

有机肥替代化肥对设施番茄品质、土壤理化性质、产量及经济效益的影响

尤 春¹, 吴文丽², 刘 广³, 戴思慧⁴, 汤冰倩⁴, 王 军¹

(1. 盐城市蔬菜技术指导站 江苏盐城 224000; 2. 盐城生物工程高等职业技术学校 江苏盐城 224051;

3. 江苏省农业科学院 南京 210014; 4. 湖南农业大学 长沙 410082)

摘 要:为探明有机肥替代化肥对设施土壤理化性质、番茄品质、产量及经济效益的影响,以盐城地区主栽番茄品种京粉 201 和粉都 312 为试验材料,在等氮、磷、钾养分投入条件下,设置常规化肥(CK)、菌渣替代 50% 尿素(MR50%)、菌渣替代 100% 尿素(MR100%)、生物有机肥替代 50% 尿素(BF50%)、生物有机肥替代 100% 尿素(BF100%)及菌渣与生物有机肥各替代 25% 尿素(MR25%+BF25%)共 6 个处理,试验连续开展三茬(2024 年春、2024 年秋和 2025 年春)。结果表明,与 CK 相比,2025 年春茬 MR100% 和 BF100% 处理的番茄果实可溶性糖含量分别显著提高 1.87 和 1.43 个百分点,MR100% 和 BF100% 处理的三茬可溶性蛋白含量均显著提高,BF100% 处理在 2024 年秋茬和 2025 年春茬的维生素 C 含量较 CK 分别提高 4.74% 和 2.14%,而有机酸含量与 CK 差异不显著。产量与经济效益分析表明,BF100% 处理三茬累计产量较 CK 提高 20.44%,净利润达 40.05 万元·hm²,较 CK 增加 32.82%。综上,在等养分条件下,菌渣或生物有机肥替代不同比例尿素均可改善设施番茄果实品质并缓解土壤盐渍化,其中生物有机肥 100% 替代尿素处理在提升品质和经济效益方面表现最优。

关键词:番茄;有机肥;品质;土壤理化性质;产量;经济效益

中图分类号:S641.2

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2026)08-108-07

Effects of organic fertilizer substitution for chemical fertilizer on quality, soil physicochemical property, yield, and economic benefits of greenhouse tomato

You Chun¹, Wu Wenli², Liu Guang³, Dai Sihui⁴, Tang Bingqian⁴, Wang Jun¹

(1. Yangcheng Vegetable Technology Guidance Station, Yancheng 224000, Jiangsu, China; 2. Yangcheng Biological Engineering Higher Vocational School, Yancheng 224051, Jiangsu, China; 3. Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, Jiangsu, China; 4. Hunan Agricultural University, Changsha 410082, Hunan, China)

Abstract: To clarify the regulatory effects of organic fertilizer substituting chemical fertilizer on fruit quality, soil physicochemical property, yield and economic benefits of greenhouse tomato, two dominant tomato cultivars widely planted in Yancheng, Jingfen 201 and Fendu 312, were selected as experimental materials. Under equal nitrogen, phosphorus and potassium nutrient input, six fertilization treatments were established: Conventional chemical fertilizer(CK), mushroom residue substituting 50% urea(MR50%), mushroom residue substituting 100% urea(MR100%), bio-organic fertilizer substituting 50% urea(BF50%), bio-organic fertilizer substituting 100% urea(BF100%), and combined substitution of 25% urea by mushroom residue plus 25% urea by bio-organic fertilizer(MR25%+BF25%). The field experiment was consecutively carried out across three growing seasons (spring 2024, autumn 2024 and spring 2025). The results showed that compared with CK, the soluble sugar content of tomato fruits treated with MR100% and BF100% in the spring crop of 2025 was significantly increased by 1.87 and 1.43 percentage points, respectively, and the protein content of the three crops treated with MR100% and BF100% was significantly increased. The vitamin C content of the BF100% treatment in the autumn crop of 2024 and the spring crop of 2025 was 4.74% and 2.14% higher than that of CK, respectively, while the

收稿日期:2025-02-24;修回日期:2026-04-20

基金项目:江苏省青年科技人才托举工程(JSTJ-2024-586);2022 年江苏省职业教育果蔬生产“双师型”名师工作室建设项目

作者简介:尤 春,男,推广研究员,主要从事蔬菜生产技术服务工作。E-mail:38724322@qq.com

通信作者:王 军,男,推广研究员,主要从事蔬菜生产技术服务工作。E-mail:1014797521@qq.com

汤冰倩,女,讲师,主要从事瓜类栽培与育种研究工作。E-mail:bqtang@hunau.edu.cn

organic acid content was not significantly different from that of CK. The analysis of output and economic benefits shows that the cumulative output of the three batches treated with BF100% is 20.44% higher than that of CK, and the net profit reaches 400 500 Yuan $\cdot$ hm⁻², an increase of 32.82% compared with CK. In conclusion, under the condition of equal nutrients, both microbial residue or bio-organic fertilizer replacing different proportions of urea can improve the fruit quality of facility tomato and alleviate soil salinization. Among them, the treatment of 100% bio-organic fertilizer replacing urea shows the best performance in terms of improving quality and economic benefits.

