

不同处理对连作土壤及西瓜产量和品质的影响

马江黎¹, 徐红², 孙兴祥¹

(1. 盐城市蔬菜研究所 江苏盐城 224002; 2. 三仓镇农业技术推广中心 江苏盐城 224200)

摘要: 采用随机区组试验设计, 研究了不同处理对连作土壤及西瓜生长、产量和品质的影响, 试验设置嫁接(T1)、棉隆消毒(T2)、土壤灌水(T3)、威百亩消毒(T4)处理和CK(自根苗, 不进行土壤处理)。结果表明, 嫁接和土壤灌水处理西瓜产量较对照显著提高126.32%、20.68%; 嫁接西瓜果实中心、边部可溶性固形物含量较对照分别显著提高0.8、0.5个百分点, 土壤灌水处理西瓜果实中心、边部可溶性固形物含量较对照分别显著提高0.6、0.4个百分点; 棉隆处理对果实品质改善效果最好, 中心可溶性固形物含量较对照显著增加1.1个百分点。灌水处理土壤EC值较对照显著降低79.27%, pH值较对照显著增加4.40%; 且西瓜种植结束后, 土壤EC值显著低于其他处理和对照, pH值显著高于其他处理和CK。综上所述, 嫁接(T1)、土壤灌水(T3)处理对西瓜连作障碍缓解效果较好, 且土壤灌水处理能够有效改良土壤次生盐渍化, 具有较大的推广应用价值。

关键词: 西瓜; 连作; 土壤消毒; 土壤灌水

中图分类号: S651+S506.1

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2022)07-050-06

Different treatments affects continuous cropping soil and watermelon yield and quality

MA Jiangli¹, XU Hong², SUN Xingxiang¹

(1. Yancheng Institute of Vegetables, Yancheng 224002, Jiangsu, China; 2. Agricultural Technology Extension Center of Sancang Town, Yancheng 224200, Jiangsu, China)

Abstract: In order to study the effect of different treatments on continuous cropping soil and growth, yield, quality of watermelon, a completely randomized experimental design was carried out. Four treatments including Grafting (T1), Dazomet disinfection (T2), Flooding irrigation (T3), Metham disinfection (T4) and Untreated control (CK) were set, each treatment was repeated three times. The results showed that Grafting and Flooding irrigation significantly increased watermelon yield by 126.32% and 20.68% compared with Untreated control. The content of central and edge soluble solid were significantly increased by 0.8 and 0.5 percentage points under Grafting, by 0.6 and 0.4 percentage points under Flooding irrigation, respectively. Dazomet disinfection had the best effect on improving fruit quality, and the content of central soluble solid was significantly increased by 1.1 percentage points. Flooding irrigation could significantly reduced soil EC by 79.27% and increase soil pH by 4.40% compared with Un-treated control. After watermelon harvest, soil EC under Flooding irrigation was still lower than that under other treatments and CK, but soil pH was higher than that under other treatments and CK. Therefore, Grafting and Flooding irrigation had a good effect on alleviating watermelon continuous cropping disorder and Flooding irrigation can effectively ameliorate soil secondary salinization, suggesting its potential application.

Key words: Watermelon; Continuous cropping; Soil disinfection; Flooding irrigation

江苏西瓜产业在全国占有重要地位, 种植面积和西瓜产量均居我国前列, 尤其是早春设施栽培西瓜产量高、品质好、效益高, 在促进农业增效、农民增收、乡村振兴等方面发挥了重要的作用^[1]。近年来, 江苏设施西瓜产业发展迅速, 且呈现规模化、专

业化的发展趋势, 但由于土地流转的局限性, 多年连续种植的面积比例越来越大, 西瓜连作障碍问题日益严重, 尤其是江苏沿海地区, 由于高度集约化种植, 肥料的过量使用以及缺少雨水淋洗等, 土壤出现次生盐渍化、酸化板结、营养元素不平衡等问

收稿日期: 2022-01-25; 修回日期: 2022-04-18

基金项目: 国家西甜瓜产业技术体系(CARS-25)

