

不同微生物菌剂对番茄产量及品质的影响

黄文¹, 郭竞¹, 刘慧超¹, 黄晓燕², 张舜¹, 应芳卿¹

(1. 郑州市蔬菜研究所 郑州 450015; 2. 河南省息县农业农村局 河南息县 464300)

摘要:为验证微生物菌剂在番茄上的应用效果,以水果番茄郑番 1733 为试材,采用春露地种植模式,设置 3 种微生物菌剂灌根、3 种微生物菌剂基施处理,以不施用微生物菌剂作为空白对照(CK),测定各处理番茄植株的形态指标、产量和品质。结果表明,施用微生物菌剂对番茄植株的形态指标、产量和品质均有不同程度的影响,施用微生物菌剂的 T2、T3、T4、T6 处理植株长势整齐,主茎发育强壮,株高较 CK 增加 1.50~6.00 cm,茎粗增加 0.04~0.12 cm,平均单果质量增加 7.20~11.50 g; T2、T4、T5 处理果实商品率较 CK 增加 6.15%~18.46%; T1、T2、T3、T4 处理果实维生素 C 含量(w)较 CK 增加 0.46~1.12 mg·100 g⁻¹; T2、T4 处理总产量较 CK 分别增加 32.27%和 19.96%。综上, T2 处理(激抗菌 968 微生物菌剂对水稀释到 300 倍灌根)效果最佳,能改善番茄长势,显著增加产量、提高品质。

关键词:番茄;微生物菌剂;生长;品质;产量

中图分类号: S641.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-2871(2022)08-075-04

Different microbial agents affect tomato yield and quality

HUANG Wen¹, GUO Jing¹, LIU Huichao¹, HUANG Xiaoyan², ZHANG Shun¹, YING Fangqing¹

(1. Zhengzhou Vegetable Research Institute, Zhengzhou 450015, Henan, China; 2. Agriculture and Rural Affairs Bureau of Xixian, Henan Province, Xixian 464300, Henan, China)

Abstract: The effect of microbial agent on tomato yield and quality was tested using Zhengfan 1733 in open field in Spring. Three microbial agents were applied in soil or applied to roots, no microbial agent application was the control (CK). The results showed that application of microbial agents improved the morphological index, yield and quality of tomato plants. With the treatment (T2, T3, T4 and T6) main stem developed strong and plant height increased compared with control. The average fruit weight increased 7.20-11.5 g, yield of treatment T2, T4 and T5 increased 6.15%~18.46% compared with control. Vitamin C content (w) of treatment T1, T2, T3 and T4 increased 0.46-1.12 mg·100 g⁻¹ compared with control, treatment T2 and T4 increased 32.27% and 19.96% compared with control. In conclusion, antimicrobial 968 diluted 300 times had the best effect applied with irrigation it significantly improved tomato growth, increase yield, improve quality.

Key words: Tomato; Microbial agent; Growth; Quality; Yield

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是我国重要的蔬菜之一,含有多种维生素、番茄红素及镁、铁、磷等矿物质元素,深受广大消费者喜爱。随着人民生活水平的提高,对番茄的需求量越来越大,对其品质的要求也越来越高。近年来,化肥农药的过度使用,造成土壤性状恶化,导致蔬菜品质下降,使农业生态环境和农产品质量与安全问题也越来越受到社会各界人士的关注。随着我国“减肥减药行动计划”的推进,微生物菌剂在农业生产中起到了关键性作用^[1-2]。微生物菌剂含有多种特定的生物活体,能够丰富土壤微生物种类、数量和活性,通

过代谢产物转化土壤中营养元素,抑制土壤有害物质,具有良好的生态环境效应,因此成为替代化学肥料的重要方式,也成为发展绿色无公害蔬菜的有效途径^[3]。据前人研究,作物的生长与土壤中的微生物关系密切,每一种微生物及微生物群之间协同工作。土壤微生物菌群丰度的增加,能够改善土壤物理、化学和生物学性质,抑制土壤中的病原菌,明显减少化肥使用量,促进植物的生长发育,提高作物产量和品质,以及作物株高及茎粗等形态指标^[4-6]。岳明灿等^[7]研究表明,减施化肥配施 EM 菌剂处理的樱桃番茄产量高于全量化肥处理,且可溶

收稿日期: 2021-10-14; 修回日期: 2022-05-24

基金项目: 河南省现代农业产业技术体系(大宗蔬菜)建设专项项目(S2010-03-G02); 河南省重大科技专项项目(201111110600)

