

DOI: 10.13758/j.cnki.tr.2024.03.024

王蓓, 李伟明, 黄忠阳, 等. 化肥减施条件下木霉生物有机肥对茄子生长和品质的影响. 土壤, 2024, 56(3): 666–671.

## 化肥减施条件下木霉生物有机肥对茄子生长和品质的影响<sup>①</sup>

王蓓<sup>1,2,3</sup>, 李伟明<sup>2</sup>, 黄忠阳<sup>2</sup>, 胡卫丛<sup>1,2</sup>, 戎茸<sup>2</sup>, 陈莉莉<sup>2</sup>, 刘庆叶<sup>2</sup>, 吴旭东<sup>2</sup>, 张宗俊<sup>2</sup>, 王东升<sup>1,2,3\*</sup>

(1 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095; 2 南京市蔬菜科学研究所, 南京 210042; 3 南京农业大学江苏省固体有机废弃物资源化高新技术研究重点实验室, 南京 210095)

**摘要:** 以茄子为供试材料, 设置 4 个处理: 不施用任何肥料(CK)、常规施肥(T1)、较常规施肥减施 30% 化肥(T2)和较常规施肥减施 30% 化肥+木霉生物有机肥(T3), 研究了木霉生物有机肥对茄子生长、产量和品质的影响。结果表明: T3 处理的株高和茎粗高于 T2 处理, 其中株高差异达到显著水平; 产量方面, T1≈T3>T2>CK, T1、T2 和 T3 处理的产量较 CK 处理分别增加 23.90%、14.27%、20.19%, T3 处理的产量较 T2 处理增加 5.18%; T3 处理的可溶性蛋白含量显著高于其他各个处理, 且与 T2 处理相比, VC 含量显著提高; 经济效益方面, 与 T2 处理相比, T3 处理每公顷收益增加 8 769.60 元。主成分分析结果显示, 不同处理下茄子的综合生长及品质排序为: T3>T1>T2>CK, 木霉生物有机肥替代 30% 化肥处理综合评价最高。聚类分析将 4 个处理分成 3 类, T1 处理和 T3 处理归为一类, T1 处理生长指标好, 有最高的株高、茎粗和产量, T3 处理品质指标优异, 可溶性糖、可溶性蛋白和 VC 含量最高, 两者综合评价得分相近。综上, 木霉生物有机肥替代 30% 化肥不仅能够有效提高茄子的株高、茎粗, 而且还能显著提高茄子的可溶性蛋白和 VC 含量, 有效改善茄子的品质, 同时对于增加茄子产量和经济效益也效果明显。

**关键词:** 木霉生物有机肥; 茄子; 产量; 品质

**中图分类号:** S145.2 **文献标志码:** A

### Effects of Trichoderma Bioorganic Fertilizer on Growth and Quality of Eggplant Under Fertilizer Reduction

WANG Bei<sup>1,2,3</sup>, LI Weiming<sup>2</sup>, HUANG Zhongyang<sup>2</sup>, HU Weicong<sup>1,2</sup>, RONG Rong<sup>2</sup>, CHEN Lili<sup>2</sup>, LIU Qingye<sup>2</sup>, WU Xudong<sup>2</sup>, ZHANG Zongjun<sup>2</sup>, WANG Dongsheng<sup>1,2,3\*</sup>

(1 College of Resources and Environment, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2 Nanjing Institute of Vegetable Science, Nanjing 210042, China; 3 Key Laboratory of High Technology Research on Solid Organic Waste Recycling in Jiangsu Province, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** A field experiment was conducted to study the effects of trichoderma bioorganic fertilizer on the growth, yield and quality of eggplants under four treatments: no fertilizer (CK), conventional fertilizer treatment (T1), 30% less chemical fertilizer treatment than conventional fertilization (T2), 30% less chemical fertilizer treatment than conventional fertilization + trichoderma organic fertilizer (T3). The results showed that the height and stem diameter of eggplant under T3 were higher than those under T2, in which the height reached a significant difference; In terms of quality, soluble protein content under T3 was significantly higher than other treatments, and VC content under T3 was significantly higher than T2; In yield, T1≈T3>T2>CK, compared with CK, the output of T1, T2 and T3 increased by 23.90%, 14.27% and 20.19%, respectively, and which under T3 increased by 5.18% than T2; From the results of economic benefit analysis, the benefit under T3 increased by 8 769.60 yuan/hm<sup>2</sup> than T2; The results of principal component analysis showed that the overall growth and quality of eggplants were ranked as follows: T3>T1>T2>CK, and T3 had the highest comprehensive evaluation; The four treatments were divided into 3 categories by cluster analysis, T1 and T3 were classified into one category, in which T1 had good growth indexes, with the highest plant height, stem diameter and yield, while T3 had excellent quality indexes, with the highest

