

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.01.013

新形势下烟草青枯病发生特点与防治技术措施

祖庆学, 聂忠扬, 林松, 饶陈, 张翼飞, 杨超, 刘杰

贵州省烟草公司贵阳市分公司, 贵阳 550001

摘 要: 细菌性青枯病是烟草主要的三大根茎类病害之一, 严重威胁着烟草健康生长, 给烟草生产造成重大的经济损失. 本文从发生特点、流行规律与防治技术对青枯病进行了综述, 简要阐述了烟草青枯病发生危害与流行趋势, 并从农业栽培措施、生物防治、化学防治 3 个方面论述了烟草青枯病的防治技术手段.

关 键 词: 烟草青枯病; 发生特点; 流行规律;
综合防治

中图分类号: S435.72

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2022)01-0090-07

Advances in Control of Tobacco Bacterial Wilt

ZU Qingxue, NIE Zhongyang, LIN Song, RAO Chen,
ZHANG Yifei, YANG Chao, LIU Jie

Guiyang Branch Company of Guizhou Tobacco Company, Guiyang 550001, China

Abstract: Tobacco bacterial wilt is one of the three main rhizome diseases of tobacco, which seriously threatens the healthy growth of tobacco and causes significant economic losses of tobacco production. This review summarizes the occurrence characteristics, epidemic regularity and control techniques of bacterial wilt, briefly describes the occurrence and epidemic trend of tobacco bacterial wilt, and discusses the technical measures for preventing and controlling tobacco bacterial wilt in terms of agricultural cultivation measures, biological control, and chemical control. It is proposed that the prevention and control of tobacco bacterial wilt should be adapted to local conditions and focus on the importance of green prevention and control, in order to provide a reference for the control of tobacco bacterial wilt in China.

Key words: tobacco bacterial wilt; occurrence characteristics; epidemic regularity; comprehensive control

烟草在生长过程中易受各种生物侵染而感病, 尤其是茄科雷尔氏菌 (*Ralstonia*

收稿日期: 2021-10-27

基金项目: 贵阳市烟草公司科技项目“基于黑胫病/青枯病群体结构的烟草绿色防控技术研究”。

作者简介: 祖庆学, 农艺师, 主要从事烟草科技管理工作。

solanacearum)引起的烟草青枯病是烟草三大土传病害之一^[1],它是一种细菌性植物病害,能够侵染 50 多个科、数百种植物,我国已有 30 个省份报告有青枯病发生,其中烟草青枯病在 22 个主要烟区中的 14 个地区广泛发生,对烟草行业危害巨大^[2].该病害发病率通常为 15%~35%,但与其他根病相关时可高达 75%,在潮湿和单作烟草地区极端暴发期间,减产幅度为 50%~60%,甚至达 100%^[3].目前,在我国植烟区,烟草青枯病均有不同程度发生,且部分区域呈现加重趋势.本文介绍了烟草青枯病的危害特征与发生趋势,并对目前烟草青枯病的防治技术进行了总结,旨在为烟草青枯病的防控提供参考.

1 烟草青枯病的发生概况

1.1 烟草青枯病发生和危害

烟草青枯病是由青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearum* EF Smith)引起的一种重要的土传病害,该病原菌为假单胞杆菌属,革兰氏染色阴性,其菌体短杆状,两端钝圆,大小为 $(0.9\sim 2)\mu\text{m}\times(0.5\sim 0.8)\mu\text{m}$,具 1~3 根极生鞭毛,无内生孢子及荚膜,好氧气性细菌,在厌氧的条件下培养,其致病力将迅速丧失^[4].病原菌主要从根部进入,沿着维管束向上部侵染.病害发生早期,被病菌侵染的烟株一侧叶片出现萎蔫,而另一侧表现正常^[5].随着病情发展,烟草茎秆上出现典型的黑色条斑,直至黑色条斑扩展到整株,拨开可见烟株发病一侧根部变黑腐烂,未显症一侧表现正常^[6].在湿度大的条件下,用力挤压发病部位可出现黄白色汁液^[7].感病烟叶烘烤后,单叶质量减少,颜色青杂、光滑、化学成分不协调;在病烟叶半片变黄或者全叶变黄后采烤的烟叶,叶色半片杂色或者整片杂色,失去经济价值,对烟草行业造成巨大的经济损失^[8].对全国 16 个主产烟省(区)烟草侵染性病害调研报告显示,除了吉林和黑龙江两省尚无烟草青枯病分布外,其他烟区均有不同程度的烟草青枯病的发生,其中云南、贵州、广西等地区普遍发生,而福建的永定、宁化、沙县、清流等县则成为重发区,平均发病率为 13.3%~94.9%^[9-10].

