DOI: 10.3969/j.issn.0488-5368.2025.09.012

不同浓度液肥对土壤改良效果的田间试验

汪 辉,管 敏,马瑞辰

(陕西省农业机械研究所有限公司,陕西 咸阳 712000)

摘 要:本研究旨在探讨不同浓度液肥对土壤改良效果的影响。试验设置了低浓度液肥(稀释200倍)、高浓度液肥(稀释20倍)及对照组,对比分析其对土壤pH值、电导率(EC)、有机质含量、氮、磷、钾及微量元素的影响。结果表明,高浓度液肥在施用初期能显著降低土壤pH值,提升全氮和碱解氮含量,而低浓度液肥在提高土壤有机质和有效磷含量方面表现更为稳定,两种浓度的液肥均显著提高了土壤电导率,低浓度液肥因其作用持久性和较小的pH值波动影响,更适合长期土壤管理。

关键词:土壤改良;液肥;微量元素

中图分类号:S365 **文献标识码**:A **文章编号**:0488-5368(2025)09-0066-05

Field Experiment on Effects of Different Concentrations of Liquid Fertilizer on Soil Improvement

WANG Hui, GUAN Min, MA Ruichen

(*Shaanxi Agricultural Machinery Research Institute Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi* 712000, *China*)

Abstract: This study aimed to investigate the effects of different concentrations of liquid fertilizer on soil improvement. A field experiment was conducted with three treatments: low-concentration liquid fertilizer (diluted 200-fold), high-concentration liquid fertilizer (diluted 20-fold), and a control. Their effects on soil pH, electrical conductivity (EC), organic matter content, and the levels of nitrogen, phosphorus, potassium, and trace elements were compared and analyzed. The results indicated that, in the early stage of application, high-concentration liquid fertilizer significantly reduced soil pH and increased the content of total nitrogen and alkali-hydrolyzable nitrogen. In contrast, low-concentration liquid fertilizer was more consistent in increasing soil organic matter and available phosphorus content. Due to its sustained effects and smaller fluctuations in pH, low-concentration liquid fertilizer is more suitable for long-term soil management.

Key words: Soil improvement; Liquid fertilizer; Trace elements

在现代农业生产中,土壤质量是决定作物产量和品质的关键因素之一。随着人口增长和耕地资源的有限性,提高单位面积的产出效率成为农业可持续发展的重要课题。液肥作为一种高效的营养补充方式,因其能迅速补充土壤中的营养元素,改善土壤结构,提高作物生长环境,而受到广泛关注[1]。

早期对液肥在土壤改良中的研究主要集中在液肥对作物生长的直接影响,如提高作物产量和改善品质[2]。随着研究的深入,开始关注液肥对土壤理化性质的长期影响,包括土壤pH值、有机质含量、氮磷钾等营养元素的含量,以及微量元素的平衡。研究表明不同浓度液肥对土壤改良效果存在差异性[3]。

本研究主要分析了不同浓度液肥对土壤pH值、电导率(EC)、有机质含量、氮磷钾含量以及微量元素含量的影响。通过田间试验,对比分析低浓度液肥处理和高浓度液肥处理对种植上海青的土

收稿日期:2024-10-22 **修回日期**:2025-01-12

基金项目:陕西省重点研发计划项目(2022ZDLNY02-09);重大科技创新专项(L2023-ZDKJ-CYJQ-NY-001)。

第一作者简介:汪辉(1996-),男,本科,助理工程师,研究方向:农业机械化及其自动化。

壤理化性质的影响,旨在分析不同浓度液肥对土壤改良效果的差异性,以及对作物生长的潜在影响[4]。

1　材料与方法

1.1　发酵残渣堆肥

前期进行的液肥发酵试验完成后对苹果发酵物残渣进行堆肥试验,清理液肥发酵后剩余残渣260 kg,采用260 kg残渣与64 kg成品有机肥混合在一起的方式进行堆沤发酵,根据混合物的含水情况适当掺入试验田的土壤,保证堆沤时发酵物的含水率在合适的范围内[5]。

