

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2023.01.010

## 贵州烟区青枯病发病土壤与健康土壤 理化性质差异分析

梁依佳<sup>1</sup>, 余偲<sup>1</sup>, 王垚<sup>1</sup>, 李俊<sup>2</sup>, 李石力<sup>1</sup>

1. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;
2. 重庆西农植物保护科技开发有限公司, 重庆 400700

**摘要:** 为明确贵州蜜甜香型烟区烟草青枯病发病土壤与健康土壤理化性质的差异, 本研究对贵州烟区土壤样本进行采集和室内理化性质检测。结果表明, 贵州烟区健康土壤的 pH 值、有机质(SOM)、速效钾(AK)、交换性钙和交换性镁质量分数均高于发病土壤, 碱解氮(SAN)(除思南外)质量分数低于发病土壤, 其中, 瓮安、紫云健康土壤的 pH 值显著高于发病土壤, 天柱、桐梓、瓮安发病 SAN 高于健康土壤, 而健康土壤的 SOM(桐梓除外)、AK、交换性钙质量分数均高于发病土壤且差异有统计学意义, 有效磷(AP)、交换性镁(天柱除外)差异无统计学意义。总体而言, 土壤 pH 值、交换性钙、AK 和 SOM 与烟草青枯病发生有关, 其中 SAN 偏高、土壤偏酸、AK、SOM 和交换性钙偏低时有利于烟草青枯病发生。

**关键词:** 烟草青枯病; 健康土壤; 发病土壤;  
土壤理化性质

中图分类号: S435.75

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2023)01-0075-07

## Analysis of Soil Physical and Chemical Properties of Tobacco Bacterial Wilt Diseased Fields and Healthy Fields in Tobacco Area of Guizhou

LIANG Yijia<sup>1</sup>, YU Si<sup>1</sup>, WANG Yao<sup>1</sup>, Li Jun<sup>2</sup>, LI Shili<sup>1</sup>

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

2. Chongqing Xinong Plant Protection Technology Development Co. LTD., Chongqing 400700, China

**Abstract:** To clarify the physical and chemical properties of soils of tobacco bacterial wilt diseased fields and healthy fields in the honey-sweet aroma tobacco production region of Guizhou, the study was conducted to collect soil samples from tobacco region of Guizhou and test the physical and chemical properties in laboratory. The results showed that the pH, soil organic

收稿日期: 2023-02-01

基金项目: 中国烟草总公司贵州省公司揭榜挂帅项目(2022520000240150).

作者简介: 梁依佳, 主要从事天然产物农药开发与利用.

通信作者: 李石力, 讲师.

matter (SOM), available kalium (AK), exchangeable calcium and magnesium contents of healthy soils in the tobacco area of Guizhou were higher than those of diseased soils, and the contents of soil alkali-hydrolyzable nitrogen (SAN)(except Sinan) were lower than those of diseased soils. Among them, the pH of healthy soils from Wengan and Ziyun was significantly higher than that of diseased soils, and the SAN of diseased soils from Tianzhu, Tongzi, and Wengan were higher than that of healthy soils, while the SOM (except Tongzi), AP, and exchangeable calcium contents of healthy soils were significantly higher than those of diseased soils. There were no significant differences in effective phosphorus (AP) and exchangeable magnesium (except Tianzhu) between two soils. Overall, soil pH, exchange calcium, AK and SOM were associated with the occurrence of tobacco bacterial wilt, among which high SAN, soil acidity, AK, SOM and low exchange calcium were conducive to the occurrence of tobacco bacterial wilt.