Key words: Tomato; Organic fertilizer; Quality; Soil physicochemical property; Yield; Economic benefit

盐城地区番茄种植主要集中于东台市、大丰区和阜宁县,近十年来年种植面积基本稳定在1万hm²左右,种植方式以设施栽培为主,主栽品种为京粉201和粉都312等大果型番茄。随着设施番茄连作年限的增加,施肥结构单一、化肥施用偏多等传统施肥方式,极易导致土壤盐分积累、板结和酸化,有机质含量下降,进而显著制约番茄产量和果实品质的提升^[1]。

研究表明,有机物料还田在改善设施土壤肥力方面具有显著作用。叶英杰等^[2]研究发现,通过秸秆、有机肥和绿肥还田可显著提高温室土壤有机质含量及氮、磷、钾养分水平,其中秸秆施用量为11 250 kg $\cdot$ hm⁻²时效果最为显著,土壤有机质含量较对照提高9.26%,N、P、K含量均显著提高。石声琼等^[3]研究表明,有机肥与化肥不同比例配施可有效改善辣椒商品性状并提高产量,其中有机肥替代化肥50%最有利于延长辣椒生育期。张俊峰等^[4]研究指出,在化肥施用量减少30%的条件下,每667 m²配施生物有机肥400 kg可显著提高番茄产量和果实品质,并明显提升氮、磷、钾肥利用率。何东霞等^[5]研究表明,在相同化肥减施水平下,增施生物有机肥可促进韭菜生长,且其产量和养分积累量随生物有机肥施用量的增加而提高。唐宇等^[6]研究认为,在加工番茄生产中,生物有机肥替代化肥不仅能够降低化肥施用量,还可促进植株生长,改善果实品质并降低脐腐病发生率。王冰清等^[7]研究发现,化肥减量20%对蔬菜产量及果实可溶性糖、蛋白质和还原型维生素C含量影响不显著,但可有效降低蔬菜硝酸盐含量。

尽管前人已对有机肥替代化肥技术开展了大量研究,并证实其在提高作物产量和改善品质方面具有积极作用,但针对设施条件下土壤理化性质变化及经济效益的系统比较仍相对不足。鉴于此,笔者通过设置生物有机肥和菌肥替代化肥的不同处理,综合比较设施番茄产量、果实品质、土壤EC值、pH及经济效益等指标,旨在为生物有机肥和菌肥替代化肥条件下大果型番茄的科学施肥与高效栽

培提供理论依据和数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于2024年1月至2025年7月在盐城生物工程高等职业技术学校试验大棚进行。前茬作物为瓜类和辣椒。春茬供试番茄品种为当地春茬主栽品种京粉201(四川福华高科种业有限公司),属早春大果无限生长型,秋茬供试品种为当地秋茬主栽品种粉都312(河南豫艺种业科技有限公司),属大果无限生长型。供试有机氮肥为生物有机肥(江苏天象科技有限公司)和腐熟的菌菇渣(盐城闽源食用菌有限公司)。生物有机肥N含量(w,后同)4.00%,P₂O₅含量0.75%,K₂O含量1.25%,菌菇渣为杏鲍菇菌渣,其中氮含量1.28%,P₂O₅含量0.13%,K₂O含量0.81%。复合肥(N-P₂O₅-K₂O=15%-15%-15%)购自云南天腾化工有限公司,尿素(N含量46%)购自山东华鲁恒升化工股份有限公司,过磷酸钙(P₂O₅含量12%)购自平湖金波化肥有限公司,农用硫酸钾(K₂O含量50%)购自青上化工有限公司。

