

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2023.01.015

基于微生态调控的烟草青枯病绿色 防控技术的应用研究

——以重庆市彭水县润溪乡白果坪村为例

王建林¹, 王珍珍², 秦平伟³,
唐元满⁴, 肖庆礼¹

1. 重庆中烟工业有限责任公司, 重庆 400060; 2. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;
3. 重庆市烟草公司 彭水分公司, 重庆 409600; 4. 重庆西农植物保护科技开发有限公司, 重庆 400700;

摘要: 青枯病防控一直是茄科作物生产中的重要难题, 探究绿色、高效、经济的青枯病防控技术具有重要的实践意义。本研究针对重庆市彭水县烟草青枯病发生严重、损失巨大的实际问题, 在长期研究和实践的基础上, 集成基于微生态调控的烟草青枯病绿色防控技术体系, 根据发病情况和烟株长势, 恰当运用土壤调酸、拮抗菌剂基质拌菌、有机肥拌菌、抗性诱导、精准用药、中微量元素补充等技术, 并系统评价了技术体系应用后对烟草青枯病的控制效果以及烤烟产质量的影响。结果表明, 经过处理后显著促进了烤烟的生长发育, 团棵期处理区烟株的株高、茎围、最大叶长、最大叶宽和叶面积分别较非处理区提升了 10.07%, 6.92%, 11.13%, 13.97% 和 20.96%。此外, 处理区内青枯病发病情况始终轻于非处理区, 发病高峰期时, 处理区相对防效达到了 61.46%, 末次调查时处理区和非处理区均处于烟叶采收末期, 此时处理区相对防效为 45.47%。对经济效益进行分析, 非处理区每 667 m² 烟叶的产量为 116.85 kg, 产值为 3 312.04 元, 均价为 28.34 元/kg; 处理区每 667 m² 的烟叶产量为 127.12 kg, 产值为 3 723.25 元, 均价为 29.28 元/kg, 与非处理区相比, 每 667 m² 增收了 411.21 元, 且烟叶均价提升了 0.94 元/kg。通过多年的示范应用, 证实了该项技术体系能够显著降低青枯病的发生, 可提升烟叶的产质量, 在今后的烟草青枯病防治中有重要的应用前景。

关键词: 烟草青枯病; 微生态平衡; 基质拌菌;

调酸抗病; 绿色防控; 技术方案

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):



收稿日期: 2022-12-02

基金项目: 重庆中烟工业有限公司重点科技项目(YL202201).

作者简介: 王建林, 工程师, 主要从事烟叶评吸工作.

通信作者: 丁伟, 教授, 博士.

文章编号:2097-1354(2023)01-0110-07

Green Technology Scheme of Tobacco Bacterial Wilt Prevention and Control Based on Microecological Regulation

