

土壤调理剂(田美乐)对菜心生长、品质及土壤理化性状的影响

张帅威, 陈文, 孙光闻, 刘厚诚, 陈日远, 宋世威*

华南农业大学园艺学院, 广东 广州

Email: 1270291212@qq.com, *swsong@scau.edu.cn

收稿日期: 2021年3月4日; 录用日期: 2021年3月29日; 发布日期: 2021年4月6日

摘要

为探讨并应对土壤连作障碍对叶菜的不良影响, 本试验以菜心为材料, 以喷清水为对照(CK), 土壤调理剂(田美乐)分别稀释500倍(T1)、1000倍(T2)、1500倍(T3)等量喷施土壤, 研究不同稀释倍数对菜心产量、品质、土壤理化性状和植株养分吸收的影响。结果表明, 喷施500倍和1000倍的土壤调理剂处理促进了菜心的生长, 喷施1000倍和1500倍的处理提高了菜心的营养品质; 喷施土壤调理剂提高了土壤pH值、降低了EC值, 并改善了土壤的物理性状。综合来看, 喷施1000倍土壤调理剂的T2处理最适合菜心, 并且此处理提高了植株的矿质养分含量。

关键词

菜心, 土壤调理剂, 生长, 品质, 土壤性状

Effects of Soil Conditioner (TM Agricultural) on the Growth and Quality of Flowering Chinese Cabbage and the Soil Physicochemical Properties

Shuaiwei Zhang, Wen Chen, Guangwen Sun, Houcheng Liu, Riyuan Chen, Shiwei Song*

College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou Guangdong

Email: 1270291212@qq.com, *swsong@scau.edu.cn

*通讯作者。

文章引用: 张帅威, 陈文, 孙光闻, 刘厚诚, 陈日远, 宋世威. 土壤调理剂(田美乐)对菜心生长、品质及土壤理化性状的影响[J]. 农业科学, 2021, 11(4): 253-259. DOI: 10.12677/hjas.2021.114037

Abstract

The experiment was carried out to investigate and deal with the harmful influence of soil continuous cropping obstacle on leaf vegetables. Flowering Chinese cabbage was used as plant material, and spraying water was as control (CK), also soil conditioner (TM Agricultural) was diluted 500 times (T1), 1000 times (T2), and 1500 times (T3) in the experiment. Different treatments were sprayed the same volume to the soil. Effects of different concentrations of soil conditioner on plant growth, nutritional quality, soil physical and chemical properties and nutrient absorption were studied. The results showed that, spraying soil conditioner 500 times and 1000 times promoted the growth of flowering Chinese cabbage, and spraying soil conditioner 1000 times and 1500 times improved the nutritional quality of product organ. Spraying soil conditioner increased soil pH value, decreased soil EC value and improved soil physical properties. In conclusion, spraying 1000 times soil conditioner (T2) was the most suitable treatment for flowering Chinese cabbage, and this treatment increased plant mineral nutrient content.

Keywords

Flowering Chinese Cabbage, Soil Conditioner, Plant Growth, Nutritional Quality, Soil Properties

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来, 设施园艺在我国迅速发展, 设施蔬菜栽培面积逐年增加, 已成为增加农民收入、带动城乡发展的重要支柱产业。然而设施蔬菜生产具有高度集约化、复种指数高、栽培种类单一和相对封闭性等特点, 长期种植造成严重的连作障碍, 产生产量降低、品质变劣、生育状况变差的现象[1]。

连作障碍的防治一直是世界性难题, 科研人员进行了多方面研究, 通过适当的方法和技术手段在一定程度上能缓解连作障碍。解决连作障碍问题主要从根际微生态的角度来考虑, 通过改变土壤微生物群落结构和功能多样性, 继而营造健康的土壤环境[2] [3]。在蔬菜生产上施用土壤调理剂可以改善土壤状况、提高土壤肥力, 从而为作物创造良好的生长环境、提高产量[4] [5]。土壤调理剂“田美乐”主要原材料采用有机海藻、芦荟、大豆卵磷脂和苜蓿草粉等, 经非发酵工艺, 常温提取[6]; 它能迅速唤醒土壤中休眠的土著微生物, 恢复土壤微生物群落的多样性, 重新构建健康的土壤微生态系统。通过促进土壤微生物自身的活动, “田美乐”能快速缓解土壤板结、酸碱失衡等问题, 有效改善土壤的理化性状, 增强土壤的保水保肥性, 进而实现作物健康生长。