作者简介: 马江黎, 女, 农艺师, 主要从事西甜瓜及蔬菜技术与推广工作。E-mail: 3179946453@qq.com

通信作者: 孙兴祥, 男, 推广研究员, 主要从事西甜瓜栽培技术研究推广工作。E-mail: ycsxx@126.com

题越来越普遍,导致土传病虫害严重、植株抗逆能力差、产量和品质以及种植效益下降,严重影响了西瓜产业的可持续健康发展^[2-4]。目前,国内外主要利用传统耕作调控、生物防治技术、物理消毒技术、化学防治技术等一系列措施改善土壤环境、控制土传病害的传播蔓延,从而缓解连作障碍。其中,嫁接栽培西瓜长势旺盛、产量高,在生产上有大面积的应用,但嫁接栽培对西瓜生长、产量及品质的影响仍是人们普遍的关注点。使用熏蒸剂进行土壤消毒是当前最为有效且稳定的防治土传病害的措施,常用的熏蒸剂主要有氯化苦、棉隆、威百亩等,目前关于棉隆、威百亩等对枯萎病发病率、病原菌的防治效果以及土壤微生物群落的研究较多,但对西瓜连作土壤、生长发育、产量等影响的研究报道较少。有研究表明,针对次生盐渍化较重地块,利用排水多次冲洗,可有降低盐分浓度^[5-8],从而有效缓解连作土壤次生盐渍化和酸化。针对江苏沿海地区实际情况,笔者研究了嫁接栽培、棉隆消毒、威百亩消毒和土壤灌水对连作西瓜土壤、生长发育、产量及品质的影响,综合比较不同处理对西瓜连作障碍的缓解效果,旨在为江苏沿海地区西瓜次生盐渍化土壤的科学治理提供参考,促进西瓜产业可持续发展。

1 材料与方法

1.1 材料

供试西瓜品种为早佳(8424)(新疆农人种子科技有限公司),自根苗、嫁接苗均由东台市许河镇兴旺瓜苗场育苗。供试药剂“根丽美”——98%棉隆微粒剂(棉隆)由浙江海正化工股份有限公司生产;“利民沃野”——42%威百亩水剂(威百亩)由利民化学有限责任公司生产。

试验于2020年7—10月在东台国家现代农业园区连栋大棚内进行,该大棚已连续种植西瓜5年,前茬西瓜在2020年6月采收。试验地大棚内土壤为砂质黏壤土,土壤速效氮含量(w ,后同) $23.15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷含量 $263.15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾含量 $141.20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有机质含量 2.96%、EC值 $1417 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$,pH值 7.94。

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计,4个处理,1个CK,3次重复,共15个小区,每个小区面积 120 m^2 。双行定植,株距 45 cm,行距 3 m,每小区定植 90 株。为消除小区之间的相互影响,不同小区之间用厚塑料膜埋入 1 m 深土层隔开,各处理小区均间隔 1 m,进行隔离处理。各处理如表 1 所示。

表 1 不同处理及施用方法

| 编号 | 处理 | 育苗方式 | 土壤处理方法 |
|----|-------|------|---|
| CK | 对照 | 自根苗 | 不进行土壤处理 |
| T1 | 嫁接 | 嫁接苗 | 不进行土壤处理 |
| T2 | 棉隆消毒 | 自根苗 | 667 m ² 施用棉隆 25 kg,均匀撒施于土壤中,旋耕机旋耕均匀,深度 25 cm,确保土壤与棉隆药剂充分混匀,灌水使土壤湿润(土壤含水量 60%以上),覆膜熏蒸 15 d、揭膜通风 15 d 后,移栽西瓜苗。 |
| T3 | 土壤灌水 | 自根苗 | 大水漫灌保持水层 20~30 cm,持续 48 h 后排水,晾干 48 h 后再大水漫灌,连续排灌 4 次,晾干田块后,移栽西瓜苗。 |
| T4 | 威百亩消毒 | 自根苗 | 667 m ² 施用威百亩 25 kg,加水稀释后均匀喷洒于土壤表面,覆膜熏蒸 15 d、揭膜通风 15 d 后,移栽西瓜苗。 |