1.2 烟草青枯病流行规律与影响因素

青枯雷尔氏杆菌主要在土壤、感病寄主植物残体中越冬,或侵染其他寄主越冬.病菌大多从烟株根部的伤口侵入,在烟苗移栽和田间卫生管理过程中,此类损伤更有利于病菌侵入.在烟草大田管理期,病原菌借助灌溉水、生产用具或病苗等在田间扩展,尤其连续强降雨天气更有利于该病原菌的侵染和暴发.烟草青枯病流行主要受以下环境气候、土壤、品种等因素影响.

1.2.1 环境气候因素

环境气候因子影响最为显著,烟草青枯病属于典型的高温高湿型病害.该病害主要发生在热带、亚热带地区,呈现自西向东、由北向南初始发病期逐渐提早,病情逐年加剧的趋势.前人研究表明,烟草青枯病在广东烟区 4 月上旬即可零星发生,在 5 月底至 6 月初进入病害暴发期,且病情随着降雨天数增加和气温升高而加重^[11-13].

1.2.2 土壤因素

不同类型的土壤对烟草青枯病发生流行具有重要影响,水田烟地相较于干旱烟地发病轻,地势高较地势低的烟地发病较轻,碱性土壤较酸性土壤发病轻,低洼积水区域、烟地入水口或水流流经处发病严重,易板结的黏质土壤或含沙量过高的土壤更利于病害的发生和流行^[7].进一步研究表明土壤中含较高浓度的速效钾、重碳酸根、硫酸根离子以及土壤阳离子交换量处于较高水平时,将有助于病情的控制^[14].

1.2.3 抗病品种

抗病品种的选育对烟草青枯病防治具有投入少、易推广等优点.美国最早针对烟草青枯病

进行抗病品种的选育,首次培育出较高抗性的“TI448A”品种.刘勇等^[15]采用病圃发病及人工接种试验证明上述品种具有良好的抗病能力;吴海乔^[16]对不同抗病品种进行筛选时认为岩烟 97 存在显性抗病基因;郑继法等^[17]则筛选出 NC95, NC82H 和 Oxford26 等抗病品种.

2 烟草青枯病的防治技术措施

烟草青枯病的防治手段主要有优化栽培措施、化学防控和生物防控等.目前,仍以化学防治为主,优化栽培措施为辅.近年来生物防治被普遍用于青枯病防治,是未来重点发展方向.随着人类环保意识的增强和绿色发展理念的普及,青枯病的防治也必须要走绿色防控道路.在烟株生长过程中,通过土壤翻耕、高起垄培等措施优化栽培条件,促进烟株健壮生长,从而提高烟株抗病能力.青枯病发生时,及早施用生物菌剂或高效、低毒、低残留的化学药剂进行防控,减轻病害发生发展程度.

2.1 优化栽培措施

2.1.1 选育抗病品种

培育抗病烟草品种是防治烟草青枯病的重要手段之一.自 2000 年以来,美国北卡罗来纳州对不同烟草品种的抗青枯病能力进行测试和选育,其中“NC196”“CC27”等品种表现出与“K346”一致的抗病能力^[18-19].唐元满^[20]和陆宁等^[21]对 12 个烟草品种进行抗病能力的鉴定,筛选到“K326”“贵烟”等品种对青枯病具有良好的抗性;随后匡传福等^[22]对 54 个烟草品种青枯病的抗病能力进行鉴定分析比较,结果表明,“T1448A”“CV91”“大晒烟”“K326”等品种对青枯病有一定抗病性,但抗病品种的在田间生长受到多方面因素制约,一是品种的抗病能力与连锁累赘,二是品种的产量与品质等重要性状,三是气候与土壤等生长环境条件.因此,培育高品质且能有效抗青枯病的烟草品种还需要更多的研究和探索.

