

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.03.015

土壤调理剂对木耳菜产量及酸化土壤改良的作用

王鑫¹, 陈佳¹, 常义¹, 刘星¹,
周士涛¹, 陈海燕²

1. 重庆市九龙坡区农业农村委员会, 重庆 400051;

2. 重庆环科源博达环保科技有限公司, 重庆 401120

摘要: 蔬菜是重要的经济作物, 许多种植户为追求片面的高产量、高收益, 连续多年种植蔬菜、偏施重施化肥, 导致土壤严重酸化, 产量受到严重影响. 为探讨土壤调理剂对蔬菜产量和酸化土壤改良的影响, 本研究开展了木耳菜产量和土壤性质在常规施肥、常规施肥+天脊土壤调理剂、常规施肥+钙镁磷肥等不同处理的对比试验, 试验结果表明, 天脊土壤调理剂和钙镁磷肥对木耳菜的增产效果分别是 62.6%, 29.7%; 两种调理剂处理后, 叶片中氮磷钾元素都有增加, 增幅在 13.5%~65.5%; 两种调理剂处理后土壤交换酸总量降低幅度达 41.9%和 16.8%, 对土壤交换性阳离子含量和元素含量均具有一定的调节作用. 本研究对土壤调理剂对木耳菜产量和土壤理化性质的影响进行了检测, 以期为蔬菜生产提供参考.

关键词: 木耳菜; 土壤调理剂; 产量; 土壤改良

中图分类号: S165.2

文献标志码: A

文章编号: 2097-1354(2022)03-0107-06

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The Effects of Soil Conditioner on Improvement of Malabar Spinach Yield and Acidified Soil

WANG Xin¹, CHEN Jia¹, CHANG Yi¹, LIU Xing¹,
ZHOU Shitao¹, CHEN Haiyan²

1. Chongqing Jiulongpo District Agriculture and Rural Affairs Commission, Chongqing 400051, China;

2. Chongqing HuankeyuanBoda Environmental Protection Technology Co. Ltd, Chongqing 401120, China

Abstract: Vegetables are important economic crops. Many growers continuously grow vegetables for many years and apply excessive chemical fertilizer to pursue high yield and high income. This planting method led to serious acidification of soil and reduction of vegetable yield. In order

收稿日期: 2022-03-09

作者简介: 王鑫, 农艺师, 博士, 主要从事粮油、蔬菜栽培技术、植保技术和土肥技术推广.

to explore the effects of soil conditioner on improvement of vegetable yield and acidified soil, the field experiments were conducted. The results showed that the yield increasing effect of Tianji soil conditioner and calcium magnesium phosphate fertilizer on malabar spinach were 62.6% and 29.7%, respectively. After treatment with two soil conditioners, nitrogen, phosphorus and potassium in leaves increased by 13.5%~65.5%, and total amount of exchangeable acids in soil decreased by 41.9% and 16.8%, which showed a certain regulation effect on exchangeable cation content and elements contents in soil. This study analyzed the effects of applying soil conditioner on the yield of malabar spinach and soil physical and chemical properties, so as to provide reference for vegetable production.

Key words: malabar spinach; soil conditioner; yield; acidified soil improvement

蔬菜是重要的农作物,是千家万户餐桌上必不可少的食物,可以为人体健康提供多种营养元素.随着中国经济的发展以及人口的增长,我们对蔬菜的需求量逐渐增加,蔬菜种植产生的经济效益也越来越可观.为追求更好的产量和经济产出,许多种植户过度施用化肥农药,造成了严重的面源污染,同时也降低了土壤肥力,导致蔬菜连作的产量不增反减^[1-3],严重制约了蔬菜产业的可持续发展.

