

DOI: 10.13758/j.cnki.tr.2024.04.013

梁天强, 王祥兵, 姚东东, 等. 果树穴贮砖对南疆沙地土壤改良及温室石榴生长的影响. 土壤, 2024, 56(4): 797–806.

果树穴贮砖对南疆沙地土壤改良及温室石榴生长的影响^①

梁天强, 王祥兵, 姚东东, 张换换, 于 坤*

(石河子大学农学院/特色果蔬栽培生理与种质资源利用兵团重点实验室, 新疆石河子 832003)

摘 要: 为探究南疆温室沙地土壤条件下长效实用的水肥保持方法, 以 3 年生‘突尼斯’软籽石榴为试材, 设置无果树穴贮砖(CK)、施加果树穴贮砖 A(T1)和果树穴贮砖 B(T2)共 3 个处理, 于 2021—2022 年连续两年测定土壤理化性质以及石榴生长的动态变化。结果表明: 两年试验施加两种果树穴贮砖(T1、T2)均显著提升了 20~40 cm 土层土壤有效磷、速效钾、碱解氮以及全氮含量, 其中有效磷含量在 2021 年和 2022 年分别提升了 23.64%、26.13% 和 18.85%、13.90%, 速效钾含量分别提升了 7.56%、8.57% 和 4.91%、5.29%, 碱解氮含量分别提升了 22.97%、22.53% 和 16.88%、14.85%; 同时施加两种果树穴贮砖显著增加了 20~60 cm 土层土壤含水量, 显著降低了 0~80 cm 土层土壤 pH。与 CK 相比, 2021 年和 2022 年 T1、T2 处理在花后 80 d 石榴新梢和叶柄的生长量均有显著增长, 其中新梢长度分别增长了 27.30%、29.21% 和 31.84%、25.37%, 新梢粗度分别增长了 17.25%、9.25% 和 16.03%、13.74%, 叶柄长度分别增长了 0.78、0.83 mm 和 0.62、0.51 mm, 叶柄粗度分别增长了 0.44、0.28 mm 和 0.39、0.27 mm, 整体以 T1 处理效果较好。综上, 施加果树穴贮砖可促进南疆沙地土壤养分稳定供给, 大幅增加土壤含水量的同时降低土壤碱度, 最终显著促进温室石榴生长, 可作为南疆温室果树栽培保持水肥的推荐技术。

关键词: 果树穴贮砖; 沙地土壤改良; 温室石榴生长

中图分类号: S156 **文献标志码:** A

Effects of Fruit Tree Hole Storage Bricks on Soil Improvement and Greenhouse Pomegranate Growth in Sandy Land of Southern Xinjiang

LIANG Tianqiang, WANG Xiangbing, YAO Dongdong, ZHANG Huanhuan, YU Kun*

(College of Agriculture, Shihezi University/Key Laboratory of Characteristic Fruit and Vegetable Cultivation Physiology and Germplasm Resources Utilization Corps, Shihezi, Xinjiang 832003, China)

Abstract: In order to explore the long-term and practical method of water and fertilizer conservation under soil conditions of greenhouse sandy land in Southern Xinjiang, three-year-old ‘Tunis’ soft-seed pomegranate was used as the test material, and three treatments were set up: no fruit tree hole storage brick (CK), fruit tree hole storage brick A (T1) and fruit tree hole storage brick B (T2). Soil physiochemical properties and the changes of pomegranate growth were measured from 2021 to 2022. The results showed that the application of two kinds of fruit tree hole storage bricks (T1, T2) significantly increased the contents of available phosphorus, available potassium, alkali-hydrolyzable nitrogen and total nitrogen in 20–40 cm soil layer in two years. In 2021 and 2022, the contents of available phosphorus increased by 23.64%, 26.13% and 18.85%, 13.90% respectively, the contents of available potassium increased by 7.56%, 8.57% and 4.91%, 5.29%, and the content of alkali-hydrolyzable nitrogen increased by 22.97%, 22.53% and 16.88%, 14.85%. Meanwhile, the application of two kinds of fruit tree storage bricks significantly increased the soil water content in 20–60 cm soil layer and significantly reduced the soil pH in 0–80 cm soil layer. Compared with CK, the growth of new shoots and petioles of pomegranate treated with T1 and T2 at 80 days after flowering increased significantly in 2021 and 2022. The length of new shoots increased by 27.30%, 29.21% and 31.84%, 25.37%, respectively. The thickness of new shoots increased by 17.25%, 9.25% and 16.03%, 13.74%, respectively. The petiole length increased by 0.78, 0.83 mm and 0.62, 0.51 mm, respectively. The petiole diameter increased by 0.44, 0.28 mm and 0.39, 0.27 mm respectively, and the overall effect of T1 was better. In summary, fruit tree hole storage bricks can promote

①基金项目: 新疆生产建设兵团科技攻关重点项目(2021AB015)、八师石河子市中青年科技创新骨干人才项目(2022RC01)和兵团“强青”科技创新骨干人才计划项目(2023CB008-05)资助。

* 通讯作者(yukun410@163.com)

作者简介: 梁天强(1996—), 男, 河南信阳人, 硕士研究生, 主要从事果树栽培生理生态研究。E-mail: 2551659588@qq.com

the stable supply of soil nutrients in the sandy land of Southern Xinjiang, greatly increase soil moisture content while reducing soil alkalinity, and finally significantly promote the growth of greenhouse pomegranate, thus, can be used as a recommended technology for maintaining water and fertilizer in greenhouse fruit tree cultivation in Southern Xinjiang.

Key words: Fruit tree cave storage brick; Sandy soil improvement; Greenhouse pomegranate growth

土地沙化是我国亟待解决的重要生态问题^[1]。新疆是我国沙漠面积最大的省区,在沙漠戈壁区域发展设施农业是克服我国人多地少制约可持续发展问题的有效手段,特别是位于全球第二大沙漠——塔克拉玛干沙漠边缘的南疆地区,温室果树栽培已成为当地发展现代农业、实现农业增效与农民增收的新兴支柱产业^[2]。

石榴(*Punica granatum* L.)为石榴科石榴属植物,是集绿化、观赏、食用、保健功能于一身的优良树种,目前在南疆和田、阿图什、喀什地区已形成规模化种植^[3]。‘突尼斯’软籽石榴(*Punica granatum* ‘Tunisia’)作为我国早期首例引种成功的石榴品种,因其皮薄汁多、甜而无渣、经济价值高等特性深受消费者和种植者喜爱,但南疆沙地土壤有机质少、碱度高、蓄水保肥能力差等特点是制约其稳定发展的关键因素,再加上不合理的温室水肥管理,不仅使土壤生产力下降,而且还造成地下水污染、水体富营养化等一系列生态环境问题^[4-5]。因此,找到适用于沙质土壤的水肥保持方法对于促进南疆设施农业发展具有重要意义。