1.2 试验设计

按照盐城地区设施番茄生产的常规施肥水平,在保证各处理每茬番茄氮、磷、钾养分投入量一致(N 136.5 kg $\cdot$ hm⁻², P₂O₅ 157.5 kg $\cdot$ hm⁻², K₂O 217.5 kg $\cdot$ hm⁻²)的前提下,于设施大棚内开展小区试验。在等养分条件下,以不同有机肥部分或全部替代无机氮肥,设置1个对照和5个处理。对照为常规化肥处理(CK);其余处理均为1种或2种有机氮源与化肥配施,分别为:菌菇渣替代50%无机氮肥(MR50%)、菌菇渣替代100%无机氮肥(MR100%)、生物有机肥替代50%无机氮肥(BF50%)、生物有机肥替代100%无机氮肥(BF100%)以及菌菇渣与生物有机肥分别替代25%无机氮肥(MR25%+BF25%)。各处理具体施肥量见表1。2024年春茬番茄京粉201于2024年3月10日定植,6月2日开始采收,7月15日拉秧;2024年秋茬番茄粉都312于8月26日定植,11月3日采收,12月30日拉

秧。2025 年 1 月 3 日掀棚膜,3 月 15 日重新覆膜;2025 年春茬番茄京粉 201 于 3 月 26 日定植,6 月 15 日采收,7 月 5 日拉秧。各处理小区面积为 13.2 m²,采用双行种植方式,株距 45 cm,每处理设置 3 次重

复,且各处理小区位置在整个试验期间保持不变。所有有机肥、尿素、过磷酸钙、硫酸钾及部分复合肥于番茄定植前一次性作为基肥施入各小区;在番茄初果期,各处理统一追施等量复合肥(表 1)。

表 1 各试验组单茬大棚番茄施肥量						
Table 1 Fertilization amount for greenhouse tomato per crop cycle in different experimental groups (kg·hm ⁻²)						
处理 Treatment	复合肥 Compound fertilizer	尿素 Urea	过磷酸钙 Calcium superphosphate	硫酸钾 Potassium sulfate	菌菇渣 Mushroom residue	生物有机肥 Bio-organic fertilizer
CK	450	150	750	300	0	0
MR50%	450	75	723	257	2695	0
MR100%	450	0	693	213	5390	0
BF50%	450	75	698	279	0	863
BF100%	450	0	643	257	0	1725
MR25%+BF25%	450	75	710	269	1348	431

1.3 测定指标与方法

本研究旨在探究有机氮部分替代化学无机氮对设施番茄产量、果实品质及土壤理化性质(电导率和 pH)的影响。施肥前,测定试验区域土壤 pH 为 7.82,EC 值为 0.385 mS·cm⁻¹;番茄定植后,于试验期间每月在各处理小区随机取 5 个采样点 0~20 cm 耕层的土壤样品,混合为 1 个待测样品。参照农业行业标准 NY/T 1377—2007^[8]和环境保护行业标准 HJ 802—2016^[9]分别测定土壤 pH 和电导率。

番茄果实成熟后分批采收,逐次记录各小区果实产量,并计算各处理总产量。在末次采收时,从各处理小区选取成熟度一致、无病虫害的果实样品用于品质分析,每个处理选取 3 个果实样品,每个样品重复测定 3 次。采用蒽酮比色法测定果实可溶性糖含量^[10],采用考马斯亮蓝法测定可溶性蛋白含量^[11],采用钼蓝比色法测定维生素 C 含量^[12],采用酸碱滴定法测定有机酸含量^[13]。

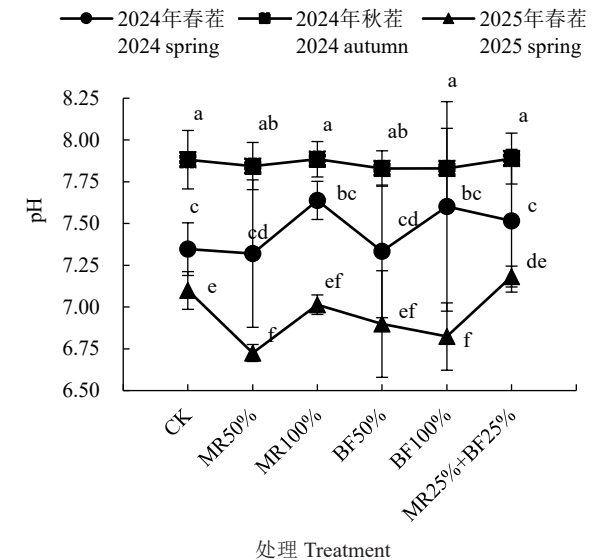
1.4 统计分析

采用 Excel 对试验数据进行处理,采用 Python Scipy 和 Statsmodels 库进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对土壤理化性质的影响

由图 1 可知,2024 年春、秋两茬各处理土壤 pH 整体较为稳定,变化范围为 7.32~7.89,且 2024 年秋茬土壤 pH 整体高于春茬。2025 年春茬,MR50%、BF50%和 BF100%处理条件下土壤 pH 均降至 7.00 以下,分别为 6.73、6.90 和 6.82,较 2024 年秋茬分别显著下降 13.94%、11.98%和 12.59%。以上结果表明,在同一试验区域内,施用适量菌渣



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Note: Different small letters represent significant difference at 0.05 level. The same below.

