

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2021.01.007

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^①

龚 杰¹, 陈瑜欣², 付小秋², 江其朋¹,
皮 静¹, 谭 茜¹, 丁 伟¹

1. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;

2. 重庆市烟草公司 彭水分公司, 重庆 彭水 409699

摘 要: 由于长期连作障碍、不合理连续施用化肥等因素, 植烟土壤存在酸化等问题, 导致烟草青枯病等愈发严重. 土壤酸化改良剂可以改善土壤酸化状况, 同时还具有改善土壤物理结构、提高养分利用率、增强土壤酸碱缓冲能力等多项作用. 本研究选取 3 种土壤酸化改良剂, 用起垄条施的方式, 以长期植烟酸化烟田为研究对象, 评估不同处理对土壤 pH 值调节、烟草生长及青枯病发生的影响. 结果表明, 草木灰粉剂、草木灰颗粒剂处理对烟株生长有一定的促进作用; 草木灰粉剂、草木灰颗粒剂和牡蛎壳粉处理后 20 d, 三者土壤 pH 值分别较空白对照提高了 0.40、0.63 和 0.40, 草木灰颗粒剂对酸化土壤的改良效果最好; 处理后 60 d, 三者土壤 pH 值分别较空白对照提高了 0.42、0.30 和 0.08, 草木灰粉剂对酸化土壤的改良效果最好; 基于烟草青枯病的病情指数 AUDPC 计算, 从小到大依次为草木灰粉剂、草木灰颗粒剂、牡蛎壳粉、空白对照, 草木灰粉剂和草木灰颗粒剂处理对烟草青枯病整个时期的防控效果分别为 69.35% 和 28.43%. 结合调酸效果、农艺性状和对青枯病的防效等指标综合分析, 土壤酸化改良剂草木灰粉剂起垄条施的效果最优, 可为今后在酸化烟田大面积运用调酸技术防控烟草青枯病提供理论基础和技术支撑.

关键词: 土壤酸化改良剂; 草木灰; pH 值; 烟草青枯病; 农艺性状

中图分类号: S435.72

文献标志码: A

文章编号: 1007-1067(2021)01-0035-06

烟草青枯病是由青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)侵染引起的一种土传细菌性维管束病害^[1]. 烟草青枯病在我国各烟叶主产区均有分布, 成为严重制约烟草产量的最具威胁和毁灭性的病害之一. 目前烟区由于长期连作障碍、连续不合理施用化肥和优质有机肥施用不足, 使植烟土壤存在日益酸化、有机质活性低等问题, 导致烟草青枯病等根茎类病害愈发严重^[2-6]. 植烟土壤酸化后, 会造成土壤中 P, K, Ca, Mg 等营养元素流失, 引起作物出现缺素症状, 也会对烟草产生一定的抑制生长等负面影响. 此外, 土壤酸化会破坏土壤有益菌群, 改变土壤的微生态环境, 致使作物土传病害加重, 严重威胁作物产质量和农业可持续发展. Li 等^[7]研究表明, 青枯病在 pH 值为 4.5, 5.0 和 5.5 的酸性条件下发生更快、更严重, 土壤酸化可引起青枯病的暴发; 汪汉成等^[8]研究发现, pH 值是影响青枯雷尔氏菌致病的主要因素之一; 沈桂花等^[9]研究发现, 植烟土壤 pH 值是影响微生物的代谢活性和群落多样性的因素之一, 同时烟草青枯病发病率显著受

① 收稿日期: 2021-01-05

基金项目: 中国烟草总公司重庆市公司烟草科学研究所技术创新项目(201950000024355).

作者简介: 龚 杰, 硕士研究生, 主要从事植物微生态过程与调控研究. E-mail: 146753622@qq.com

通信作者: 丁 伟, 教授, 主要从事天然产物农药、植物与有害生物互作研究. E-mail: dingw@swu.edu.cn

到根际土壤微生物代谢多样性的影响. 郑世燕等^[10]研究发现土壤酸化会抑制烟草对营养元素的吸收, 导致烟株抗病性减弱, 从而引发青枯病的发生或加重.