WANG Jianlin¹, WANG Zhenzhen², QIN Pingwei³,
TANG Yuanman⁴, XIAO Qingli¹

1. China Tobacco Chongqing Industrial Co., Ltd, Chongqing 400060, China;

2. College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China;

3. Pengshui Branch of Chongqing Tobacco Company, Chongqing 409600, China;

4. Chongqing Xinong Plant Protection Technology Development, Chongqing 400700, China;

Abstract: The prevention and control of bacterial wilt of Solanaceae crops has always been an important problem in production. It is of great practical significance to explore green, efficient and economical bacterial wilt prevention and control technology. Aiming at the actual problem of serious tobacco bacterial wilt occurrence and huge loss in Pengshui County, Chongqing, this program integrates the green tobacco bacterial wilt prevention and control technology system based on micro-ecological regulation on the basis of long-term research and practice. According to the incidence and tobacco plant growth, the soil acid regulation, antagonistic agent substrate mix with bacteria, organic fertilizer mix with bacteria, resistance induction, precise chemical application, medium and trace elements supplement were properly applied, and the effect of application of technology system on tobacco bacterial wilt control and flue-cured tobacco production quality was systematically evaluated. The results showed that the plant height, stem circumference, maximum leaf length, maximum leaf width and leaf area in the treated areas were significantly increased by 10.07%, 6.92%, 11.13%, 13.97% and 20.96%, respectively, compared with those in the non-treated area. In addition, the incidence of bacterial wilt in the treated areas was always lower than that in the non-treated area. At the peak of the incidence, the relative control efficiency in the treated area reached 61.46%. At the last survey, both the treated area and the non-treated area were at the end of tobacco harvest, and the relative control efficiency in the treated area was 45.47%. The analysis of economic benefits showed that the tobacco yield in non-treated area was 116.85 kg, the output value was 3 312.04 yuan, and the average price was 28.34 yuan/kg every 667 m². The tobacco yield in the treated area was 127.12 kg, the output value was 3 723.25 yuan, and the average price was 29.28 yuan/kg. Compared with the non-treated area, the income increased by 411.21 yuan, and the average price of tobacco increased by 0.94 yuan/kg every 667 m². Through years of demonstration and application, it has been proved that this technology system can significantly reduce the occurrence of bacterial wilt and improve the yield and quality of tobacco leaves. It will have an important application prospect in the future on tobacco bacterial wilt prevention and control.

Key words: tobacco bacterial wilt; micro-ecological balance; substrate mixing; acid-regulating and disease-resistant; green prevention and control; technical solutions

烟草青枯病是由青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)引起的一种毁灭性土传病害,烟株感病后,烟叶半边枯萎、发黄,最终导致整株枯死,且烟叶烤后青杂烟较多,化学成分不协调,对烟叶品质量影响巨大,给烟叶生产造成不可估量的经济损失^[1]。目前,以重庆市、四川

省、江西省、湖南省、福建省、台湾省、广东省、广西壮族自治区东部、安徽省南部、贵州省局部烟区为害最为严重,个别年份呈暴发流行,防治十分困难^[2-4].

针对烟草青枯病的防治技术,国内外学者从农业措施、化学、生物等方面进行了系统地探究^[5],如农业措施中的选育抗病品种^[2, 6]、平衡施肥、合理轮作套作、选择无病壮苗移栽、田间卫生管理等^[1].化学防治是防治烟草青枯病的主要措施,具有快速、高效的优点,主要通过对病原菌数量的快速抑制,降低其病原致病力与侵染几率,但由于青枯病菌致病性强,致病因子多样等因素导致化学防治难以持续有效控制病害发生,此外,化学农药的多次使用易导致病原菌产生抗药性,带来面源污染等问题^[7-10].生物防治相比于化学防治具有环境友好、不易产生抗药性的优点^[11-13],目前已报道了多种可用于烟草青枯病防治的生防菌,如假单胞菌属(*Pseudomonas* spp.)能够产生多种抗生素、诱导植物产生系统抗性等多种生防机理,具有广阔的应用前景^[14-15].芽孢杆菌属(*Bacillus* spp.)具有繁殖快、营养需求简单等优点,在病害防治上也表现出较好的效果^[8, 16-17],但生防菌剂受环境因素影响较大,根际定殖与存活率较低,应用受到了限制.此外,单独采用某一类措施,虽然在一定程度上可以减轻烟草青枯病的发生,但是仍然存在一定的局限性,不可能有效地控制青枯病的发生,而通过技术集成是控制该病害的必由之路.因此,本研究将农业措施、生物防治、化学防治有效结合,坚持预防为主、综合防治的方针,运用土壤调酸^[18]、拮抗菌剂基质拌菌、有机肥拌菌^[19]、营养抗性诱导、精准用药等调控根际微生态环境,提高烟株抗性,并系统评价了该技术体系对烟草青枯病的控制效果与烤烟产质量的影响^[11].

1 材料与方法

1.1 试验地情况

试验地安排在重庆市彭水县润溪乡白果坪村,选择青枯病常年发病地块.试验所用烟苗采用漂浮育苗,品种为“云烟87”,均按相关技术标准进行统一大田管理,中心花开放打顶,用12.5%氟节胺EC控制腋芽.烟草种植密度为行距115 cm,株距55~60 cm,每667 m²为1100株左右.

