

DOI: 10.3969/j.issn.0488-5368.2026.04.014

· 土壤 · 肥料 ·

不同土壤调理剂对高标准农田土壤质量 及玉米产量的影响

孙向春, 冯涛, 吕铎, 许文霞, 邓喜明, 张美珍

(酒泉市农业科学研究院, 甘肃 酒泉 735000)

摘要:为研究土壤调理剂对高标准农田制种玉米产量及土壤养分的影响,研究通过对玉米增施亲土1号、农科2号和矿源黄腐酸钾等5种土壤调理剂,测定其对玉米农艺性状、土壤养分、玉米产量等指标的影响,初步筛选出适宜该生产区施用的土壤调理剂。结果表明,亲土1号和如金处理的土壤,玉米产量表现较优,较CK分别增产5.8%和5.3%,5种调理剂均能增加玉米茎粗、叶片厚度、叶绿素含量和氮含量,以亲土1号处理的促进作用较强,亲土1号、施地佳、农科2号处理的土壤容重分别降低了4.1%、2.7%和0.7%,5种调理剂pH值均有不同程度的变化。亲土1号处理的土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量分别较CK高3.8%、8.4%、12.9%、17.9%。

关键词:高标准农田;土壤调理剂;玉米;土壤养分;产量

中图分类号:S513 文献标识码:A 文章编号:0488-5368(2026)04-0083-04

Effect of Different Soil Conditioners on Soil Quality and Maize Yield in High-Standard Farmland

SUN Xiangchun, FENG Tao, LU Duo, XU Wenxia, DENG Ximing, ZHANG Meizheng

(Jiuquan Academy of Agricultural Science, Jiuquan, Gansu 735000, China)

Abstract: To study the effects of soil conditioners on the yield of maize for seed production in high-standard farmland and soil nutrients, five soil conditioners, including Qiantu No. 1, Nongke No. 2, and mineral-source potassium fulvic acid, were applied to maize at increased doses. The effects of these conditioners on maize agronomic traits, soil nutrients, and maize yield were measured to preliminarily screen suitable soil conditioners for use in the production area. The results showed that Qiantu No. 1 and Rujin treatments had higher yield performance, with increases of 5.8% and 5.3% compared with CK, respectively. All five conditioners increased stem thickness, leaf thickness, chlorophyll content, and nitrogen content of maize, with the Qiantu No. 1 treatment showing a stronger effect. Qiantu No. 1, Shidijia, and Nongke No. 2 treatments reduced soil bulk density by 4.1%, 2.7%, and 0.7%, respectively, and pH varied to varying degrees among the five conditioners. The contents of organic matter, alkali-hydrolyzable nitrogen, available phosphorus, and available potassium in the Qiantu No. 1 treatment were higher than those in CK by 3.8%, 8.4%, 12.9%, and 17.9%, respectively.

Key words: High-standard farmland; Soil conditioner; Maize; Soil nutrients; Yield

耕地作为粮食生产的核心载体,其数量与质量直接关系着国家粮食安全战略的实施^[1]。我国耕地面积总量较少,整体质量不高,粮食稳产增长难

度大^[2]。酒泉市作为河西走廊重要的商品粮基地,2024年高标准农田建设面积约19万hm²,占基本农田的75%左右,为生产区粮食安全提供了保

收稿日期:2025-05-21 修回日期:2025-06-18

基金项目:酒泉市科技支撑计划项目(2024CB1026)。

第一作者简介:孙向春(1982-),副研究员,从事作物栽培技术研究工作。

通信作者:冯涛。

障。然而,新建设的高标准农田部分耕地存在结构性障碍,土壤养分和作物产量较优质农田低,张贺、梁森等^[3,4]研究发现,施用土壤调理剂能够降低土壤容重并调节 pH 值,提高养分利用率,改变叶绿素含量,提升作物产量。李其勇等^[5]研究发现,不同的土壤调理剂可以提高生菜叶片叶绿素含量、氮含量和叶面湿度。本研究通过分析亲土 1 号、如金、农科 2 号等 5 种土壤调理剂对研究区玉米生产及土壤养分的影响,以期筛选出适宜该产生区施用的土壤调理剂,为当地高标准农田建设后提升土壤质量提供参考。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

试验在酒泉市肃州区东洞镇石灰窑村进行,该村于 2022 年对全村耕地进行了高标准农田建设,肥力中等,土壤类型为灌漠土,该区属典型的温带大陆性气候区,年平均降水量 87.7 mm,年平均日照时数为 3 033.4 h,平均气温 7.3℃。