土壤改良剂是用于改善土壤的物理、化学和生物性状的物料, 具有改善土壤理化性状、改变土壤微生态等诸多优点^[11]. 土壤改良剂有很多种分类方法, 一般我们把针对酸化土壤改良的物料称为土壤酸化改良剂或土壤调酸剂, 同时还具有改善土壤理化性质等其他的功能或作用^[12]. 按照土壤改良剂的原料来源分类, 草木灰和牡蛎壳粉都是天然的土壤改良剂. 草木灰^[13]是由植物秸秆、柴草、枯枝、落叶等经过燃烧后的残留物, 以含钾为主, 也含有较多的钙和磷, 还含有镁、硫、硼、锌、钼、铜等微量元素. 草木灰作为碱性肥料, 在酸性土壤上施用, 不仅可以调节土壤酸碱度, 降低土壤中活性铁、铝的含量, 促进磷的释放, 还具有改善土壤物理结构、提高养分利用率、增强土壤酸碱缓冲能力等一项或多项作用, 为作物的生长和微生物的活动创造良好的环境条件.

综合来看, 植烟酸化土壤可以加速烟草青枯病的暴发, 而通过使用土壤酸化改良剂提高土壤的 pH 值是有效防控烟草青枯病的前提和基础. 为探究酸化改良剂草木灰对植烟酸化土壤改良及防控烟草青枯病的效果, 本研究以长期植烟酸化烟田为研究对象, 评估草木灰起垄条施对土壤 pH 值调节、烟草生长及青枯病发生的影响, 以期能为土壤调酸防控青枯病技术的应用提供理论依据和应用技术参考.

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基地单元, 海拔 1 200 m, 北纬 29°8′11″, 东经 107°56′31″; 烟草种植密度为行距 115 cm、株距 55~60 cm, 平均每 667 m² 为 1 100 株左右. 试验所用烟苗采用漂浮育苗, 试验区均按相关技术标准进行大田管理. 移栽时间为 2019 年 5 月 5 日, 7 月 11 日中心花开放时打顶, 用 12.5% 氟节胺乳油控制腋芽, 8 月 5 日第 1 次采收.

1.2 试验材料

1.2.1 土壤酸化改良剂:

- (1) 草木灰粉剂(安徽国祯生态科技有限公司);
- (2) 草木灰颗粒剂(安徽国祯生态科技有限公司);
- (3) 牡蛎壳粉(对照调酸产品, 河北省渤海新区海兴海之源饲料有限公司).

1.2.2 供试烟草品种: 云烟 87.

1.3 试验设计

试验设置 4 个处理, 每处理设置 3 个重复(小区), 共计 12 小区, 每个小区 90 株烟. 试验处理和药剂用量如表 1 所示.

表 1 不同土壤酸化改良剂施用量的具体试验处理措施

处理	土壤酸化改良剂	每 667 m ² 用量及施用方式
1	草木灰粉剂	100 kg, 起垄条施
2	草木灰颗粒剂	100 kg, 起垄条施
3	牡蛎壳粉	100 kg, 起垄条施
4	空白对照	不调酸, 常规处理

1.4 调查内容和方法

1.4.1 烟株农艺性状调查

各处理选择有代表性的 20 株烟株挂牌标记, 按《烟草农艺性状调查方法》(YC/T 142—1998)标准, 在

打顶期测定烟株的有效叶片数、最大叶片长、最大叶片宽、株高、茎围等农艺性状。

1.4.2 烟草病害调查

烟草病害发生情况按《烟草病虫害分级及调查方法》(GB/23222—2008)国家标准调查。结合当地的病害发生特点,主要对青枯病进行系统调查,调查计算每个小区 90 株的发病率及病情指数。根据青枯病的发生情况,在发病初期开始调查,每隔 7 d 调查 1 次,连续调查 9 次。

$$\text{发病率} = \frac{\text{发病株数}}{\text{调查总株数}} \times 100\%$$
 (1)

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{发病株数} \times \text{该病级代表值})}{\text{调查总株数} \times \text{最高级代表值}} \times 100$$
 (2)

$$\text{病情进展曲线下面积(AUDPC)} = \sum[(x_i + x_{i-1})/2](t_i - t_{i-1})$$
 (3)

$$\text{防治效果} = \frac{\text{对照的病情指数 AUDPC} - \text{处理的病情指数 AUDPC}}{\text{对照的病情指数 AUDPC}} \times 100\%$$
 (4)