**Key words:** tobacco bacterial wilt; healthy soil; pathogenic soil; soil physicochemical property

烟草作为贵州主要经济作物之一,其生长过程中易受到多种病原菌侵染,尤其是青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)引起的细菌性烟草青枯病是为害烟草健康生产的主要根茎病害之一,该病害主要为害烟株的根、茎、叶部位,严重影响烤烟的产质量<sup>[1-2]</sup>.因其病原菌源种类多、分布广、为害重、防治难,故成为制约烟草产业可持续发展的因素之一<sup>[3]</sup>.近几年,烟草青枯病在贵州省各市(州)的产烟区均有发生,一些烟田青枯病发病率一般在5%~30%,严重的达70%,有的甚至全田绝收.

对土传病害而言,植物的健康来自根的健康,根的健康来自土壤的健康,土壤患病将严重影响植物的健康<sup>[4]</sup>.长期连作的土壤由于病原菌和有毒物质的大量累积以及营养元素的缺失,导致了土壤微生态失衡、营养失衡,加剧土传病害的发生<sup>[5]</sup>.土壤理化性质与植物健康有关,其钙、镁、硼、氮、钾等元素的含量直接或间接影响植物的生长和抗病性<sup>[6-9]</sup>.研究报道,土壤有机质(SOM)、速效磷(AP)、速效钾(AK)、交换性钙镁含量以及土壤pH值与烟草青枯病发生有着密切联系,其中发病土壤的AP, SOC和pH值均低于健康土壤,其中pH值和AP均显著低于健康土壤<sup>[10]</sup>,且随着pH, AK含量的增加,青枯病发病程度降低<sup>[11]</sup>,此外,土壤SOM降低是诱导烟草青枯病发生的因素,偏低会加剧病害的发生<sup>[12-13]</sup>.因此分析土壤理化性质差异显得尤为重要,贵州作为我国蜜甜香型烟区,其发生青枯病的发病土壤与健康土壤的土壤理化性质并未清楚,为进一步阐明贵州主要烟区烟草青枯病与土壤理化性质的关系,分别对贵州省遵义市、铜仁市、安顺市、黔东南州和黔南州5个主要产烟区进行土壤理化性质分析,本研究有助于为贵州蜜甜香型烟区土壤改良提供数据支撑.

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与地点

土壤样品在贵州省遵义市(桐梓县九坝镇)、铜仁市(思南县张家寨镇)、安顺市(紫云县猫营镇)、黔东南州(天柱县社学乡)和黔南州(翁安天文镇)5个发生青枯病害的烟草种植区进行随机取样,不同取样地区的基本信息如表1.

表1 取样信息

取样地区	海拔/m	经度/N	纬度/E
桐梓九坝镇	1310~1313	28°23'49"—28°23'36"	107°72'36"—107°72'72"
思南张家寨镇	1113~1124	27°97'65"—27°97'61"	108°13'41"—108°13'34"
天柱社学乡	572~600	26°59'02"—26°58'32"	109°16'11"—109°16'19"
瓮安天文镇	911~925	27°26'98"—27°26'79"	107°46'14"—107°47'17"
紫云猫营镇	1646~1650	25°96'02"—25°96'14"	106°08'84"—106°08'91"

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 试验取样方法

在 2022 年 7—8 月烤烟打顶后第 5~10 d, 选取相邻的青枯病发病区域(发病土壤)和未发病区域(健康土壤), 采用“五点取样法”进行取样. 取样过程中, 需要除去根表面 0~3 cm 的表面土壤和周围杂质, 然后取 3~20 cm 的烟株根围土壤装入自封袋, 做好标记, 每个地区采集青枯病健康土壤样品 3 个(每个样品由 5 个取样点组成), 发病土壤样品 3 个, 共采集 30 个样品.

### 1.2.2 样品处理土壤

采集的土壤置于西南大学天然产物农药研究室进行自然风干, 风干后进行研磨, 去除石头、植物残体和塑料等杂质, 过 0.25 mm 和 1 mm 筛孔, 并分别保留 0.5~1 kg 的过筛土壤样品, 室温保存.