1.2 供试调理剂

亲土 1 号为金正大生态工程集团股份有限公

司产品,如金为康源绿洲生物科技有限公司产品,施地佳为成都华宏生物科技有限公司产品,矿源黄腐酸钾为新疆天山双龙生态科技有限公司产品,农科 2 号由甘肃省农业科学院提供,供试玉米品种为敦煌种业制种玉米,由敦煌种业股份有限公司提供。

1.3 试验设计

试验在当地常规施肥基础上进行,共设计 6 个处理,采用大区设计,不设重复,小区面积 340 m²。以不施调理剂为对照(CK)、调理剂处理分别为亲土 1 号(A1)、如金(A2)、施地佳(A3)、农科 2 号(A4)、矿源黄腐酸钾(A5),土壤调理剂按使用说明进行施用,于播前均匀淋于或撒施于地表,结合整地均匀施入耕层,具体见表 1。试验所用的肥料为磷二铵(总养分 ≥ 64.0%),施用量为 450 kg/hm²、尿素(总氮 ≥ 46.0%),施用量为 300 kg/hm²,其中 50% 作为基肥结合整地同调理剂一起施入,20% 在玉米拔节期追施,30% 在玉米孕穗期追施,每小区之间打 15 cm 高隔离埂,玉米采用覆膜穴播,行距 60 cm,株距 25 cm,其他管理同当地大田。2023 年 5 月 2 日播种,10 月 4 日收获。

表 1 调理剂用量

处理	名称	每 667 m ² 用量	备注
A1	亲土 1 号	10 L	腐殖酸 ≥ 30 g/L, N+P ₂ O ₅ +K ₂ O ≥ 300 g/L, pH 值 6.5, 硫(S) ≤ 30 g/kg, 氯(CL) ≤ 30 g/kg, 钠(Na) ≥ 30 g/kg。
A2	如金	1.5 L	微生物含量: 2 000 亿/L。
A3	施地佳	2 kg	有机质 200 g/L, 氨基酸 110 g/L, pH 值 2.5~4.5。
A4	农科 2 号	30 kg	—
A5	矿源黄腐酸钾	2 kg	矿源黄腐酸钾含量 ≥ 35%, 腐殖酸含量 ≥ 55%, 水分 ≤ 10%。

1.4 指标测定

在测定指标时每个大区划分成大小相等的 3 个小区,各小区选择整体长势一致的植株,进行指标测定。

1.4.1 玉米产量 每小区选 3 点,每点选 10 株进行测定,根据面积换算成 667 m² 产量并测定产量构成。

1.4.2 农艺性状 于花粒期每小区选 3 点,每点选 10 株,测定株高、茎粗、叶片厚度及 SPAD 值。SPAD 值、氮含量、叶面温度采用 LD-YA 型仪器测定,叶片厚度采用 YH-1 型仪器测定。

1.4.3 玉米收获后土壤理化性质 每小区按 5 点取样法采集耕作层 0~20 cm 土壤,用于测定土壤 pH 值、土壤容重、有机质和速效钾等,有机质依据标准 NY/T 1121.6-2006 进行测定,碱解氮依据标

准 LY/T 1228-2015 测定,速效磷依据标准 NY/T 1121.7-2014 测定,速效钾依据标准 NY/T 889-2004 测定,土壤 pH 值依据标准 NY/T 1377-2007 测定,土壤容重采用环刀法测定,具体测定方法参照《土壤农业化学分析方法》^[6]。

1.5 数据处理

采用 WPS 2019 软件对试验数据进行整理和图形绘制,采用 SPSS 21.0 软件对整理后的数据进行分析及多重比较($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同土壤调理剂对玉米农艺性状的影响

由表 2 可知,A1、A2、A4 和 A5 处理的株高较 CK 分别提高了 21.0%、19.0%、2.2% 和 0.3%,而 A3 处理的株高较 CK 降低了 0.9%,A1 和 A2 与

CK 差异显著 ($P < 0.05$), 其他处理与 CK 差异不显著 ($P > 0.05$)。A1、A2、A3、A4、A5 处理的茎粗较 CK 分别增加了 17.9%、11.1%、9.7%、4.8%、7.7%。各处理的叶片厚度在 0.24~0.26 mm, 较 CK 增幅 4.3%~8.7%。叶绿素含量 52.3~56.2, 均较 CK 增加, 增幅为 0.6%~7.5%。A1、A2、A3、A4 处