近年来,土壤改良剂的应用已成为国内外学者的研究热点。土壤改良剂通常含有以水为媒介的高活性物质,能够改善土壤结构,减少养分的淋失^[6]。Turan^[7]指出,蛭石可减少畜禽粪便堆肥过程中 41.7% 的氨挥发。Tahir 和 Marschner^[8]在沙地土壤中加入蒙脱石后,土壤速效氮、有效磷含量分别增加了 17.6、2.4 mg/kg。顾美英等^[9]发现,施用生物质炭能提高新疆灰漠土和风沙土连作棉田根际土壤养分和微生物多样性。有机肥被广泛用于改善土壤理化性状,有机肥中含有大量的氮、磷、钾与矿

质元素,有助于补充土壤养分库以及提高土壤微生物对底物碳源的利用率^[10]。前人已有大量研究表明,土壤改良剂配施有机肥较单一施加改良剂对改善土壤板结^[11]、酸化^[12]、重金属污染^[13]等方面效果显著。然而,目前对沙地土壤保持水肥的研究仍以单独施加不同改良剂偏多,关于有机无机材料联合施用对沙地土壤的应用及果树生长影响的研究却鲜有报道,并且改良剂在施用时常以撒施混合土壤的形式,这样的方式往往施肥量大、利用率低、施用效果不持久^[14]。

为此,本课题组针对南疆沙地土壤水肥渗漏严重的特点,在束怀瑞院士提出的“穴贮肥水技术”研究基础上,选取当地天然、廉价且保水保肥效果较好的蛭石、蒙脱石、生物质炭材料与牛粪、羊粪等有机肥结合并制作成“果树穴贮砖”,穴施于土壤中植株根系附近,植株日常水肥供给采用滴灌技术进行。本研究通过探讨施加果树穴贮砖对南疆沙地土壤理化性质及石榴生长的影响,以期新疆产区果树水肥高效利用提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验地与材料

试验于 2021—2022 年连续两年在新疆生产建设兵团第十四师昆玉市农业科学研究所现代农业科技示范基地(37°14′46″N, 79°20′20″E)日光温室同一地块进行,温室昼夜温差控制在 (30/20)±5 ℃,试验期间具有自然光周期(每天大约 13 h 的光照),年平均相对湿度为 25%,土壤质地为砂土。供试土壤基础理化性质见表 1。

表 1 试验点土壤理化性质(2021 年)
Table 1 Tested soil physiochemical properties

土层深度(cm)	全氮(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	有机质(g/kg)	pH
0~20	0.43	15.10	12.78	88.85	1.96	9.50
20~40	0.35	14.32	11.85	85.13	1.62	9.56
40~60	0.27	13.24	9.45	81.86	1.38	9.64
60~80	0.20	11.18	8.51	75.76	1.16	9.68

试验以 3 年生的‘突尼斯’软籽石榴为试材。试验所用果树穴贮砖是由高温杀菌和腐熟发酵好的有机肥和蛭石、蒙脱石、生物质炭以及水按比例配制而成,

其制备过程是先把材料过 40 目筛,再按配方称量各材料并加入搅拌机(每 1 520 g 材料添加 1 L 水),充分搅拌均匀后分配到长 23 cm、宽 11 cm、高 4 cm 的特

制模具中,采用保鲜膜包被 2~3 d,固定成形后放置在室外自然风干。其中穴贮砖 A 配料为:300 g 牛粪,300 g 羊粪,100 g 蛭石,50 g 蒙脱石,10 g 生物质炭;穴贮砖 B 配料为:300 g 鸡粪,300 g 油渣,100 g 蛭石,50 g 蒙脱石,10 g 生物质炭,两种穴贮砖的养分含量见表 2。

表 2 供试穴贮砖的养分含量
Table 2 Nutrient contents of tested cave storage bricks

供试材料	N(g/kg)	P(g/kg)	K(g/kg)	C(g/kg)	Na(mg/kg)	Mg(mg/kg)	S(mg/kg)	Cl(mg/kg)	Ca(mg/kg)
穴贮砖 A	6.32	3.07	1.99	109.86	1.58	0.65	1.94	1.47	1.05
穴贮砖 B	1.29	1.24	2.69	16.30	1.18	1.79	4.63	0.30	10.32

1.2 试验设计

本试验采用单因素随机区组设计,共计 3 个处理:无穴贮砖对照(CK)、穴贮砖 A 处理(T1)、穴贮砖 B 处理(T2),每处理 10 个重复,共计 30 个试验小区。其他田间栽培管理措施均保持一致。试验于 2021 年 5 月 10 日进行,施砖时,对每株果树同一侧 20 cm 处,距土面 25 cm 处挖穴并施入一块果树穴贮砖(图 1),处理后统一安装滴灌带,将滴箭布置在果树穴贮砖正上方处,统一滴灌进

行日常水肥供给。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 植株生长指标的测定 每年于石榴开花后 5 月 20 日—8 月 10 日测定新梢和叶柄的生长量,频率为每 10 d 测定 1 次,共计 8 次。新梢的选取是从每株果树的东南西北 4 个方向各取 1 个当年生枝条进行挂牌标记,用钢卷尺测定新梢长度(新梢基部至顶端),游标卡尺测定新梢粗度(新梢基部)、叶柄长度和粗度(标记新梢基部到顶端的第 4 片叶)。

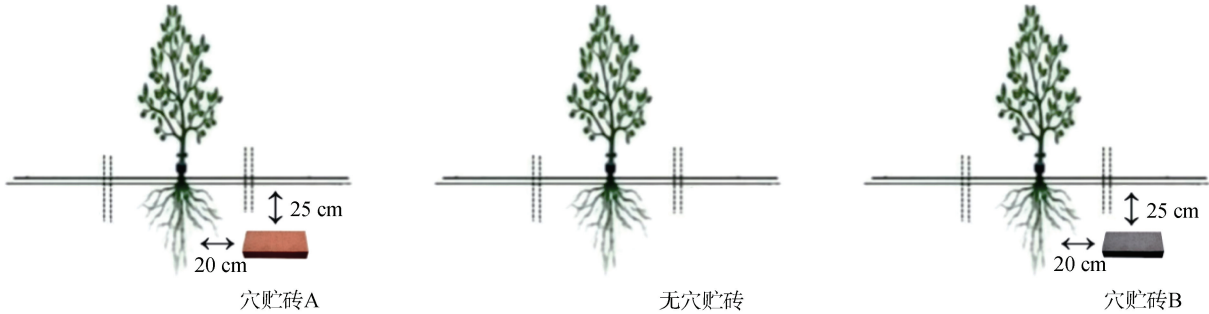


图 1 施加果树穴贮砖模式图
Fig.1 Applying patterns of fruit tree cave storage bricks

1.3.2 土壤理化性质测定 分别于 2021 年 10 月 5 日、2022 年 10 月 10 日采用根钻法取土样。每个处理随机选取 5 株石榴,分别在施加果树穴贮砖的四周均匀选取 4 个点,然后分别在 0~20、20~40、40~60、60~80 cm 土层土壤剖面处取 100 g 土样,同一层 4 个取样位置混合均匀为一个植株的土样。