1.2 试验方法

试验设置处理区和非处理区.处理区施药方案如下:育苗时选用苗强壮复合微生物菌剂进行基质拌菌,培育健苗壮苗;起垄时每667 m²撒施或条施西植牡蛎壳100 kg,并将根茎康/有机肥按照10 kg/t混合均匀后增施;移栽时,采用西植宝3号对在定根水,进行早期根际消毒;在团棵期和旺长期,采用东莨菪内酯或者水杨酸5000倍液进行叶面喷雾处理,提升烟株抗病性;旺长期,采用维果叶面肥1000倍液进行叶面微量元素补充,提升烟叶质量,防控叶部病害;在青枯病发生初期,采用土一杰(或者42%的三氯乙氰尿酸每667 m²200~500 g稀释1000倍对准根基部浇灌,条件好的地方,可多对水,以确保根部湿透).此外,处理区农事操作严格按照标准进行,田间管理规范,非处理区按照常规进行农事操作.

1.3 调查内容

1.3.1 烟株农艺性状调查

各处理选择有代表性的5~10株烟株挂牌标记,按《烟草农艺性状调查方法》(YC/T 142—2010)定点定株在烟草移栽期、团棵期、现蕾期、打顶后7 d测定烟株的农艺性状,主要包括烟株的株高、茎围、最大叶长、最大叶宽,并利用公式(1)计算叶面积.

$$\text{叶面积}(\text{cm}^2) = 0.6345 \times \text{叶长}(\text{cm}) \times \text{叶宽}(\text{cm}) \quad (1)$$

1.3.2 烟株病害调查

烟草病害发生情况按《烟草病虫害分级及调查方法》(GB/T 23222—2008)调查。结合当地的病害发生特点,主要对青枯病和黑胫病进行系统调查,调查每个小区的发病株数及发病级数计算发病率,病害调查可与测定烟草农艺性状同步进行。根据青枯病和黑胫病的发生情况,在发病初期开始调查,每隔5~7 d调查一次,连续调查5次以上。

$$\text{病株率}(\%) = \frac{\text{发病株数}}{\text{调查总株数}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{发病株数} \times \text{该病级代表值})}{\text{调查总株数} \times \text{最高级代表值}} \times 100 \quad (3)$$

1.3.3 烟株经济效益评价

全程跟踪记录处理区和非处理区烟田用于烟叶种植、病害防治的投入,用于计算投入产出比;自烟叶采收期开始,对处理区和非处理区烟叶进行分区采烤,烤后烟叶进行分级,统计产量和产值,并计算均价。

1.4 数据处理与统计学分析

采用Excel 2021对试验数据进行整理,计算发病率、病情指数和相对防效;采用IBM SPSS Statistics 24统计软件Duncan氏新复极差法比较分析相关数据在 $p \leq 0.05$ 和 $p \leq 0.01$ 时的差异性,并使用Prism软件进行作图。

2 结果与分析

2.1 绿色防控技术体系对烟草农艺性状的影响

通过对处理区和非处理区团棵期和打顶后7 d的株高、茎围、最大叶长、最大叶宽等农艺性状指标进行测定。由结果可见,团棵期处理区的烟株株高、茎围、最大叶长、最大叶宽、叶面面积均明显高于非处理区,差异具有统计学意义;而在有效叶片数上,处理区和非处理区比较,差异无统计学意义(表1)。

表1 处理区与非处理区团棵期农艺性状比较

处理方法	株高/cm	茎围/cm	最大叶长/cm	最大叶宽/cm	有效叶片数/片	叶面积/cm ²
处理区	41.43±0.90aA	6.49±0.08aA	49.71±1.04aA	24.97±0.37aA	12.60±0.22aA	786.95±15.81aA
非处理区	37.64±1.09bA	6.07±0.07bB	44.73±0.92bB	21.91±0.37bB	13.10±0.28aA	621.98±18.24bB