理的氮含量分别较 CK 提高了 9.5%、4.7%、1.6%、0.5%, A5 处理与 CK 相同。各处理的叶面温度均较 CK 低, 叶面温度为 10.46~10.58 °C, 降幅为 0.2%~1.1%。表明不同土壤调理剂对玉米农艺性状影响不同, 对茎粗、叶绿素、氮含量有促进作用, A1 的促进作用最优。

表 2 对玉米农艺性状的影响

处理	株高 /cm	茎粗 /cm	叶片厚度 /mm	叶绿素含量 (SPAD 值)	氮含量 (mg/g)	叶面温度 /°C
A1	224.7a	24.4a	0.26a	56.2a	20.8a	10.46a
A2	221.0a	23.0a	0.26a	55.8a	19.9a	10.49a
A3	184.0ab	22.7a	0.24a	53.0a	19.3a	10.5a
A4	189.7ab	21.7a	0.24a	53.2a	19.1a	10.56a
A5	186.3ab	22.3a	0.25a	52.6a	19.0a	10.47a
CK	185.7ab	20.7a	0.23a	52.3a	19.0a	10.58a

注: 同列相同小写字母表示处理间差异不显著 ($P > 0.05$), 下同。

2.2 不同土壤调理剂对玉米产量及产量构成因素的影响

由表 3 可知, 不同调理剂对玉米产量影响有差异, A1、A2、A4、A5 处理的玉米产量分别为 464.2 kg/667 m²、461.7 kg/667 m²、458.2 kg/667 m² 和 450.3 kg/667 m², 较 CK 分别提高了 5.8%、5.2%、4.5% 和 2.7%, A3 处理玉米产量较 CK 低 0.6%。从产量构成因素分析, 与 CK 相比, A1、A2、A3、A4 和 A5 处理的穗粒数分别提高了 6.6%、6.5%、0.9%、1.0% 和 5.0%, 且存在显著差异 ($p < 0.05$), 千粒重和单位面积的穗数与 CK 无显著差异, 综合来看, A1、A2、A4、A5 处理在一定程度上促进了玉米产量的增加, A3 处理抑制了玉米产量增加。

表 3 对作物产量及产量构成因素的影响

	穗粒数 /粒	千粒重 /g	穗数 (穗/667 m ²)	籽粒产量 (kg/667 m ²)
A1	371.2a	304.2a	4 113.9a	464.2a
A2	370.7a	302.6a	4 123.7a	461.7a
A3	351.1bc	298.1a	4 168.2a	436.1a
A4	351.5bc	311.4a	4 191.6a	458.2a
A5	365.6ab	299.2a	4 119.4a	450.3a
CK	348.1c	301.7a	4 185.7a	438.6a

2.3 不同土壤调理剂对土壤理化性状的影响

由表 4 可知, A2 处理的 pH 值高于 CK, 较 CK 提高了 0.02 个单位, A4 处理的 pH 值与 CK 相同, A1、A3、A5 处理均低于 CK, 较 CK 分别降低了 0.09、0.09、0.07 个单位, 表明不同调理剂对调节土壤 pH 值作用有差异。A2、A5 处理土壤容重均较 CK 高, 分别较 CK 提高了 0.7% 和 2.0%, A1、A3 和 A4 处理均较 CK 低, 分别较 CK 降低了 4.1%、2.7% 和 0.7%。A1、A3、A4 处理的有机质高于 CK, 分别较 CK 提高了 3.8%、0.2% 和 1.1%, A2、A5 处理较 CK 分别降低了 0.5% 和 0.6%, 各处理间容重差异不显著。

各处理的碱解氮和有效磷均高于 CK, 增幅分别为 0.6%~13.2%、0.1%~12.9%, A2 处理的碱解氮提高幅度最大, 提高了 13.2%, A1、A2 处理与 CK 差异不显著, A1、A4 处理有效磷含量最大, 较 CK 均提高了 12.9%, 与 CK 差异显著。A5 处理的速效钾较 CK 降低了 0.2%, 其余处理的速效钾均高于 CK, A1、A2 处理与 CK 差异显著。

表 4 不同调理剂对土壤理化性状的影响

处理	pH 值	土壤容重 (g/cm ³)	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
A1	8.76a	1.42a	8.52a	18.1ab	21.9a	181.2a
A2	8.87a	1.49a	8.17a	18.9a	21.4b	180.7a
A3	8.76a	1.44a	8.23a	17.0b	20.5b	171.4ab
A4	8.85a	1.47a	8.30a	16.8b	21.9a	164.4b
A5	8.78a	1.51a	8.16a	16.9b	19.4b	153.4b
CK	8.85a	1.48a	8.21a	16.7b	19.4b	153.7b