1.3 田间管理

7月18日采用72孔穴盘播种育苗,8月6日移栽定植,10月22日成熟采收。定植前667 m²施商品有机肥 800 kg,三元复合肥 40 kg 作基肥,铺设滴灌带和地膜。8月14日用促根剂+枯草芽孢杆菌灌根 1 次,后期 667 m²追施大量元素水溶肥(1:300) 1 kg,每 7 d 追施 1 次,追施 7 次。西瓜采用爬地栽培,主蔓 6 叶时打顶,选留 2~3 根侧蔓,第 4~第 6 雌花人工授粉坐瓜,坐果前及时摘除多余侧枝。

1.4 指标测定

1.4.1 植株生长指标测定 分别于伸蔓期、开花期坐果期、成熟期每小区取植株样本 8 株,测定主蔓长、茎粗(主茎基部第一节位)、主蔓叶片数、叶绿素含量。将伸蔓期、开花坐果期植株样本洗净晾干后,用电子秤测量茎叶鲜质量、根鲜质量,然后放入烘箱中,105 ℃杀青 30 min,再在 80 ℃条件下烘干至恒质量,测定茎叶干质量、根干质量。采用游标卡尺测定茎粗,卷尺测定主蔓长,HM-YA 叶绿素测定仪测定叶绿素相对含量(SPAD)。

1.4.2 产量及品质测定 成熟时,采收测定结果数、平均单果质量、商品瓜数、小区产量,每小区随

机测定3个西瓜的纵径、横径、果皮厚度,采用手持折射仪测定西瓜中心可溶性固形物和边部可溶性固形物含量。

1.4.3 土壤理化性状的测定 试验开始前、不同处理后(定植前)、西瓜种植结束后每个小区选取20个点,分小区采集土壤样本,采样深度为0~20 cm,混匀后带回实验室,在室内自然风干后过100目筛测定土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量及pH值、EC值。土壤基本性质测定参考《土壤农化分析方法》^[9]。

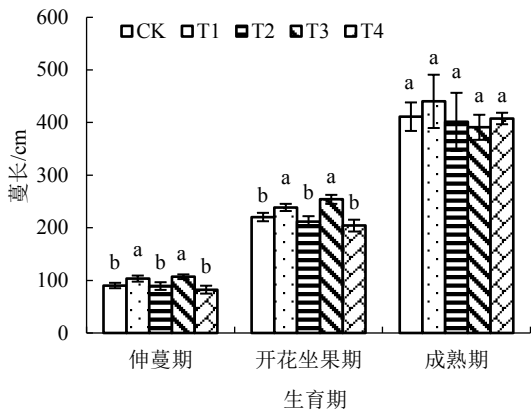
1.5 数据分析

数据采用 Microsoft Excel 2010 处理汇总并进行作图,采用 SPSS 18.0 进行统计分析、差异显著性分析(LSD法)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对西瓜植株形态指标的影响

伸蔓期 T1、T3 处理植株蔓长较 CK 显著增加 14.55%、18.54%,且显著大于其他处理,T2、T4 处理植株蔓长与 CK 无显著差异;开花坐果期 T1、T3 处理植株蔓长较 CK 显著增加 8.30%、15.26%,且显著大于其他处理,T2、T4 处理植株蔓长与 CK 无显著差异;成熟期各处理植株蔓长与 CK 无显著差异(图1)。



注:不同小写字母表示同一时期不同处理间在 0.05 水平差异显著。下同。

图1 不同处理对西瓜植株蔓长的影响

伸蔓期除 T2 处理外,其他处理植株茎粗显著大于 CK,开花坐果期、成熟期 T1 处理植株茎粗显著大于 CK,其他处理与 CK 无显著差异(图2)。

伸蔓期、成熟期各处理植株叶片数与 CK 无显著差异,开花坐果期 T1、T3 处理植株叶片数较 CK 显著增加 11.63%、9.50%,其他处理与 CK 差异不显著(图3)。