2.1.2 优化耕作体系和强化田间管理

烟草青枯病菌能够在土壤中越冬,随着漂浮育苗技术的完善和推广,苗床期已基本没有烟草青枯病的发生^[23].烟田要选择地势高、砂壤土、水利基础设施齐全、排灌方便的田地种植烟草,同时要避开烟草青枯病发病严重的地块.高畦栽培,挖设排水灌溉沟渠,可有效避免雨后积水的形成、降低侵染概率.发现被感染的烟株应当立即拔除并带出烟田集中进行处理,同时对病穴撒施少量的生石灰进行消毒,切忌将病株随意扔在烟地,以减少烟草青枯病菌传播蔓延的机会.轮作的好处是保持土壤结构和有机质,减少土壤侵蚀,这通常与连续行作物有关.与同一易感宿主植物连作将导致建立特定的植物致病种群,而轮作避免了这种不利影响,可减少由土传病原体引起的植物病害^[24].合理轮作是提高烟草品质和减少烟草病害危害风险的有效措施,选用与青枯病菌非寄主植物轮作,避免与马铃薯、番茄、辣椒、花生、芝麻及姜类等作物轮作,优先选择禾本科作物^[25].田间湿度大的烟地可进行揭膜处理和进行培土,以便降低土壤湿度从而减缓青枯病的蔓延和降低发生率^[26].

2.1.3 营养调控和肥料应用

生物有机肥是指以动植物残体(如畜禽粪便、农作物秸秆等)为原料并通过无害化处理、腐熟的有机物料,与特定的微生物复合而成的一类具有微生物和有机肥效应特点的材料,具有环境友好、促进植物生长发育、改善土壤微生物等特点^[27].近年来已有研究报道了利用生物有机肥控制烟草青枯病,并取得了很好的防治效果^[28].杨天杰等^[29]的研究表明施用生物有机肥可显著降低番茄土传青枯病的发病率,但不同原料制备的生物有机肥对番茄抵抗土传青枯病和促生的效果不同.生物有机肥在水稻、玉米、小麦、马铃薯、烟草等作物上的应用,实现了环境保护

和资源可持续利用,符合当代绿色农业可持续发展的理念^[30-34].合理施用生物有机肥能够有效地防控烟草青枯病,其主要作用机理是通过影响土壤微生物的种类和分布,使土壤有益微生物优先占领生态位,从而抑制青枯菌侵染.另外,生物有机肥还可以改善土壤 pH 值、氧化还原电位和土壤酶活性,间接抑制青枯病的发生^[35].

生物有机肥与土壤改良剂搭配使用可降低青枯病发病率.青枯菌拮抗生物有机肥与深施石灰消毒相结合的方法不仅促进了烟草的生长发育,也有效遏制了烟草青枯病的发生.进一步的机制研究发现,生物有机肥是通过改善土壤微生物群落和土壤酶活,促进土壤有益微生物,如鞘氨醇单胞菌属(*Sphingomonas*)、类芽孢杆菌属(*Paenibacillus* Ash, Priest&Collin)、耐热芽孢杆菌(*Bacillus*)、梭菌属(*Clostridium* Prazmowski)等的增殖,从而对青枯病起到一定的抑制作用^[36-38].同时,生物有机肥可促进烟株的生长发育,诱导植株产生抗病性,增强抗逆性,减少青枯病的发生和危害,提高烟叶产量和质量.在生物有机肥育苗试验中,采取不同生物有机肥组合模式,可提高烟苗地上部和地下部质量.选用育苗与移栽土壤双重使用 BIO 模式对烟草青枯病的防控效果明显^[39].同时,针对烟草发育不同时期对肥料的需求不同而应适时适量补充钾肥和磷肥.钾肥能够促进烟草根系分泌酚酸类物质,从而有效遏制致病菌的生长繁殖,利于防控烟草青枯病的发生及大量暴发,硅肥的适量施用对烟草青枯病也具有一定防治作用^[40-41].在管理措施上,在前年休耕期可对烟地进行冬翻晒白,可以有效改善土壤理化性质^[42].