菜心(*Brassica campestris* L. ssp. *Chinensis* var. *Utilis* Tsen et Lee)是华南地区的特产和重要蔬菜, 风味独特、适应性广、可全年生产。在华南地区以菜心为代表的叶菜周年种植导致生产中出现了较为严重的连作障碍问题, 而目前对土壤调理剂施用效果的研究报道很少。本试验探讨了不同浓度土壤调理剂对菜心生长、品质和土壤理化性状的影响, 以为蔬菜优质安全和可持续生产提供参考。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

试验在华南农业大学园艺学院温室内 9~10 月进行, 采用常规的温室环境管理方法, 试验用菜心品种为“油青 33 号”。供试土壤采自广东省东莞市全农蔬果种植有限公司的塑料大棚, 为连续种植 8 年叶菜类的土壤, 试验前测定了土壤的基本理化性状(表 1)。土壤调理剂(田美乐), 由深圳柏施泰环境科技有限公司提供; 三元复合肥养分总含量为 45% (N-P₂O₅-K₂O:15-15-15)。

Table 1. Basic physical and chemical properties of tested soil

表 1. 供试土壤的基本理化性质

容重	孔隙度%	pH	EC (mS/cm)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	交换性钙 (mg/kg)	交换性镁 (mg/kg)
1.31	50.51	6.57	2.39	1.10	1.88	20.91	486.89	273.00	448.18	4754.22	265.71

2.2. 试验设计

菜心 72 孔穴盘育苗至 3 叶 1 心时, 选取长势均一的幼苗用于试验。采用直径 45 cm 的无纺布栽培袋定植菜心, 装袋前土壤敲碎混匀, 每袋装土 18 kg, 定植 9 株菜心, 每个处理 12 袋。以喷清水为对照(CK), 设置 3 个处理, 土壤调理剂分别稀释 500 倍、1000 倍、1500 倍等量喷施土壤, 分别记作 T1、T2、T3。处理间随机区组排列。分别在菜心播种后第 20 天和 34 天对每袋土壤按照处理浓度均匀喷施 100 mL、300 mL 的土壤调理剂或清水。每个栽培袋共施 8 g 三元复合肥, 其中 60% 作为基肥、40% 以追肥的形式施入。追肥分别在菜心幼苗生长期(播种后第 17 天)、叶片生长期(播种后第 31 天)、菜薹形成期(播种后第 42 天)分 3 次施入, 用量分别占总追肥量的 30%、35%、35%。

在菜心达到“齐口花”商品采收期(播种后第 50 天)进行取样, 分别测定植株的生长性状和产品器官的营养品质。对菜心叶片生长期、菜薹形成期、商品采收期的各个处理土壤进行取样, 分析理化性状。

2.3. 指标测定

2.3.1. 生长和品质指标

菜心植株取样时用纯水洗净擦干后, 测定菜心地上部鲜重、干重以及根系鲜重、干重。薹长: 白菜薹第 3 节位至“齐口花”处; 薹粗: 菜薹 5~6 节处茎的粗度。菜薹的 Vc 含量测定采用钼蓝比色法[7], 可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 染色法[8], 可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法[8]。

2.3.2. 土壤理化性状及植株矿质营养含量的测定

土壤样品理化性状和菜心植株矿质营养成分测定方法均参照《土壤农化分析》[9]。菜心植株干样粉碎后用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮, 全氮采用凯氏定氮法、全磷采用钼锑抗比色法、全钾采用火焰光度法测定。

2.4. 数据统计与分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2010 以及 GraphPad Prism 6 作图, 试验数据以平均值表示, 并用 SPSS 17.0 软件进行方差分析, 多重比较采用邓肯氏新复极差检验法。