①基金项目: 江苏省重点实验室开放基金项目(BM201101301)和 2023 年南京市公益性服务体系项目资助。

\* 通讯作者(wdsh000@126.com)

作者简介: 王蓓(1990—), 女, 江苏南京人, 硕士, 农艺师, 主要从事蔬菜施肥技术研究。E-mail: 823191753@qq.com

contents of soluble sugar, soluble protein and VC. In conclusion, T3 can not only effectively improve the height and stem diameter of eggplant, but also significantly increase soluble protein and VC contents in eggplant, and effectively improve the quality, yield and economic benefits of eggplant.

**Key words:** Trichoderma bioorganic fertilizer; Eggplant; Yield; Quality

近年来随着人们对蔬菜需求的日益增大,蔬菜生产越来越依赖于设施栽培。设施栽培具有不受季节限制、环境条件可控、便于集约化生产等优点<sup>[1]</sup>,但随着设施栽培规模的不断增加,出现的问题也越来越多。一方面由于连年种植,设施栽培土壤环境不堪重负,出现养分失调、病虫害频发等问题;另一方面为追求经济效益,种植户过量使用化肥,导致土壤出现次生盐渍化、土壤酸化、微生物种群失调和作物品质下降等问题<sup>[2]</sup>。这些都严重制约着我国设施农业的健康可持续发展。为了解决设施栽培中出现的这些问题,农业生产者亟需转变农业生产方式,一方面坚定执行科学的栽培方式,合理轮作,保证土壤休耕培肥土壤;另一方面使用有机肥料来替代或部分替代化肥的使用,改善土壤生态环境,从而保证作物的产量和品质。

生物有机肥是指特定功能微生物与主要以动植物残体(如畜禽粪便、农作物秸秆等)为来源并经无害化处理、腐熟的有机物料复合而成的兼具微生物肥料和有机肥效应的肥料<sup>[3]</sup>。其具有提供植物生长所必需的营养、改善土壤理化性质、优化土壤微生物群落的组成、增强作物养分吸收能力和增强植物抗逆性等功能<sup>[4-6]</sup>。木霉是一类具有农业开发应用前景的有益真菌,能通过矿化有机物等多种机制促进作物的生长,通过产生抗菌肽类等抗生素类物质抑制病原菌生长,达到防控植物土传病害的目的<sup>[7]</sup>。研究表明,木霉菌通过有效控制玉米茎腐病的发生显著提高玉米产量<sup>[8]</sup>。另外木霉还具有分解纤维素、促生、解磷解钾以及固氮等功能<sup>[9]</sup>。研究发现将木霉添加到有机肥中制成的生物有机肥具有促进作物生长,防控土壤病害以及提高作物产量等功能。茄子属茄科茄属植物,具有抗衰老、清热活血、消肿止痛、降血脂、降血压等药用和保健价值,有着“昆仑紫瓜”的美誉<sup>[10]</sup>。本研究以茄子为供试作物,初步研究了木霉生物有机肥配施化肥对茄子生长、产量及品质的影响,以期对茄子的优质高效生产提供科学的施肥方案和理论支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试作物:茄子,品种为黑骠,由南京市蔬菜科

学研究所提供。其是南京市蔬菜科学研究所选育的杂交一代茄子品种,生长势强,早熟,坐果力强,商品性佳,耐低温、弱光、干旱,抗青枯病,适宜长江中下游地区早熟设施栽培。

供试肥料:有机肥由南通惠农生物有机肥有限公司提供,总养分 $\geq 5\%$ ,有机质 $\geq 45\%$ ;木霉生物有机肥由江阴联业生物科技有限公司生产,总养分 $\geq 8\%$ ,有机质 $\geq 60\%$ ,有效活菌数 $\geq 1$ 亿/g;复合肥由安徽省司尔特肥业股份有限公司生产,N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 15%:15%:15%。