土壤 pH 采用酸度计测定(过 1 mm 筛鲜土 10 g, 土水质量比 1:2.5);土壤含水量采用烘干称重法测定;土壤有机质采用重铬酸钾外加热法测定;土壤有效磷采用 NaHCO₃ 浸提—钼锑抗比色法测定;土壤速效钾采用 NH₄OAC 浸提—火焰光度计法测定;土壤碱解氮采用碱解扩散法测定;土壤全氮采用半微量凯氏定氮法测定^[15]。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 进行处理,采用 SPSS 19 软件对数据进行单因素方差分析,通过最小显著差异检

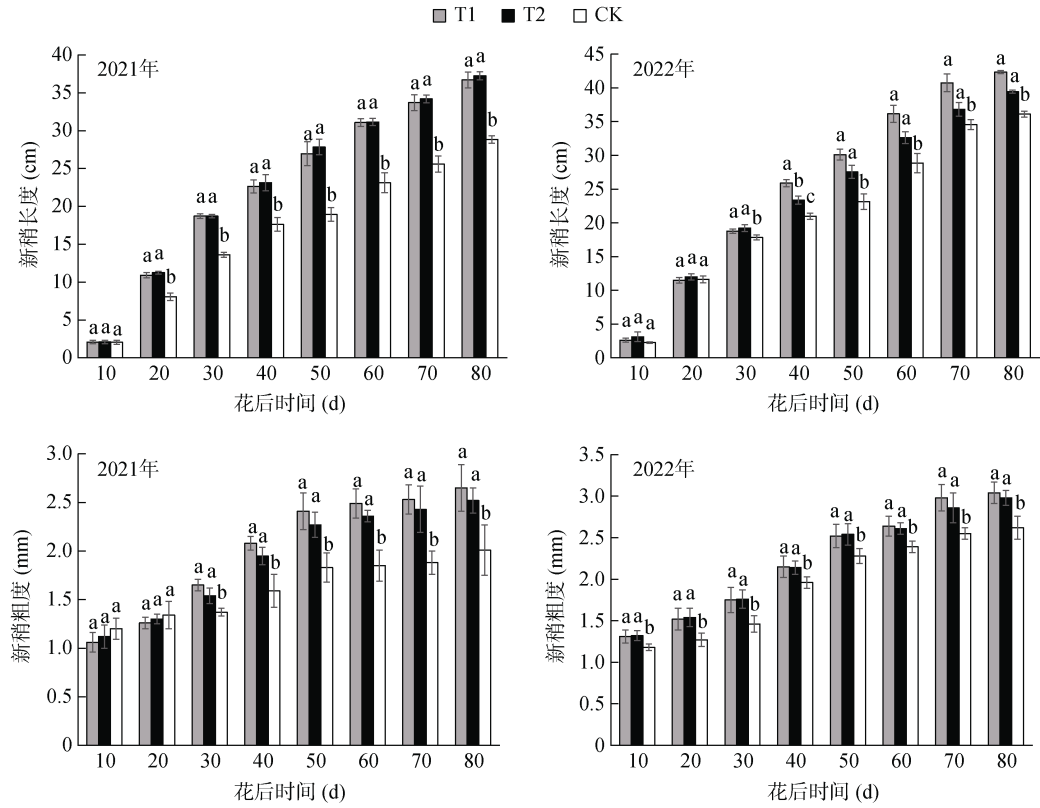
验(LSD)进行多重比较,采用 Origin 2021 软件作图。

2 结果与分析

2.1 果树穴贮砖对石榴新梢和叶柄生长的影响

由图 2 可知,连续两年试验结果表明,T1、T2 处理的石榴新梢长度和粗度在花后 30~80 d 均显著高于 CK,且 T1 与 T2 处理间差异均不显著(2022 年第 40 天的新梢长度除外)。花后 80 d,2021 年 T1、T2 处理的石榴新梢长度和粗度较 CK 分别增长了 27.30%、29.21% 和 17.25%、9.25%,2022 年分别增长了 31.84%、25.37% 和 16.03%、13.74%。

由图 3 可知,与 CK 相比,两年试验 T1、T2 处理在花后 80 d 显著增长了石榴叶柄的长度和粗度,其中 2021 年分别增长了 0.78、0.83 mm 和 0.44、0.28 mm,2022 年分别增长了 0.62、0.51 mm 和 0.39、0.27 mm,T1 与 T2 处理间均无显著差异。此外,2021 年 T1、



(图中小写字母不同表示处理间差异显著($P<0.05$), 下同)

图 2 果树穴贮砖对石榴新梢长度和粗度的影响

Fig. 2 Effects of fruit tree storage bricks on length and thickness of pomegranate shoots