3. 结果与分析

3.1. 不同浓度土壤调理剂对菜心生长的影响

与 CK 相比, 在商品采收期 T1、T2 处理显著提高了菜心的薹长和薹粗(表 2), 薹长分别提高了 55.7%、

63.7%，薹粗分别提高了 23.5%、33.5%；T3 处理与 CK 之间无显著差异。与 CK 相比，T1、T2 处理均显著提高了菜心的地上部鲜重、干重和根系鲜重、干重，而 T3 处理与 CK 之间无显著差异。这表明稀释 500 倍和 1000 倍的土壤调理剂处理促进了菜心的生长，其中稀释 1000 倍的 T2 处理效果最好，而稀释倍数过大(1500 倍)则没有促进作用。

Table 2. Effects of different concentrations of soil conditioner on growth of flowering Chinese cabbage
表 2. 不同浓度土壤调理剂对菜心生长的影响

处理	薹长 (cm)	薹粗 (mm)	地上部鲜重 (g/株)	地上部干重(g/ 株)	根鲜重 (g/株)	根干重 (g/株)
CK	11.93 ± 1.91 b	11.44 ± 1.30 c	38.39 ± 1.74 b	2.59 ± 0.14 b	1.39 ± 0.25 c	0.195 ± 0.034c
T1	18.58 ± 2.87 a	14.13 ± 1.71 ab	56.42 ± 4.47 a	4.17 ± 0.45 a	1.93 ± 0.27 ab	0.287 ± 0.042 b
T2	19.53 ± 3.07 a	15.27 ± 1.37 a	61.39 ± 3.99 a	4.13 ± 0.17 a	2.25 ± 0.29 a	0.404 ± 0.029 a
T3	13.88 ± 1.90 b	12.56 ± 1.50 bc	39.85 ± 5.04 b	3.22 ± 0.41 b	1.52 ± 0.01 bc	0.221 ± 0.044 c

注：表中同列不同小写字母表示处理间差异达到 5% 显著水平，下同。

3.2. 不同浓度土壤调理剂对菜心营养品质的影响

与 CK 相比，喷施不同浓度的土壤调理剂均提高了菜心产品器官的营养品质(表 3)。T2、T3 处理的 Vc 含量显著高于 CK，但这两个处理间无显著性差异。不同处理间菜心可溶性糖含量的变化规律与 Vc 相同。3 个处理均显著提高了菜心的可溶性蛋白含量，且处理间无显著差异。综合来看，喷施 1000 倍和 1500 倍的土壤调理剂处理提高了菜心的营养品质。

Table 3. Effect of different concentrations of soil conditioner on the nutritional quality of flowering Chinese cabbage
表 3. 不同浓度土壤调理剂对菜心营养品质的影响

处理	Vc (mg/g)	可溶性糖(mg/g)	可溶性蛋白(mg/g)
CK	8.82 ± 0.84 c	6.74 ± 1.37 b	6.96 ± 0.61 b
T1	9.42 ± 0.38 bc	6.86 ± 0.82 b	8.34 ± 0.30 a
T2	11.04 ± 0.20 ab	8.81 ± 0.41 a	8.41 ± 0.61 a
T3	11.79 ± 1.82 a	7.54 ± 0.67 ab	9.09 ± 0.59 a

3.3. 不同浓度土壤调理剂对土壤理化性状的影响

3.3.1. 对采收期土壤容重和孔隙度的影响

与 CK 相比，喷施不同浓度土壤调理剂均降低了土壤容重(表 4)，其中 T2、T3 处理的土壤容重显著降低($p < 0.05$)，而 T1 与 CK 无显著差异。与 CK 相比，喷施不同浓度土壤调理剂均提高了土壤孔隙度，其中 T2、T3 处理的土壤孔隙度显著增加，T1 与 CK 无显著差异。这表明喷施 1000 倍和 1500 倍的土壤调理剂处理降低了土壤容重、提高了孔隙度，改善了土壤的物理性状。

Table 4. Effect of different concentrations of soil conditioner on soil bulk density and porosity
表 4. 不同浓度土壤调理剂对土壤容重和孔隙度的影响