### 1.2.3 土壤理化性质测定方法

土壤样品检测方法参考国家标准和行业标准进行土壤理化性质测定, 土壤 pH 值采用电位法; 有机质采用重铬酸钾( $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )容量法; 速效氮(AN)采用碱解扩散法; 有效磷(AP)采用  $\text{NaHCO}_3$  浸提-钼锑抗比色法; 速效钾(AK)采用  $\text{NH}_4\text{OAc}$  浸提-ASS 法; 交换性钙镁采用原子吸收分光光度法.

## 1.3 数据分析

运用 Excel 2016、DPS 和 SPSS 23.0 进行处理和方差分析, 运用 GraphPad Prism 8 软件进行绘图.

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤 pH 值

由图 1 可知, 天柱、桐梓、思南、瓮安和紫云健康土壤的 pH 值分别为 4.60, 6.01, 6.37, 7.05 和 5.53, 而发病土壤 pH 值分别为 4.50, 5.82, 6.06, 6.61 和 4.57. 其中, 瓮安和紫云的发病土壤和健康土壤之间的 pH 值差异有统计学意义( $p < 0.05$ ), 而天柱、桐梓和思南的发病土壤和健康土壤之间 pH 值差异无统计学意义. 在采集土样中, 天柱与紫云土壤酸性最强, 其次为桐梓、思南, 而瓮安健康土壤为中性, 发病土壤呈弱酸性, 但总的趋势是健康土壤 pH 值大于发病土壤的 pH 值.

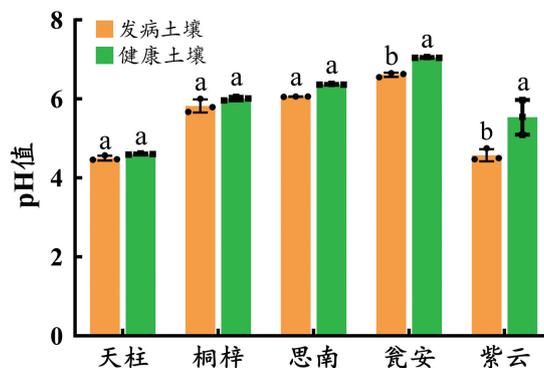


图 1 贵州烟区健康土壤与发病土壤 pH 的差异

## 2.2 土壤有机质

土壤有机质(SOM)质量分数高低直接影响土壤理化性质和肥力水平,进而影响烟草的生长发育以及产量和品质.由图2可知,天柱、桐梓、思南、瓮安和紫云健康土壤的SOM质量分数高于发病土壤,除桐梓外,其他几个地区的健康土壤与发病土壤之间的SOM质量分数差异有统计学意义.

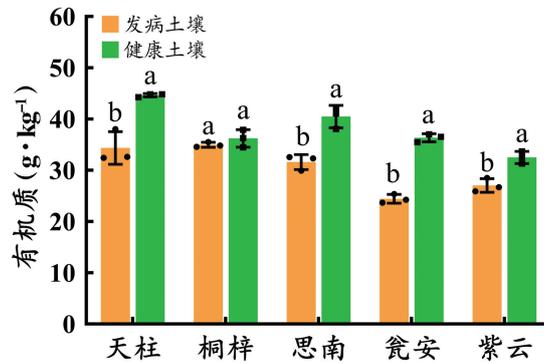


图2 贵州烟区健康土壤与发病土壤有机质的差异

## 2.3 土壤速效钾

由图3可知,天柱、桐梓、思南、瓮安和紫云健康土壤的速效钾(AK)质量分数高于发病土壤,且天柱、桐梓、思南、瓮安和紫云的健康土壤和发病土壤之间速效钾质量分数差异有统计学意义.