公式(3)中, x_i 和 x_{i-1} 表示前后两次调查的病情指数, t_i 和 t_{i-1} 表示前后两次调查的时间间隔。

1.4.3 土壤 pH 值检测

调酸处理后 20 d 和 60 d,分别采集土壤样品。要求每个重复取样 3 袋,按照“随机、等量、多点混合”的原则,使用“S”形布点采样,取烟草根际周围 10 cm 内土样,每 5 个点采样后混匀装袋封口并记录采集信息,采集完毕要在 48 h 内进行预处理并保存。利用电极法测定土样的 pH 值(水土比 2.5 : 1)。

1.5 数据处理

用 Excel 和 SPSS 23.0 进行相关试验数据处理与统计分析。采用 Oringin 2017 和 Photoshop 进行图形绘制。

2 结果与分析

2.1 3 种土壤酸化改良剂对烟草农艺性状的影响

试验对调酸试验区打顶期的烟株农艺性质进行测定,结果表明,草木灰粉剂、草木灰颗粒剂处理对烟株生长有一定的促进作用。其中,草木灰粉剂和颗粒剂处理的茎围均显著高于空白对照,分别提高茎围 0.25 cm 和 0.61 cm;草木灰颗粒剂处理后烟株有效叶片数要显著高出空白对照 1.26 片,调酸处理其他农艺性状与空白对照差异均未到达显著性水平(表 2)。

表 2 不同土壤酸化改良剂对烟株农艺性状的影响

处理	有效叶片数/片	株高/cm	最大叶宽/cm	最大叶长/cm	茎围/cm
草木灰粉剂	15.9±0.23a	99.1±1.79a	28.17±0.79a	65.22±1.39a	7.58±0.16ab
草木灰颗粒剂	17.09±0.44b	99.5±1.89a	26.8±0.82a	64.31±1.35a	7.94±0.177b
牡蛎壳粉	16.83±0.17ab	102.17±2.46a	27.68±0.76a	62.34±0.93a	7.71±0.141ab
空白对照	15.83±0.37a	96.78±1.17a	26.56±0.23a	61.93±0.78a	7.33±0.16a

注:表中数据为均值±标准误,同列数据后不同小写字母表示差异在 5%水平有统计学意义。

2.2 3 种土壤酸化改良剂对植烟酸化土壤 pH 值的影响

田间调酸处理后 20 d 和 60 d 对土壤 pH 值的检测,结果显示,调酸后 20 d,草木灰粉剂、草木灰颗粒剂和牡蛎壳粉调酸处理后土壤 pH 值整体高于空白对照。空白对照土壤 pH 值均值为 5.40,草木灰粉剂、草木灰颗粒剂和牡蛎壳粉调酸处理后土壤 pH 值均值分别为 5.80, 6.03 和 5.80;3 种处理的土壤 pH 值分别较空白对照提高了 0.40, 0.63 和 0.40,以草木灰颗粒剂对酸化土壤的改良效果最好,其次是草木灰粉剂和

牡蛎壳粉. 调酸后 60 d, 草木灰粉剂、草木灰颗粒剂调酸处理后土壤 pH 值整体高于空白对照. 空白对照土壤 pH 值均值为 5.60, 草木灰粉剂、草木灰颗粒剂和牡蛎壳粉调酸处理后土壤 pH 值分别为 6.02, 5.90 和 5.68, 3 种处理的土壤 pH 值分别较空白对照提高了 0.42, 0.30 和 0.08, 草木灰粉剂对酸化土壤的改良效果最好, 其次是草木灰颗粒剂和牡蛎壳粉. 综合土壤酸化改良剂的持效期分析, 草木灰粉剂起垄条施处理后 60 d 内土壤 pH 值能有效提高约 0.4, 调酸效果优于草木灰颗粒剂和牡蛎壳粉(图 1、图 2).