供试土壤:黄棕壤,为南京市蔬菜科学研究所设施大棚土壤,基础理化性质为:有机质 15.97 g/kg,全氮 0.92 g/kg,全磷 0.47 g/kg,有效磷 176.13 mg/kg,速效钾 189.25 mg/kg, pH 5.24。

### 1.2 试验设计

本试验采用完全随机区组设计,共设4个处理,分别记为CK(空白对照)、T1(常规施肥)、T2(常规施肥减施30%化肥)和T3(常规施肥减施30%化肥+木霉生物有机肥),每个处理3次重复,即每个处理设3个小区,共计12个小区,小区面积为3.5 m(长)×2 m(宽)=7 m<sup>2</sup>,每个小区定植茄子28株。试验中所用肥料以基肥的方式一次性施入,具体施肥方案如下:CK,不施用任何肥料;T1,有机肥施用量7 500 kg/hm<sup>2</sup>+45% 复合肥施用量450 kg/hm<sup>2</sup>;T2,有机肥施用量7 500 kg/hm<sup>2</sup>+45% 复合肥施用量315 kg/hm<sup>2</sup>;T3,有机肥施用量7 500 kg/hm<sup>2</sup>+45% 复合肥施用量315 kg/hm<sup>2</sup>+8% 木霉生物有机肥施用量1 500 kg/hm<sup>2</sup>。

田间试验在南京市江宁区横溪街道南京市蔬菜科技园塑料大棚内进行,茄子于2020年3月21日定植,生物量测定时间为2020年5月21日。

### 1.3 测试项目及方法

**1.3.1 生物学性状及产量的测定** 分别于定植后35 d测定茄子的株高、茎粗和SPAD值(表征叶绿素相对含量)。每个小区选择长势均匀的3株茄子,用直尺测其株高,游标卡尺测其茎粗,叶绿素仪测其SPAD值。果实成熟采摘,对整个生育期的产量进行统计。

**1.3.2 果实品质的测定** 每个小区选择长势均匀

的 3 个茄子, 带回实验室后, 立即进行样品处理, 分别测定果实可溶性糖、可溶性蛋白和 VC 含量。可溶性糖含量用蒽酮比色法测定, 可溶性蛋白用考马斯亮蓝 G-250 测定, VC 含量采用高效液相色谱法测定。

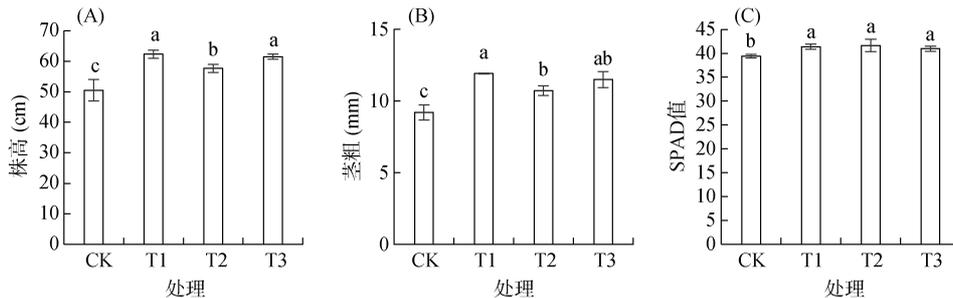
#### 1.4 数据处理与分析

采用 Excel 2013 进数据处理和绘图, SPSS 22.0 对数据进行单因素方差分析、主成分分析以及聚类分析, 并采用 LSD 法和 Duncan's 检验法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 木霉菌有机肥对茄子生长的影响

从图 1 可以看出, 在株高上(图 1A), T1>T3>T2>CK, T1 和 T3 处理显著高于 CK 和 T2 处理( $P<0.05$ ); T2 处理显著高于 CK 处理( $P<0.05$ ), T1 和 T3 处理两者相比无明显差异( $P>0.05$ )。在茎粗上(图 1B),