图 1 各试验组土壤 pH 变化趋势
Fig. 1 Change trends of soil pH in different experimental groups

和生物有机肥对设施土壤 pH 有显著影响。

从表 2 可知,不同施肥方式对土壤电导率(EC 值)产生显著影响。2024 年春茬,BF50%和 MR25%+BF25%处理的 EC 值显著高于 CK 和其他处理;2024 年秋茬,CK 的 EC 值最高,与 MR50%、BF50%和 BF100%差异不显著;2025 年春茬,各处理间差异均不显著。

2.2 不同施肥处理对番茄品质的影响

由图 2 可知,与 CK 相比,2024 年春茬不同化肥替代处理组的可溶性糖含量均呈下降趋势,其中

表 2 各试验组土壤电导率变化			
Table 2 Changes of soil electrical conductivity of different experimental groups (mS·cm ⁻¹)			
处理 Treatment	2024 春茬 2024 spring	2024 秋茬 2024 autumn	2025 春茬 2025 spring
CK	0.71 b	1.37 a	0.52 a
MR50%	0.58 b	1.17 a	0.67 a
MR100%	0.45 b	0.77 b	0.64 a
BF50%	1.24 a	1.09 ab	0.57 a
BF100%	0.60 b	1.20 a	0.65 a
MR25%+BF25%	1.07 a	0.80 b	0.47 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。
Note: Different small letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level..

MR50%、MR100%、BF100%处理与 CK 呈显著差异;2024 年秋茬(BF50%除外)与 2025 年春茬不同

化肥替代处理组相较于 CK,可溶性糖含量均有所提高,尤其是 2025 年春茬,不同化肥替代处理组的可溶性糖含量均显著高于 CK,其中 MR25%+BF25%处理的提升效果最为显著。

由图 3 可知,三茬番茄不同化肥替代处理组的可溶性蛋白含量相较于 CK 均有提高。其中,2024 年春茬,不同化肥替代处理组可溶性蛋白含量均显著高于 CK,BF100%处理最高,较 CK 显著提高 406.79%;2024 年秋茬,不同化肥替代处理组可溶性蛋白含量也均显著高于 CK,BF50%处理最高;2025 年春茬,除 MR25%+BF25%处理外,其他化肥替代处理组的可溶性蛋白含量均显著高于 CK,BF50%处理最高。

由图 4 可知,2024 年春茬,相较于 CK,MR100%处理的维生素 C 含量显著下降,其他处理

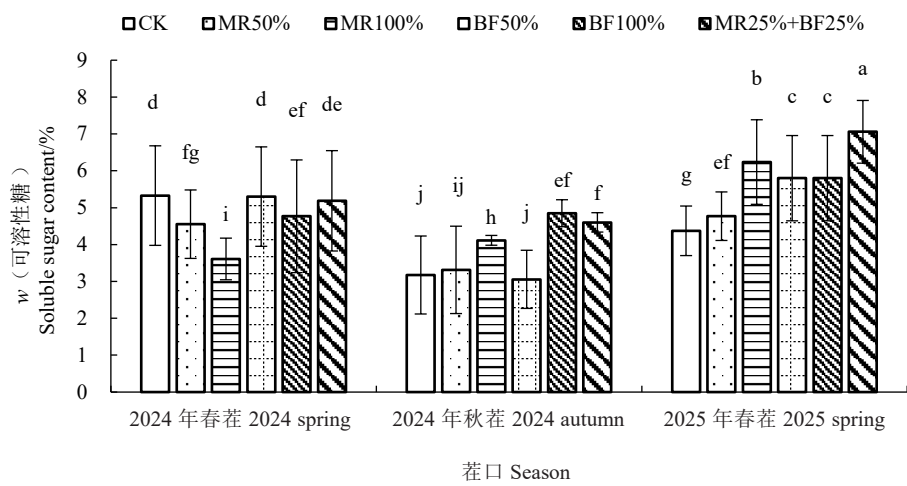


图 2 不同茬次各试验组番茄果实可溶性糖含量

Fig. 2 Soluble sugar content of tomato fruits in different experimental groups across different cropping cycles