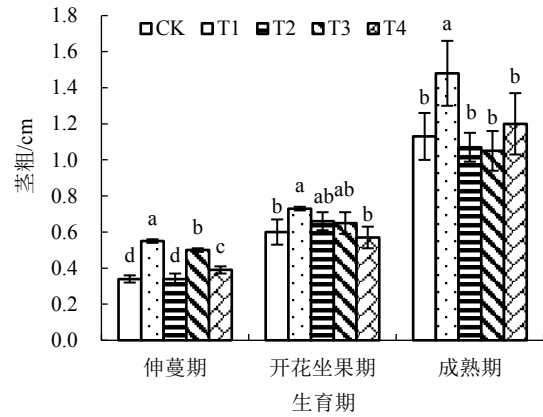


图2 不同处理对西瓜植株茎粗的影响

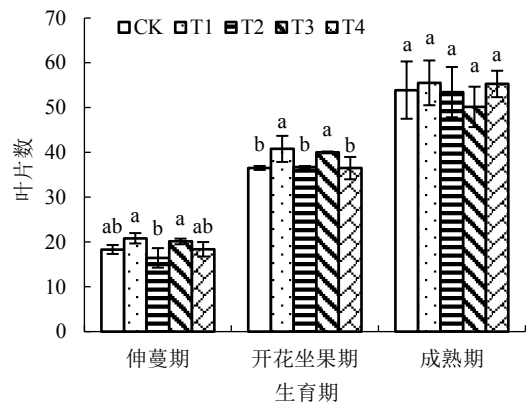


图3 不同处理对西瓜植株叶片数的影响

2.2 不同处理对西瓜植株叶片叶绿素相对含量的影响

由图4可知,伸蔓期各处理植株叶片叶绿素相对含量均显著高于 CK,且 T1、T2、T4 处理显著高于 T3,T4 处理植株叶绿素相对含量最高;开花坐果期、成熟期各处理植株叶片叶绿素相对含量与 CK 差异均不显著。