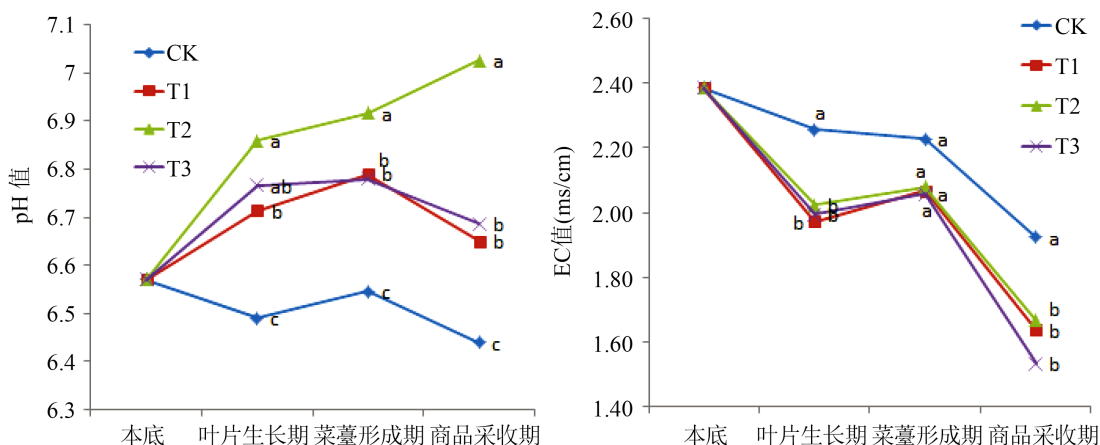
物理性状	CK	T1	T2	T3
土壤容重	1.45 ± 0.02 a	1.37 ± 0.11 ab	1.32 ± 0.01 bc	1.25 ± 0.01 c
土壤孔隙度%	45.23 ± 0.69 c	48.4 ± 4.23 bc	50.32 ± 0.56ab	52.75 ± 0.56 a

3.3.2. 对土壤 pH 值和 EC 值的影响

与 CK 相比，在菜心定植(本底)后的叶片生长期、菜薹形成期、商品采收期过程中，喷施土壤调理剂

均显著提高了土壤的 pH 值(图 1), 并且呈上升趋势, 而 CK 呈平稳下降趋势。菜心生长的后 3 个时期, T2 处理土壤的 pH 值均高于 T1 和 T3。表明喷施土壤调理剂有提高土壤 pH 值、防止土壤酸化的作用。

在菜心生长过程中, 土壤的 EC 值呈逐渐降低的趋势, 并且喷施土壤调理剂处理明显低于 CK, 而 3 个处理之间没有显著性差异。表明喷施土壤调理剂处理提高了植株对土壤养分的吸收量。



注: 图中数据为平均值, 同一时期不同小写字母表示处理间差异达到 5% 显著水平。

Figure 1. Effect of different concentrations of soil conditioner on soil pH and EC in different periods

图 1. 不同浓度土壤调理剂对不同时期土壤 pH 值和 EC 值的影响

3.4. 最佳土壤调理剂浓度对菜心矿质元素含量的影响

综合植株生长、营养品质和土壤的理化性状, 喷施 1000 倍土壤调理剂的 T2 处理最适合菜心生长。进一步分析了这一处理植株的矿质元素含量(表 5)。结果表明, T2 处理菜心植株的全氮、全磷、全镁含量显著高于 CK, 分别提高了 6.24%、15.45%、19.88%; 全钾和全钙含量稍有提高, 但差异不显著。总体上来说, 喷施适宜浓度的土壤调理剂促进了菜心对矿质元素的吸收。

Table 5. Effect of soil conditioner on the mineral element content of flowering Chinese cabbage

表 5. 土壤调理剂对菜心矿质元素含量的影响

处理	全氮(g/kg)	全磷(g/kg)	全钾(g/kg)	全钙(g/kg)	全镁(g/kg)
CK	42.12 ± 0.64 b	3.43 ± 0.15 b	51.27 ± 2.68 a	31.16 ± 3.36 a	3.37 ± 0.14 b
T2	44.75 ± 0.59 a	3.96 ± 0.08 a	52.78 ± 1.22 a	34.46 ± 4.03 a	4.04 ± 0.33 a