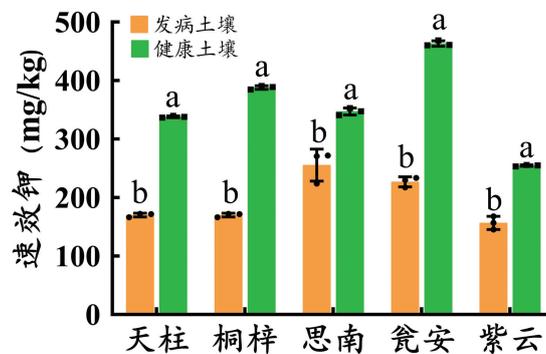


图3 贵州烟区健康土壤与发病土壤速效钾的差异

## 2.4 土壤碱解氮

由图4可知,天柱、桐梓、思南、瓮安和紫云健康土壤的碱解氮质量分数分别为218.75 mg/kg, 194.65 mg/kg, 181.90 mg/kg, 177.10 mg/kg 和 159.28 mg/kg, 而发病土壤中碱解氮质量分数分别为 288.87 mg/kg, 277.83 mg/kg, 160.56 mg/kg, 235.22 mg/kg 和 177.84 mg/kg. 除思南外,其他几个地区健康土壤的碱解氮质量分数均小于发病土壤中的碱解氮质量分数,其中天柱、桐梓和瓮安的健康土壤和发病土壤之间碱解氮质量分数差异有统计学意义,而思南和紫云的发病土壤与健康土壤之间差异无统计学意义.

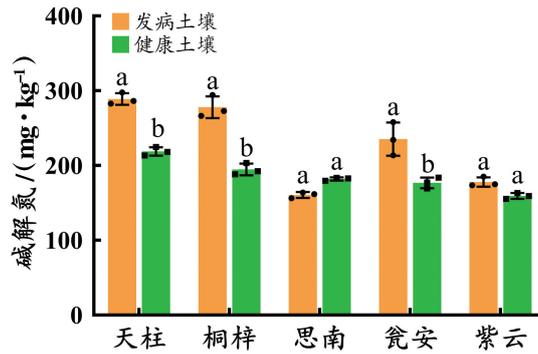


图 4 贵州烟区健康土壤与发病土壤碱解氮的差异

## 2.5 土壤有效磷

由图 5 可知,天柱、桐梓、思南、瓮安和紫云的健康土壤和发病土壤中 AP 质量分数相当,差异均无统计学意义。

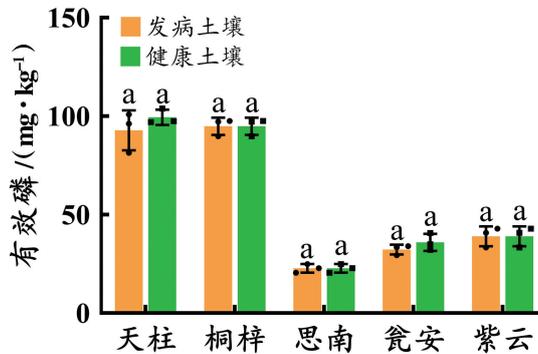


图 5 贵州烟区健康土壤与发病土壤有效磷的差异

## 2.6 土壤交换钙、镁

由图 6 可知,天柱、桐梓、思南、瓮安和紫云健康土壤的交换性钙分别为 2.27 g/kg, 2.29 g/kg, 1.62 g/kg, 1.33 g/kg 和 1.55 g/kg, 而发病土壤中交换性钙为 1.44 g/kg, 1.32 g/kg, 1.11 g/kg, 0.80 和 1.00 g/kg; 由图 7 可知天柱、桐梓、思南、瓮安和紫云健康土壤的交换性镁分别为 0.65 g/kg, 0.41 g/kg, 0.32 g/kg, 0.27 g/kg 和 0.24 g/kg, 而发病土壤中交换性镁为 0.44 g/kg, 0.37 g/kg, 0.26 g/kg, 0.22 g/kg 和 0.17 g/kg. 天柱、桐梓、思南、瓮安和紫云健康土壤的交换性钙镁质量分数均高于发病土壤的交换性钙镁质量分数, 其中天柱、桐梓、思南、瓮安和紫云的健康土壤和发病土壤之间的交换性钙差异均有统计学意义, 但除天柱县的健康土壤和发病土壤之间的交换性镁质量分数差异有统计学意义外, 桐梓、思南、瓮安和紫云的健康土壤和发病土壤之间的交换性镁质量分数差异均无统计学意义。