叶菜类蔬菜以叶片为主要食用部分,氮元素对叶片的营养生长十分重要,因此农户喜好重施氮肥以获得高产量,但是大量施用氮肥时间越长,土壤的 pH 值下降越严重^[4].大多数蔬菜适宜生长的 pH 值为 5.5~6.5^[5],pH 值太低会影响植物对大量元素的吸收效率,同时易导致土壤板结、保水保肥力差、肥力降低^[6].有研究表明,土壤酸化引起农产品减产、品质下降^[7-8].Li、刘书哲等^[9-10]研究发现,番茄青枯病的发病率与土壤 pH 值呈负相关,pH 值越低,青枯病发病率越高.酸化是因为土壤中钙离子流失,进而导致铅、镉、铬等重金属离子活性提高,容易造成重金属超标^[11].

目前已有成熟的措施和模式用以改良或者调理土壤酸化,研究表明连续两年增施生物炭肥、腐熟猪粪、商品有机肥可以显著提高土壤 pH 值,提高经济作物产量^[12];增施微生物菌剂可缓解土壤的酸化^[13];增施生石灰、氧化钙土壤调理剂、生物有机矿物土壤调理剂等可提高蔬菜产量,降低土壤酸度^[14-17].本研究选择酸化严重(pH 值<5),表现出板结、生苔长霉、作物生长困难的土壤作为试验田块,探索钙镁磷肥和天脊土壤调理剂对叶类蔬菜产量和土壤改良的作用.

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地位于重庆市九龙坡区西彭镇元明村(硕涛蔬菜合作社),试验田块土壤 pH 均值小于 5.

1.2 试验设计与田间管理

1.2.1 处理设计

本试验设 3 个处理,每个处理小区的长宽分别为 35.6 m 和 2.4 m,面积为 85.4 m²,每个处理 3 次重复.处理 1 为常规施肥;处理 2 为天脊土壤调理剂+常规施肥;处理 3 为钙镁磷肥+常规施肥(表 1).

表1 试验方案

处理方法	基肥	追肥
处理1	复合肥 A(常规)	复合肥 B
处理2	复合肥 A + 天脊土壤调理剂	复合肥 B
处理3	复合肥 A + 钙镁磷肥	复合肥 B

1.2.2 供试肥料

本试验所用肥料及调理剂基本信息参考表2。

表2 试验所用肥料和调理剂基本信息

肥料或调理剂	主要指标	生产厂家	每 667 m ² 实物用量/kg	实物用量/ (kg·小区 ⁻¹)
复合肥 A	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (15-4-24)	九禾股份有限公司	59.15	8.35
复合肥 B	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (26-10-16)	九禾股份有限公司	30	3.9
天脊土壤调理剂	CaO≥40%	天脊煤化工集团股份有限公司	200	25.62
钙镁磷肥	P ₂ O ₅ ≥12%	荆门市高园磷肥有限公司	200	25.62

1.2.3 田间管理

2021年2月26日,施基肥,整地翻地;3月10日,播种木耳菜;4月7日,木耳菜苗期追肥;4月29日,木耳菜第一次采收后追肥;5月11日,木耳菜第二次采收后追肥;5月20日,木耳菜第三次采收后追肥,植株和土样采集。

1.3 检测指标

土壤与植株理化性质采用常规方法测定^[18],测定指标包括木耳菜氮含量、磷含量、钾含量、土壤pH值、交换性酸、交换性H⁺、交换性Al³⁺、交换性K⁺、交换性Na⁺、交换性Ca²⁺、交换性Mg²⁺、有效阳离子交换量(ECEC)、盐基饱和度、电导率、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾、有效铁、有效锰、有效铜、有效锌。