注:大小写字母不同均表示组间数据比较差异具有统计学意义,其中小写字母不同表示 $p < 0.05$,大写字母不同表示 $p < 0.01$ 。

打顶后7 d农艺性状结果显示,处理区的株高、茎围、最大叶长明显优于非处理区,差异具有统计学意义;而最大叶宽、有效叶片数、叶面积优于非处理区,但差异无统计学意义(表2)。

表2 处理区与非处理区打顶后7 d农艺性状比较

处理方法	株高/cm	茎围/cm	最大叶长/cm	最大叶宽/cm	有效叶片数/片	叶面积/cm ²
处理区	106.60±2.21aA	9.86±0.15aA	57.24±0.72aA	27.89±0.63aA	18.10±0.23aA	1 013.47±28.40aA
非处理区	95.26±1.59bB	9.03±0.12bB	53.53±0.79bB	28.37±0.33aA	17.70±0.27aA	962.84±18.58aA

注:大小写字母不同均表示组间数据比较差异具有统计学意义,其中小写字母不同表示 $p < 0.05$,大写字母不同表示 $p < 0.01$ 。

2.2 绿色防控技术体系对烟草青枯病发生的影响

在烟草青枯病发生初期进行病害调查,每隔6 d进行一次,连续调查5次,对数据进行分析后发现,处理区内烟草青枯病比非处理区发病延迟了7~10 d,末次调查处理区和非处理区均处于烟叶采收期末期,非处理区的青枯病发病率为75.18%,病情指数为36.84,处理区青枯病发生率为48.02%,病情指数为20.09,处理区相对防效为45.47%。非处理区病害高发期为7月末,8月4日非处理区青枯病发病率为65.30%,病情指数为28.25,处理区内青枯病发病率为30.86%,病情指数为10.89,处理区相对防效为61.46%(图1)。

处理区与非处理区烟草青枯病病情指数的病情进展曲线下面积(AUDPC)如图2所示,处理区AUDPC面积为187.59,非处理区AUDPC面积为397.34,显著高于处理区,这表明非处理区的烟株发病程度更高。处理区与非处理区烟草青枯病发病情况见图3。