残渣堆肥在三月底,环境气温较高,堆肥中间每隔3~4 d人工翻堆一次,堆沤半个月左右对成品进行检测基本满足要求[6]。堆沤过程中按阶段留样品进行检测,其余发酵成品作为底肥进行种植试验。

1.2　试验设计

为验证液肥发酵试验中液肥的实际施用效果,研究组在所内自留地整理了一块试验田,进行有机肥施用的对比试验,并制定了详细的试验流程。4月初完成试验田的翻整工作后,选用上海青作为试验作物(因其种植难度低、生长周期短、易于管理),并采用随机区组设计。

试验共设置三个处理:

高浓度液肥组:施用稀释20倍的液肥;

低浓度液肥组:施用稀释200倍的液肥;

对照组:仅浇水,不施液肥。

试验田翻铲整地工作完成后翻晒3 d左右,将堆沤的固体有机肥抛洒在高浓度和低浓度区域作为适量的底肥,将肥料翻抛后埋在土壤下,将土壤平整好。对照组未施加底肥。种植时将种子按地块进行称重,保证每个地块施用相同重量的种子,为了保证种子种植均匀,将种子与细土混合后搅拌均匀播种。液肥每星期补一次,每次补相同的量。用5~10 L量杯控制每次施用的量,加水稀释后浇灌,浇水根据土壤情况,过于干旱可提前少量浇水[7]。

1.3　采样及指标检测

采样时用大自封袋,用小铲在每个地块不同区域挖土,混合在一起作为一个区域的土样,上海青成苗后从不同地块选代表性的蔬菜作为样本,人工浇水、施加液肥与采样时间如下:

(1)撒种后浇第一次水和液肥。

(2)7d后浇第二次水和液肥。采样:S形采集每个区组的土。

(3)14d后浇第三次水和液肥。

(4)21d后浇第四次水和液肥。采样:S形采集每个区组的土。

(5)28d后浇第五次水和液肥。

(6)35d后浇第五次水和液肥。采样:S形采集每个区组的土。

为评估不同液肥处理对土壤理化性质的影响,试验期间每个处理区组进行3~4次土样采集。每次采集2~4 kg的土样,分别采自各区组的代表位置,以确保样品的代表性和一致性。采集后的土样在室内风干后,进行研磨和筛分,以便后续理化性质分析。检测指标包括土壤pH值、土壤有机质、土壤全氮、土壤碱解氮、土壤全磷、土壤速效磷、土壤全钾、土壤速效钾、土壤微量元素[8]。

1.4　数据分析

对土壤样本进行数据分析,探究随着种植时间的变化,施加不同浓度液肥条件下土壤数据的差异[9]。其中对照组以CK表示;试验组1(有机底肥+高浓度液肥)以H(High)表示,下文简称高浓度组;试验组2(有机底肥+低浓度液肥)以L(Low)表示,下文简称低浓度组。

施用液肥后,土壤的生理生化性质随种植时间的变化,表现出了差异性,主要体现在pH值、土壤有机质含量、氮含量、磷含量、钾含量,以及微量元素锰、铁、铜、锌的含量等方面[10]。

折线图与柱状图中同一土壤样品在采样1、采样2、采样3这三阶段,经过数据分析对土壤影响由优质到一般按照a、b、c的顺序排列。

2　结果与分析

2.1　土壤pH值

图1显示,高浓度液肥使土壤pH值显著降低,但随着时间pH值又回升;对照组和低浓度组pH值先降后升。第35天,各区域pH值无显著差异,均在8.6~8.8之间。土壤pH值是植物生长的关键因素,一般适宜范围为5.4~6.8。种植区土壤碱性高,高浓度液肥可暂时降低pH值至8.4,但pH值会随时间延长回升至8.6以上。