具体测试方法为:植株全氮采用H₂SO₄-H₂O₂消煮-开氏定氮法测定;植株全磷采用H₂SO₄-H₂O₂消煮-钒钼黄比色法测定;植株全钾采用H₂SO₄-H₂O₂消煮-火焰光度法测定;土壤pH值采用电位法(土水比为1:2.5)测定;土壤交换性酸(交换性H⁺和交换性Al³⁺)含量采用KCl淋溶-中和滴定法测定;土壤交换性K⁺,Na⁺采用NH₄OAc交换-火焰光度法测定;土壤交换性Ca²⁺,Mg²⁺采用NH₄OAc交换-原子吸收分光光度法(Z-5000,日本日立)测定;土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法-外加热法测定;土壤碱解氮采用碱解扩散法;土壤有效磷测定用NaHCO₃提取-钼锑抗比色法;土壤速效钾采用NH₄OAc提取-火焰光度法测定;土壤有效铁、锰、铜、锌采用0.1 mol/L HCl提取-原子吸收分光光度法(Z-5000,日本日立)测定。

1.4 数据处理与分析

用Excel软件计算各处理的平均值,用RStudio软件Tukcy's HSD检验法进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 土壤调理剂对木耳菜产量的影响

由试验结果可见,与常规施肥相比,增施土壤调理剂对木耳菜有明显增产效果,天脊土壤调理剂增产幅度为62.6%,钙镁磷肥增产幅度为29.7%,与常规施肥的木耳菜产量比较,差异具有统计学意义(表3)。

表 3 不同处理间木耳菜的产量

处理方法	667 m ² 产量/kg	增产/%
处理 1	970a	—
处理 2	1 577b	62.6
处理 3	1 258b	29.7

注: 处理 1 为常规施肥, 处理 2 为天脊土壤调理剂+常规施肥, 处理 3 为钙镁磷肥+常规施肥. 表格中小写字母不同表示组间比较差异具有统计学意义($p < 0.05$).

2.2 土壤调理剂对木耳菜叶片中营养元素的影响

由试验结果可见, 与常规施肥相比, 增施土壤调理剂后叶片中氮磷钾含量有所增加, 其中增施天脊土壤调理剂后氮增加了 13.5%, 但差异无统计学意义; 而磷钾含量增加明显, 分别增加了 65.5%和 40.7%; 增施钙镁磷肥后磷钾含量也显著提高, 分别增加 19.1%和 16.6%, 与常规施肥比较, 差异具有统计学意义(表 4).

表 4 不同处理木耳菜叶片中营养元素的含量

处理方法	含水量(鲜基)/%	全量养分(干基)					
		氮/(g·kg ⁻¹)	增加/%	磷/(g·kg ⁻¹)	增加/%	钾/(g·kg ⁻¹)	增加/%
处理 1	92.55a	38.08a	—	3.77a	—	64.03a	—
处理 2	95.55a	43.24a	13.5	6.24b	65.5	90.07b	40.7
处理 3	94.62a	43.90a	15.3	4.49b	19.1	74.64b	16.6

注: 表格中小写字母不同表示组间比较差异具有统计学意义($p < 0.05$).

2.3 土壤调理剂对种植土壤酸度的调节作用

由试验结果可知, 与常规施肥相比, 增施土壤调理剂后, 土壤 pH 值升高, 天脊土壤调理剂升高 0.3, 差异具有统计学意义, 而钙镁磷肥升高 0.1, 差异无统计学意义. 土壤交换酸总量降低, 两种调理剂分别降低 41.9%和 16.8%. 土壤盐基饱和度与常规施肥比较, 差异无统计学意义. 两种调理剂对土壤阳离子交换性能略有影响, 其中, 天脊土壤调理剂明显影响了 Al³⁺ 交换性能, 钙镁磷肥调理剂显著性影响了 Al³⁺ 和 Mg²⁺ 的交换性能, 与常规施肥比较, 差异具有统计学意义(表 5).

表 5 不同处理种植土壤酸度指标和阳离子交换性能

处理方法	pH 值	盐基饱和度/%	阳离子交换性能/(cmol·kg ⁻¹)							
			酸	H ⁺	Al ³⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	ECEC
处理 1	4a	0.92a	2.91a	0.97a	1.94a	1.94a	0.46a	26.3a	2.78a	34.4a
处理 2	4.3b	0.95a	1.69b	0.97a	0.73b	1.96a	0.5a	27a	2.55a	33.7a
处理 3	4.1a	0.93a	2.42b	1.09a	1.33b	2.12a	0.46a	25.3a	3.43b	33.8a

注: 表格中小写字母不同表示组间比较差异具有统计学意义($p < 0.05$).