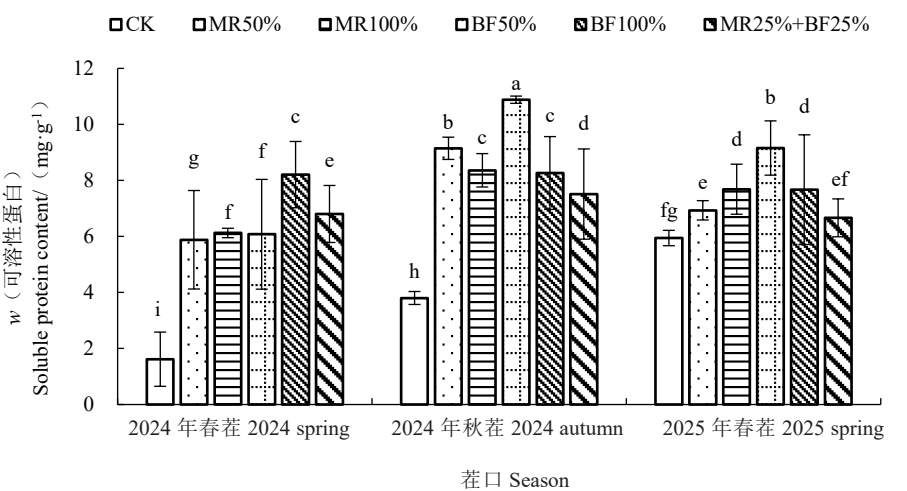


图 3 不同茬次各试验组番茄果实可溶性蛋白含量

Fig. 3 Soluble protein content of tomato fruits in different experimental groups across different cropping cycles

与 CK 差异均不显著;2024 年秋茬,MR50%、BF100%处理的维生素 C 含量均显著高于 CK,其中 MR50%处理最高;2025 年春茬,MR50%处理的维生素 C 含量显著高于 CK,MR100%处理的维生素 C 含量显著低于 CK,其他处理与 CK 差异不显著。

由图 5 可知,2024 年春茬,相较于 CK,MR50%、BF50%、MR25%+BF25%处理的有机酸含量均显著提高,其中 MR50%处理最高;2024 年秋茬,MR50%、BF50%处理的有机酸含量均显著高于 CK,其中 MR50%处理最高,而 MR100%处理的有机酸含量显著降低;2025 年春茬,MR50%处理的有机酸含量显著高于 CK,MR100%、MR25%+BF25%处理的有机酸含量均显著低于 CK,其他处理与 CK 差异不显著。

2.3 不同施肥处理对番茄产量的影响

由图 6 可知,与 CK 相比,不同有机肥与化肥配施均能提高番茄产量。其中 2024 年春茬,所有处

理均显著高于 CK,BF100%处理效果最佳;2024 年秋茬,BF50%处理显著高于 CK,其他处理与 CK 差异不显著;2025 年春茬,所有处理均显著高于 CK,BF50%处理效果最佳。MR50%、MR100%、BF50%、BF100%、MR25%+BF25%处理的三茬总增产幅度分别为 12.32%、14.98%、12.76%、20.44% 和 19.00%。此外,由于秋茬温度高、雨水多,高温高湿环境导致番茄落花落果,影响坐果率,产量均显著低于春茬。

2.4 各试验组经济效益的估算

根据实际生产中各生产资料的价格,复合肥 3500 元·t⁻¹、尿素 1890 元·t⁻¹、磷肥 800 元·t⁻¹、钾肥 3000 元·t⁻¹、菌菇渣 250 元·t⁻¹、有机肥 1600 元·t⁻¹,每个人工 80 元,幼苗每株 1.1 元,结合江苏省发改委价格监测中心的数据,处理组不同时期的收获产量以及对应的商品零售价,按照批发价为零售价的 50%计算,可粗略估算出各试验组的总生产成本和

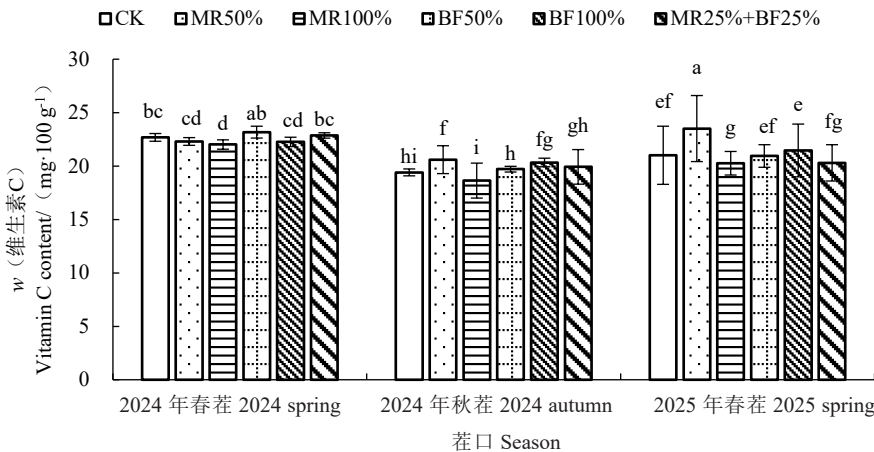


图 4 不同茬次各试验组果实维生素 C 含量

Fig. 4 Vitamin C content of tomato fruits in different experimental groups across different cropping cycles