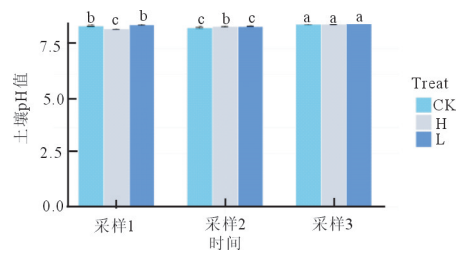

图1　种植土壤pH值的变化

2.2 土壤电导率

图 2 显示，施加液肥使土壤 EC 值显著增加，但各组间无明显差异。第 21 天，液肥组土壤 EC 值高于 250μs/cm；第 35 天，对照组和高浓度组 EC 值低于 200μs/cm，而低浓度组高于 220μs/cm。土壤 EC 值是衡量水溶性盐含量的关键指标，对判断盐类离子是否限制作物生长至关重要。液肥在种植前中期显著提高土壤 EC 值，提供无机营养促进植株生长。

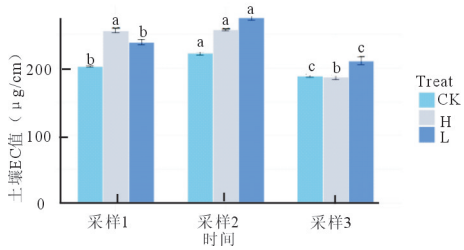

图 2 种植土壤电导率的变化

2.3 土壤有机质

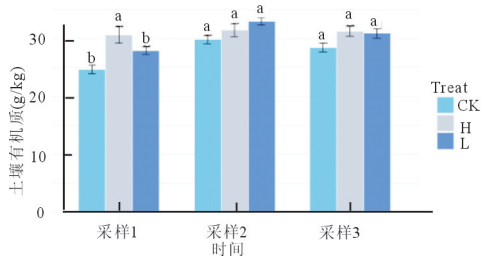

图 3 种植土壤有机质的变化

图 3 显示，液肥显著提升土壤有机质含量。第 7 天起，高浓度和低浓度组的有机质含量均高于对照组，且一直保持。高浓度组将有机质含量从低于 25g/Kg 提升至超过 30g/Kg，并持续保持；低浓度组在第 35 天达到高浓度组水平，但含量提升过程较缓慢。土壤有机质是土壤肥力的基础，液肥在种植初期即显著提高有机质含量，并在整个生长过程中持续增强并维持高水平。

2.4 土壤全氮与土壤碱解氮

图 4 和图 5 表明，液肥施加显著增加了土壤全氮和碱解氮含量。高浓度液肥在种植初期对全氮和碱解氮的增加更明显。在种植周期随着时间推移，高浓度组全氮和碱解氮总体下降，而低浓度组先升后降。第 35 天，各组全氮和碱解氮值相似。氮是植物生长的关键元素，参与蛋白质和核酸构建，促进叶片生长和叶绿素合成。试验显示，低浓度液肥在中期显著提升土壤氮含量，高浓度液肥在初期大幅提高土壤氮含量。

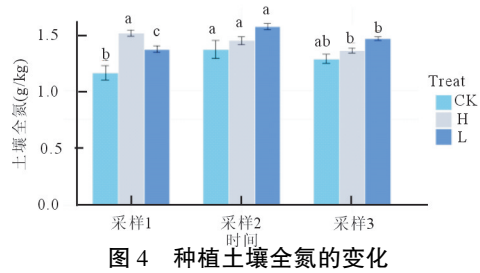

图 4 种植土壤全氮的变化

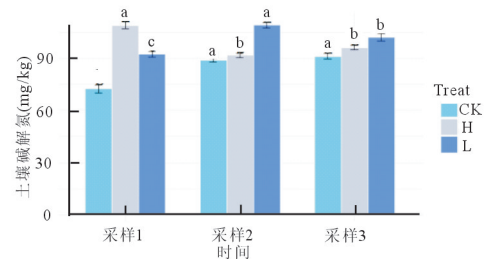

图 5 种植土壤碱解氮的变化

2.5 土壤全磷与土壤有效磷

图 6 和图 7 显示，高浓度液肥与低浓度液肥在种植初期更显著提升土壤全磷含量，但全磷随种植时间持续下降，与对照组相比增加但无显著差异。液肥显著增加土壤有效磷含量，并保持高含量至种植期结束，低浓度和高浓度组间差异不显著，均将有效磷从 30 mg/Kg 提升至 50 mg/Kg。磷促进植物细胞分裂、组织形成、根系生长，增强抗寒旱能力。缺磷导致生长缓慢、产量降低。试验表明，高浓度和低浓度液肥均显著提高并维持土壤有效磷含量在较高水平。