2.4 土壤调理剂对种植土壤肥力的影响

由试验结果可见, 与常规施肥比较, 天脊土壤调理剂处理后, 有机质含量明显降低, 与常规施肥处理比较, 差异具有统计学意义, 而钙镁磷肥调理剂对有机质含量没有明显影响, 与常规施肥比较差异无统计学意义. 增施两种土壤调理剂后, 土壤中大部分元素含量下降, 其中氮含量分别下降 15.8%和 17.7%, 铁含量分别下降 21.2%和 9.6%, 铜元素分别下降 13.6%和 8.4%, 与常规施肥处理比较差异具有统计学意义. 但是, 天脊土壤调理剂处理后对有效磷含量无影响, 与常规施肥处理比较差异无统计学意义, 而钙镁磷肥调理剂处理后有效磷含量增加了 15.0%, 与

常规施肥处理比较差异具有统计学意义. 另外, 两种调理剂处理后土壤钾含量略有增加, 但均与常规施肥处理比较差异无统计学意义, 增幅仅为 1.1% 和 4.3% (表 6).

表 6 不同处理种植土壤肥力指标

处理方法	电导率/ ($\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$)	有机质/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有效大量元素/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)			有效微量元素/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)			
			氮	磷	钾	铁	锰	铜	锌
处理 1	591a	31.6a	203a	327a	940a	26.0a	109.2a	0.382a	6.19a
处理 2	650b	29.0b	171b	309a	950a	20.5b	105.9b	0.330b	6.06a
处理 3	572b	31.1a	167b	376b	980a	23.5b	93.9b	0.350b	6.14a

注: 表格中小写字母不同表示组间比较差异具有统计学意义 ($p < 0.05$).

3 小结与讨论

配合施用土壤调理剂, 可以提高黄瓜产量^[17]. 从本试验结果可以看出, 与常规施肥相比, 增施土壤调理剂对木耳菜有增产效果, 其中天脊土壤调理剂增产效果优于钙镁磷肥, 分别是 62.6% 和 29.7%, 表明土壤调理剂具有很好的增产效果. 同时, 增施土壤调理剂后木耳菜叶片中氮磷钾含量均有明显增加, 增幅在 13.5%~65.5%, 其中天脊土壤调理剂磷钾含量增加幅度大于钙镁磷肥, 与增产幅度一致, 表明土壤调理剂促进了氮磷钾元素的吸收利用, 且叶片中磷钾含量与产量初步表现出正相关关系. 增施土壤调理剂提高蔬菜养分积累量, 其原因是调理剂改良土壤结构, 能够促进蔬菜对养分的吸收, 增加养分含量^[16], 大量元素对蔬菜产量至关重要, 养分吸收量增大, 有利于产量提高^[19].

本研究中施用土壤调理剂对土壤酸度有一定的改良效果, 其中天脊土壤调理剂改良效果优于钙镁磷肥, 天脊土壤调理剂使 pH 值升高 0.3, 与常规施肥差异显著性, 钙镁磷肥仅使 pH 值升高 0.1, 未达到显著性差异; 用土壤交换酸总量降低幅度达 41.9% 和 16.8%. 土壤 pH 值仅能表明强度大小不能体现土壤酸的总量有多少, 酸化土壤改良最有效的结果是降低土壤交换酸总量. 本研究中土壤交换性酸总量降低幅度较大, 且降低趋势与 pH 值变化趋势一致, 表明调理剂改良了土壤酸度^[20]. 同时, 木耳菜产量越好, 这与李戎等^[20]在蔬菜上的研究结果一致, 土壤调理剂对土壤酸化具有改良作用, 增施土壤调理剂后土壤 pH 值升高、交换性酸总量降低, 产量增加.