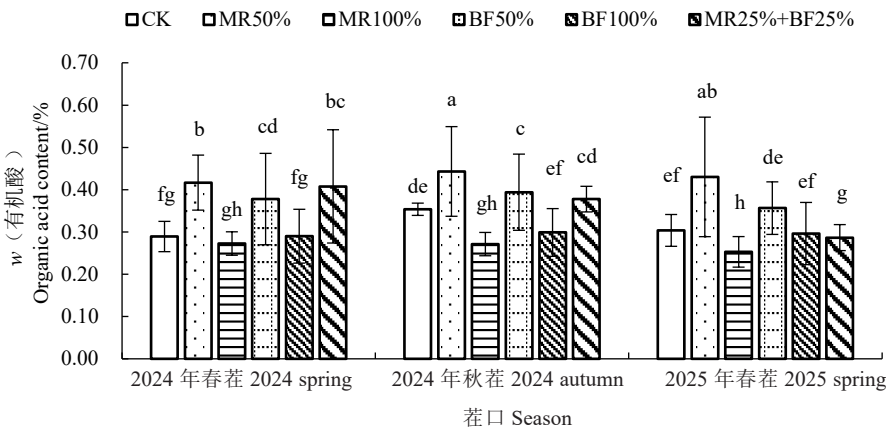


图 5 不同茬次各试验组果实有机酸含量

Fig. 5 Organic acid content of tomato fruits in different experimental groups across different cropping cycles

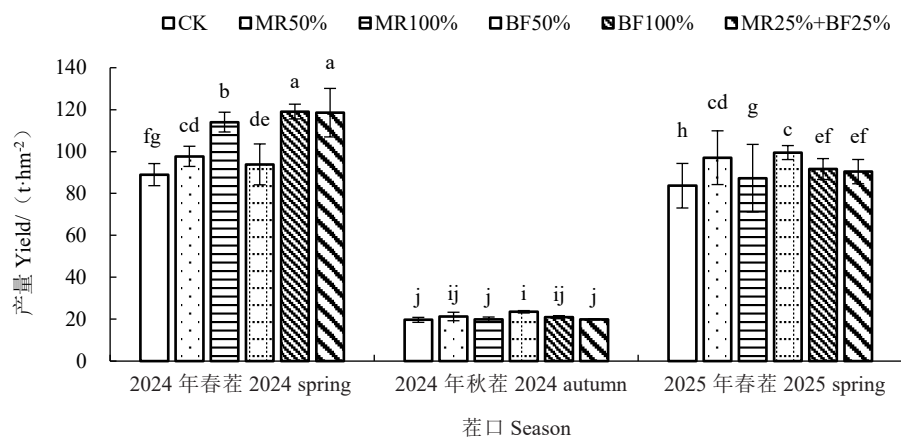


图 6 不同茬次各施肥条件对番茄产量的影响

Fig. 6 Effects of different fertilization treatments on tomato yield across different cropping cycles

净利润。由表 3 可知,各处理组的三茬番茄总生产成本为 16 474.70~17 808.40 元·667 m²,其中,CK 最低,MR100% 处理最高,MR50%、MR100%、BF50%、BF100%、MR25%+BF25%处理较 CK 分别提高 5.33%、8.10%、2.31%、4.66%和 3.40%。各处理组中人工、种苗、肥料和农药成本分别占总生产成本的 53.96%~55.32%, 33.97%~36.72%, 4.08%~7.04%和 4.23%~4.57%,其中人工成本超出了总成本的 50%。

由表 4 可知,各处理组三茬番茄的净利润为

30.10~40.05 万元·hm⁻²,折合每 667 m²为 2.01~2.67 万元。其中 CK 利润最低,BF100%、MR25%+BF25%处理的利润分别达到了 40.05、39.50 万元·hm⁻²,较 CK 分别提高了 32.82%、31.00%。

3 讨论与结论

研究表明,不同施肥水平^[14-15]、不同药剂处理方式^[16-17]、不同栽培方式^[18-19]对番茄果实可溶性糖、蛋白质、维生素和有机酸含量的影响程度不同。本研究中随着茬口数的增加,使用菌渣或者有机肥替代

