

微生物菌剂对甜瓜根系、产量及品质的影响

周晓健, 王志鹏, 王建玉, 段祥坤

(新疆生产建设兵团第六师农业科学研究所 新疆五家渠 831300)

摘要:为探明微生物菌剂在滴灌甜瓜种植中的最佳施用策略,以厚皮甜瓜品种金色年华为试材,系统评估4个微生物菌剂施用量(0、400、600、800 g·667 m²)对植株生长、根系构型及产量形成的剂量效应。结果表明,800 g·667 m²处理(A3)显著优化甜瓜农艺性状,苗期和伸蔓期茎粗、主蔓长、叶片数、叶面积分别较对照(不施生物菌剂,A0)显著提高14.89%、14.29%、12.96%、17.91%和15.63%、34.39%、25.00%、9.11%。菌剂施用通过促进苗期浅层根系发育(A3处理下,土层0~1 cm根系干物质质量提高57.6%,根总长提高56.55%),均显著促进干物质积累,A3成熟期地上部干物质质量较对照增加26.17%(184.967 g vs 146.600 g)。产量分析显示,800 g·667 m²(A3)处理单瓜质量(3.4 vs 2.8 kg)和经济产量(48.39 t·hm² vs 42.04 t·hm²)分别较对照提高21.43%、15.11%,但600 g·667 m²(A2)与(A3)处理间无显著差异。综上所述,菌临天下微生物菌剂在600~800 g·667 m²范围内可实现根系构型优化与产量协同提升,推荐800 g·667 m²为兼顾效益与稳定性的最佳施用量。

关键词:厚皮甜瓜;微生物菌剂;根系;产量;品质。

中图分类号:S652

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2025)10-083-08

Effects of microbial agent on root system, yield and quality of muskmelon

ZHOU Xiaojian, WANG Zhipeng, WANG Jianyu, DUAN Xiangkun

(Institute of Agricultural Research 6th Branch of XPCG, Wujiaqu 831300, Xinjiang, China)

Abstract: To investigate the optimal application strategy of microbial agents in drip-irrigated muskmelon cultivation, the thick-skinned muskmelon cultivar Golden Years was used as test material to systematically evaluate the dose effects of different microbial agent application rates (0, 400, 600, 800 g per 667 m²) on plant growth, root architecture, and yield formation. The results showed that the 800 g·667 m² treatment (A3) significantly optimized the agronomic traits. At the seedling and elongation stages, the stem thickness, main stem length, leaf number, and leaf area were significantly increased by 14.89%, 14.29%, 12.96%, 17.91%, and by 15.63%, 34.39%, 25.00%, 9.11%, respectively, compared to the control. The application of microbial agents significantly increased dry matter accumulation by promoting shallow root development during the seedling stage (under A3 treatment, the dry matter mass of roots in the 0-1 cm soil layer increased by 57.6%, and the total length of roots increased by 56.55%), with a 26.17% increase in aboveground dry matter mass at maturity compared to the control (184.97 g vs 146.60 g). Yield analysis revealed that the 800 g·667 m² (A3) treatment increased single melon mass (3.4 vs 2.8 kg) and economic yield (48.39 vs 42.04 t·hm²) by 21.43% and 15.11%, respectively, compared to the control. However, no significant difference was observed between the 600 g·667 m² (A2) and A3 treatment. In conclusion, the "Junlin Tianxia" microbial agent, applied at 600-800 g·667 m², optimized root architecture and synergistically improved yield, with 800 g·667 m² recommended as the optimal rate for balancing benefits and stability.