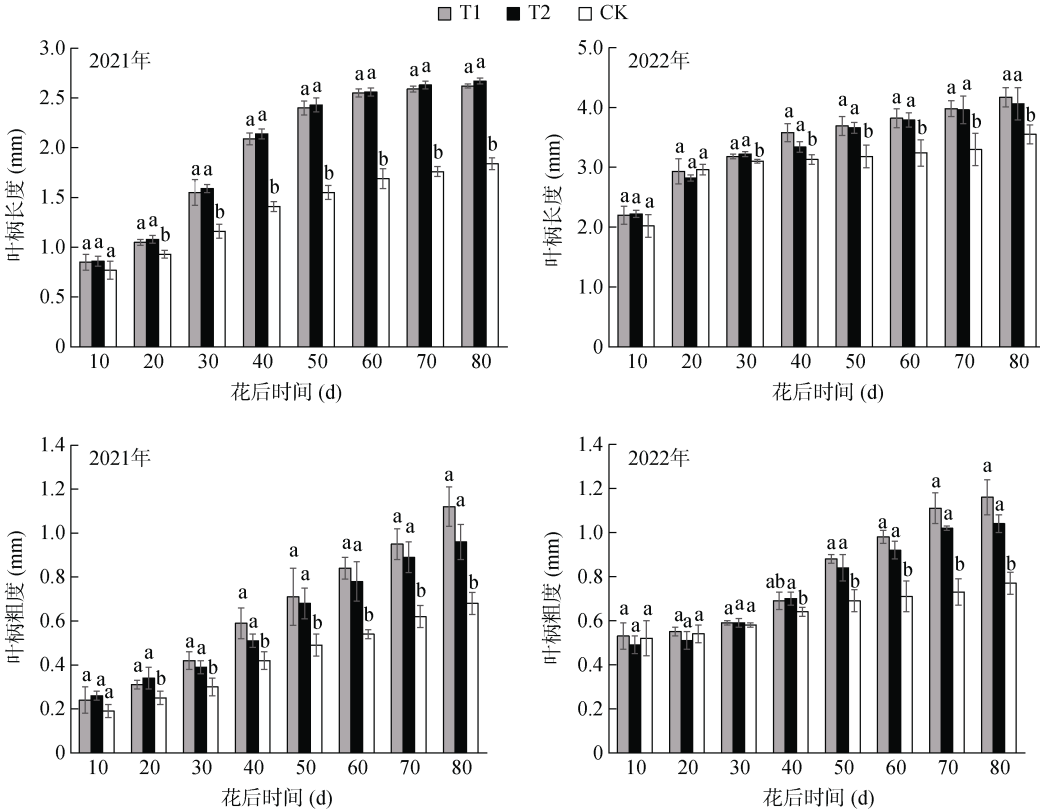


图 3 果树穴贮砖对石榴叶柄长度和粗度的影响

Fig. 3 Effects of fruit tree hole bricks on length and thickness of pomegranate petioles

T2 处理的叶柄长度和粗度在花后 20~70 d 均显著高于 CK, 而 2022 年 T1、T2 处理在花后 50~70 d 显著高于 CK, 且以 T1 处理效果较好, 但 T1、T2 处理间差异均不显著。

2.2 果树穴贮砖对土壤 pH 的影响

如图 4 所示, 两年试验施加两种果树穴贮砖均显著降低了 0~80 cm 各土层土壤 pH。其中 2021 年在 20~40 cm 处 T1 处理的 pH 低于 T2、CK, 但在 40~60 和 60~80 cm 处均以 T2 处理的 pH 最低, 分别比 T1、CK 减少了 0.04、0.15 和 0.03、0.08; 2022 年在 20~40 cm 处 T1、T2 处理的 pH 较 CK 差异最为显著, 均降低了 0.25, 在 40~60、60~80 cm 处各处理的 pH 均表现为 T1<T2<CK。

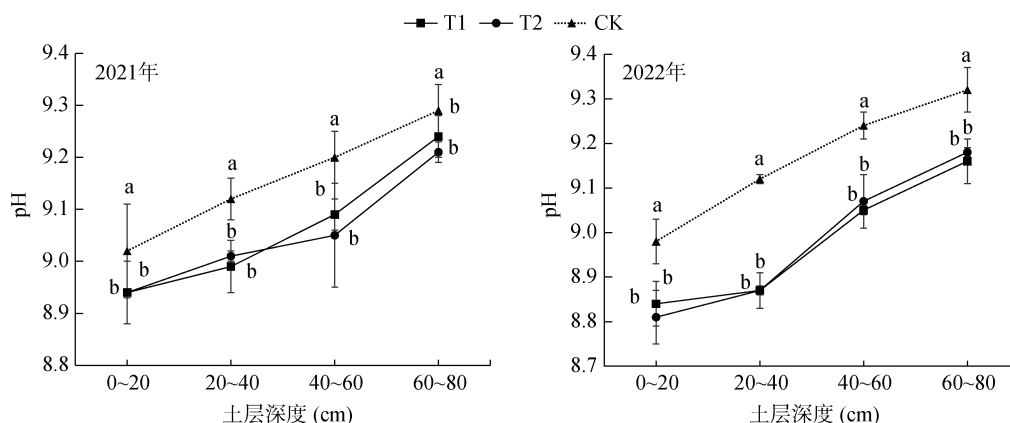


图 4 果树穴贮砖对土壤 pH 的影响
Fig.4 Effects of fruit tree hole bricks on soil pH

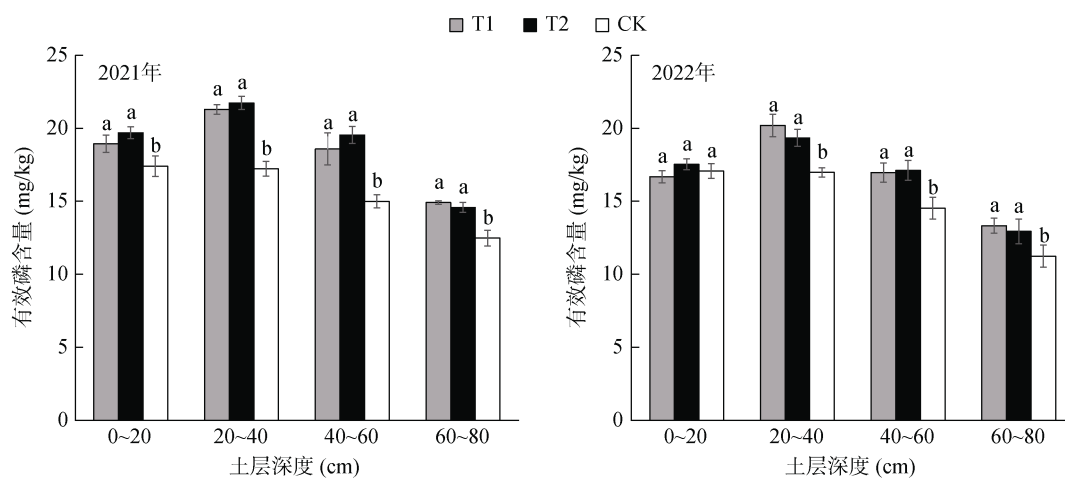


图 5 果树穴贮砖对土壤有效磷含量的影响
Fig.5 Effects of fruit tree hole bricks on soil available phosphorus content

由图 6 可知, 随着土层深度的增加, CK 处理的速效钾含量逐渐降低, 而 T1、T2 处理则先上升再下降。两年试验在 0~80 cm 各土层 T1、T2 处理的土壤速效钾含量均高于 CK, 且 T1 与 T2 处理间均无显著差异。两年 T1、T2 处理均在 20~40 cm 处的土