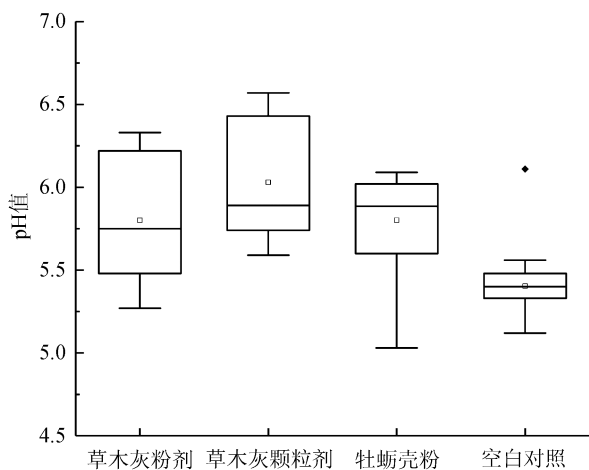


图 1 不同土壤酸化改良剂处理 20 d 对土壤酸度的影响

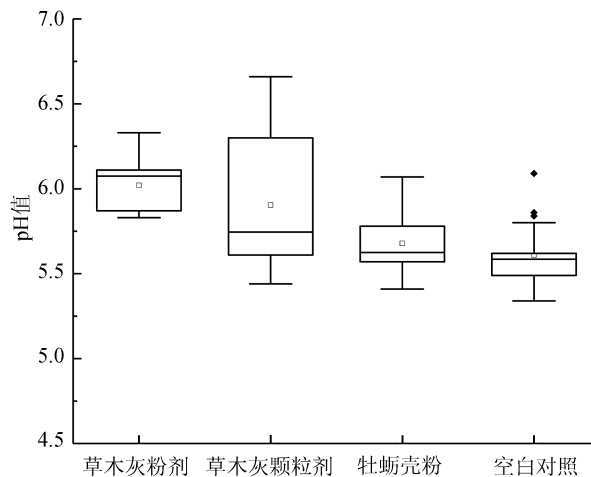


图 2 不同土壤酸化改良剂处理 60 d 对土壤酸度的影响

2.3 3 种土壤酸化改良剂对烟草青枯病发生的影响

自 6 月 23 日田间出现较为明显青枯病发病症状开始, 每隔 6~7 d 对不同调酸材料处理小区进行烟草青枯病发病率和病情指数调查. 结果表明, 烟草青枯病发生程度从小到大依次为: 草木灰粉剂、草木灰颗粒剂、牡蛎壳粉、空白对照. 病害发生后期(8 月 12 日), 草木灰粉剂、草木灰颗粒剂和牡蛎壳粉对烟草青枯病的防控效果分别为 65.63%, 30.03% 和 13.89%(图 3、图 4). 各处理基于烟草青枯病病情指数的病情进展曲线下面积(AUDPC)如图 5 所示, AUDPC 从小到大依次为: 草木灰粉剂、草木灰颗粒剂、牡蛎壳粉、空白对照, 草木灰粉剂和草木灰颗粒剂处理对烟草青枯病的防效分别为 69.35% 和 28.43%, 具有较好的防控效果.

