡剂对烤烟抗病性,农艺性状及产质的影响[J]. 耕作与栽培,2005,(4):24-25.
- [31] 郑小波. 疫霉菌及其研究技术[M]. 北京:中国农业出版社,1995.

- [32] 邹青云. 新型杀菌剂 AF-12946 对烟草黑胫病菌的化学防治及其作用机理研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 硕士学位论文文, 1995.
- [33] 治愚. 新型杀菌剂——艾霜[J]. 当代蔬菜, 2006, (3).
- [34] 刘长令. 卵菌纲病害防治剂——氟吗啉(flumorph) [J]. 世界农药, 2005, 27(6): 48-50.
- [35] Ferrin D M, Kabashima J N. *In vitro* insensitivity to metedaxy of isolate of *Phytophthora citricola* and *Phytophthora parasitica* from omarflent2tl host in Southern California[J]. Plant Dis., 1991, (75): 1041-1044.
- [36] 胡燕, 王开运, 许学明, 等. 烯酰吗啉对中国烟草黑胫病菌的毒力研究[J]. 农药学报, 2006, 8(4): 339-343.
- [37] 王志愿, 姜清治, 霍沁建. 烟草黑胫病的研究进展[J]. 中国农学通报, 2010, 26(21): 250-255.
- [38] 沈元户, 陈士平, 张维芬, 等. 53%金雷多米尔-锰锌 WG 防治大田烟草黑胫病初报[J]. 贵州农业科学, 2004, 32(2): 51.
- [39] 朱桂宁, 贤小勇, 黄福新, 等. 银法利和烯酰吗啉对烟草黑胫病菌的毒力测定及田间防治试验[J]. 西南农业学报, 2011, 24(6): 2220-2224.
- [40] Jaarsveld E V. Control of *Phytophthora nicotianae* on tobacco different fungicides[J]. S. Afr. J. Sci., 2005: 1158-1200.
- [41] Broadbent P. Bacteria and actinomycetes antagonistic to fungal root pathogens in Australian soil[J]. Aust. J. Biol. Sci., 1971, 24: 925-944.
- [42] English J T. Relationship between the development of root systems of tobacco and infection by *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*[J]. Phytopathology, 1988, 78: 1478-1483.
- [43] 王远山, 王平, 胡正嘉. 绿针假单胞菌 PL9 菌株对烟草疫霉的拮抗作用研究[J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(3): 248-251.
- [44] 方敦煌, 顾金刚, 李江涛, 等. 烟草黑胫病菌的拮抗根际细菌的筛选[J]. 云南农业大学学报, 2001, 16(2): 93-97.
- [45] 奚家勤, 宋纪真, 周汉平, 等. 产几丁质酶的分离、筛选及其对烟草病原真菌的抑制作用[J]. 烟草科技, 2006, (3): 55-58.
- [46] 王清海, 万平平, 李安娜, 等. 土壤拮抗链霉菌 R15 菌株发酵产物的抑菌作用[J]. 中国农学通报, 2006, 22(2): 327-330.
- [47] Patel D N. Evaluation of plant extracts and *Trichoderma harzianum rifai* against *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* [J]. Tobacco Res., 1999, 25(1): 4-8.
- [48] Sreeramulu K R. Biocontrol of damping of and black shank disease in tobacco nursery[J]. Tobacco Res., 1998, 24(1): 1-4.
- [49] 薛宝娣, 李娟, 陈用萱, 等. 木霉(TR-5)对病原真菌的拮抗机制和防病效果研究[J]. 南京农业大学学报, 1995, 18(1): 31-36.
- [50] 徐同, 柳良好. 木霉几丁质酶及其对植物病原真菌的拮抗作用[J]. 植物病理学报, 2002, 32(2): 97-103.
- [51] 李梅云, 李天飞, 刘开启, 等. 烟草黑胫病木霉生防菌株的筛选[J]. 中国烟草科学, 2001, (2): 43-46.
- [52] 王家和. 烤烟根部真菌区系及其致病性研究[J]. 云南农业大学学报, 1994, 9(2): 95-100.
- [53] 赵蕾, 梁元存, 刘延荣. 壳聚糖对烟草抗黑胫病的作用[J]. 应用与环境生物学报, 2000, 6(5): 436-439.
- [54] 杨献营. 烟草病害防治的新途径—诱导抗病性的研究进展[J]. 中国烟草科学, 1993, (4): 29-31.
- [55] 黄成江, 李天福, 邵岩, 等. 烟草黑胫病生物防治研究进展[J]. 亚热带植物科学, 2006, 35(2): 74-77.
- [56] 彭青云, 易图永. 防治烟草黑胫病研究进展[J]. 河北农业科学, 2008, 12(6): 29-31.
- [57] 赖荣泉, 姜林灿, 陈志敏, 等. 大蒜粗提物对烟草黑胫病菌的室内抑制作用[J]. 烟草科技, 2009, (9): 62-64.
- [58] 王荔, 杨艳琼, 杨德, 等. 运用致病毒素筛选抗烟草黑胫病细胞突变体 II 抗毒素愈伤组织的再生植株及其后代的抗病性鉴定[J]. 云南农业大学学报, 1999, 14(3): 273-279.