(图中不同小写字母表示处理间差异在  $P<0.05$  水平显著; 下同)

图 1 木霉菌有机肥对茄子株高(A)、茎粗(B)及 SPAD 值(C)的影响

表 1 木霉菌有机肥对茄子品质的影响

处理	可溶性糖(mg/g)	可溶性蛋白(mg/g)	VC (mg/kg)
CK	19.55 ± 1.01 a	9.60 ± 0.63 b	82.57 ± 7.27 bc
T1	19.70 ± 1.97 a	8.48 ± 0.88 b	76.77 ± 7.01 c
T2	20.73 ± 1.54 a	9.69 ± 0.73 b	95.03 ± 4.57 ab
T3	20.88 ± 1.47 a	12.78 ± 1.95 a	99.49 ± 3.18 a

注: 表中同列不同小写字母表示处理间差异在  $P<0.05$  水平显著; 下同。

### 2.3 木霉菌有机肥对茄子产量和经济效益的影响

从表 2 可以看出, 在茄子产量上, T1 ≈ T3 > T2 > CK, T1、T2 和 T3 处理显著高于 CK 处理 23.90%、

T1>T3>T2>CK, T1、T2 和 T3 均显著高于 CK 处理 ( $P<0.05$ ), T1 处理显著高于 T2 处理 ( $P<0.05$ ); T3 和 T2 处理相比差异未达显著水平 ( $P>0.05$ )。在 SPAD 值上(图 1C), T1、T2 和 T3 处理均显著高于 CK 处理 ( $P<0.05$ )。综上, 木霉菌生物有机肥替代 30% 化肥处理的茄子长势与常规施肥基本相当, 但其株高和茎粗显著高于常规施肥减施 30% 化肥处理。

### 2.2 木霉菌生物有机肥对茄子品质的影响

表 1 结果表明, T3 处理的可溶性蛋白含量最高, 显著高于其他 3 个处理 ( $P<0.05$ ); T3 处理 VC 含量同样最高, 显著高于 CK 和 T1 处理 ( $P<0.05$ ), 且 T2 处理 VC 含量显著高于 T1 处理 ( $P<0.05$ ); 而不同施肥处理的可溶性糖含量无显著变化 ( $P>0.05$ )。可见, 木霉菌生物有机肥能显著提高茄子的可溶性蛋白和 VC 含量, 有效改善茄子品质。

14.27% 和 20.19% ( $P<0.05$ ); 且 T1 处理的茄子产量显著高于 T2 处理 ( $P<0.05$ ), 增产 3 250.49 kg/hm<sup>2</sup>; T3 与 T1 处理产量基本相当 ( $P>0.05$ ), 较 T2 处理增产 5.18%。说明木霉菌生物有机肥替代 30% 化肥能提高茄子的产量, 虽然与常规施肥处理相比增产效果不明显, 但木霉菌生物有机肥替代 30% 化肥有效提高了茄子的品质, 在稳定产量的同时, 提高蔬菜的品质, 实现了稳产优质。

表 3 表明, 从经济效益看, 与减施 30% 化肥的 T2 处理相比, 木霉菌生物有机肥替代 30% 化肥的 T3 处理收入增加 8 769.60 元/hm<sup>2</sup>, 说明木霉菌生物有机肥替代 30% 化肥能提高茄子的经济效益, 但与常规施肥处理相比还存在一定差距。

表 2 木霉菌生物有机肥对茄子产量的影响

处理	总产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	与 CK 相比		与 T1 相比		与 T2 相比	
		增产量(kg/hm <sup>2</sup> )	增产率(%)	增产量(kg/hm <sup>2</sup> )	增产率(%)	增产量(kg/hm <sup>2</sup> )	增产率(%)
CK	33 732.66 ± 2 415.54 c	-	-	-	-	-	-
T1	41 795.59 ± 1 258.94 a	8 062.93	23.90	-	-	-	-
T2	38 545.10 ± 796.02 b	4 812.45	14.27	-3 250.49	-8.78	-	-
T3	40 542.04 ± 776.08 ab	6 809.38	20.19	-1 253.55	-3.00	1 996.95	5.18