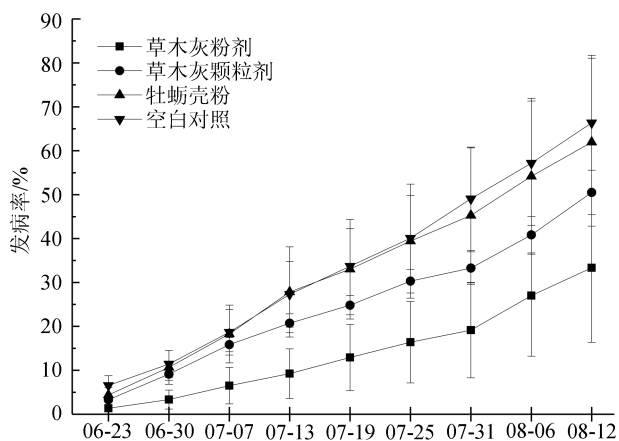


图 3 不同土壤酸化改良剂处理对青枯病发病率的影响

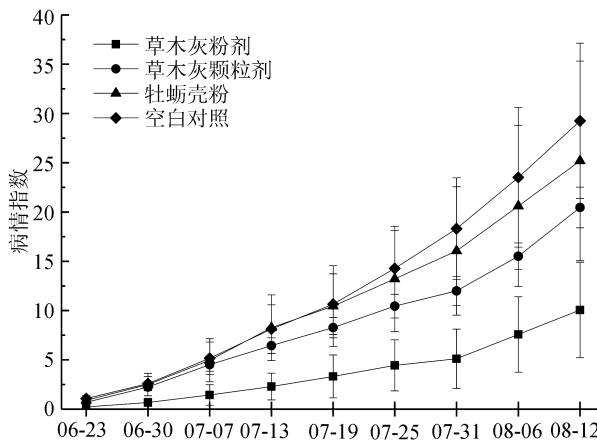


图 4 不同土壤酸化改良剂处理对青枯病病情指数的影响

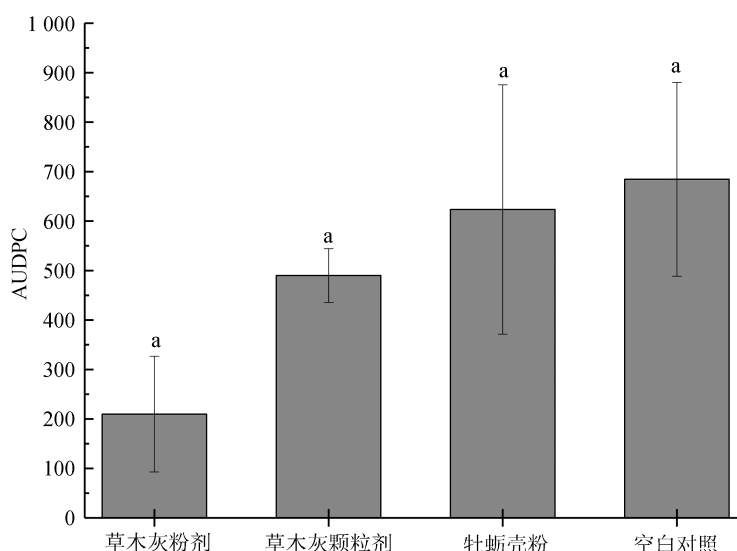


图 5 不同土壤酸化改良剂处理烟草青枯病 AUDPC 的影响

3 结论与讨论

3.1 结论

试验结果表明,草木灰粉剂、草木灰颗粒剂处理均对烟株生长有一定的促进作用;3 种土壤酸化改良剂处理后 20 d,草木灰颗粒剂对酸化土壤的改良效果最好,其次是草木灰粉剂和牡蛎壳粉;处理后 60 d,3 种处理的土壤 pH 值分别较空白对照提高了 0.42,0.30 和 0.08,以草木灰粉剂对酸化土壤的改良效果最好;草木灰粉剂和草木灰颗粒剂处理对烟草青枯病整个时期的防控效果分别为 69.35%和 28.43%,以草木灰粉剂处理的防治效果最优.结合调酸效果、农艺性状和对青枯病的防效等指标综合分析,草木灰粉剂在移栽前起垄条施的效果最优.

3.2 讨论

由于连作障碍,化肥的不合理使用等因素,土壤酸化等问题日益严重.通过合理的土壤改良措施,改善土壤的理化性质,调节土壤酸碱度的生态防治措施已逐渐引起人们的高度重视^[14].从改良烟株根际土壤出发,改善土壤营养、土壤酸碱度、微生态环境,从而达到防控连作烟田青枯病的目的,这一理念源于植物的保健栽培,从烟草本身的健康维护出发,而不是单纯依赖于化学药剂控制,这是现代植保技术的新发展.

已有研究证实^[10, 15],土壤酸化改良剂通过改变植烟土壤理化性质,促进烟草生长,并改变植烟土壤中有益微生物群的繁殖来抑制病原菌的增长,增加土壤微生物代谢多样性,进而提高土壤微生态环境的稳定性,对烟草青枯病起到较好的防控效果.本研究也充分证实,在酸性植烟土壤上施用草木灰等土壤改良剂,能起到调节土壤酸碱度的作用,对烟草青枯病有一定的控制作用.因此,在防控青枯病时要采取综合措施,特别注意对酸化土壤的修复,维护植物健康的根际微生态环境,保证烟株营养平衡,才能有效控制烟草青枯病发生.