作者简介: 黄文,女,副研究员,主要从事蔬菜遗传育种和栽培的研究工作。E-mail: diamondfashion@126.com

性固形物、可溶性蛋白和可溶性糖含量较化肥处理分别显著增加 31.1%、27.8%和 62.7%。罗希榕等^[8]研究表明,在适量复合肥的基础上,微生物菌肥的施用增加了辣椒的株高、开展度、主茎直径和有效分枝等;白云等^[9]发现微生物菌肥能大幅度促进压砂地甜瓜主蔓的生长和平均单株产量的提高。总体上,微生物菌剂在番茄上的应用研究较少,有关蔬菜类合适的生物菌剂种类及其使用技术比较缺乏^[10]。笔者以郑番 1733 为材料,选取了 6 种微生物菌剂,进行对比试验,探讨不同微生物菌剂对番茄生长发育、产量和品质的影响,以期为番茄生产中合理使用微生物菌剂提供科学指导。

1 材料与方 法

1.1 试验区概况

试验地点在郑州市蔬菜研究所试验园区,海拔 115 m。该区域属于温带大陆性季风气候,四季分明。年平均降水量 632 mm,无霜期 220 d,≥10℃积温 3400~4500℃,年平均气温 14.4℃,7 月最热,平均气温 27℃。试验地前茬休闲,土质为沙壤土,其土壤理化性质见表 1。

表 1 试验地土壤理化性质

土层深度/ cm	w(有机质)/ (g·kg ⁻¹)	w(速效氮)/ (mg·kg ⁻¹)	w(速效磷)/ (mg·kg ⁻¹)	w(速效钾)/ (mg·kg ⁻¹)
0~20	23.25	4.23	125.81	165.00
20~40	35.80	1.45	62.38	74.00
40~60	25.43	2.45	42.83	62.00

1.2 材料

供试番茄品种为郑番 1733,由郑州市蔬菜研究所提供。枯草芽孢杆菌剂由郑州喜耕田生物科技有限公司生产(有效活菌数≥10.0 亿·g⁻¹);激抗菌 968 微生物菌剂由山东聊城福田生物技术开发有限公司生产(有效菌:细黄莲霉菌);康田绿株微生物菌剂(有效菌:巨大芽孢杆菌,有效活菌数≥2.0 亿·g⁻¹),康田绿株多功能复合微生物菌剂(有效菌:巨大芽孢杆菌、胶东样类芽孢杆菌;有效活菌数≥2.0 亿·g⁻¹),炭酶微生物菌剂均由河北省微生物研究所生产;生物炭微生物菌剂由潍坊市生物炭工程技术研究中心生产(有效菌:解淀粉芽孢杆菌,有效活菌数≥2.0 亿·g⁻¹)。磷酸二胺(N-P-K=18-46-0)由广西鹿寨化肥有限责任公司生产;过磷酸钙由湖北丰乐生态肥业有限公司生产(P₂O₅≥12%;硫≥10%;钙≥15%)。

1.3 设计

试验于 2020 年 1—7 月开展,露地种植,随机排列,设置 3 次重复。单行小区,每小区定植 12 株,株行距为 0.35 m×0.65 m,小区面积为 2.73 m²。试验区周围设保护行。底肥 667 m²均施磷酸二胺 50 kg、过磷酸钙 40 kg、科尔必旺微生物肥 500 kg,穴盘育苗。苗龄 60 d 左右,苗高 20.0 cm 左右,茎粗 0.6~0.7 cm,幼苗上下茎粗相同,节间短且粗壮,具 7~8 片真叶时定植。生产管理措施按正常番茄高产栽培操作规程要求进行。

试验设 7 个处理,处理浓度来自厂家推荐。T1 处理:枯草芽孢杆菌剂对水稀释到 600 倍灌根,每株 300 mL;T2 处理:激抗菌 968 微生物菌剂对水稀释到 300 倍灌根,每株 100 mL;T3 处理:康田绿株微生物菌剂对水稀释到 300 倍灌根,每株 300 mL;T4 处理:康田绿株多功能复合微生物菌剂 300 kg·667 m²基施;T5 处理:炭酶微生物菌剂 300 kg·667 m²基施;T6 处理:生物炭微生物菌剂 60 kg·667 m²基施;CK:空白对照。全生长期内处理 T1、T2、T3 均在定植期、开花期、坐果期共灌根 3 次,7 个处理在坐果期追施心连心大量元素水溶肥(17-9-34+TE)3 次,4 穗果打顶。