2.1.4 合理调节土壤理化性质

良好的土壤环境可以作为农作物健康生长的基础,而土壤酸化、板结等是引发烟草青枯病的因素之一^[43].pH 值是土壤重要的理化指标,可影响土壤理化环境多个方面,如调节土壤有效养分含量,调节土壤微生物群落结构,调控土壤中各种酶活性,可促进烟株根系活动进而影响植株生长等^[44].通过改善土壤酸碱性质,不仅可以为植物生长提供合适的土壤微生态,还能有效减轻烟草青枯病的危害^[6].生石灰是最常见的土壤酸化改良剂,可在短时间内调节土壤 pH 值,有助于氮、钙、镁、硫、硅等肥料的有效含量增加.调节烟田土壤 pH 值可增加好气性纤维素分解菌、放线菌的种类和数量,提高酸性磷酸酶、脲酶、纤维素酶及过氧化氢酶活性^[45].除生石灰外,还有白云石粉 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 、牡蛎粉、草木灰、天然沸石、磷石膏、粉煤灰、磷矿粉和碱渣等土壤改良剂^[46-48].有机肥可通过分解有机质有效缓解土壤偏酸或偏碱的难题,同时腐殖质可与土壤中矿质胶体相结合,形成有机-无机复合胶体,增强土壤的缓冲能力,进而在一定程度上减少青枯病菌的侵染^[49].

2.2 化学防控

目前针对烟草青枯病的化学防治药剂种类有噻菌铜、溴菌腈·壬菌铜、乙蒜素、氢氧化铜、石硫合剂、乙霜清、青枯灵和灭菌净等.这些杀菌剂主要为无机农药、有机氯、有机铜、有机硫类,按照农药作用方式又分为专化型内吸杀菌剂、保护性杀菌剂以及土壤消毒剂^[50].氢氧化铜、乙蒜素、石硫合剂等为保护性杀菌剂,常采用灌根等方式施用,从而达到抑制病原菌侵染烟草的目标.这类农药的优点是持效期长、作用位点多、不易产生抗药性,但对于已发生侵染的病原菌防控效果差^[51].施用石硫合剂可有效防控烟草青枯病,与传统的农用链霉素相比防治效果高出 22.7 个百分点,而 90%乙霜青可湿性粉剂的防控效果达到 80%以上^[52-54].噻菌铜、灭菌净等为专化型内吸性杀菌剂,灭菌净的有效成分为二氯异氰尿酸和三氯异氰尿酸,喷施在作物表面后会缓慢释放次氯酸,使菌体蛋白发生变性,改变细胞膜通透性,干扰酶的正常功能,影响 DNA 的合成,最终引起病原菌死亡^[50].

土壤熏蒸剂是一类低毒广谱性杀菌剂,具有良好的内吸传导性,可对土壤进行消毒.在土

壤中混入氯化钴和覆膜可进行土壤熏蒸消毒,氯化钴能够有效降低线虫和抑制杂草生长,减少线虫对烟草造成机械损伤以达到阻遏病原菌侵染途径^[55].为减少地下害虫对烟草根部的损伤,可在烟株移栽前用 2.5%功夫杀虫剂 1 500 倍液进行灌根处理^[30].随着新药的研发,一些具有良好控病的新型药剂逐步在市场上推广.大蒜提取物在浓度为 0.4 g/mL 和 0.5 g/mL 对烟草青枯病的防效分别为 63.9%和 71.3%.虽然化学防治见效快,但是病原菌抗药性的产生,也为青枯病防控带来了新的挑战.