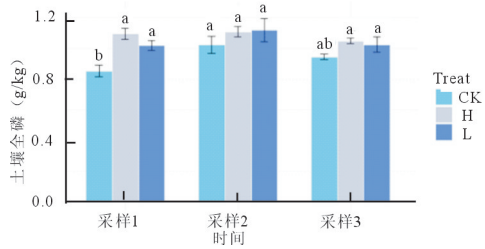

图 6 种植土壤全磷的变化

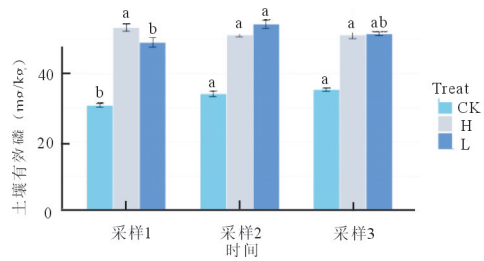

图 7 种植土壤有效磷的变化

2.6　土壤全钾与土壤速效钾

图 8 和图 9 表明,液肥施加后土壤全钾与对照组无显著差异,但显著提升了速效钾含量。高浓度液肥使速效钾含量先升后降,显著高于对照组;低浓度液肥使速效钾含量持续保持高水平。钾元素对植物生长至关重要,促进光合作用、增强抗逆性、促进果实和种子成熟,提高产量和品质。液肥显著提高土壤速效钾含量,低浓度液肥效果更佳。

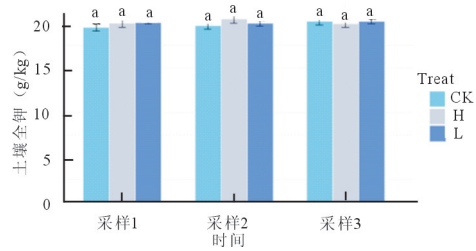

图 8　种植土壤全钾的变化

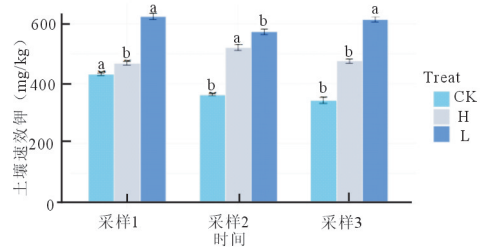

图 9　种植土壤速效钾的变化

2.7　土壤微量元素

图 10 显示,液肥对土壤铜和铁含量无显著影响。高浓度组的锌和锰含量同样无显著影响,但低浓度显著提高了锌和锰含量。铁是光合作用和呼吸作用的必需元素,铜是氧化酶的辅助因子,锰催化光合作用中水分解,锌参与多种酶活性中心。试验表明,液肥增加土壤锰和锌含量,促进植物光合作用和生长。