1.4 测定项目

1.4.1 植株生长发育指标的测定 番茄植株打顶后开始测定,每小区选择 5 株长势相同的植株进行测定。在植株自然生长状态下,用卷尺测量从番茄基部到顶部生长点之间的垂直距离作为株高;用游标卡尺测量植株第 4 至第 5 片真叶之间的茎粗,用卷尺测量植株自然生长状态下叶幕最大处的投影距离作为株幅。

1.4.2 番茄品质的测定 在第 2 穗果完全转色时,采摘第 2 穗可食用番茄进行品质测定,每小区采收果实 3 个,带回实验室检测番茄品质,测定果实中维生素 C、总糖、总酸、可溶性固形物的含量,每个品质指标取平均值,计算糖酸比。其中,采用酸碱滴定法^[11]测定果实总酸含量;采用蒽酮比色法^[12]测定总糖含量,采用分光光度法^[13]测定维生素 C 含量;用手持折光仪测定可溶性固形物含量,用 FHM-1 日本竹村电机制作所生产的果实硬度计测定果实硬度。

1.4.3 番茄产量的测定 从第 1 花序坐果到拉秧,采用单采单收方法,每次采摘果实称质量后记录果实个数和小区产量,直至小区果实采摘完全结束。记录各处理小区果实的数量和产量,统计平均单果

质量(即总产量与总个数的比值),从番茄第一次果实采收开始,前 15 d 的产量记为前期产量,总产量为小区平均产量,折合 667 m²产量。

1.5 数据分析

试验结果以测定 3 次重复的平均值表示。采用 Microsoft Excel 2003 软件对试验数据进行处理;利用 SPSS16.0 统计软件进行方差分析及多重比较。

2 结果与分析

2.1 微生物菌剂对番茄植株株高和茎粗的影响

从表 2 可以看出,在所有处理中,T2 处理茎粗、节间长分别为 1.48、5.73 cm,叶片数 24,均高于对照,但差异不显著;株高、株幅值均最大,分别为 132.40、56.60 cm,与其他处理相比差异显著。T4 处理株高、茎粗分别为 128.60、1.54 cm,与 CK 相比差异显著,但株幅和节间长低于 CK。T3 处理株高和株幅分别为 130.50、50.70 cm,与 CK 相比差异达到显著水平,其他性状和 CK 相比差异不显著。T1、T5、T6 处理同 CK 相比植株性状差异不显著。表明激抗菌 968 微生物菌剂灌根可促进番茄生长。

表 2 微生物菌剂对番茄植株株高和茎粗的影响

处理	株高/cm	株幅/cm	茎粗/cm	节间长/cm	叶片数
T1	126.30 e	51.20 d	1.38 c	5.62 a	22 a
T2	132.40 a	56.60 a	1.48 b	5.73 a	24 a
T3	130.50 b	50.70 d	1.46 b	5.65 a	24 a
T4	128.60 cd	52.30 cd	1.54 a	5.43 a	23 a
T5	126.70 e	54.80 b	1.39 c	5.60 a	22 a
T6	127.90 de	53.60 bc	1.48 b	5.46 a	23 a
CK	126.40 e	53.80 bc	1.42 bc	5.58 a	22 a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

2.2 微生物菌剂对番茄果实商品性的影响

从表 3 可以看出,T2 处理果实纵径最大,为 47.52 mm,同 T4、T5 处理差异不显著,但显著高于其他处理。T2 处理果实横径最大,为 56.12 mm,显著高于其他处理。各处理之间果形指数为 0.85~0.89,差异不显著。T2 处理坐果数最多,为 463 个;畸裂果最少,为 106 个;商品果率最高,为 77%;平均单果质量最大,为 86.3 g;其次表现较好的为 T4 处理。T2 和 T4 处理的商品果率和平均单果质量同 CK 相比差异显著;T1、T3、T5、T6 处理坐果数低于 CK,商品果率和 CK 相比无显著性差异。激抗菌 968 微生物菌剂灌根、康田绿株多功能复合微生物

菌剂基施均能显著提高番茄坐果数、单果质量和果实商品率。

表 3 微生物菌剂对番茄果实商品性的影响

处理	果实纵径/mm	果实横径/mm	果形指数	坐果数	畸裂果数	商品果率/%	平均单果质量/g
T1	44.68 c	51.34 c	0.87 a	405	140	65 cd	74.2 b
T2	47.52 a	56.12 a	0.85 a	463	106	77 a	86.3 a
T3	45.82 bc	53.25 bc	0.86 a	360	129	64 cd	82.0 a
T4	46.42 ab	53.42 bc	0.87 a	437	129	70 b	82.9 a
T5	47.09 ab	54.37 b	0.87 a	394	121	69 bc	73.0 b
T6	43.74 c	49.07 d	0.89 a	363	143	61 d	82.8 a
CK	44.91 c	52.74 c	0.85 a	429	151	65 cd	74.8 b