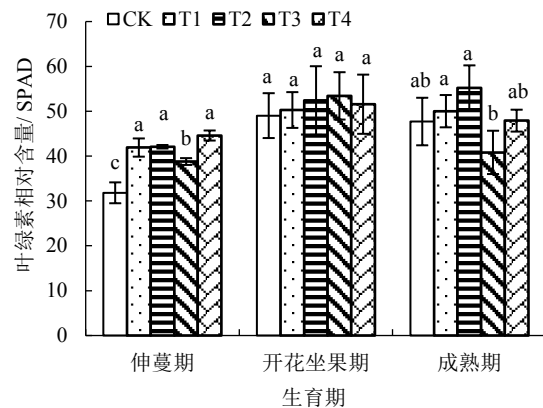


图4 不同处理对西瓜植株叶绿素相对含量的影响

2.3 不同处理对西瓜植株生物量的影响

由图5可知,伸蔓期、开花坐果期各处理西瓜植株茎叶鲜质量与 CK 无显著差异。伸蔓期 T1 处理

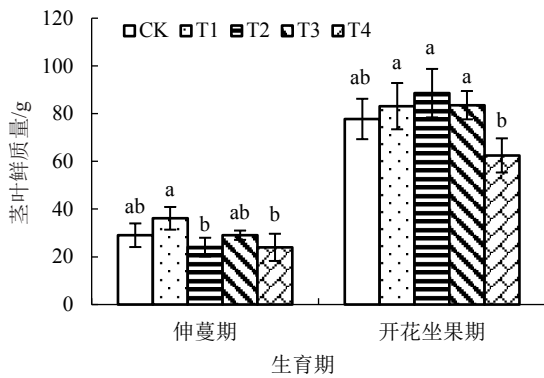


图5 不同处理对西瓜植株茎叶鲜质量的影响

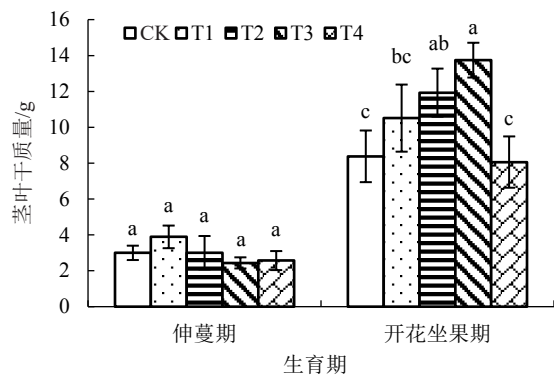


图6 不同处理对西瓜植株茎叶干质量的影响

植株茎叶鲜质量最大,较CK增加24.37%,开花坐果期T2处理植株茎叶鲜质量最大,较CK增加13.90%。

由图6可知,伸蔓期各处理西瓜植株茎叶干质量与CK无显著差异,T1处理植株茎叶干质量最大,较CK增加29.67%;开花坐果期T3处理植株茎叶干质量最大,显著大于CK,T2处理植株茎叶干质量也显著大于CK,其他处理与CK无显著差异。

2.4 不同处理对西瓜产量与品质的影响

由表2可知,T1处理西瓜单果质量较CK显著

增加32.58%,且显著高于其他处理,T2、T3、T4处理西瓜单果质量与CK差异不显著。T1、T3处理小区产量较CK显著增加126.32%、21.44%,且显著高于T2、T4处理,T2、T4处理西瓜小区产量与CK差异不显著。除T4处理外,其他处理西瓜中心、边部可溶性固形物含量显著高于CK,其中,T2处理增幅最大,中心、边部可溶性固形物含量分别提高1.1个百分点、0.7个百分点。不同处理对西瓜横径、纵径、果形指数、果皮厚度的影响均无显著差异。

表2 不同处理对西瓜产量与品质的影响

| 处理 | 单果质量/kg | 小区产量/kg | w(中心可溶性固形物)/% | w(边部可溶性固形物)/% | 果实横径/cm | 果实纵径/cm | 果形指数 | 果皮厚度/cm |
|----|-------------|----------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CK | 2.21±0.19 b | 393.57±26.06 c | 9.7±0.21 b | 8.7±0.21 b | 17.1±0.50 a | 17.7±0.87 a | 1.03±0.03 a | 0.93±0.06 a |
| T1 | 2.93±0.30 a | 890.71±30.62 a | 10.5±0.23 a | 9.2±0.25 a | 17.8±0.55 a | 18.8±0.70 a | 1.05±0.01 a | 1.03±0.11 a |
| T2 | 2.27±0.31 b | 357.55±12.82 c | 10.8±0.51 a | 9.4±0.15 a | 16.9±0.38 a | 17.4±1.21 a | 1.03±0.06 a | 0.93±0.06 a |
| T3 | 2.36±0.15 b | 477.96±45.61 b | 10.3±0.15 a | 9.1±0.15 a | 17.3±0.57 a | 18.0±0.81 a | 1.04±0.01 a | 0.93±0.06 a |
| T4 | 2.26±0.11 b | 388.36±31.53 c | 9.4±0.21 b | 8.5±0.20 b | 17.2±0.77 a | 17.6±0.46 a | 1.02±0.03 a | 1.03±0.06 a |

注:同列数字后不同小写字母表示处理间在0.05水平差异显著。

2.5 西瓜种植前后土壤养分的变化

由图7可知,西瓜种植前,T1、T3、T4处理土壤速效氮、速效磷、速效钾、有机质含量与CK无显著差异,T2处理速效钾含量较CK显著降低27.79%,且显著低于其他处理。西瓜种植结束后,不同处理土壤速效氮、速效磷、有机质含量与CK无显著差异。T3处理速效钾含量较CK显著增加44.16%,且显著高于其他处理。