2.3 生物防控

生物间在生长和繁衍过程中具有复杂的关系,如共生、拮抗等关系,分离获得对青枯菌具有抑制作用的微生物,用微生物对青枯病进行有效防治是当前该病害防治的热点.最常见的生物防治方法是通过拮抗菌来控制病原菌的丰度,从而减少病原菌对植物的危害,而拮抗菌也有利于植物的生长,目前有超过 100 种青枯病拮抗剂包括芽孢杆菌属、假单胞菌属、链霉菌属等被分离和鉴定.张仁军等^[56]研究哈茨木霉复合微生物菌剂、复合微生物菌剂、复合放线菌肥等对烟草青枯病的防治效果,结果表明,以复合放线菌肥为底肥,可促进烟草生长,且对防治效果较好.韩松庭等^[57]通过试验对比发现多黏类芽孢杆菌对烟草青枯病的防治效果强于哈茨木霉,外源施加牡蛎粉对拮抗菌活性具有明显的促进作用.黎妍妍等^[58]的研究结果表明米糠和芽孢杆菌复合拌土围根将有助于土壤恢复健康,并减轻青枯病对烟草的危害.生物防控最大的优势是环境友好,但实际应用中,这些拮抗剂受到环境条件和作物的影响,防治效果不稳定,对环境的适应性差,定殖能力下降,技术尚不成熟.由于单独施用拮抗菌后,拮抗菌在土壤中定殖困难,提高土壤根际拮抗菌的定殖能力成为生物防治的研究重点.此外,生物防治必须与土壤保育、栽培措施等紧密结合.

3 展望

目前化学农药仍是烟草青枯病防治的重要手段,但随着绿色农业和绿色生态理念的普及,青枯病的防治也必须走绿色综合防控的发展道路.各地应根据自身地理和气候等环境因素,因地制宜,根据当地农户的耕作习惯和烟草青枯病流行条件优化栽培措施和加强烟农防病控病意识;筛选适合当地烟草青枯病防控的药剂,合理施用土壤调节剂,改善土壤理化性质;深入发掘当地生物资源,结合微生物及其产物来抑制烟草青枯菌,进而有效防控烟草青枯病,促进烟草病害绿色防控技术的推广,减少病害带来的经济损失.

参考文献:

- [1] 陈进,魏凯.烟草青枯病防治技术研究现状[J].农业与技术,2017,37(20):35.
- [2] LIU Y, WU D S, LIU Q P, et al. The Sequevar Distribution of *Ralstonia solanacearum* in Tobacco-Growing Zones of China is Structured by Elevation[J]. European Journal of Plant Pathology, 2017, 147(3): 541-551.
- [3] JIANG G F, WEI Z, XU J, et al. Bacterial Wilt in China: History, Current Status, and Future Perspectives [J]. Frontiers in Plant Science, 2017, 8: 1549.
- [4] 季学军,竟丽丽,马称心,等.烟草青枯病抗性的研究进展[J].安徽农业科学,2008,36(10):4158-4159, 4161.
- [5] 丁传雨,乔焕英,沈其荣,等.生物有机肥对茄子青枯病的防治及其机理探讨[J].中国农业科学,2012, 45(2): 239-245.
- [6] 何明兴,沈亮,邱恒良,等.烟草青枯病的发生及防治[J].现代农业科技,2019(1):111-112,115.
- [7] 宋光龙,刘国权,李忠,等.思南县烟草青枯病发生规律及防治策略[J].耕作与栽培,2012(3):16-17.
- [8] 陈勇,金晨钟.烟草青枯病的发生与防治[J].现代农业科技,2009(10):92-93.
- [9] 朱贤朝.中国烟草病害[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [10] 陈志敏.福建省烟草根茎病害诊断及防治药剂筛选[D].福州:福建农林大学,2009.