2.3 微生物菌剂对番茄产量的影响

从表 4 可以看出,T2 处理的前期产量为 1 495.12 kg·667 m²,较 CK 增产 1.49%,与 T1、T4 处理和 CK 相比差异不显著;T3、T5、T6 处理之间前期产量差异不显著,但与其他处理差异显著;除 T2 外,其他处理前期产量与对照相比均有不同程度减产。T2 和 T4 处理总产量分别为 3 254.08、2 951.14 kg·667 m²,较 CK 分别显著增产 32.27%、19.96%,也显著高于其他各处理;T1、T3、T5、T6 处理与 CK 相比不同程度减产;表明施用激抗菌 968 微生物菌剂灌根或康田绿株多功能复合微生物菌剂对番茄前期产量影响不大,但能显著提高番茄总产量。

表 4 微生物菌剂对番茄产量的影响

处理	667 m ² 前期产量/kg	较 CK±/%	排名	667 m ² 总产量/kg	较 CK±/%	排名
T1	1 448.70 a	-1.71	4	2 447.89 de	-6.36	4
T2	1 495.12 a	+1.49	1	3 254.08 a	+32.27	1
T3	1 336.32 bc	-9.33	6	2 403.91 e	-8.00	6
T4	1 460.91 a	-0.94	3	2 951.14 b	+19.96	2
T5	1 321.67 c	-10.28	7	2 342.84 e	-10.31	7
T6	1 382.74 bc	-6.19	5	2 445.44 d	-6.39	5
CK	1 473.13 a		2	2 460.10 c		3

2.4 微生物菌剂对番茄果实品质的影响

从表 5 可以看出,T2 处理果实可溶性固形物含量(w,后同)最高,为 6.2%,显著高于其他处理。T4 处理维生素 C 含量最高,为 19.80 mg·100 g⁻¹,与 T2 处理差异不显著,但与其他处理相比差异显著。T5 处理果实硬度最高,为 0.71 kg·cm⁻²,显著高于其他处理。T2 处理糖酸比值最高,为 10.3,与 T1、T4 处理差异不显著,显著高于其他处理。T3 处理维生素 C 含量、果实硬度显著高于 CK。激抗菌 968 微生物菌剂灌根能够显著提高番茄果实可溶性固形物

表5 微生物菌剂对番茄果实品质的影响

处理	w(可溶性固形物)/%	w(维生素 C)/(mg·100 g ⁻¹)	果实硬度/(kg·cm ⁻²)	w(总糖)/%	w(总酸)/%	糖酸比
T1	5.3 c	19.14 b	0.64 cb	7.17 bc	0.72 bc	10.0 ab
T2	6.2 a	19.54 ab	0.65 b	7.82 ab	0.76 b	10.3 a
T3	5.8 b	19.38 b	0.67 b	8.13 a	0.85 a	9.6 c
T4	5.1 c	19.80 a	0.63 c	6.84 c	0.68 c	10.1 ab
T5	5.2 c	18.25 cd	0.71 a	7.40 b	0.79 b	9.4 d
T6	5.7 b	17.90 d	0.67 b	7.69 ab	0.78 b	9.9 bc
CK	5.7 b	18.68 c	0.63 c	7.20 bc	0.74 b	9.7 c

含量、维生素 C 含量、果实硬度和糖酸比。

3 讨论与结论

番茄果实品质主要包括可溶性固形物、总糖、总酸和维生素 C 含量,以及果实硬度和糖酸比等指标。适宜的糖酸含量是番茄果实风味品质形成的基础。果实要有好的口感,在要求较高的糖含量的同时,也要求果实具有一定的酸含量。为此,人们常将糖酸比作为评价番茄风味品质的一项重要指标,一般认为,合适的糖酸比应在 6.0 以上,糖酸比越小,则番茄果实的风味品质越差^[14]。在本研究中,激抗菌 968 微生物菌剂灌根、康田绿株多功能复合微生物菌剂基施能够提高番茄株高、茎粗、坐果数、番茄维生素 C 含量、果实糖酸比、果实商品率和总产量,这与前人研究的结果基本一致^[15]。盛振庆等^[16]验证了生物菌肥能促进番茄植株根系的生长,使根变长、茎变粗、叶柄变厚,畸形果及生理性病害的发生明显减轻。谢晚彬^[17]研究表明,生物菌肥能促进番茄植株生长,叶色深绿,植株粗壮,提高番茄的产量。本研究中,施用激抗菌 968 微生物菌剂和康田绿株多功能复合微生物菌剂菌剂,均能增加番茄株高、茎粗,总产量较对照分别增产 32.27%和 19.96%;对番茄的长势、产量和品质促进效果显著,这与余贵芬等^[18]的研究结果一致。而用其他几种微生物菌剂的番茄产量与对照相比均有不同程度减产,这与前人研究的微生物菌剂在提升单果质量和总产量方面效果显著^[19-22]的结果有差异。适合番茄栽培的微生物菌剂还需要进行深入的研究和探讨。伴随研究的深入,微生物菌肥在剂型、配方、种类等方面,实现由单一向复合的转变。尽管我国生产微生物菌剂的技术还不十分成熟,但是相信随着科学研究的进一步发展,微生物菌剂将会广泛应用于农业生产。