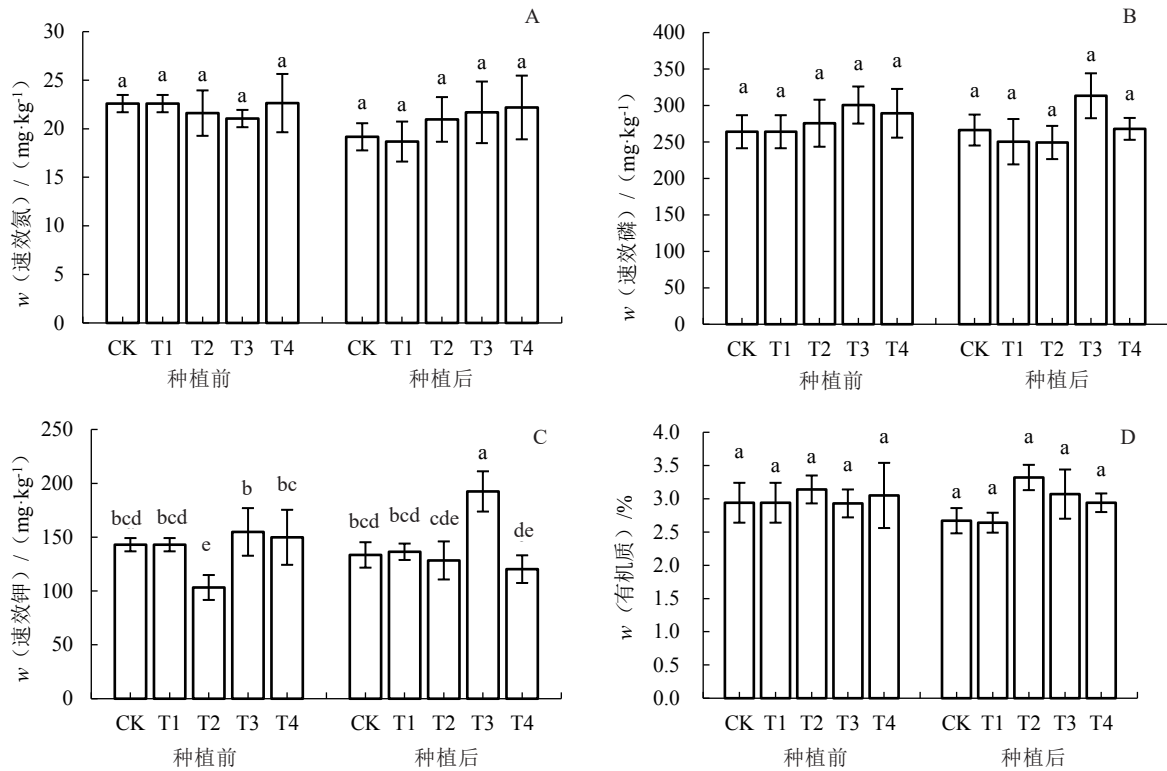
2.6 西瓜种植前后土壤EC值和pH值的变化

由图8可知,西瓜种植前,T3处理土壤EC值较CK显著降低79.27%,且显著低于其他处理,pH值较对照显著增加4.40%,且显著高于其他处理;其他处理土壤EC值、pH值与CK无显著差异。西瓜种植后,与种植前相比,各处理土壤EC值呈上升趋势,土壤pH值呈下降趋势。与CK相比,T3处理

土壤EC值显著降低24.24%,pH值显著增加6.75%;T2、T4处理土壤EC值较CK显著增加60.45%、53.35%,pH值与CK无显著差异;T1处理土壤EC值、pH值与CK差异均不显著。

3 讨论与结论

连作障碍是设施西瓜生产中的一大难题,也是国内外研究的关注点。嫁接能够改善植株根系吸收特性,增强植株抗病耐逆性,提高产量,是克服连作障碍常用的方法之一。本研究结果表明,对连作5年的西瓜地,嫁接西瓜较自根西瓜植株长势强,产量和品质显著提高。研究表明,土壤灌水可以排洗土壤盐分,提高土壤pH值,减轻土壤连作障碍^[8]。本研究结果表明,土壤灌水处理后土壤EC值显著降低,pH值显著升高,且在种植一茬西瓜后,土壤