表 3 各试验组的三茬番茄总生产成本										
Table 3 Total production costs for three cropping cycles of tomato in different experimental groups										(Yuan·667 m ²)
处理 Treatment	复合肥 Compound fertilizer	氮肥 Nitrogen fertilizer	磷肥 Phosphate fertilizer	钾肥 Potassium fertilizer	菌菇渣 Mushroom residue	有机肥 Organic fertilizer	农药 Pesticide	人工 Manual labor	种苗 Seedling	总生产成本 Total cost of production
CK	315.00	56.70	120.00	180.00	0.00	0.00	753.00	9 000.00	6 050.00	16 474.70
MR50%	315.00	28.35	115.20	153.00	337.50	0.00	753.00	9 600.00	6 050.00	17 352.05
MR100%	315.00	0.00	110.40	153.00	675.00	0.00	753.00	9 752.00	6 050.00	17 808.40
BF50%	315.00	28.35	110.40	167.40	0.00	278.40	753.00	9 152.00	6 050.00	16 854.55
BF100%	315.00	0.00	110.40	153.00	0.00	556.80	753.00	9 304.00	6 050.00	17 242.20
MR25%+BF25%	315.00	28.35	115.20	162.00	168.75	139.20	753.00	9 304.00	6 050.00	17 035.50

表 4 各试验组的三茬番茄净利润										
Table 4 Net profit for three cropping cycles of tomato in different experimental groups										
处理 Treatment	2024 年春茬 2024 spring		2024 年秋茬 2024 autumn		2025 年春茬 2025 spring		折损率 Loss rate/%	总收益 Gross income/ (10 ⁴ Yuan·hm ⁻²)	总成本 Total cost of production/ (10 ⁴ Yuan·hm ⁻²)	净利润 Net profit/ (10 ⁴ Yuan·hm ⁻²)
	产量 Yield/ (t·hm ⁻²)	单价 Unit price/ (Yuan·kg ⁻¹)	产量 Yield/ (t·hm ⁻²)	单价 Unit price/ (Yuan·kg ⁻¹)	产量 Yield/ (t·hm ⁻²)	单价 Unit price/ (Yuan·kg ⁻¹)				
CK	88.99	2.98	19.68	4.06	83.70	2.77	0.95	54.81	24.71	30.10
MR50%	97.71	2.98	21.29	4.06	97.07	2.77	0.95	61.41	26.03	35.39
MR100%	114.05	2.98	19.83	4.06	87.30	2.77	0.95	62.91	26.71	36.20
BF50%	93.88	2.98	23.53	4.06	99.51	2.77	0.95	61.84	25.28	36.56
BF100%	119.08	2.98	20.95	4.06	91.65	2.77	0.95	65.91	25.86	40.05
MR25%+BF25%	118.55	2.98	19.95	4.06	90.42	2.77	0.95	65.05	25.55	39.50

化肥,与对照相比可以提高可溶性蛋白含量,这与李蒙等^[20]、赵成雷等^[21]、孙晓等^[22]的研究结果相似,但是对可溶性糖、维生素C、有机酸含量的影响未表现出较为一致的变化规律。其中在2024年春茬中,各处理的可溶性糖含量均低于对照;BF50%和MR25%+BF25%处理能提高维生素C含量,但与对照相比,差异不显著,其他处理均不能提高维生素C含量;MR50%、BF50%、MR25%+BF25%处理显著提高有机酸含量。在2024年秋茬中,MR100%、BF100%、MR25%+BF25%处理能显著提高可溶性糖含量,MR50%、BF100%处理显著提高维生素C含量,MR50%、BF50%处理显著提高有机酸含量;在2025年春茬中,各处理组均能显著提高可溶性糖含量,MR50%、BF100%处理均能提高维生素C含量,MR50%、BF50%处理提高了有机酸含量。

钟泽等^[23]研究表明,灌溉液pH稳定在5.7~6.2之间,有利于番茄的生长和产量的提高,番茄适宜生长的土壤pH在6.0~6.8,是番茄高产优质栽培的“黄金区间”。根据三茬的试验数据,2025年春茬土壤pH均低于2024年春茬和秋茬,由此可见,通过施用菌渣和有机肥能调节土壤pH在有效区间。

三茬的试验数据表明,在保证养分含量基本不变的情况下,使用有机肥替代化肥的处理组与对照相比,可以不同程度地提高番茄产量,增加总幅度为12.32%~20.44%。其中2024年春茬BF100%(生物有机肥替代尿素100%)增产效果最显著。这表明施用生物有机肥,可以有效增加土壤微生物数量,提高土壤酶活性,并为作物提供一定的速效养分^[24-25],有益于促进产量提高。