4. 讨论

连作障碍是制约蔬菜等作物可持续高效生产的重要因素。使用土壤调理剂是缓解和改善连作障碍的一种有效方法。设施连作西瓜使用土壤调理剂后, 长势明显变好、产量增加, 一定程度上缓解了土壤连作障碍[10]。与单施化肥相比, 土壤调理剂可以促进多种作物如芝麻菜[11]、马铃薯[12]、烟草[13]、辣椒[14]、小白菜[15]、花生[16]等植株根系的生长, 并提高植株生物量和产量。本试验中喷施 500 倍和 1000 倍的土壤调理剂处理促进了菜心的生长, 表现为提高了薹长、薹粗和生物量, 与前人结果一致。

与单施化肥相比, 土壤调理剂与化肥的合理配施显著提高了番茄果实可溶性蛋白质、可溶性糖含量、维生素 C 和番茄红素含量, 显著改善了果实的品质[17] [18]。在黄瓜、生菜、辣椒等蔬菜上也有类似结果[19] [20] [21]。本试验结果也表明, 喷施 1000 倍和 1500 倍的处理提高了菜心的维生素 C、可溶性糖和

可溶性蛋白含量,提高了综合营养品质。综合生长和品质指标,喷施 1000 倍土壤调理剂的 T2 处理最适合菜心。

研究表明,施用土壤调理剂可促进土壤团粒结构的形成,降低土壤容重,增大土壤孔隙度、通气和透水性,改善土壤结构,增加土壤肥力[22] [23]。本试验中施用田美乐土壤调理剂降低了土壤容重、提高了孔隙度,改善了土壤的物理性状。设施栽培长期处于封闭的环境加上过度单施化肥,土壤盐渍化及酸化问题严重,随着种植年限的增加,土壤 EC 值增加、pH 值降低[24] [25]。增施土壤调理剂对农田土壤的酸性具有一定的调控作用[26]。施用土壤改良剂具有提高土壤 pH 值,增加 N、P、K 有效养分和代换性 K、Ca 和 Mg 的效果[27] [28] [29] [30]。本研究表明,喷施不同浓度的土壤调理剂均提高了土壤 pH 值、降低了 EC 值,改善了土壤的化学性质;并且此处理提高了菜心植株的矿质养分含量,促进了养分吸收。

5. 结论

喷施适宜浓度的土壤调理剂(田美乐)促进了菜心的生长、提高了营养品质,改善了土壤的理化性状。综合来看,喷施 1000 倍土壤调理剂最适合菜心,并且此处理提高了植株的矿质养分含量。

基金项目

国家重点研发计划项目(2018YFD0201203);广东省重点领域研发计划项目(2020B0202010006);广东省现代农业产业共性关键技术研发创新团队项目(2020KJ131);国家现代农业产业技术体系专项建设资金项目(CARS-25-C-04)。