表 3 木霉生物有机肥对茄子的经济效益影响

处理	总产值(元)	总成本(元)		纯收入(元)	较 T2 增加(元)
		肥料成本	其他成本		
CK	168 663.30	0	46 500	122 163.30	-19 052.25
T1	208 977.90	5 550	46 500	156 927.90	15 712.35
T2	192 725.55	5 010	46 500	141 215.55	-
T3	202 710.15	6 225	46 500	149 985.15	8 769.60

注：表中各列数据均按单位面积(hm<sup>2</sup>)核算；肥料成本复合肥为 4 000 元/t、生物有机肥为 1 600 元/t、普通有机肥为 500 元/t，其他成本包括租地费 4 500 元、大棚折旧费 15 000 元、种苗费 9 000 元、农药费 3 000 元、人工费 15 000 元(其中地租费和大棚折旧费均以一年 2 茬计算)；茄子的商品价格为 5 元/kg。

### 2.4 不同处理下茄子生长及品质综合评价

**2.4.1 不同处理下茄子生长及品质指标的主成分分析** 对 4 个处理下茄子的 4 个生长指标和 3 个品质指标进行主成分分析，由表 4 可知，试验提取了 2 个主成分，累积方差贡献率为 75.777%，说明提取的 2 个主成分可以解释原有生长和品质指标。由表 5 可知，主成分 1 主要是综合了茄子的株高、茎粗和产量，贡献率分别是 96.40%、92.90% 和 94.30%；主成分 2 综合了可溶性糖、可溶性蛋白和 VC 含量，贡献率分别是 56.00%、83.90% 和 76.00%。

根据矩阵得分系数和标准化后的数据可得到 2 个主成分的得分函数表达式： $z_1=0.281x_1+0.296x_2+0.204x_3+0.292x_4+0.006x_5-0.096x_6-0.015x_7$ ； $z_2=0.003x_1-0.087x_2+0.084x_3-0.059x_4+0.334x_5+0.471x_6+0.447x_7$ 。以表 4 中两个主成分对应的方差贡献率为权重，得到综合评价函数： $F_{综}=0.67z_1+0.33z_2$ 。根据主成分综合得分模型，计算不同处理下茄子的综合得分和排序结果，由表 6 可知，不同处理下茄子的综合生长及品质排序为：T3>T1>T2>CK，木霉菌生物有机肥替代 30% 化肥处理综合评价最高。

表 4 总解释方差

主成分	初始特征值		
	特征根	方差贡献率(%)	累积贡献率(%)
1	3.554	50.778	50.778
2	1.750	24.999	75.777
3	0.918	13.117	88.894
4	0.515	7.351	96.246
5	0.219	3.124	99.370
6	0.029	0.414	99.784
7	0.015	0.216	100.000

**2.4.2 不同处理下茄子生长及品质指标的聚类分析** 根据不同处理下茄子生长和品质指标的差异，将距离相近的处理聚为一类，从而对不同肥料处理进行分类，如图 2 所示，当欧氏距离为 4 时，4

个处理下的茄子按照生长及品质指标可以分为 3 类：第 1 类为 CK 处理，株高、茎粗和产量最低；第 2 类为 T2 处理，其可溶性糖、可溶性蛋白和 VC 含量较高；第 3 类为 T1 处理和 T3 处理，T1 处理生长指标好，有最高的株高、茎粗和产量，T3 处理品质指标优异，可溶性糖、可溶性蛋白和 VC 含量最高，两者综合评价得分相近。

表 5 成分矩阵和成分得分系数矩阵

指标	成分矩阵		成分得分系数矩阵	
	1	2	1	2
株高	0.964	-0.127	0.281	0.003
茎粗	0.929	-0.286	0.296	-0.087
SPAD	0.778	0.047	0.204	0.084
产量	0.943	-0.236	0.292	-0.059
可溶性糖	0.338	0.560	0.006	0.334
可溶性蛋白质	0.119	0.839	-0.096	0.471
VC	0.374	0.760	-0.015	0.447