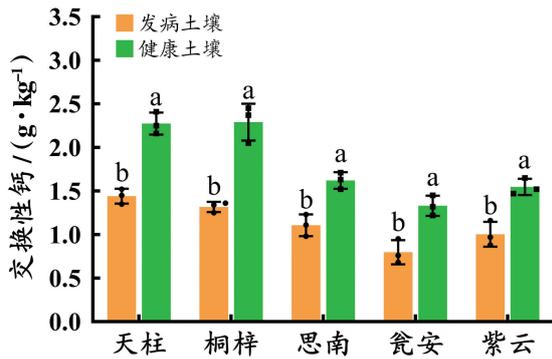


图6 贵州烟区健康土壤与发病土壤交换性钙的差异

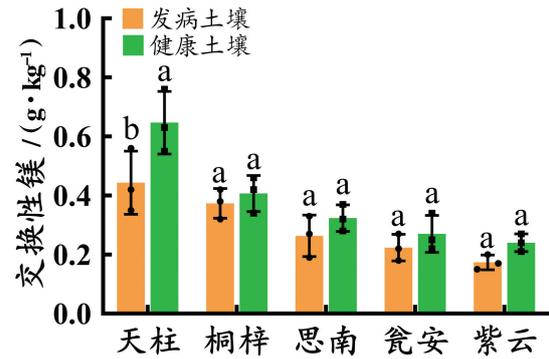


图7 贵州烟区健康土壤与发病土壤交换性镁的差异

### 3 结论与讨论

烟草青枯病害不仅与烟草品种的抗性、气候条件等因子有关,还与土壤理化性质有关. 植烟土壤的 pH 值在 4.5, 5.0 和 5.5 时有利于青枯病的发生<sup>[14]</sup>, 天柱和紫云的发病土壤 pH 值为酸性土壤, 且所选土壤试样中, 发病土壤的 pH 值均低于健康土壤的 pH 值, 故在偏酸性土壤条件下更有利于青枯菌的生长, 从而提高了烟草青枯病的发病率. 土壤有机质(SOM)是土壤最重要的组成部分, 是决定土壤生产力最重要的成分, 它可以反映土壤抵抗干扰和恢复原来水平的能力<sup>[15]</sup>, 褚德朋等<sup>[15]</sup>通过施用海藻多糖降低了青枯病的发生, 其原理是海藻多糖提高了土壤的 SOM 质量分数和 pH 值, 进而延缓了青枯病的发生, 这结果也说明了土壤 SOM 的质量分数是青枯病发生的非生物因子之一. 本试验研究结果也发现了健康土壤的 SOM 质量分数均高于发病土壤的 SOM 质量分数, 这表明土壤 SOM 与烟草青枯病的发生有直接的联系, 且其质量分数越低, 越有利于烟草青枯病的发生. 速效钾(AK)可直接被烟草吸收, 同时钾是植物生长代谢中必不可少的元素, 钾是烟草代谢过程中多种酶的催化剂, 对烟株光合作用、蛋白质的合成、抗病性和抗逆能力均有重要影响<sup>[16]</sup>, 本研究发现健康土壤与发病土壤的 AK 质量分数差异有统计学意义, 且健康土壤 AK 质量分数高于发病土壤, 说明 AK 质量分数处于较高状态时, 烟草青枯病的发病率较低. 此外, 本试验研究还发现多个烟区样本中的健康土壤碱解氮质量分数低于发病土壤的碱解氮质量分数, 故烟草青枯病的发病率还与碱解氮质量分数有关, 且土壤碱解氮质量分数越高, 青枯病发病概率越大, 与前人研究成果有所不同<sup>[17]</sup>. 在烟区样本有效磷(AP)质量分数的检测中发现健康土壤和发病土壤中 AP 的质量分数不存在差异, 对青枯病的发生不存在明显影响. 土壤中交换性钙、镁是烟叶中钙、镁的重要来源, 在烟草生育过程中, 钙在协调和平衡烤烟对各种矿质营养吸收方面起着重要作用, 镁是烟草进行光合作用的必需元素<sup>[18]</sup>. 研究表明, 木麻黄青枯病发病土壤的交换性钙、交换性镁含量均低于健康土壤, 与本试验结果相同<sup>[19]</sup>.