Key words: Muskmelon; Microbial agent; Root system; Yield; Quality

甜瓜作为全球十大水果作物之一,其产业规模持续扩大。我国作为全球最大的甜瓜生产与消费国,2018—2023年年均栽培面积达37.70万hm²(约占全球总面积的45%),产量占比突破50%^[1-2]。新

疆作为我国特色甜瓜核心产区,种植面积达12万hm²(占全国的31.83%),已成为区域经济发展和乡村振兴的重要支柱产业^[3-4]。尽管新品种选育与设施栽培技术推动了产量的提升,但在传统种

收稿日期:2025-01-13;修回日期:2025-03-20

基金项目:师市科技计划项目(2401-2,2209)

作者简介:周晓健,男,研究实习员,主要从事西瓜甜瓜新品种选育及栽培技术等研究工作。E-mail:824099845@qq.com

通信作者:王志鹏,男,副研究员,主要从事西瓜甜瓜新品种选育及栽培技术等研究工作。E-mail:673832383@qq.com

植模式下土壤微生态失衡、根系发育受限等问题依然制约着产业提质增效。

微生物菌剂通过多重机制改善植物-土壤系统,其分泌的生长素、赤霉素等植物激素可刺激根系分生组织的活性,促进次生根形成和细胞伸长^[5-6];分泌的胞外多糖等代谢产物能有效改善土壤团粒结构^[7-14],使土壤的容重降低和孔隙度增加,显著优化根系水肥环境。同时,菌根共生体系的形成可使根系吸收面积扩大,提高养分吸收效率^[15-19]。目前,该技术在茄果类作物中已取得显著成效,但在厚皮甜瓜中的剂量效应研究仍存在空白。本研究旨在研究微生物菌剂对厚皮甜瓜根系、产量及品质的影响规律,以期为菌临天下微生物菌剂在厚皮甜瓜种植中的合理施用提供科学依据。

1 材料与方

1.1 试验地概况

试验地位于新疆生产建设兵团第六师 103 团 5 连 14 支 2 斗 2。试验地前茬为小麦,供试土壤为壤土,有机质含量(w,下同)1.1%,碱解氮含量 102.6 mg·kg⁻¹,有效磷含量 26.5 mg·kg⁻¹,速效钾含量 164.5 mg·kg⁻¹,pH 值 6.8。

1.2 材料

供试厚皮甜瓜品种为金色年华,由天浩种业有限公司提供。供试菌剂为菌临天下微生物菌剂,主要有效菌为枯草芽孢杆菌、侧孢短芽孢杆菌和巨大芽孢杆菌,有效菌数 1200 亿·g⁻¹,由新疆航天兆丰科技有限公司提供。

1.3 方法

试验设 4 个处理,分别为不施微生物菌剂对照(A0)、400 g·667 m⁻²微生物菌剂(A1)、600 g·667 m⁻²微生物菌剂(A2)、800 g·667 m⁻²微生物菌剂(A3),每个处理 3 次重复,随机区组排列,小区面积为 60 m²,独立安装施肥罐,各小区微生物菌剂施用量见表 1。氮、磷、钾元素所用肥料为尿素 10 kg·667 m⁻²(46%N)、磷酸一铵 10 kg·667 m⁻²(12%N、60%P₂O₅)、农用硫酸钾 5 kg·667 m⁻²(51%K₂SO₄)以追肥的方式随水施入,每小区每次施入量相同。2023 年 4 月 9 日播种,栽培模式为 125 cm 地膜滴灌露地种植,株距 38 cm,垄距 280 cm,9~11 节位子蔓坐果,每株留 1 果,7 月 8 日左右收获完毕。

1.4 项目测定

在甜瓜播种出苗后 15 d 苗期(V0)、出苗后 30 d 伸蔓期(V1)、开花期(V2)、花后 45 d 成熟期

表 1 不同生育时期小区微生物菌剂施用量								
Table 1 Application rates of microbial fertilizers in different growth stages								g
处理	浇水次数 Number of waterings							
Treatment	1	2	3	4	5	6	7	8
A0(CK)	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	5	8	0	0	8	0	15	0
A2	10	12	0	0	12	0	20	0
A3	15	16	0	0	16	0	25	0