表 6 不同处理下茄子生长及品质的综合评价

处理	主成分得分		总得分	总得分均值	排序
	1	2			
CK	-1.03	-0.46	-0.84	-1.12	4
	-1.97	-0.25	-1.40		
	-1.45	-0.45	-1.12		
T1	1.07	-0.92	0.41	0.28	2
	1.01	-1.30	0.25		
	0.87	-1.20	0.18		
T2	-0.40	-0.11	-0.31	0.19	3
	0.58	0.77	0.64		
	0.11	0.52	0.24		
T3	0.56	0.04	0.39	0.65	1
	0.36	1.57	0.76		
	0.31	1.79	0.80		

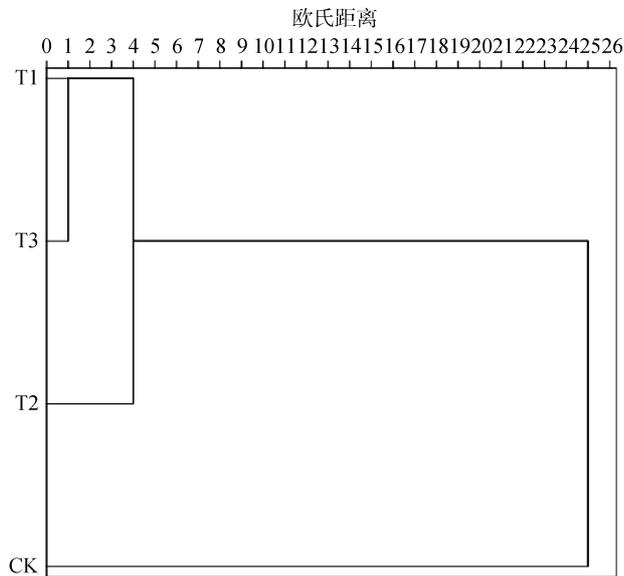


图 2 不同处理下茄子生长及品质的聚类分析

### 3 讨论

近年来,随着有机肥的施用越来越广泛,关于有机肥替代化肥对作物影响的报道也越来越多,而利用有机肥的养分释放持久和化肥的肥效释放快等优点,减少化肥施用量并配合生物有机肥施用逐渐成为未来农业生产的发展趋势<sup>[11-12]</sup>。研究表明,减少化肥用量与有机肥配施可以促进辣椒生长,提高辣椒产量和品质,尤以 50% 化肥配施 50% 有机肥的比例效果最好<sup>[13]</sup>;在化肥用量减少 10%~30% 的同时配合施用生物有机肥,可有效提高生姜产量<sup>[14]</sup>。而文春燕等<sup>[15]</sup>研究发现,生物有机肥和化肥按氮含量 1:1 配施,与单施化肥相比,水稻的产量有明显下降。结合前人试验出现的结论不一致的情况,对本试验结果进行分析。本试验研究发现,木霉生物有机肥替代 30% 化肥与常规施肥减施 30% 化肥相比提高了茄子的株高和茎粗,同时提高了产量,增幅达 5.18%,但与常规施肥相比,产量并未得到提升。分析原因,一方面可能是化肥减施的量过大,另一方面可能是生物有机肥的用量不足和养分释放比较慢所致。根据试验结果,有待后续开展进一步研究。

有研究证实,生物有机肥能有效增加黄瓜蛋白质和可溶性糖的含量<sup>[16]</sup>。周清华等<sup>[17]</sup>研究发现,减施化肥配施生物有机肥时,可以显著提高茄子 VC、可溶性糖的含量,显著降低茄子硝酸盐含量,提高茄子的品质。张培等<sup>[18]</sup>研究发现,大棚番茄增施生物有机肥后,果实中硝酸盐的含量降低,VC、可溶性糖、可溶性固形物等增加,作物品质改善。本试验研究发

现,相较于常规施肥减施 30% 化肥处理,木霉生物有机肥替代 30% 化肥处理能显著提高茄子的可溶性蛋白和 VC 含量,这与以上研究结论一致,说明木霉生物有机肥与化肥配施对于提高蔬菜的品质确实有一定效果。