参考文献:

- [1] 霍沁建,张 深,王若焱.烟草青枯病研究进展[J].中国农学通报,2007,23(8):364-368.
- [2] 刘添毅,黄一兰,王雪仁,等.烟区土壤改良技术措施研究[J].中国烟草科学,2006,27(3):10-15.
- [3] 魏国胜,周 恒,朱 杰,等.土壤 pH 值对烟草根茎部病害的影响[J].江苏农业科学,2011(1):140-143.
- [4] 李春英,刘添毅,刘奕平,等.酸性植烟土壤施用石灰的后效探讨[J].烟草科技,2001(7):38-41.
- [5] 李志宏,徐爱国,龙怀玉,等.中国植烟土壤肥力状况及其与美国优质烟区比较[J].中国农业科学,2004,37(增刊):36-42.
- [6] 万海涛,刘国顺,田晶晶,等.生物炭改土对植烟土壤理化性状动态变化的影响[J].山东农业科学,2014(4):72-76.
- [7] LI S, LIU Y, WANG J, et al. Soil Acidification Aggravates the Occurrence of Bacterial Wilt in South China [J]. Fron-

- tiers in Microbiology, 2017, 8: 703.
- [8] 汪汉成, 余 婧, 蔡刘体, 等. 温度、湿度、接菌量及 pH 对烟草青枯病菌致病力的影响 [J]. 中国烟草科学, 2017, 38(5): 8-12.
- [9] 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.
- [10] 郑世燕, 陈弟军, 丁 伟, 等. 烟草青枯病发病烟株根际土壤营养状况分析 [J]. 中国烟草学报, 2014(4): 57-64.
- [11] 孙蓓锋, 王 旭. 土壤调理剂的研究和应用进展 [J]. 中国土壤与肥料, 2013(1): 1-7.
- [12] DANIEL H, LOUIS D, JEAN-DAVID M, et al. Soil and Tree-Ring Chemistry Response to Liming in a Sugar Maple Stand[J]. Journal of Environment Quality, 2002, 31(6): 1993-2000.
- [13] 宁德彦, 秦绍文. 浅谈草木灰的主要用途 [J]. 农业开发与装备, 2013(11): 95.
- [14] 李洪连, 黄俊丽, 袁红霞. 有机改良剂在防治植物土传病害中的应用 [J]. 植物病理学报, 2002, 32(4): 289-295.
- [15] 施河丽, 向必坤, 彭五星, 等. 调节植烟土壤酸度防控烤烟青枯病 [J]. 中国烟草学报, 2015, 21(6): 50-53.

Effects of 3 Soil Acidification Amendment Agents on Agronomic Characters of Tobacco Plants, pH of Acidic Soil and Occurrence of Bacterial Wilt

GONG Jie¹, CHEN Yu-xin², FU Xiao-qiu²,
JIANG Qi-peng¹, PI Jing¹, TAN Xi¹, DING Wei¹

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

2. Pengshui Branch of Chongqing Tobacco Company, Pengshui Chongqing 409699, China

Abstract: Due to long-term continuous cropping obstacles and unreasonable continuous application of chemical fertilizers and other factors, the acidification of tobacco-growing soil has caused tobacco bacterial wilt to become more serious. As a soil acidification amendment agent, plant ash can alleviate soil acidification. It also has many functions such as improving soil physical structure, increasing nutrient utilization, and enhancing soil acid-base buffering capacity. In this study, the method of ridging and split application of plant ash was selected, and a long-term acidification tobacco field was used as the research object to evaluate the effects of different treatments on soil pH adjustment, tobacco growth and bacterial wilt. The results showed that the treatments of plant ash powder, plant ash granules and oyster shell powder all had a certain promotion effect on tobacco plants; that 20 days after the treatment with plant ash powder, plant ash granules and oyster shell powder, soil pH increased by 0.40, 0.63 and 0.40, respectively, compared with that in the blank control, and plant ash granules had the best improvement effect on acidified soil; and that 60 days after treatment, soil pH was increased by 0.42, 0.30 and 0.08, respectively. Plant ash powder had the best improvement effect on acidified soil. Calculation based on the disease index AUDPC of tobacco bacterial wilt indicated that AUDPC plant ash powder < AUDPC plant ash granules < AUDPC oyster shell powder < AUDPC blank control, and that the control effect of plant ash powder and plant ash granules on tobacco bacterial wilt was 69.35% and 28.43%, respectively. A comprehensive analysis combining such indicators as the effect of acid adjustment, agronomic characters and the control effect on bacterial wilt showed that ridging in combination of strip application of plant ash as the soil acidification modifier had the best effect, which can provide a theoretical basis and technical support for future use of acid regulation technology in a large area of acidified tobacco fields to prevent and control tobacco bacterial wilt.

Key words: soil acidification amendment agent; plant ash; soil pH; tobacco bacterial wilt; agronomic character