

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2021.02.004

不同微生物菌剂对烟草青枯病的 协同防控效果研究^①

拓阳阳¹, 江其朋², 江连强³, 李兵¹,
蔡砚品¹, 殷鹏涛², 丁孟²

1. 中国烟草总公司四川省公司凉山州公司德昌市公司, 四川 德昌 615500;
2. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;
3. 中国烟草总公司四川省公司凉山州公司, 四川 西昌 615000

摘要: 微生物菌剂在构建作物根际生物屏障, 阻碍土传病原菌入侵过程中发挥着重要作用, 已成为近年来的研究热点. 本研究通过田间试验分别探究了根茎康菌剂、多粘类芽孢杆菌剂、哈茨木霉菌剂等3种微生物菌剂单独及混合施用对烟草青枯病的影响. 结果表明, 3种微生物菌剂均可显著控制青枯病的发生, 促进烟苗生长. 根茎康微生物菌剂处理在移栽期能有效促进烟株生长, 防控田间烟草青枯病的发生, 整体防效在49%以上, 而补充多粘类芽孢杆菌和哈茨木霉的复合菌剂处理, 能进一步提升防控效果, 整体防效可达55%以上. 本研究为今后烟草青枯病的生物防治提供了理论基础.

关键词: 烟草; 青枯病; 多粘芽孢杆菌; 哈茨木霉; 生物防治

中图分类号: S435.72 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1067(2021)02-0013-05

近几年, 由于烟田土壤退化、营养缺失、化学投入品依赖性加大等不利因素, 烟株抗性降低、抗御风险能力差, 极易被土传病原菌侵染从而引发根茎类病害, 特别是烟草青枯病. 该病害的连年暴发成为农民增收和我国烟草可持续健康发展的重要限制因子^[1-2]. 四川省凉山州德昌县是烟草青枯病发生的典型区域, 该烟区病害发病早、打顶后田间病害蔓延发展快、后期死烟严重, 对烟叶产质量造成极大的影响. 近年来, 随着绿色无公害理念深入人心, 生物防治已成为烟草青枯病治理的重要措施. 其中, 微生物菌剂在构建作物根际生物屏障, 阻碍土传病原菌入侵过程中发挥着重要作用, 该绿色防治技术越来越引起人们的重视. 更重要的是, 烟草病虫害的绿色防控对实现烟草有害生物的有效持续控制、烟田生态环境的持续优化、烟田农药使用持续降低等目标, 最终确保烟草增产、品质提高、效益增加具有重要意义. 前人研究表明, 多粘类芽孢杆菌(*Paenibacillus polymyxa*)^[3]和哈茨木霉(*Trichoderma harzianum*)^[4]对青枯雷尔氏菌有较好的抑菌效果, 进一步通过盆栽和田间试验也表明2种微生物对烟草青枯病有较好的防控效果^[5-8]. 研发烟草青枯病的绿色防控技术是当前烟叶产区的技术难题, 生产上也迫切需要绿色、稳定、高效的防控技术支撑. 本研究旨在探究不同微生物菌剂单独和混合施用对烟草青枯病的防控效应, 明确最佳组配方式, 有效且充分发挥和保障微生物菌剂的功能, 以达到烟草青枯病绿色防控, 并且提高防治效率和效果的目的.

① 收稿日期: 2021-03-08

基金项目: 烟草根际健康微生态调控关键技术研究及应用项目(川烟科[2018]26号)

作者简介: 拓阳阳, 助理农艺师, 主要从事烟草生产技术推广应用工作. E-mail: 502831291@qq.com

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

试验所用药剂分别为根茎康菌剂(枯草芽孢杆菌,多粘类芽孢杆菌和巨大芽孢杆菌),多粘类芽孢杆菌和哈茨木霉菌剂,均来自草木禾生态修复研究院。

1.2 试验地情况

田间试验地位于四川省凉山州德昌县王所乡,试验地海拔1 385 m,地势平坦,田块规整,面积共1 300 m²,有15个试验小区,为烟草青枯病连发地块。试验地烟苗采用漂浮育苗,按相关技术标准进行统一大田管理,移栽时间为5月5日,烟草品种为云烟87。