3 讨论与结论

李其勇等^[5]研究发现,不同的土壤调理剂可以提高生菜叶片叶绿素含量、氮含量和叶面湿度,本研究的 5 种土壤调理剂均能提高叶绿素含量 0.6%~7.5%、氮含量 0.5%~9.5%,叶面温度降低 0.2~1.1℃,与上述结论相似。容重是土壤的重要物理性质之一,张蕾、王勤等^[7-9]研究发现,施用土壤调理剂可以改善土壤理化性质,降低土壤容重,增加土壤孔隙度。本研究表明,亲土 1 号、施地佳、农科 2 号调理剂的土壤容重较 CK 低 0.7%~4.1%,如金、矿源黄腐酸钾调理剂较 CK 高 0.7%和 2.0%,可能是与调理剂的成分不同有关,与上述研究结论相似。pH 值是评价土壤盐碱化程度的指标之一,高昕等^[10]研究发现,施用生物有机型盐碱土调理剂可以显著降低土壤的 pH 值,本研究结果表明,亲土 1 号、施地佳、矿源黄腐酸钾处理的土壤 pH 值较 CK 降低了 0.07~0.09%,与上述结论相似。

周先林等^[11]研究发现,土壤调理剂可以改善土壤的理化性质,提高土壤养分含量,本研究结果表明,高标准农田建设后玉米田施用土壤调理剂,可以提高土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量,亲土 1 号效果最好,与上述研究结果相似。曾征^[12]研究表明,增施土壤调理剂可以提高土壤养分含量,从而提高作物产量,本研究结果表明,亲土 1 号、如金、农科 2 号、矿源黄腐酸钾处理可以提高作物产 2.7%~5.8%,与上述研究结果一致。

本研究探索了在肃州区新建高标准农田上施用 5 种不同土壤调理剂对制种玉米产量和土壤理化性质的影响,结果表明,施用土壤调理剂可以不同程度的提高土壤养分,改善土壤物理性状、降低土壤 pH、提高作物产量,但效果不显著。穗粒数、土壤碱解氮、有效磷和速效钾等指标未转化为产量优势,这可能是调理剂的应用效果受土壤类型、土壤肥力、含水量、施肥时间及管理措施等因素的综

合影响有关,下一步还需进行大量验证试验,同时,改良机理还需进一步研究。

参 考 文 献:

- [1] 李长江,丛海涛,李青梅,等.不同土壤调节剂对新增耕地土壤质量以及玉米产量的影响[J].中国土壤与肥料,2023(9):50-58.
- [2] 朱诗君,汪峰,袁晴,等.不同土壤调理剂对滨海盐碱土毛豆产量及品质的影响[J].安徽农业科学,2024,52(13):117-120.
- [3] 张贺,杨静,周吉祥,等.连续施用土壤改良剂对砂质潮土团聚体及作物产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2021(27):791-801.
- [4] 梁森,李盼,赵连豪,等.土壤调理剂与缓释氮肥对小麦干物质积累及产量的影响[J].作物学报,2025,51(2):470-484.
- [5] 李其勇,陈德西,何忠全,等.土壤调理剂对生菜生产及土壤养分的影响研究[J].安徽农业通报,2024,30(21):17-21.
- [6] 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.
- [7] 孙喜军,吕爽,高莹,等.蚯蚓粪对作物连作障碍抑制作用研究进展[J].土壤,2020,52(4):676-684.
- [8] 张蕾,吴文强,王维瑞,等.土壤调理剂及其配施微生物菌肥对设施菜田次生盐渍化土壤改良效果研究[J].中国土壤与肥料,2021(3):264-271.
- [9] 王勤礼,闫芳,陈璐,等.菌糠-凹凸复合盐碱地调理剂对盐碱地改良效果及玉米产量的影响[J].江苏农业科学,2023,51(18):222-226.
- [10] 高昕,索全义,王瑞清,等.生物有机型盐碱土调理剂对土壤化学性质的影响[J].北方园艺,2018(10):103-107.
- [11] 周先林,朱海勇,覃琴,等.土壤调理剂与有机肥配施对西瓜生长、产量及品质的影响[J].中国瓜菜,2019,32(8):86-89.
- [12] 曾征.不同土壤调理剂对连作土壤的改良效果及对玉米产量形成的影响[J].安徽农业科学,2025,53(5):133-135.