2.3 果树穴贮砖对土壤有效磷、速效钾和碱解氮含量的影响

由图 5 可知, 随着土层深度的增加, CK 处理的有效磷含量逐渐降低, 而 T1、T2 处理则呈先上升再下降的趋势。2021 年在 0~80 cm 各土层 T1、T2 处理的有效磷含量均显著高于 CK, 但 T1 与 T2 处理间均无显著差异, 其中以 20~40 cm 土层处 T1、T2 处理的土壤有效磷含量最高, 分别较 CK 显著提升了 23.64%、26.13%; 2022 年在 0~20 cm 处 T1、T2 处理相较于 CK 无显著差异, 在 20~80 cm 各土层 T1、T2 处理有效磷含量均高于 CK, 其中 20~40 cm 处 T1、T2 处理的土壤有效磷含量最高, 分别较 CK 显著提升了 18.85%、13.90%, 且 T1 显著高于 T2。

壤速效钾含量较 CK 差异最为显著, 分别提升了 7.56%、8.57% 和 4.91%、5.29%。

由图 7 可知, 两年试验在 0~80 cm 各土层, T1、T2 处理较 CK 均增加了土壤碱解氮含量, 且在 20~40 cm 处差异最为显著, 其中 2021 年增加

了 22.97%、22.53%，2022 年增加了 16.88%、14.85%。此外，2022 年在 0~20、60~80 cm 处各处理下的

碱解氮含量表现均为 T1>T2>CK，且 T1、T2 处理显著高于 CK。

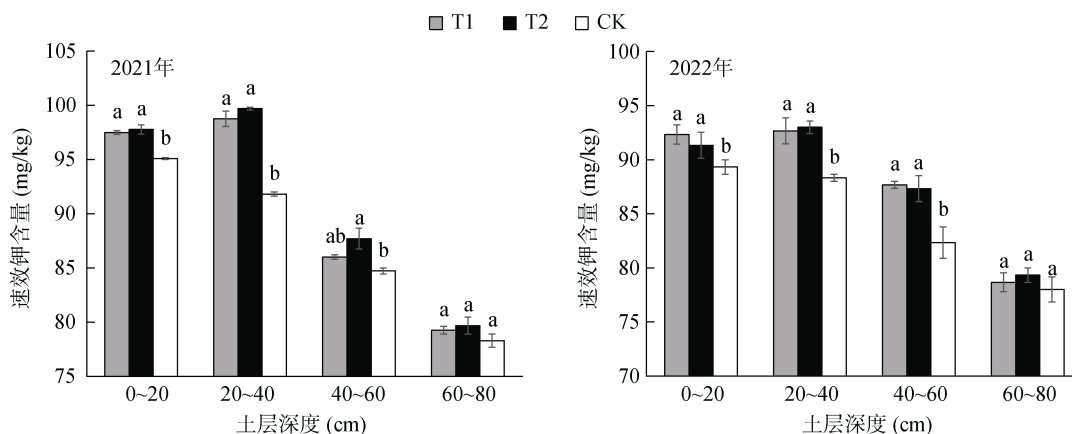


图 6 果树穴贮砖对土壤速效钾含量的影响

Fig.6 Effects of fruit tree hole bricks on soil available potassium content

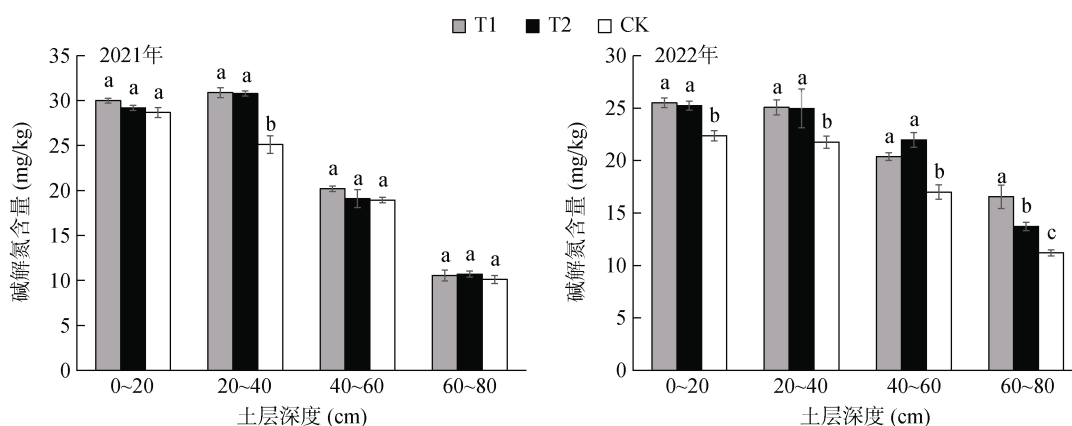


图 7 果树穴贮砖对土壤碱解氮含量的影响

Fig.7 Effects of fruit tree hole bricks on soil alkali-hydrolyzable nitrogen content

2.4 果树穴贮砖对土壤有机质和全氮含量的影响

由图 8 可知，2021 年 T1、T2 处理 0~80 cm 各土层土壤有机质含量均高于 CK，但未表现出显著性差异；2022 年 0~80 cm 各土层土壤有机质含量均表

现为 T1>T2>CK，并且在 20~80 cm 土层 T1、T2 处理均显著高于 CK，其中 20~40 cm 处 T1、T2 处理的土壤有机质含量最高，分别较 CK 显著提升了 29.37%、25.74%。

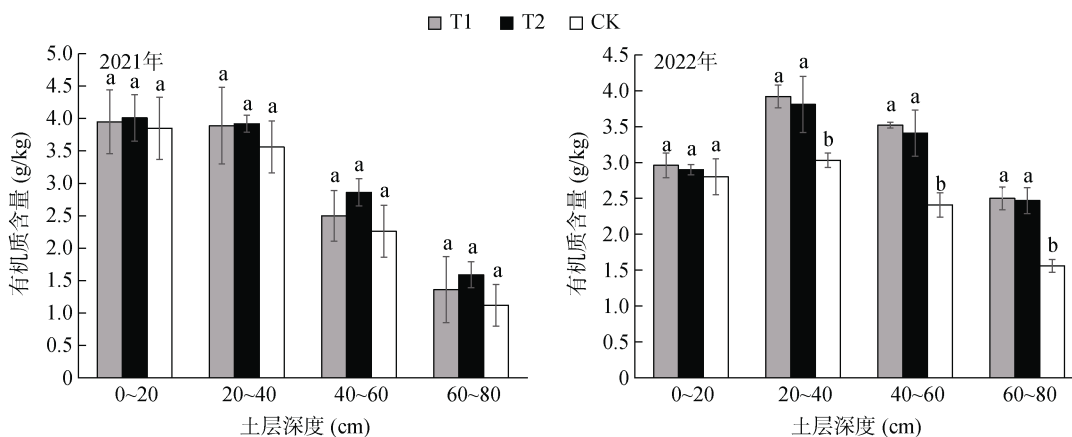


图 8 果树穴贮砖对土壤有机质含量的影响

Fig.8 Effects of fruit tree hole bricks on soil organic matter content

如图9所示,两年试验结果表明,随着土层深度的增加,CK处理下的全氮含量逐渐降低,而T1、T2处理则是先上升再下降。两年试验在0~80 cm各土层,与CK相比,T1、T2处理均提升了土壤中的全氮含量,且在20~40 cm处差异最为显著,其中2021年分别提升了35.56%、37.78%,2022年分别提升了20.44%、21.55%。