由此可见,施用激抗菌 968 微生物菌剂能显著改善番茄长势、提高品质效果明显,有助于实现番茄的稳产增收,可以在生产上推荐使用。

参考文献

- [1] JIAO X Q, MONGOL N, ZHANG F S. The transformation of agriculture in China: looking back and looking forward[J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2018, 17(4): 755-764.
- [2] 葛诚, 吴薇. 我国微生物肥料的生产、应用及问题[J]. *中国农学通报*, 1994, 10(3): 24-28.
- [3] PANDIT M. Organic agriculture: Biofertilizer a review[J]. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archive*, 2015, 6(5): 1-5.
- [4] 陈思茹, 丁杰伟. 浅谈微生物肥料的发展现状及其应用分析[J]. *广东化工*, 2014, 41(9): 111-112.
- [5] 沈瑞清, 张萍, 康萍芝, 等. 根际微生物与植物病害关系的研究进展[J]. *宁夏农林科技*, 2006, 47(5): 46-47.
- [6] LI W T, WU M, LIU M, et al. Responses of soil enzyme activities and microbial community composition to moisture regimes in paddysoils under long-term fertilization practices[J]. *Pedosphere*, 2018, 28(2): 323-331.
- [7] 岳明灿, 王志国, 陈秋实, 等. 减施化肥配施微生物菌剂对番茄产质量和土壤肥力的影响[J]. *土壤*, 2020, 52(1): 68-73.
- [8] 罗希榕, 罗银, 李唐燕, 等. 生物有机肥不同施肥配方对连作辣椒生长发育及产量的影响[J]. *耕作与栽培*, 2018(6): 5-8.
- [9] 白云, 谭军利, 王西娜, 等. 生物有机肥对压砂地甜瓜生长、产量及品质的影响[J]. *北方园艺*, 2020(22): 48-52.
- [10] 魏传森. 西红柿施肥技术[J]. *河南农业*, 2016(14): 23.
- [11] 郝再彬, 苍晶, 徐仲. 植物生理实验[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.
- [12] 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.
- [13] 孙群, 胡景江. 植物生理学研究技术[M]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2006.
- [14] 徐明磊. 番茄高可溶性固形物种质的创造及相关基因的差异表达研究[D]. 重庆: 西南大学, 2006.
- [15] 毕静静, 郭宪峰, 郭建党. 微生物菌肥对番茄光合效能、产量及品质的影响[J]. *山东农业科学*, 2012, 44(7): 61-62.
- [16] 盛振庆, 王振学, 史红志, 等. 生物菌肥在保护地番茄上的应用效果[J]. *西北园艺(蔬菜专刊)*, 2008(3): 49-50.
- [17] 谢晚彬. 生物菌肥在番茄种植中的应用研究[J]. *湖北农业科学*, 2011, 50(11): 2198-2199.
- [18] 余贵芬, 青长乐, 牟树森. 腐殖酸结合汞的研究现状[J]. *农业环境保护*, 2000, 19(4): 255-257.
- [19] 钱建民, 王晓岑, 段雪娇, 等. 微生物肥对马铃薯产量及品质的影响[J]. *作物杂志*, 2015(1): 99-102.
- [20] 于迪, 吕雅悠, 余本玉, 等. 微生物肥对辣椒促生长及疫病防治效果[J]. *北方园艺*, 2015(12): 162-165.
- [21] 任轶, 李瑞霞, 艾昊, 等. 减施肥条件下木霉 SQR-T037 微生物肥对黄瓜产量、品质及养分利用效率的影响[J]. *江苏农业科学*, 2014, 42(2): 143-146.
- [22] 张爱红. 微生物菌剂在番茄上的肥效试验研究[J]. *中国果菜*, 2019, 39(3): 45-48.