1.3 试验设计

试验于烟苗移栽前开始进行,共设5个处理,每个处理3次重复,共15个小区,小区面积为60 m²(约80株烟),设置保护行,总面积为1 300 m²。试验处理如表1所示。

表1 试验处理

处理	每 667 m ² 药剂用量	处理时间
1	常规施肥,窝施根茎康 1 kg	烟苗移栽期
2	常规施肥,窝施多粘类芽孢杆菌剂 100 g	烟苗移栽期
3	常规施肥,窝施哈茨木霉菌剂 100 g	烟苗移栽期
4	常规施肥,窝施根茎康 500 g+多粘类芽孢杆菌剂 50 g+哈茨木霉菌剂 50 g	烟苗移栽期
5(对照)	常规施肥	—

1.4 调查方法与amp;内容

1.4.1 烟株农艺性状调查

按《烟草农艺性状调查方法》(YC/T 142—1998)标准,在烟草团棵期、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、有效叶片数、最大叶长、最大叶宽,并利用公式(1)计算单叶面积。

$$\text{单叶面积(cm}^2\text{)}=0.634\ 5\times\text{叶长(cm)}\times\text{叶宽(cm)}\quad (1)$$

1.4.2 病害调查

结合当地病害发生特点,按《烟草病虫害分级及调查方法》(GB/23222—2008)国家标准对病害进行系统调查。记录每个小区的发病株数及发病级数。病害调查可与测定烟株农艺性状同步进行。根据病害的发生情况,从发病初期开始,每隔5 d调查一次,连续调查4次以上。按公式(2)计算发病率,按公式(3)计算病情指数,按公式(4)计算相对防效。以病程(病情指数)进展曲线下面积评估各处理整体防效。

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

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

$$\text{防治效果}=\frac{\text{对照病情指数}-\text{处理病情指数}}{\text{对照病情指数}}\times 100\% \quad (4)$$

按一定的标准对病害情况进行分级:

0级:全株无病;1级:茎部偶有褪绿斑,或病侧1/2以下叶片凋萎;3级:茎部有黑色条斑,但不超过茎高1/2,或病侧1/2至2/3叶片凋萎;5级:茎部黑色条斑超过茎高1/2,但未到达茎顶部,或病侧2/3以上叶片凋萎;7级:茎部黑色条斑到达茎顶部,或病株叶片全部凋萎;9级:病株基本枯死。

1.5 数据分析

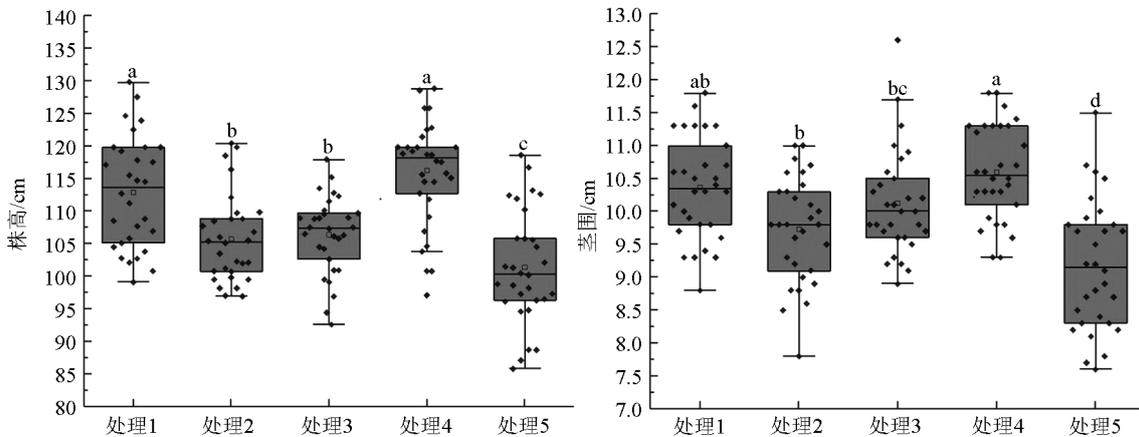
采用Excel 2016对试验数据进行基本处理;采用SPSS 16.0统计软件以进行方差分析(显著水平为

0.05)进行差异分析;采用 Origin 9.0 绘图.