- [11] 冯吉,黎妍妍,程玲,等.烟草青枯病的生物防治研究进展[J].安徽农业科学,2016,44(1):203-205,215.
- [12] 徐树德,尚志强,秦西云.烟草青枯病研究进展[J].天津农业科学,2010,16(4):49-53.
- [13] 周训军,王静,杨玉文,等.烟草青枯病研究进展[J].微生物学通报,2012,39(10):1479-1486.
- [14] 谭军,王昌军,孟贵星,等.恩施植烟土壤理化性状对烟草青枯病发生影响的初步分析[J].中国烟草科学,2012,33(6):93-96.
- [15] 刘勇,范江,李永平.烟草抗青枯病育种研究进展[J].中国烟草学报,2012,18(6):93-99.
- [16] 吴海乔.烟草青枯病抗性基因连锁分子标记的检测[D].福州:福建农林大学,2010.
- [17] 郑继法,张建华,迟金强.不同品种(系)烟草叶片对注射接种烟草青枯病菌的反应[J].植物保护,1992,18(2):10-12.
- [18] MOORE J. North Carolina Cooperative Extension Service Mapping Its Future[J]. Southeast Farm Press, 2013.
- [19] JONES F T, GENTER M B, HAGLER W M, et al. Understanding and Coping with Effects of Mycotoxins in Livestock Feed and Forage. North Carolina Cooperative Extension Service[J]. AG (North Carolina Agricultural Extension Service) (USA). 1994, 523.
- [20] 唐元满. *NtRNF217* 基因调控烟草抗青枯病的机制及其药剂诱导效应[D].重庆:西南大学,2018.
- [21] 陆宁,任学良,汪汉成,等.不同烤烟品种(系)对青枯病的抗性鉴定[J].湖北农业科学,2015,54(4):864-867.
- [22] 匡传富,罗宽.烟草品种对青枯病抗病性及抗性机制的研究[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2002,28(5):395-398.
- [23] 单晓鹏.烟草青枯病的防治研究进展[J].现代农业科技,2021(11):111-113.
- [24] YULIAR, NION Y A, TOYOTA K. Recent Trends in Control Methods for Bacterial Wilt Diseases Caused by *Ralstonia solanacearum* [J]. Microbes and Environments, 2015, 30(1): 1-11.
- [25] 郑世燕,丁伟,陈弟军,等.根际土壤调控对连作烟田青枯病的控制作用[J].中国烟草学报,2013,19(1):47-52.
- [26] 江其朋,张淑婷,李石力,等.揭膜培土技术防控烟草青枯病[J].植物医生,2018,31(4):40-41.
- [27] 褚德朋,许永幸,高强,等.海藻多糖与有机物料对烟草青枯病的防控效果[J].中国烟草科学,2020,41(4):58-65.
- [28] 陈巧玲,胡江,汪汉成,等.生物有机肥对盆栽烟草根际青枯病原菌和短芽孢杆菌数量的影响[J].南京农业大学学报,2012,35(1):75-79.
- [29] 杨天杰,王玉鑫,王佳宁,等.不同基质生物有机肥防控番茄土传青枯病及促生效果研究[J].土壤,2021,53(5):961-968.
- [30] 李宝艳,王相连.夏玉米秸秆有机肥应用试验报告[J].种子科技,2020,38(12):23,25.
- [31] 吴玲玲,王安德.生物有机肥在小麦上的应用试验[J].河南农业,2020(13):16.
- [32] 蔡春雷.有机肥替代部分化肥在马铃薯田间应用试验[J].农村科技,2020(2):21-23.
- [33] 裴鑫宇,韩帮东.生物有机肥在水稻上应用效果[J].现代化农业,2020(9):19-20.
- [34] 邓玉铨,罗志威,徐滔明,等.生物有机肥在烟草生产上的应用研究[J].湖南农业科学,2015(8):57-59.
- [35] 王垚,韩松庭,杨亮,等.生物有机肥对烟草青枯病防控的研究进展[J].植物医生,2020,33(6):18-23.
- [36] 王丽丽,石俊雄,袁赛飞,等.微生物有机肥结合土壤改良剂防治烟草青枯病[J].土壤学报,2013,50(1):150-156.
- [37] 蒋岁寒,刘艳霞,孟琳,等.生物有机肥对烟草青枯病的田间防效及根际土壤微生物的影响[J].南京农业大学学报,2016,39(5):784-790.
- [38] 刘艳霞,李想,蔡刘体,等.生物有机肥对烟株和土壤酶活性以及烟草超微结构的影响[J].中国烟草学报,2013,19(6):78-85.
- [39] 刘艳霞,李想,蔡刘体,等.生物有机肥育苗防控烟草青枯病[J].植物营养与肥料学报,2017,23(5):1303-1313.
- [40] 李盼盼,丁伟,刘秋萍,等.硅和苯并噻二唑诱导烟草抗青枯病的机理分析[J].烟草科技,2016,49(7):23-30.
- [41] 陈娜,高翔,涂攀峰,等.施钾调控烟草根系酚酸的释放及其防控青枯病研究[J].安徽农业科学,2018,46(23):118-120,135.
- [42] 章文水,张瀛,王雪仁,等.不同土壤改良措施对植烟土壤理化性状及烟草青枯病的影响[J].中国烟草科学,2019,40(2):16-22.
- [43] 邓小华,向清慧,刘勇军,等.施用改良剂对山地土壤 pH 和烤烟生长及产质量的效应[J].核农学报,2020,34(7):1568-1577.
- [44] 郭可谦,顾会战,喻晓,等.广元烟区土壤 pH 值与有机质含量对烤烟品质指标的影响[J].山东农业科学,2017,49(2):105-109.
- [45] 李念胜,王树声.土壤 pH 值与烤烟质量[J].中国烟草,1986,7(2):12-14.