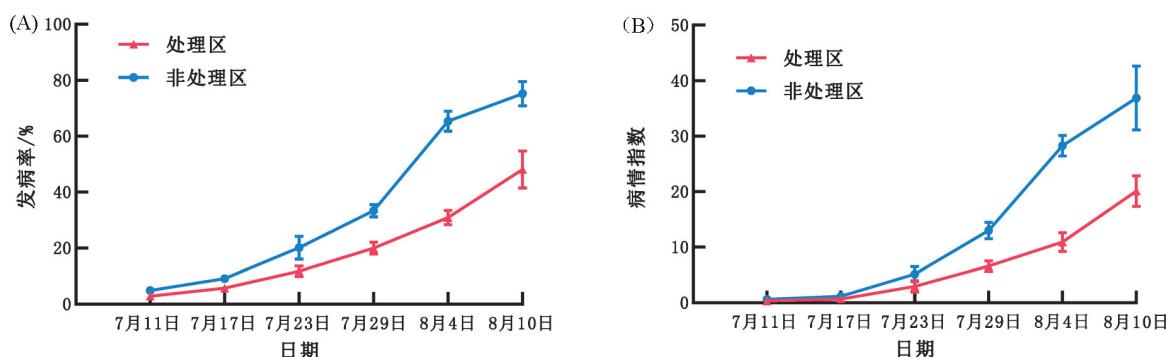


图1 处理区与非处理区青枯病发病率、病情指数

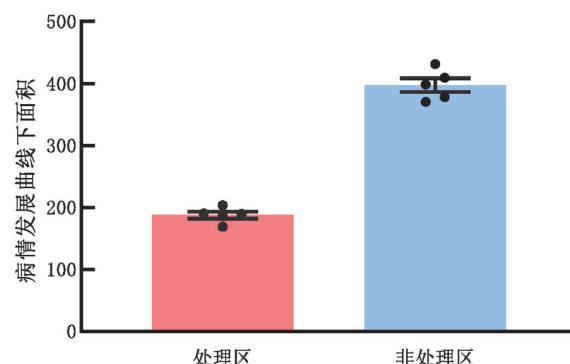


图2 处理区与非处理区病情发展曲线下面积



A为处理区, B为非处理区。

图3 处理区与非处理区采收期发病情况比较

2.3 绿色防控技术体系对烟叶产质量的影响

通过对处理区和非处理区烟叶的产值和产量进行统计发现,非处理区每 667 m^2 的烟叶产量为 116.85 kg, 产值为 3 312.04 元, 均价为 28.34 元/kg; 处理区每 667 m^2 的烟叶产量为 127.12 kg, 产值为 3 723.25 元, 均价为 29.28 元/kg, 与非处理区相比, 每 667 m^2 增收了 411.21 元, 且烟叶均价提升了 0.94 元/kg(表 3)。

表 3 处理区与非处理区烟叶产质量比较

处理方法	产量/kg • 667 m^{-2}	产值/元 • 667 m^{-2}	均价/元 • kg^{-1}
处理区	127.12	3 723.25	29.28
非处理区	116.85	3 312.04	28.34

2.4 不同处理方法烟田成本分析

对处理区和非处理区烟田的总投入和总收益进行调查并计算每 667 m^2 烟田的纯收益和投入产出比, 结果显示, 每 667 m^2 处理区的总投入为 1 805.00 元, 比非处理区高出 144.5 元, 净收益为 1 918.25 元, 较非处理区增加了 247.71 元, 投入产出比为 0.48, 低于非处理区的 0.50(表 4)。

表 4 处理区与非处理区投入产出比较

处理方法	总投入/元 • 667 m^{-2}	总收益/元 • 667 m^{-2}	净收益/元 • 667 m^{-2}	投入产出比
处理区	1 805.00	3 723.25	1 918.25	0.48
非处理区	1 650.50	3 312.04	1 670.54	0.50

3 结论与讨论

绿色防控技术体系采用“一基础(健康栽培基础)、二优化(优化土壤结构、优化有机肥配方)、三屏障(根围、根内和植株内生物屏障)、四平衡(酸碱平衡、营养平衡、微生态平衡、病原与寄主互作平衡)、五调控(调酸、调营养、调益生菌、调抗性、调药剂)”为导向的绿色生态防控理念, 运用土壤调酸技术、拮抗菌剂基质拌菌技术与有机肥拌菌技术、抗性诱导技术、精准用药技术等调控根际微生态环境, 及时补充叶面中微量元素, 以提高烤烟健康, 达到有效保证根际健康与提高烟叶产质量的目标。按照本方案技术要点进行实施, 本研究在重庆市彭水县烟区取得了良好的效果, 有效提升了烟株的农艺性状, 延缓了青枯病的发生, 为烟叶采收创造了时间, 提升了烟叶的产质量, 保障了烟农的经济收入。

为保证本研究方案的顺利开展, 在农业措施上要动员烟农做好改土、轮作, 做好田间卫生管理, 培土、打顶采用的技术一定要到位, 合理安排农事操作时间, 避免经常到地里进行农事操作。青枯病在高温、高湿情况下会迅速暴发, 因此在高温、高湿天气到来之前, 要提前进行预防。土壤调酸技术可以调节土壤 pH 值, 同时补充 K, P, Si, Ca, Mg 等中微量元素, 平衡土壤营养, 消除连作障碍。有机肥拌菌技术活化有机肥, 促进有益微生物增殖, 提升有机肥养分转化和利用率, 在农业生产中可以将该项技术替换烟农的常规施肥, 减少劳工。烟株抗性诱导主要提升烟株自身抵抗力, 抵御病原的侵染。中微量元素补充能够补充叶面微量元素, 提升烟叶质量, 通常可与叶部病害防治同时进行。精准用药主要在病害发生早期进行, 及时进行消毒处理, 及时采收, 最大程度上减少损失。