注:不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著。下同。

图7 西瓜种植前后土壤养分的变化

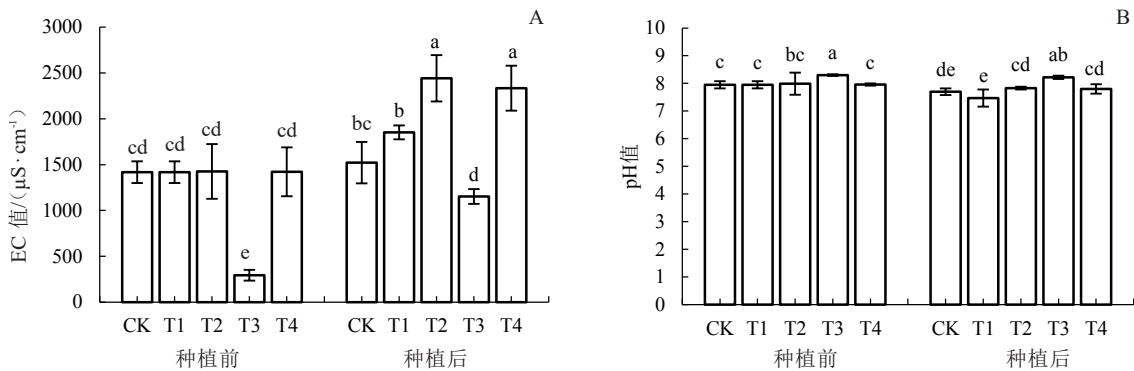


图8 西瓜种植前后不同处理土壤 EC 值、pH 值的变化

EC 值显著低于其他处理和 CK, 土壤 pH 值显著高于其他处理和 CK, 土壤灌水处理能够有效缓解连作土壤次生盐渍化和酸化。

棉隆处理后西瓜枯萎病减轻、产量提高, 联合生物有机肥施用作用效果更佳^[10-11]。但受土壤类型、土壤性质、熏蒸剂的作用时期和施用方法等多方面因素影响, 土壤消毒的作用效果会有所不同^[12]。如王广印等^[13]研究表明, 棉隆熏蒸后反而抑制了大棚秋番茄生长, 降低果实单果质量; 袁根兰^[14]研究表明, 威百亩(10、15 kg·667 m⁻²)处理致西瓜可溶性糖含量显著高于 CK, 但不同浓度威百亩对西

瓜不同时期植株生长发育的影响不同。本研究结果表明, 棉隆处理西瓜品质显著提高, 威百亩处理植株叶片叶绿素含量增加, 但棉隆处理和威百亩处理对植株生长和西瓜产量的促进效果不明显, 可能是因为本研究中试验地连作障碍相对较轻, 导致土壤消毒作用效果未能充分体现。

目前关于熏蒸剂对土壤速效养分、土壤盐分、土壤 pH 等影响的研究报道结果不一。燕平梅等^[15-16]研究表明, 棉隆和威百亩熏蒸 100 d 后土壤 NH₄⁺-N、NO₃⁻-N 含量无显著变化。运翠霞等^[17]研究表明, 棉隆消毒后土壤速效磷含量显著下

降,土壤有机质、全氮和速效钾含量无显著性变化。有研究表明,棉隆熏蒸后土壤 pH 值显著降低、碱解氮含量显著升高^[18]。也有研究表明,棉隆处理后土壤 pH 值升高,但在西瓜种植过程中又有所下降^[19]。还有研究表明,在种植作物过程中棉隆熏蒸土壤 pH 值显著高于 CK 土壤^[4]。本研究结果表明,棉隆处理后土壤速效氮、速效磷和有机质含量无显著变化,速效钾含量降低,土壤 EC 值、pH 值无显著变化。种植一茬西瓜后,速效钾含量又有所上升,土壤 EC 值增加。威百亩处理后土壤速效氮、速效磷、速效钾和有机质含量以及土壤 EC 值、土壤 pH 值均无显著变化。种植一茬西瓜后,土壤 EC 值增加。由此推测,造成相反试验结果或结果差异的原因可能与不同研究中土壤性质、试验条件、操作方法等不同有关。