整体而言, 本试验研究结果显示, 贵州部分烟区烟草青枯病发生与该地区的土壤 pH 值、SOM、AK、碱解氮和交换性钙镁有关, 其中土壤偏酸, SOM、AK、交换性钙镁质量分数偏低和碱解氮质量分数偏高均有利于青枯病的发生. 为此, 开展土壤调酸, 增施有机肥, 优化土壤环境等工作有利于该地区烟草青枯病的绿色防控, 更有利于开展土壤保育工作.

#### 参考文献:

- [1] 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.

- [2] 祖庆学, 聂忠扬, 林松, 等. 新形势下烟草青枯病发生特点与防治技术措施 [J]. 植物医学, 2022, 1(1): 90-96.
- [3] 王焱, 黄纯杨, 杨亮, 等. 烟草青枯病复配增效药剂筛选及田间防效 [J]. 农药, 2022, 61(10): 776-780.
- [4] 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.
- [5] 李石力. 有机酸类根系分泌物影响烟草青枯病发生的机制研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2017.
- [6] 于威, 依艳丽, 杨蕾. 土壤中钙、氮含量对番茄枯萎病抗性的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2016(1): 134-140.
- [7] 薛欣欣, 吴小平, 王文斌, 等. 植物-土壤系统中钾镁营养及其交互作用研究进展 [J]. 土壤, 2019, 51(1): 1-10.
- [8] 田甜. 硅缓解水稻硼胁迫的效应及其土壤化学机制 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2022.
- [9] 尚双华. 设施土壤氮素积累条件下番茄枯萎病发生的微生态机制研究 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2016.
- [10] 樊俊, 谭军, 王瑞, 等. 烟草青枯病发病土壤理化性状及细菌群落结构分析 [J]. 中国烟草科学, 2021, 42(6): 15-21.
- [11] 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.
- [12] 陈海念. 植烟土壤土传病害区土壤微生物生态特征变化及其影响因素分析 [D]. 贵阳: 贵州大学, 2020.
- [13] 姬佳旗. 牡蛎壳粉调节土壤 pH 及控制烟草青枯病的效果研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2020.
- [14] 龚杰, 陈瑜欣, 付小秋, 等. 土壤酸化改良剂对烟株农艺性状、土壤 pH 值及青枯病发生的影响 [J]. 植物医生, 2021, 34(1): 35-40.
- [15] 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.
- [16] 祝金兰, 罗艳. 植烟地土壤理化性质和烟草病害发生相关性研究 [J]. 种子科技, 2019, 37(15): 13, 15.
- [17] 庞凤, 陶晓秋, 张英, 等. 会理县新植烟区土壤速效钾含量空间变异特征及其影响因子 [J]. 中国烟草科学, 2012, 33(1): 32-36, 42.
- [18] 万川, 蒋珍茂, 赵秀兰, 等. 深翻和施用土壤改良剂对烟草青枯病发生的影响 [J]. 烟草科技, 2015, 48(2): 11-15, 26.
- [19] 刘坤, 周冀衡, 李强, 等. 植烟土壤交换性钙镁含量及对烟叶钙镁含量的影响 [J]. 西南农业学报, 2017, 30(9): 2065-2070.

责任编辑 王新娟