参考文献

- [1] 吴凤芝,赵凤艳,刘元英.设施蔬菜连作障碍原因综合分析与防治措施[J].东北农业大学学报,2000,31(3):241-247.
- [2] 刘松涛,李辉,李茜.设施蔬菜连作障碍的研究进展[J].安徽农学通报,2013,19(1):56-58.
- [3] 孙光闻,陈日远,刘厚诚.设施蔬菜连作障碍原因及防治措施[J].农业工程学报,2005,21(Z2):184-188.
- [4] 李育鹏,胡海燕,李兆君,等.土壤调理剂对红壤 pH 值及空心菜产量和品质的影响[J].中国土壤与肥料,2014(6):21-26.
- [5] 凯王,卢树昌,翁福军.不同土壤调理剂对设施黄瓜生长、产量与品质性状影响研究[J].天津农业科学,2015,21(11):12-15.
- [6] 朱莉静,沈南.田美乐:唤醒土著微生物,让改变从土壤开始[J].营销界:农资与市场,2017(23):56-57.
- [7] 李军.钼蓝比色法测定还原型维生素 C [J].食品科学,2000,21(8):42-46.
- [8] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:279.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析(第3版)[M].北京:中国农业出版社,2000:495.
- [10] 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.
- [11] 唐若桐,李革伟,孙润泽,等.施用土壤调理剂对酸性土壤中芝麻菜吸收砷的影响[J].中国蔬菜,2020(5):48-53.
- [12] 崔保伟.土壤调理剂、有机肥对豫东黄潮土区马铃薯产量和品质的影响[J].河南农业科学,2020,49(12):47-53.
- [13] 郑祥洲,郭宝玲,王英男,等.施用新型土壤调理剂改善烟草产量品质及土壤理化性质[J].热带作物学报,2019,40(7):1278-1283.
- [14] 吴英杰.土壤调理剂在辣椒上的肥效试验[J].农村科技,2017(1):25-26.
- [15] 芮蒙蒙,安文彬,赵宇,等.一种新型土壤调理剂生态肥对小白菜产量及经济效益的影响[J].北方园艺,2017(19):137-142.
- [16] 周先林,周勇,覃琴,等.土壤调理剂与有机肥配施对花生生长发育及产量的影响[J].花生学报,2019,48(2):57-60.

- [17] 陈泓羽, 轧宗杰, 汤凯. 硅渣土壤调理剂施用对设施番茄产量和土壤磷素吸收影响研究[J]. 农业科学, 2019, 9(12): 1157-1161.
- [18] 孙瑶, 张培苹, 王洪章. 牡蛎类土壤调理剂对设施番茄酸化土壤化学性质及果品质量的影响[J]. 北方农业学报, 2017, 45(1): 88-91.
- [19] 宋计平, 殷和勤, 杨延杰, 等. 不同土壤调理剂对黄瓜生长、品质及产量的影响[J]. 北方园艺, 2016(23): 19-23.
- [20] 赖长鸿, 陈泽恩, 谢敏杰, 等. 土壤调理剂对土壤环境和作物产量的影响[J]. 磷肥与复肥, 2018(1): 23-25.
- [21] 杜加银, 胡兆平, 侯广军, 等. 微生物土壤调理剂对辣椒生长及产量的影响[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(22): 5781-5783.
- [22] 骆园, 熊德中. 土壤调理剂应用效应研究进展[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(13): 77-79.
- [23] 张黎明, 邓万刚. 土壤改良剂的研究与应用现状[J]. 华南热带农业大学学报, 2005, 11(2): 32-34.
- [24] 荣刘, 王喜艳, 张恒明, 等. 保护地土壤次生盐渍化及防治对策[J]. 北方园艺, 2008(8): 69-72.
- [25] 陈天祥, 孙权, 顾欣, 等. 设施蔬菜连作障碍及调控措施研究进展[J]. 北方园艺, 2016(10): 193-197.
- [26] 吴多基, 姚冬辉, 魏宗强, 等. 化肥配施土壤调理剂对酸化红壤性水稻土改良效果研究[J]. 江西农业大学学报, 2020, 42(6): 1277-1284.
- [27] Wang, Y.F., Ying, Y.Q. and Lu, S.G. (2020) Si-Ca-K-Mg Amendment Reduces the Phytoavailability and Transfer of Cd from Acidic Soil to Rice Grain. *Environmental Science and Pollution Research*, **27**, 33248-33258. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09444-2>
- [28] 史磊, 郭朝晖, 彭驰, 等. 石灰组配土壤改良剂抑制污染农田水稻镉吸收[J]. 农业工程学报, 2018, 34(11): 209-216.
- [29] 侯红乾, 冀建华, 刘秀梅, 等. 土壤改良剂对鄱阳湖区潜育性稻田的改良作用研究[J]. 土壤通报, 2016, 47(6): 1448-1454.
- [30] 武际, 郭熙盛, 王文军, 等. 施用白云石粉对黄红壤酸度和油菜产量的影响[J]. 中国油料作物学报, 2006, 28(1): 55-58.