2 结果与分析

2.1 不同处理对旺长期烟草生长的影响

对不同处理旺长期烟草生长情况进行调查,结果看出,移栽期药剂窝施处理后对青枯病发病地烟株的生长有一定促进作用,主要表现为对烟株株高、茎围、有效叶数的提升效果.旺长期空白对照组株高均值为 101.40 cm;根茎康处理区(112.89 cm)和复合菌剂处理区(116.26 cm)株高均高于对照和其他处理,且与其他药剂处理间差异有统计学意义;多粘类芽孢杆菌处理区(105.71 cm)和哈茨木霉菌剂处理区(106.36 cm)株高均高于空白对照.空白对照组茎围均值为 9.18 cm;复合菌剂处理区(10.60 cm)株高较空白对照有所提升,且高于其他药剂处理,差异有统计学意义;根茎康处理(10.36 cm)、多粘类芽孢杆菌处理区(9.73 cm)和哈茨木霉菌剂处理区(10.12 cm)株高相对于空白对照也有不同程度的提升(图 1).



注:处理间不同大写字母表示差异在 1%水平有统计学意义,不同小写字母表示差异在 5%水平有统计学意义.图 2、图 4、表 3 同.

图 1 不同药剂对田间烟草株高和茎围的影响

空白对照组烟株有效叶片数均值为 15.63 片;根茎康处理(16.87 片)、多粘类芽孢杆菌处理(16.27 片)、哈茨木霉菌剂处理(16.50 片)、复合菌剂处理(16.60 片)均高于空白对照,且差异有统计学意义.空白对照组烟株最大叶面积均值为 925.75 cm²,根茎康处理(1 186.28 cm²)、复合菌剂处理(1 222.95 cm²)相对于空白对照最大叶面积分别提升了 28.14%和 32.10%;多粘类芽孢杆菌处理(1 051.75 cm²)和哈茨木霉菌剂处理(1 040.30 cm²)相对于空白对照最大叶面积均有提升,但差异无统计学意义.整体而言,根茎康和复合菌剂窝施处理对烟株生长有明显促进作用,且复合菌剂促生效果更佳(图 2).

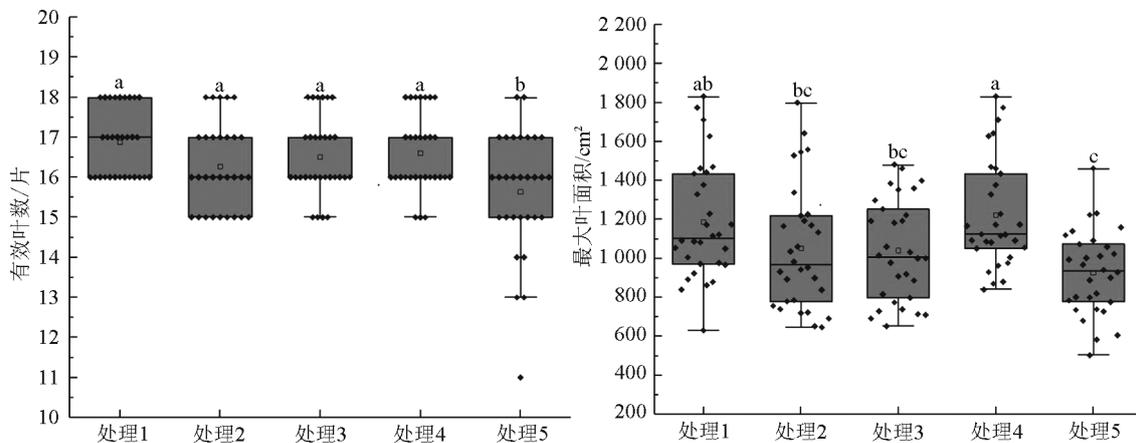


图 2 不同药剂对田间烟草有效叶数和最大叶面积的影响

2.2 不同处理对烟草青枯病发生的影响

不同处理后田间烟草青枯病的发生情况如图 3 所示. 结果表明, 试验地烟草青枯病随烟株生长呈不断加重趋势, 发病后期(9 月 14 日), 对照田间烟草青枯病发病率达 42.92%, 病情指数为 19.12.