2.5 果树穴贮砖对土壤含水量的影响

从图10可知,随着土层深度的增加,T1、T2、

CK处理下的土壤含水量均呈现出不同幅度的降低趋势。2021年在0~60 cm各土层,T1、T2处理的土壤含水量较CK均有显著提升,其中在20~40 cm处差异最为显著,分别提升了15.33%、14.03%;但在60~80 cm处各处理间无显著差异。2022年在0~20 cm处T1处理的土壤含水量显著高于T2、CK,其中T2相较于CK无显著差异;在20~40、40~60 cm处T1、T2处理较CK差异均显著,分别增加了23.03%、25.66%和7.24%、13.11%;在60~80 cm处各处理间无显著差异。

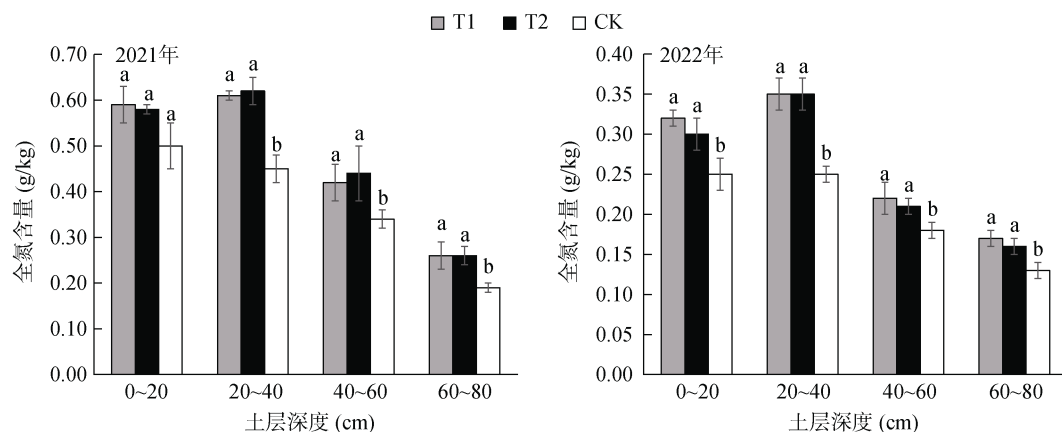


图9 果树穴贮砖对土壤全氮含量的影响

Fig.9 Effects of fruit tree hole bricks on soil total nitrogen content

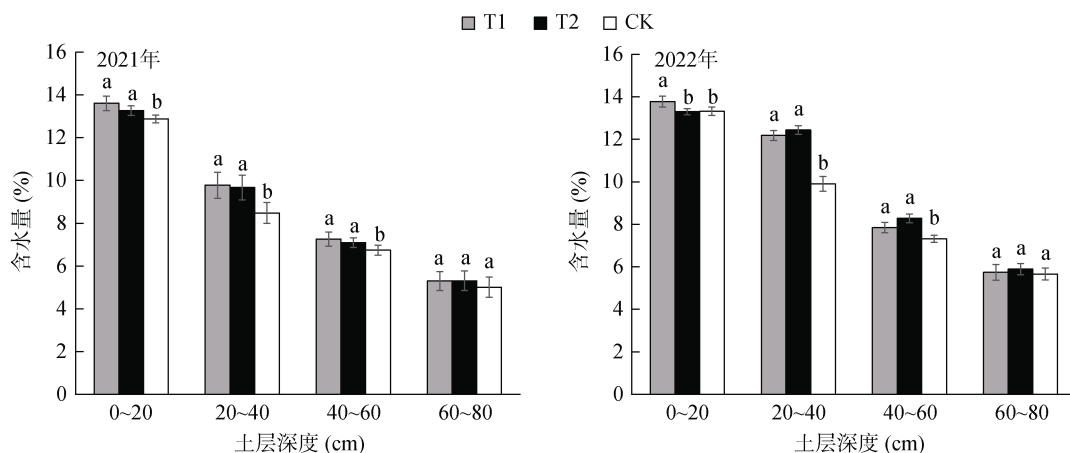


图10 果树穴贮砖对土壤含水量的影响

Fig.10 Effects of fruit tree hole bricks on soil water content

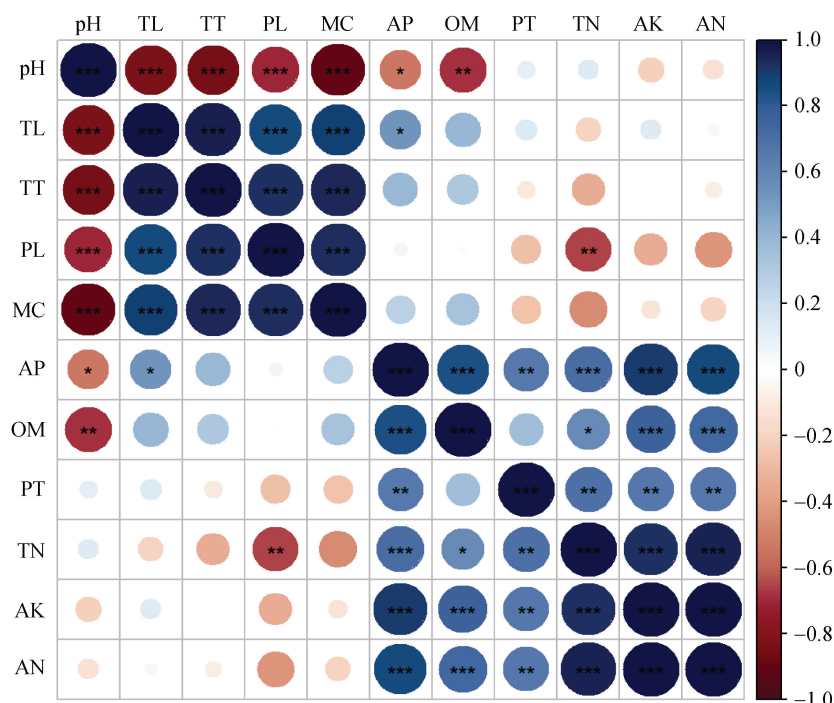
2.6 石榴新梢和叶柄的生长与土壤理化性质的相关性

如图11所示,石榴新梢长度、粗度以及叶柄长度均与土壤含水量呈极显著正相关,与土壤pH呈极显著负相关;新梢长度和粗度与土壤有机质、有效磷含量呈正相关或显著正相关关系;叶柄粗度与土壤有机质含量呈正相关,与土壤有效磷、速效钾、碱解氮、全氮含量均呈极显著正相关。