本研究通过比较分析不同处理下茄子的株高、茎粗、SPAD 值和产量这 4 个生长指标和果实可溶性糖、可溶性蛋白和 VC 这 3 个品质指标,由聚类分析可知,木霉生物有机肥替代 30% 化肥处理有最好的品质指标,常规施肥处理生长指标最优,两者综合评价相近,优于其他处理;而主成分分析综合评价下木霉生物有机肥替代 30% 化肥处理总得分最高,远高于常规施肥处理。综合两项分析结果,说明木霉生物有机肥替代化肥能够有效实现稳产提质。

### 4 结论

与常规施肥减施 30% 化肥处理相比,木霉生物有机肥替代 30% 化肥处理能提高茄子的株高和茎粗,促进茄子的生长,同时能提高茄子的产量和经济效益。虽然其生长指标略低于常规施肥处理,但能显著提高茄子的可溶性蛋白和 VC 含量,对于改善茄子的品质效果显著。同时主成分分析结果显示,木霉生物有机肥替代 30% 化肥处理综合评价最高。

### 参考文献:

- [1] 陶加乐,李跃飞,李彬,等.不同土壤改良剂对设施甘蓝土壤理化性质及产量的影响[J].北方园艺,2022(14):86-92.
- [2] 王连祥,杨涌,马全喜,等.复合微生物菌剂对设施土壤改良及黄瓜产量的影响[J].肥料与健康,2022,49(6):34-37,59.
- [3] NY884-2012.生物有机肥[S].
- [4] 张迎春,颀建明,郁继华,等.生物有机肥部分替代化肥对莴笋生长、产量及品质的影响[J].干旱地区农业研究,2020,38(1):66-73.
- [5] Huang N, Wang W W, Yao Y L, et al. The influence of different concentrations of bio-organic fertilizer on cucumber *Fusarium* wilt and soil microflora alterations[J]. PLoS One, 2017, 12(2): e0171490.
- [6] 王东升,黄忠阳,吴旭东,等.不同施肥对鲜食玉米生长及肥料农学利用率的影响[J].土壤,2021,53(2):299-304.
- [7] 于亚楠,邬海燕,王盼星,等.木霉生物有机肥应用于滨海盐土甘蓝种植的生物效应[J].土壤学报,2022,59(4):1112-1124.
- [8] He A L, Liu J, Wang X H, et al. Soil application of *Trichoderma asperellum* GDFS1009 granules promotes growth and resistance to *Fusarium graminearum* in

- maize[J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2019, 18(3): 599–606.
- [9] 张瑾, 张树武, 徐秉良, 等. 长枝木霉菌抑菌谱测定及其抑菌作用机理研究[J]. *中国生态农业学报*, 2014, 22(6): 661–667.
- [10] 马兆红, 连勇, 方木壬, 等. 从生产市场需求谈我国茄子品种的变化趋势[J]. *中国蔬菜*, 2017(9): 1–6.
- [11] 万连杰, 李俊杰, 张绩, 等. 有机肥替代化肥技术研究进展[J]. *北方园艺*, 2021(11): 133–142.
- [12] 方丹, 朱明珠, 魏梦玉, 等. 含山梨醇的新型生物有机肥促生效应与机理研究[J]. *土壤学报*, 2022, 59(6): 1606–1615.
- [13] 余高, 陈芬, 谢英荷, 等. 化肥减施、有机肥配施对辣椒产量及品质的影响[J]. *北方园艺*, 2020(4): 47–53.
- [14] 付丽军, 王永存, 闫红波, 等. 化肥减量配施生物有机肥对生姜产量和品质的影响[J]. *中国瓜菜*, 2022, 35(3): 86–91.
- [15] 文春燕, 熊运华, 王萍, 等. 减施化肥配施不同有机肥对优质籼稻产量和品质的影响[J]. *土壤*, 2023, 55(2): 280–287.
- [16] 巩子毓, 高旭, 黄炎, 等. 连续施用生物有机肥提高设施黄瓜产量和品质的研究[J]. *南京农业大学学报*, 2016, 39(5): 777–783.
- [17] 周清华, 杨柳, 王东歧, 等. 减施化肥配施生物有机肥可以改善茄子品质[J]. *农业与技术*, 2023, 43(7): 51–53.
- [18] 张培, 胡栋, 陈曦, 等. 不同生物有机肥在大棚番茄上施用效果初报[J]. *中国农技推广*, 2020, 36(8): 61–63.