采用病程进展曲线下面积评估不同处理对田间烟草青枯病的整体防控效果, 结果看出, 复合菌剂处理组的整体防效达 55.17%, 根茎康处理组的整体防效为 49.33%, 2 种单一菌剂处理组的整体防效均低于 40%. 因此, 整体而言, 根茎康+多粘类芽孢杆菌+哈茨木霉菌剂复合处理对青枯病具有明显控制效果, 整体防效达 55%以上, 根茎康单一处理防效也可达 49%以上(图 4).

不同菌剂施用对烟草青枯病均有一定的控制效果, 不同调查时间不同处理对青枯病的防效如表 3 所示, 防控效果哈茨木霉菌剂处理为 89.86%~25.67%, 多粘类芽孢杆菌处理为 88.41%~29.88%, 复合菌剂处理为 84.21%~51.09%, 根茎康处理为 78.95%~44.93%.

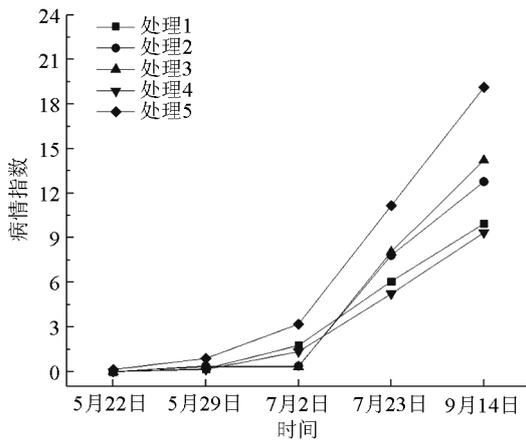


图 3 田间各时期烟草青枯病病情指数

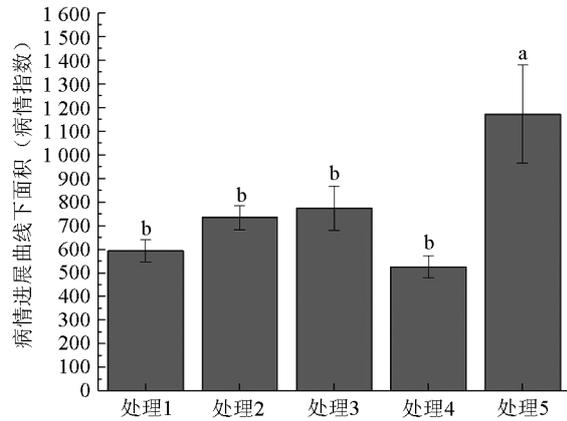


图 4 田间烟草青枯病病程进展曲线下面积

表 3 不同时期不同处理对烟草青枯病的防效

处理	5 月 29 日	7 月 2 日	7 月 23 日	9 月 14 日
1	78.95a	44.93b	45.64a	47.94ab
2	57.89b	88.41a	29.88ab	33.17ab
3	63.16ab	89.86a	27.8b	25.67b
4	84.21a	57.97ab	53.11a	51.09a

3 结论与讨论

根茎康是一种成熟的复合微生物菌剂, 对多种烟草根茎病害均具有良好控制效果, 目前已广泛被用于田间病害防治^[9]. 本研究结果表明, 根茎康微生物菌剂移栽单独窝施处理能有效促进烟株生长, 防止田间烟草青枯病的发生, 整体防效在 49%以上; 补充多粘类芽孢杆菌和哈茨木霉的复合菌剂处理, 能进一步提升烟株的各项农艺性状, 并且提高对田间烟草青枯病的防控效果, 整体防效可达 55%以上, 这可能是由于多粘类芽孢杆菌^[10-11]和哈茨木霉^[12-15]一方面能通过资源竞争抑制土壤中的病原菌, 另一方面诱导植物抗性, 从而有效促进烟株生长. 因此, 在今后防控田间烟草青枯病时, 可以采用多种复合菌剂混合施用, 或者不同时期施用不同菌剂相补充的施用方式, 菌剂混合时应重点考虑抑菌、促生、抗性诱导等功能相结合, 以提高病害防控效果.