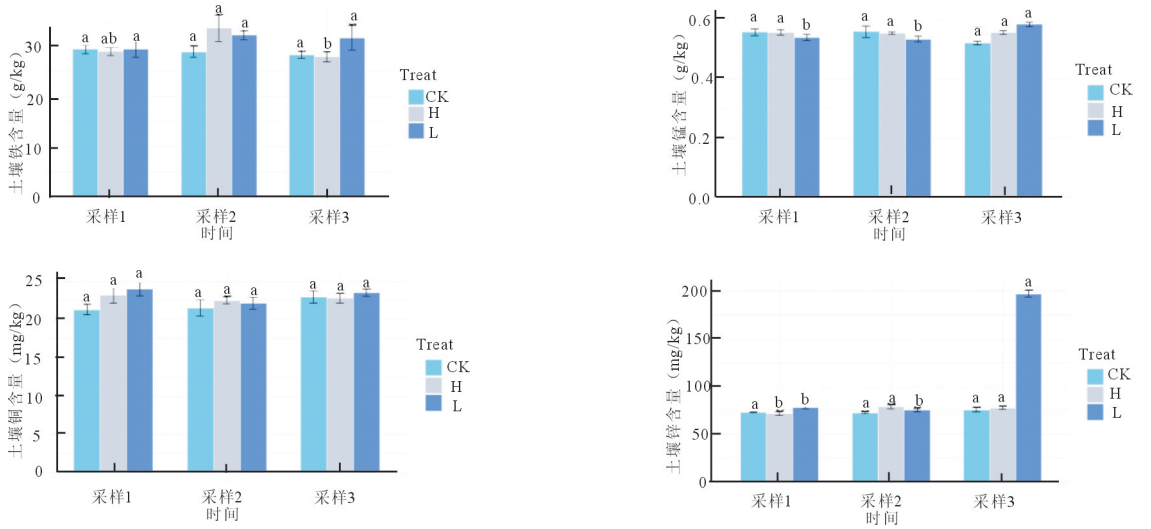

图 10　种植土壤微量元素的变化

3　结论与讨论

本研究探讨了不同浓度液肥对土壤改良效果的影响,发现高浓度液肥在初期显著降低土壤 pH 值,但随着时间推移,pH 值逐渐回升。低浓度液肥对土壤 pH 值的影响较小,长期来看,两种处理的土壤 pH 值趋于一致。

两种浓度的液肥均能显著提高土壤的 EC 值,表明液肥的施用增加了土壤中水溶性盐的含量,为作物提供了更多无机营养物质。

液肥施用显著提高了土壤有机质含量。高浓度液肥在初期的提升效果更为明显,但低浓度液肥在后期也能达到相似的提升水平。

两种液肥处理均能提高土壤中氮、磷、钾含量。其中,高浓度液肥在初期对全氮和碱解氮的提升更为显著,而低浓度液肥在增加土壤有效磷含量方面表现更优。

高浓度液肥对土壤中铜、铁、锰和锌含量的提升效果不显著,低浓度液肥显著提高了土壤中的锌和锰含量。

因此,虽然高浓度液肥在初期对土壤 pH 值、全氮和碱解氮的提升效果更为显著,但其效果不持久,且可能导致土壤 pH 值的快速波动,从而对作物生长产生潜在的不利影响。相比之下,低浓度液肥虽然改良效果不如高浓度液肥迅速,但其作用更为稳定、持久,对土壤 pH 值的影响较小,更适合长期土壤管理和作物生长。

从实际农业生产的角度来看,低浓度液肥更具

优势。它不仅能够提供稳定的土壤改良效果,还能减少因土壤 pH 值波动带来的风险。此外,低浓度液肥的使用成本较低,更符合经济效益和可持续农业发展的需求。

参 考 文 献:

[1] 吴平凡,周岭,王龙杰,等.有机肥施用技术与装备研究进展[J].塔里木大学学报,2024,36(3):1-10.

[2] 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.

[3] 金珊,刘雪,陈卓帛,等.有机肥配施生物菌肥对设施黄瓜土壤改良效果[J].农业环境科学学报,2023,42(9):1 995-2 003.

[4] 王金武,刘子铭,孙小博,等.深施型液肥对靶点施装置设计与试验[J].农业机械学报,2022,53(11):152-162.

[5] 冯梁.排水条件及水氮调控对向日葵产量品质与土壤改良效果的影响研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2022.

[6] 金照鑫.脱硫石膏配施沼液肥对重度盐碱土电导率及油菜生长的影响[J].甘肃科技,2024,40(10):110-114.

[7] 马英,刘晓彤,罗健航,等.不同施肥处理对退砂田西瓜产量、品质及养分吸收的影响[J].中国瓜菜,2024,37(7):149-155.

[8] 李云飞,王冰华,王铁臣.化肥减量配施鱼蛋白有机液肥对番茄产量和品质的影响[J].蔬菜,2024(1):35-39.