本研究将农业、生物、化学防治相结合, 以微生态调控为基础, 紧贴绿色防控的主线, 对土壤酸化、微生态失衡引起的烟草青枯病有良好的防效, 茄科作物的青枯病发病机理相似, 防治方法也可以互通^[20], 未来可将该方案在其他茄科作物青枯病的防治上进行进一步推广应用。

参考文献：

- [1] 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.
- [2] 龚杰, 刘慧迪, 刘颖, 等. 不同烟草品种在重庆市彭水地区的青枯病抗性比较 [J]. 植物医学, 2022, 1(1): 61-67.
- [3] 李小杰, 王海涛, 李淑君, 等. 豫南烟区烟草青枯病危害调查及病原鉴定 [J]. 中国烟草科学, 2015, 36(3): 86-89.
- [4] 秦小芳. 广西烟草青枯病发病程度调查及影响因素分析 [D]. 南宁: 广西大学, 2022.
- [5] 赵同灵, 曾德武, 彭孟祥, 等. 烟草青枯病防治研究进展 [J]. 湖南农业科学, 2021(5): 108-110, 114.
- [6] 邹文莉. 烟草青枯病抗性突变体的鉴定和遗传分析 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2020.
- [7] 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.
- [8] 冯永新, 关辉, 靳彦峰, 等. 短小芽孢杆菌与化学杀细菌剂协同防治烟草青枯病研究 [J]. 中国烟草科学, 2021, 42(4): 44-49.
- [9] 茹瑞红, 高峰, 陈显杰, 等. 不同药剂对烟草青枯病的防治试验 [J]. 云南农业科技, 2022(S1): 60-62.
- [10] 蔡毅, 鄢敏, 胡万波, 等. 3种烟草根茎病害防治药剂的筛选 [J]. 湖南农业科学, 2022(6): 53-56.
- [11] 何洪令, 李钠钾, 孙成成, 等. 烟草青枯病的生物防治研究进展 [J]. 植物医生, 2021, 34(2): 4-8.
- [12] 陈雪, 代园风, 余祥文, 等. 烟草青枯病生物防治研究进展 [J]. 农业灾害研究, 2016, 6(5): 10-12.
- [13] 冯印印, 李斌, 杨洋, 等. 烟草青枯病菌拮抗细菌的筛选、鉴定和抑菌机制研究 [J]. 中国生物防治学报, 2021, 37(2): 331-339.
- [14] 张玉霞, 王珍珍, 张水翔, 等. 荧光假单胞菌与有机肥复配对黔江烟草青枯病防控效果研究 [J]. 植物医学, 2022, 1(1): 41-47.
- [15] 张洁梅, 张仁军, 姚正平, 等. 烟草青枯病生防菌的筛选及其田间防效评价 [J]. 中国农学通报, 2020, 36(28): 131-136.
- [16] 曹帅, 李金梦, 王蓝琴, 等. 贝莱斯芽孢杆菌 B4-7 联合水稻秸秆生物炭对烟草青枯病的防治作用 [J]. 南方农业学报, 2022, 53(9): 2568-2574.
- [17] 李碧德. 两种生防菌(*Paenibacillus polymyxa* 与 *Pseudomonas fluorescens*)防控烟草青枯病的特性研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2018.
- [18] 王海涛, 李小杰, 许晓敬, 等. 土壤 pH 6.5 是河南烟草青枯病发生的阈值 [J]. 土壤, 2020, 52(5): 1033-1037.
- [19] 胡朝丹, 王杰, 石开达, 等. 微生物菌剂对烟草青枯病的防控效果 [J]. 农技服务, 2021, 38(11): 38-40.
- [20] 丁伟. 论植物医学 [J]. 植物医学, 2022, 1(1): 5-17.

责任编辑 苏荣艳