参考文献:

[1] 丁伟, 刘晓姣. 植物医学的新概念——生物屏障 [J]. 植物医生, 2019, 32(1): 1-6.
 [2] 丁伟, 李石力. 植物医学的新概念——土壤免疫 [J]. 植物医生, 2019, 32(2): 1-7.
 [3] 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.

- [4] 朱洪江. 哈茨木霉 TMN-1 菌株诱导烟草抗青枯病的活性及机理研究[D]. 重庆: 西南大学, 2020.
- [5] 韩松庭, 武霖通, 黄纯杨. 生物质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.
- [6] YAN L, KHAN R A A. Biological Control of Bacterial Wilt in Tomato Through the Metabolites Produced by the Biocontrol Fungus, *Trichoderma harzianum*[J]. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 2021, 31(1): 351-359.
- [7] 朱洪江, 王 勇, 刘东阳, 等. 哈茨木霉对烟草青枯病田间控制效果及生物学性状的影响 [J]. 植物医生, 2019, 32(5): 26-31.
- [8] 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.
- [9] 丁 伟. 烟草青枯病与黑胫病绿色防控关键技术 [J]. 植物医生, 2020, 33(1): 21-26.
- [10] 杨少波, 刘训理. 多粘类芽孢杆菌及其产生的生物活性物质研究进展 [J]. 微生物学通报, 2008, 35(10): 1621-1625.
- [11] MEI L, LIANG Y, ZHANG L, et al. Induced Systemic Resistance and Growth Promotion in Tomato by an Indole-3-Acetic Acid-Producing Strain of *Paenibacillus polymyxa* [J]. Annals of Applied Biology, 2014, 165(2): 270-279.
- [12] YOUSSEF S A, TARTOURA K A, ABDELRAOUF G A. Evaluation of *Trichoderma harzianum* and *Serratia Proteamacula* Effect on Disease Suppression, Stimulation of ROS-Scavenging Enzymes and Improving Tomato Growth Infected by *Rhizoctonia solani*[J]. Biological Control, 2016, 100: 79-86.
- [13] 李艳娟, 刘 博, 庄 正, 等. 哈茨木霉与绿色木霉对杉木种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 应用生态学报, 2017, 28(9): 2961-2966.
- [14] 刘连妹, 钱雯霞, 屈海泳. 哈茨木霉孢子悬浮液对番茄幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2007, 35(4): 96-98.
- [15] VITTI A, PELLEGRINI E, NALI C, et al. *Trichoderma harzianum* T-22 Induces Systemic Resistance in Tomato Infected by Cucumber Mosaic Virus[J]. Frontiers in Plant Science, 2016, 7: 1520.

Study on the Coordinate Control Effect of Tobacco Bacterial Wilt with Different Microbial Agents

TUO Yang-yang¹, JIANG Qi-peng², JIANG Lian-qiang³, LI Bing¹,
CAI Yan-pin¹, YIN Peng-tao², DING Meng²

1. Dechang County Branch of Sichuan Tobacco Company, Dechang Sichuan 615500, China;

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

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

Abstract: Microbial agents play an important role in the construction of a crop rhizosphere biological barrier to prevent the invasion of soil-borne pathogens, which has become a research hotspot in recent years. In order to provide a theoretical basis for the biological control of tobacco bacterial wilt in the future, field experiments were conducted to explore the effects of single and mixed application of three microbial agents on tobacco bacterial wilt. The results revealed that all the three kinds of microbial agents possessed a remarkable effect of controlling disease and promoting the growth of tobacco plants. When applied in the seedling transplanting period, Genjingkang, a recently developed microbial agent, effectively promoted the growth of the tobacco plants and controlled tobacco bacterial wilt, the overall control efficiency being more than 49%, while the addition of *Bacillus polymyxa* and *Trichoderma harzianum* compound agent further improved the control efficiency (>55%).

Key words: tobacco; bacterial wilt; *Paenibacillus polymyxa*, *Trichoderma harzianum*; biological control