[9] 赖金平,姚锋先,徐丽红,等.有机液肥施用对纽荷尔脐橙幼树生长及其养分吸收的影响[J].南方农业学报,2021,52(10):2 814-2 823.

[10] 范鹤龄,王浩晨,陈伟益,等.酵素对热区土壤理化性状和作物生长的影响[J].中国农学通报,2021,37(22):76-83.

(上接第 53 页)

[4] 余开,宋迁红,赵永锋.江苏省稻渔综合种养现状与产业化发展思考[J].中国农学通报,2020,36(23):161-164.

[5] 王心华,李万春,杨凯,等.汉中市南郑区稻渔综合种养产业发展调研报告[J].渔业致富指南,2023(3):17-23.

[6] 张勇,陈鸿辉,粟泽雄,等.湖南湘潭市莲渔综合种养的现状、问题及对策[J].养殖与饲料,2020,19(7):152-156.

[7] 于广武, 李佃通, 赵鑫, 等. 腐植酸生物有机无机生态肥多种配方与应用[J].腐植酸, 2022(5): 8-16.

[8] 陈绍荣, 虞雨和. 腐殖酸型微生物肥与 S-诱抗素和钛复配产品在水稻生产中的应用研究[J]. 化肥工业, 2018, 45(2): 64-69.

[9] 王少华, 陈庆峰, 李晓冰, 等. 生态肥对五常有机(富硒)大米品质及农药残留影响初探[J]. 化肥工业, 2019, 46(4): 26-29.

[10] 奚满松, 沙凤兮, 刘艳萍, 等. 2015-2019 洱海 COD 变化特征及影响因素研究[J]. 环境科学导刊, 2024, 43(1):1-7+21.

[11] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[12] 李合生, 孙群, 赵世杰. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000: 167-169+184-185.

[13] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 143-144.

[14] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2006.

[15] 中华人民共和国农业部. 米质测定方法 NY/T 83-2017[S]. 北京: 中国农业出版社, 2017.

[16] 李晓冰,于广武,王少华,等.生物有机无机生态肥料及其发展前景(上)[J].肥料与健康,2020,47(1):66-69.

[17] 曾德力, 李婴天. 腐植酸生态肥在植物种植中的应用和优势[J]. 江西化工, 2023, 39(4): 84-86.

[18] 闫刚, 刘静, 秦嘉海, 等. 有机碳生态肥对灌漠土理化性质及甜糯玉米品质和效益的影响[J]. 农业科技与信息, 2020(20): 13-16.

[19] MASSEY F P, HARTLEY S E. Physical defences wear you down: progressive and irreversible impacts of silica on insect herbivores[J]. Journal of Animal Ecology, 2009, 78(1): 281-291.

[20] 黄所生, 吴碧球, 程学江, 等. 配施硅肥对稻飞虱取食量、田间种群数量及水稻产量的影响[J]. 植物保护, 2024, 50(5): 151-157.

[21] 努兰·拜都拉, 恩特马克·布拉提白. 植物根际微生物与农作物生长发育之间关系的研究进展[J]. 种子科技, 2023, 41(22): 142-144.

[22] 蒋舒蕊, 毛莲珍, 赵凯, 等. 氨基酸与腐植酸肥对无土栽培生菜生长及营养品质的影响[J]. 蔬菜, 2021(7): 28-31.

[23] 贾路瑶,刘丹丹,侯茂林.水稻施硅对白背飞虱刺吸和寄主选择行为的影响[J].昆虫学报,2020,63(2):199-206.

[24] 张舒,胡时友,郑在武,等.不同硅肥施用量对水稻纹枯病发生及产量的影响[J].江西农业学报,2019,31(10):99-101.

[25] 熊丽萍, 蔡佳佩, 朱坚, 等. 硅肥对水稻-田面水-土壤氮磷含量的影响[J].应用生态学报,2019,30(4):1 127-1 134.

[26] 倪才英, 刘星星, 梁以豪, 等. 氨基酸肥料对水稻 Cd 含量及农产品品质的影响[J]. 江西农业大学学报, 2023, 45(4): 819-829.