综上所述,结合盐城地区设施番茄生产实际,推荐采用生物有机肥100%替代尿素的施肥模式,可实现番茄优质高产和土壤可持续利用,并能提高产量,增加经济效益。本研究仅开展三茬试验,今后可开展长期定位试验,探究有机肥替代化肥对土壤微生物群落的影响等,进一步完善设施番茄高产优质生产的有机肥施用方案。

参考文献

- [1] 朱英,郭永婷,田兴武,等.施肥对设施番茄生长及土壤化学性质的影响[J].农业工程技术,2018,38(34):71-74.
- [2] 叶英杰,刘琦,韩新奇,等.温室土壤有机质提升技术研究[J].现代园艺,2023,46(4):5-6.
- [3] 石声琼,涂明梅,梅映雪,等.等养分含量有机肥替代化肥对辣椒生产的影响[J].蔬菜,2023(7):39-42.

- [4] 张俊峰,颜建明,张玉鑫,等.生物有机肥部分替代化肥对日光温室番茄生长与光合特性及肥料利用率的影响[J].北方园艺,2022(11):44-50.
- [5] 何东霞,颜建明,何志学,等.生物有机肥部分替代化肥对韭菜生长生理及肥料利用率的影响[J].西北农业学报,2020,29(6):958-967.
- [6] 唐宇,包慧芳,詹发强,等.化肥减施条件下配施生物有机肥对番茄生长及品质的影响[J].新疆农业科学,2019,56(5):841-854.
- [7] 王冰清,尹能文,郑棉海,等.化肥减量配施有机肥对蔬菜产量和品质的影响[J].中国农学通报,2012,28(1):242-247.
- [8] NY/T 1377—2007 土壤中pH值的测定[S].
- [9] HJ 802—2016 土壤电导率的测定 电极法[S].
- [10] NY/T 3030—016 棉花中水溶性总糖含量的测定 蒽酮比色法[S].
- [11] GB/T 30383—2013 植物源性产品中粗蛋白的测定 考马斯亮蓝染色法[S].
- [12] NY/T 1278—2007 蔬菜、水果及其制品中维生素C的测定 钼蓝比色法[S].
- [13] GB/T 12293—90 水果、蔬菜制品可滴定酸度的测定[S].
- [14] 王成顺,孙志立,郭刚,等.优化施肥对设施番茄产量、品质和经济效益的影响[J].长江蔬菜,2023(10):64-66.
- [15] 王丹丹,齐连芬,张庆银,等.日光温室不同施肥量对番茄果实品质的影响[J].河北农业大学学报,2019,42(3):71-75.
- [16] 曹豪,胡莉,李建设,等.不同药剂处理对番茄生长状况及品质的影响[J].农业科学研究,2022,43(2):18-24.
- [17] 张庆社,赵玉玲,闫妞,等.不同根结线虫药剂对番茄植株性状、病害及营养品质的影响[J].农业科技通讯,2020(12):185-186.
- [18] 王亚萍,李仪曼,黄代峰,等.栽培方式和根系空间大小对日光温室番茄产量和品质的影响[J].安徽农业科学,2021,49(23):37-39.
- [19] 舒海波,贺超兴,张志斌,等.不同有机土栽培方式对温室番茄植株生长及产量和品质的影响[J].西北农业学报,2010,19(6):120-125.
- [20] 李蒙,朱思远,袁童瑶,等.生物有机肥对基质肥力、酶活性及番茄生长和品质的影响[J].西南农业学报,2023,36(6):1260-1270.
- [21] 赵成雷,于建,郭新送,等.有机肥替代化肥对设施番茄产量、品质及土壤性状的影响[J].山东农业科学,2023,55(8):116-120.
- [22] 孙晓,姜学玲,崔玉明,等.有机肥替代对设施番茄产量、品质与土壤性质的影响[J].中国瓜菜,2021,34(4):46-52.
- [23] 钟泽,杨云云,肖梦,等.灌溉液不同pH值对椰糠种植番茄的影响[J].江苏农业科学,2019,47(2):112-114.
- [24] 姜莉莉,王开运,武玉国,等.含高效固氮解淀粉芽孢杆菌生物有机肥在草莓上的应用效果[J].北方园艺,2018(20):7-12.
- [25] 薛晓敏,聂佩显,韩雪平,等.生物有机肥对盛果初期红富士树体、叶片、产量及品质的影响[J].天津农业科学,2018,24(11):51-53.