- [46] 杨宇虹, 冯柱安, 晋艳, 等. 酸性土壤的烟株生长及烟叶产质量调控研究[J]. 云南农业大学学报, 2004, 19(1): 41-44.
- [47] 汤浪涛, 周冀衡, 张一杨, 等. 曲靖烟区生态条件及烟叶化学成分分析[J]. 西南农业学报, 2010, 23(2): 432-436.
- [48] 沈桂花, 刘晓姣, 张淑婷, 等. 牡蛎壳粉对烟草根际土壤微生物代谢多样性及青枯病发生的影响[J]. 烟草科技, 2017, 50(12): 22-28.
- [49] 陈建军, 任永浩, 韩锦峰. 根际 pH 值对烟草根系生长的影响[J]. 植物生理学通讯, 1993, 29(1): 34-37.
- [50] 韩松庭, 丁伟. 烟草青枯病的化学防治研究进展[J]. 植物医生, 2019, 32(5): 20-25.
- [51] 罗战勇, 陈元生, 周会光, 等. 防治烟草青枯病的药剂筛选试验[J]. 广东农业科学, 2000, 27(1): 41-42.
- [52] 王炳豪. 不同时期施药对烟草青枯病防治效果研究[J]. 农业科技通讯, 2009(3): 51-52.
- [53] 江忠明, 张玉瑞, 顾钢. 石硫合剂防治烟草青枯病初探[J]. 烟草科技, 2000, 33(2): 47-48.
- [54] 李大鹏, 朱三荣. 链霉素不同施用方法对烟草青枯病的防效[J]. 植物保护, 2008, 34(4): 151-153.
- [55] 王海涛, 陈玉国, 王省伟, 等. 氯化苦土壤熏蒸防治烟田杂草及土传病害效果研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(4): 244-248.
- [56] 张仁军, 魏刚, 杨兆忠, 等. 几种生物菌剂防治烟草青枯病药效试验[J]. 现代农业科技, 2019(6): 79-81.
- [57] 韩松庭, 武霖通, 黄纯杨. 生物材料与拮抗微生物复配对烟草生长及青枯病发生的影响[J]. 植物医生, 2020, 33(3): 55-60.
- [58] 黎妍妍, 李春黎, 王林, 等. 生防菌使用方式对烟草青枯病的防效及根际土壤细菌群落的影响[J]. 中国烟草学报, 2020, 26(4): 101-107.