本研究中试验地连作 5 年,连作年限较短,西瓜连作障碍相对较轻,棉隆消毒和威百亩消毒对连作障碍的改良效果有限,随着连作年限增加,棉隆和威百亩的改良效果可作进一步研究。

本研究结果表明,连续种植西瓜多年的次生盐渍化土壤,通过嫁接、土壤消毒、土壤灌水可以缓解西瓜连作障碍。在本研究条件下,嫁接西瓜植株长势强、产量和品质提高,能够有效缓解西瓜连作障碍,土壤灌水在促进连作西瓜植株生长、提高产量和品质的同时,对土壤次生盐渍化有很好的缓解效果,且土壤灌水操作方法的简单、安全,具有较大的推广应用潜力。

参考文献

- [1] 孙兴祥,马江黎.江苏省西瓜甜瓜产业发展现状与对策建议[J].农学学报,2019,9(11):89-95.
- [2] 卢维宏,张乃明,包立,等.我国设施栽培连作障碍特征与成因及防治措施的研究进展[J].土壤,2020,52(4):651-658.
- [3] 孙兴祥,王甫同,周峰.江苏省西瓜甜瓜产区土壤质量状况调查与评价[J].中国瓜菜,2013,26(5):16-18.
- [4] 孙兴祥,周峰,倪玮,等.江苏省西/甜瓜地的土壤养分状况及其对种植年限的响应[J].中国农学通报,2018,34(31):106-111.
- [5] 王秋霞,颜冬冬,王献礼,等.土壤熏蒸剂研究进展[J].植物保护学报,2017,44(4):529-543.
- [6] 杨科,肖姬玲,张屹,等.土壤熏蒸技术在西瓜枯萎病防治中的应用[J].长江蔬菜,2020(18):31-33.
- [7] 张殿斌,范继巧,张治家,等.3种土壤熏蒸剂对土壤及设施蔬菜的安全性评价[J].中国植保导刊,2020,40(12):60-64.
- [8] 马江黎,梁文斌,孙兴祥.灌排水对盐渍化土壤性质和西瓜产量的影响[J].中国瓜菜,2020,33(12):48-51.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [10] 孟天竹,郭德杰,王光飞,等.土壤消毒结合施用生物有机肥对西瓜病土改良效果的影响[J].土壤,2020,52(3):494-502.
- [11] 曹云,宋修超,郭德杰,等.棉隆熏蒸与微生物有机肥联用对西瓜枯萎病的防控研究[J].土壤,2018,50(1):93-100.
- [12] 王晴,张大琪,方文生,等.土壤熏蒸对土壤氮循环及其功能微生物的影响研究进展[J].农药学报,2021,23(6):1063-1072.
- [13] 王广印,郭卫丽,陈碧华,等.棉隆及与生物菌肥配施对大棚秋番茄生长、产量及病虫害的影响[J].中国农学通报,2019,35(2):48-52.
- [14] 袁根兰.不同土壤消毒方式对大棚西瓜连作障碍缓解效果的研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2018.
- [15] 燕平梅,高贵喜,曹劫程,等.土壤熏蒸剂对土壤硝化、反硝化作用的影响[J].中国生态农业学报,2014,22(4):401-407.
- [16] 燕平梅,魏爱丽,乔宏萍,等.威百亩熏蒸对土壤反硝化作用及 *nirS* 型反硝化细菌群落结构的影响[J].植物保护学报,2019,46(2):393-400.
- [17] 运翠霞,严昌荣,徐明泽,等.不同消毒方式对土壤酶活性及土传病原真菌消减的影响[J].中国农业大学学报,2020,25(12):86-96.
- [18] 曾祥国,韩永超,张庆华,等.不同浓度棉隆熏蒸对草莓土壤微生物多样性的影响[J].湖北农业科学,2018,57(S2):42-45.
- [19] 张屹,肖姬玲,向吉方,等.不同熏蒸处理与生物有机肥联用对西瓜枯萎病的防控效果[J].湖南农业科学,2017(8):53-56.