3 讨论

3.1 果树穴贮砖对土壤理化性质的影响及其机制

土壤碱化往往伴随着盐基离子过量积累与养分的淋失,造成土壤保蓄能力下降^[16]。迟春明等^[17]研究表明,土壤碱度过高致使黏粒分散,土壤结构完全丧失,是导致碱化盐土饱和导水率过低的根本原因。本研究中,南疆沙地土壤偏碱性,两年试验施加两种



(TL 为新梢长度, TT 为新梢粗度, PL 为叶柄长度, PT 为叶柄粗度, MC 为土壤含水量, AP 为有效磷, OM 为土壤有机质, TN 为土壤全氮, AK 为土壤速效钾, AN 为土壤碱解氮。*、**、***分别表示相关性达 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$ 和 $P < 0.001$ 显著水平)

图 11 石榴新梢和叶柄的生长与土壤理化性质的相关性

Fig.11 Correlation between growths of pomegranate shoots and petioles with soil physiochemical properties

果树穴贮砖均显著降低了 0~80 cm 各土层土壤 pH, 这是因为果树穴贮砖中的蛭石、蒙脱石、生物质炭以及有机肥均具有对酸碱的缓冲能力, 从而减缓了土壤碱化的趋势。这与张宇晨等^[18]、杨叶华等^[19]研究结果一致, 但和孙勇等^[20]施用有机肥改善了黑土酸化问题以及 Zhao 等^[21]指出秸秆生物质炭的施用可提升酸性土壤 pH 的研究结果不一致, 可能与试验中不同类型材料、土壤、气候等有关。

有机质和速效养分是衡量土壤质量高低的重要指标。大量研究表明^[11-12,22], 施用有机肥和土壤改良剂可改善土壤微生态环境, 增强微生物对碳源的利用, 活化土壤养分, 提高土壤养分利用率。本研究中, 连续两年试验结果表明, 施加果树穴贮砖对 0~80 cm 各土层中的有效磷、速效钾、有机质、碱解氮以及全氮含量有着不同幅度提升, 其中在 20~40 cm 处效果显著。其原因与施加果树穴贮砖在距土面 25 cm 处有关, 一方面果树穴贮砖中的有机肥本身含有多种营养成分以及大量有益微生物, 进而可直接或间接达到提高土壤养分含量的效果; 另一方面, 果树穴贮砖中的蛭石、蒙脱石以及生物质炭具有较大的比表面积、良好的离子交换能力等特点^[8-9,23], 从而在日常的滴灌施肥过程中可吸附肥料营养元素, 然后通

过连续聚合形成有机物缓释到周边土壤。此外, 不同材料之间的协同作用也有可能改变了土壤微生物群落结构及其活性, 影响有机物质的分解, 进而影响土壤养分的存在形态、转化和有效性, 但详细过程和机理还需进一步研究。

穴贮肥水技术是通过提高局部土体的肥水供应强度, 逐渐地释放水分和养分, 使根系功能持续稳定发挥, 从而达到壮树增产的目的^[24]。毕润霞等^[25]采用穴贮肥水灌溉处理后, 发现土壤水分主要集中在 40~60 cm 土层, 土壤水分分布比较均匀。于坤等^[26]研究表明, 地下穴贮滴灌系统较膜下滴灌和普通滴灌能够保持土壤深度 30~50 cm 处土壤体积含水率的稳定性。本研究结果与其类似, 两年试验施加两种果树穴贮砖对 20~40、40~60 cm 土层土壤含水量均有显著提升, 这可能是由于在重力和土壤水势梯度的作用下, 水分向土壤深层移动过程中果树穴贮砖吸收了部分水分并进行了缓释作用, 从而大幅提升了土壤含水量。由此说明, 施加果树穴贮砖可有效提升南疆沙地土壤的持水能力。

3.2 果树穴贮砖对石榴生长的影响及其机制

石榴为多年生常绿果树, 充足、及时的养分供应枝梢抽生健壮。枝梢作为石榴良好的结果母枝, 是保

障树体光合作用、维持树体正常生长及翌年开花结果的基础^[27]。本研究中, 与 CK 相比, 2021 年和 2022 年 T1、T2 处理在花后 80 d 的新梢和叶柄生长量均有显著提升, 其中石榴新梢长度分别增长了 27.30%、29.21% 和 31.84%、25.37%, 新梢粗度分别增长了 17.25%、9.25% 和 16.03%、13.74%, 叶柄长度分别增长了 0.78、0.83 mm 和 0.62、0.51 mm, 叶柄粗度分别增长了 0.44、0.28 mm 和 0.39、0.27 mm。这说明施加果树穴贮砖有利于石榴树体的生长, 通过石榴新梢和叶柄的生长与土壤理化性质之间相关性分析发现, 石榴新梢长度、粗度以及叶柄长度均与土壤含水量呈极显著正相关, 与土壤 pH 呈极显著负相关, 这说明施加果树穴贮砖后降低南疆沙地土壤碱度的同时增加土壤含水量是促进石榴枝梢生长的主要原因; 石榴新梢长度、粗度及叶柄粗度均与土壤有机质和有效磷含量呈正相关或显著正相关, 说明施加果树穴贮砖后土壤有机质和有效磷含量的增加也促进了石榴枝梢生长。王玫等^[28]发现, 施用生物炭复合有机肥能够优化土壤真菌群落结构, 有利于连作条件下苹果幼苗的生长发育, 本研究结果与此一致。本研究中 2021 年新梢长度和叶柄长度以 T2 处理效果较好, 新梢粗度和叶柄粗度以 T1 处理较好, 而 2022 年新梢和叶柄的生长量均以 T1 处理的效果较好, 其原因与两种果树穴贮砖中的不同有机肥矿化分解速率及作用效果不同有关。吕鉴于等^[29]对矿区复垦土壤磷素矿化研究表明, 较低 C/P 的鸡粪处理较牛粪处理更易矿化分解, 导致鸡粪产生的有效磷含量要高于牛粪, 本研究中 2021 年较高 C/P 的 T2 处理更有利于新梢长度的生长表现与该结论相一致。综合两年来看, T1 处理效果优于 T2 处理, 是因为本试验中果树穴贮砖 A 的基础养分含量整体较高, 尤其是 N、P、C 元素含量高于果树穴贮砖 B, 这与周维杰^[30]等在芒果上的研究结果类似。由此说明, 施加果树穴贮砖可作为促进南疆温室果树生长的推荐技术。