综上所述, 增施土壤调理剂对降低土壤酸度, 改良土壤, 增加木耳菜产量有较大作用, 可以作为叶类菜增产丰收的重要肥料推广, 且天脊土壤调理剂优于钙镁磷肥; 酸化严重的土壤, 可能需要连续多年或多茬施用, 改良和增产才能达到更好效果.

参考文献:

- [1] 黄梓翀, 刘善江, 孙昊, 等. 我国蔬菜肥料利用率现状与提高对策[J]. 蔬菜, 2021(7): 43-50.
- [2] 张福锁, 王激清, 张卫峰, 等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924.
- [3] 孟红旗, 刘景, 徐明岗, 等. 长期施肥下我国典型农田耕层土壤的 pH 演变[J]. 土壤学报, 2013, 50(6): 1109-1116.
- [4] SCHRODER J L, ZHANG H L, GIRMA K, et al. Soil Acidification from Long-Term Use of Nitrogen Fertilizers on Winter Wheat[J]. Soil Science Society of America Journal, 2011, 75(3): 957-964.
- [5] 张琴, 周升春, 朱训永, 等. 设施蔬菜连作障碍原因及防控措施[J]. 农业科技通讯, 2011(1): 158-160.
- [6] 王迪轩, 王佐林. 蔬菜种植基地土壤酸化现象与改良控制措施[J]. 农村实用技术, 2016(12): 35-38.
- [7] 胡敏. 恩施州耕地土壤酸化现状及石灰等土壤调理剂降酸效果初探[D]. 武汉: 华中农业大学, 2017.
- [8] 王瑞雪, 徐智, 汤利, 等. 设施菜地土壤质量主要障碍因子及其修复措施研究进展[J]. 浙江农业科学, 2015, 56(8): 1300-1305.

- [9] LIS L, LIU Y Q, WANG J, et al. Soil Acidification Aggravates the Occurrence of Bacterial Wilt in South China [J]. *Frontiers in Microbiology*, 2017, 8: 703.
- [10] 刘书哲. 设施蔬菜地土壤障碍因子调查与影响因素分析—以苏州市为例[D]. 南京: 南京师范大学, 2020.
- [11] 吴显汀. 土壤酸化对农作物生长的影响及预防改良措施[J]. *河南农业*, 2018(22): 23.
- [12] 简红忠, 杨小敏, 王琳, 等. 不同有机物对陕南酸化土壤改良效果研究[J]. *天津农业科学*, 2021, 27(9): 65-68.
- [13] 谢会雅, 陈舜尧, 张阳, 等. 中国南方土壤酸化原因及土壤酸性改良技术研究进展[J]. *湖南农业科学*, 2021(2): 104-107.
- [14] 孙浩燕, 杨学文, 王凌霞, 等. 高山蔬菜土壤酸化治理效果初探[J]. *南方园艺*, 2021, 32(2): 23-25.
- [15] 张世昌, 詹承贤, 吴凌云. 土壤调理剂品种对茄子产量及土壤理化性状的影响[J]. *基层农技推广*, 2020, 8(12): 24-26.
- [16] 李江文, 周佳, 向华辉, 等. 硝酸磷钾复合肥与氧化钙调理剂配施对蔬菜酸化土壤改良效果研究[J]. *西南农业学报*, 2020, 33(6): 1221-1228.
- [17] 燕国旺, 邢明振, 柴同海, 等. 新型土壤调理剂对黄瓜产量与品质的影响[J]. *河北农业*, 2021(9): 59-61.
- [18] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [19] 施振云, 施俭, 杨锋, 等. 钾肥对提高花椰菜产量和品质的效应[J]. *土壤肥料*, 2004(4): 17-19, 24.
- [20] 李戎, 彭文学, 向华辉, 等. 蔬菜地土壤酸化治理研究初报[J]. *南方农业*, 2018, 12(4): 32-37, 40.

责任编辑 苏荣艳