4 结论

在温室滴灌条件下施加果树穴贮砖可有效提升南疆沙地土壤中的有机质、速效养分、全氮含量以及含水量, 同时还减缓了土壤碱化的趋势。本研究中两种果树穴贮砖主要是在 20 ~ 40 cm 土层处改善了土壤理化性质, 相关性分析表明施加果树穴贮砖后降低土壤碱度和增加土壤含水量是最终显著促进石榴生长的主要因素, 综合连续两年石榴新梢和叶柄的生长量来看以 T1 处理(果树穴贮砖 A)的效果最佳。因此,

施加果树穴贮砖可作为南疆沙地土壤保持水肥及促进温室果树生长的技术参考。

参考文献:

- [1] 孙凯, 王涵, 孙贵荣, 等. 库布齐沙地滴灌人工林土壤水分运移及其与土壤分形特征的关系[J]. 土壤, 2022, 54(5): 1073–1084.
- [2] 肖林刚, 宋兵伟, 曹新伟, 等. 新疆沙漠地区皮山县设施农业发展的 SWOT 分析及对策研究[J]. 中国农机化学报, 2021, 42(5): 139–147.
- [3] 牛娟, 骆翔, 陈利娜, 等. 石榴田间愈伤组织诱导及芽再生体系的建立[J]. 果树学报, 2018, 35(10): 1225–1234.
- [4] 王瑛, 刘津岐, 楚光明, 等. 盆栽模拟条件下优选复合材料对沙土理化性状的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36(8): 169–175.
- [5] 范琳杰, 李成道, 李向义, 等. 极端干旱区沙土掩埋对凋落物分解速率及盐分含量动态的影响[J]. 植物生态学报, 2021, 45(2): 144–153.
- [6] 郑鹏, 党廷辉, 薛江. 粉煤灰、砒砂岩对煤矿排土场土壤水分特性改良的研究[J]. 土壤学报, 2023, 60(2): 399–408.
- [7] Turan N G. Nitrogen availability in composted poultry litter using natural amendments[J]. Waste Management & Research, 2009, 27(1): 19–24.
- [8] Tahir S, Marschner P. Clay addition to sandy soil—influence of clay type and size on nutrient availability in sandy soils amended with residues differing in C/N ratio[J]. Pedosphere, 2017, 27(2): 293–305.
- [9] 顾美英, 刘洪亮, 李志强, 等. 新疆连作棉田施用生物炭对土壤养分及微生物群落多样性的影响[J]. 中国农业科学, 2014, 47(20): 4128–4138.
- [10] 且天真, 武迪, 张德健, 等. 不同年限施用有机肥对土壤理化性质的影响[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(12): 135–141, 170.
- [11] 刘丽媛, 徐艳, 朱书豪, 等. 有机肥配施对中国农田土壤容重影响的整合分析[J]. 农业资源与环境学报, 2021, 38(5): 867–873.
- [12] 赵婷婷, 刘蕾, 柳新伟, 等. 牛粪配施生物炭的土壤碳净变化率和腐殖物质组成研究[J]. 土壤学报, 2021, 58(3): 619–627.
- [13] 屈群屹. 蒙脱石与农业废弃物联合修复重金属污染土壤研究[D]. 西安: 长安大学, 2022.
- [14] 张宾宾. 新型环保土壤改良剂沙地施用效果研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.
- [15] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [16] 张文新, 张文超, 王淑娟, 等. 脱硫石膏对碱化土壤胶体絮凝的影响[J]. 土壤, 2021, 53(3): 555–562.
- [17] 迟春明, 王志春. 碱化盐土饱和导水率特征与影响因素研究[J]. 土壤通报, 2014, 45(3): 601–607.
- [18] 张宇晨, 红梅, 赵巴音那木拉, 等. 不同措施对河套灌区重度盐渍土改良效果[J]. 水土保持学报, 2019, 33(5): 309–315, 322.

- [19] 杨叶华, 黄兴成, 朱华清, 等. 长期有机与无机肥配施的黄壤稻田土壤细菌群落结构特征[J]. 植物营养与肥料学报, 2022, 28(6): 984–992.
- [20] 孙勇, 曲京博, 初晓冬, 等. 不同施肥处理对黑土土壤肥力和作物产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(14): 45–50.
- [21] Zhao X, Wang J W, Xu H J, et al. Effects of crop-straw biochar on crop growth and soil fertility over a wheat-millet rotation in soils of China[J]. Soil Use and Management, 2014, 30(3): 311–319.
- [22] 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(5): 791–801.
- [23] 解颜岩. TiO₂/寡层金云母-蛭石纳米片复合材料制备及光催化性能研究[D]. 绵阳: 西南科技大学, 2020.
- [24] 刘亚娜, 刘世增, 王芳, 等. 穴贮肥水和秸秆覆盖对苹果树光合及叶绿素荧光特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(14): 164–172.
- [25] 毕润霞. 苹果根区土壤呼吸和有机碳代谢及其肥水调控[D]. 泰安: 山东农业大学, 2013.
- [26] 于坤, 郁松林, 刘怀峰, 等. 地下穴贮滴灌系统的设计及其对‘赤霞珠’葡萄生长和水分利用效率的影响[J]. 果树学报, 2014, 31(3): 386–393.
- [27] 安祥瑞, 江尚焘, 李焕苓, 等. 减施化肥配施有机肥对荔枝生长、产量品质及肥料利用率的影响[J]. 土壤, 2021, 53(6): 1174–1184.
- [28] 王玫, 徐少卓, 刘宇松, 等. 生物炭配施有机肥可改善土壤环境并减轻苹果连作障碍[J]. 植物营养与肥料学报, 2018, 24(1): 220–227.
- [29] 吕鉴于, 高文俊, 郝鲜俊, 等. 不同有机肥对矿区复垦土壤磷素矿化特征研究[J]. 灌溉排水学报, 2020, 39(4): 59–67.
- [30] 周维杰, 吴川德, 李钟谏, 等. 不同营养类型有机肥对芒果品质和土壤肥力的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2023(5): 84–95.