(V3)4 个生育时期对植株茎粗、主蔓长、叶片数、叶面积进行测量,每个处理定点选取长势均匀连续 10 株,分别用数显游标卡尺测量茎粗,钢卷尺测量主蔓长,直尺测量叶长(L)、叶宽(W),根据 $S=(L\times W)\times 0.667$ 计算叶面积(0.667 为修正系数)^[20]。

在 4 个生育时期对植株地上部和根系取样,根系样品采用土壤剖面挖掘法^[21],具体如下:垂直于垄的方向,每个小区以植株为中心挖掘 15 cm×15 cm 范围内深度分别为苗期(V0)5 cm、伸蔓期(V1)10 cm、开花期(V2)25 cm、成熟期(V3)25 cm 土体的根系 3 株,分别以苗期(V0)1 cm、伸蔓期(V1)2 cm、开花期(V2)5 cm、成熟期(V3)5 cm 为 1 层,由刀片切断,人工挑出每层中的所有可见根系,用清水冲洗清除根系上附着的土和杂质。用根系扫描仪(Epson V800)扫描后获得根系图片,利用万深 LA-S 植物根系分析系统获得根长、根系直径等指标,分别将地上部和根系烘干后采用称质量法测定地上部和根系干质量,利用公式测算根冠比(根冠比=根干质量/地上部干质量)。

成熟期每个小区选取连续 20 株测定单果质量、纵径、横径、肉厚、可溶性固形物含量等果实性状,采用电子天平称量单果质量,采用直尺测量单果纵横径和肉厚,根据公式计算果形指数(纵径/横径),采用可溶性固形物含量测定仪 MASTER-α(ATAGO, Japan)测定中心、边部可溶性固形物含量,小区产量以小区实收产量为准。

1.5 数据分析

采用 Microsoft Excel 2017 整理数据,采用 Origin 2021 作图,采用 SPSS 22.0 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 微生物菌剂对厚皮甜瓜农艺性状的影响

由表 2 可知,微生物菌剂施用量对厚皮甜瓜各生育时期呈现阶段性促进作用,部分农艺性状指标存在显著差异。从苗期来看,与对照 A0 相比,A1、

A2、A3 处理均能显著提高甜瓜植株茎粗、主蔓长与叶面积,在叶片数中,A1 处理无显著差异,A2、A3 差异显著,其中,又以 A3 处理最优,其茎粗增幅达 14.89%,叶面积提高 17.91%,在主蔓长和叶片数指标中,A2、A3 处理与对照 A0 相比增幅一致,均分别为 14.29%、12.96%;从伸蔓期来看,与对照 A0 相比,A1、A2、A3 处理在主蔓长、茎粗、叶片数等指标中差异显著,而在叶面积指标中,A1 处理无差异,其中 A3 处理最优,茎粗增幅达 15.63%、主蔓长增幅达 34.39%、叶片数增幅达 25%、叶面积增幅为 9.1%。从膨大期来看,与对照 A0 相比,在茎粗指标中各处理差异不显著;在主蔓长指标中,A1、A2、A3 处理均差异显著,增幅分别为 13.46%、19.61%、31.91%;在叶片数指标中,A1、A2 处理差异不显著,

但 A3 处理差异达到显著水平,并且 A1、A2、A3 处理间差异未达到显著水平;在叶面积指标中,A1 处理差异不显著,A2、A3 均差异显著,增幅分别为 6.5%、7.4%,但 A2、A3 之间无显著差异;从成熟期来看,A3 处理在叶片数和叶面积指标中促进作用持续显著,显著高于 A0 处理,其增幅分别为 6.6%、9.4%,而在茎粗和主蔓长指标中,虽较对照有所增加,但差异未达到显著水平。菌剂施用量与农艺性状呈剂量效应关系。苗期 A2 与 A3 处理在茎粗、主蔓长和叶片数上显著优于 A1;伸蔓期 A3 处理的主蔓长显著高于 A1 和 A2 处理;膨大期 A3 处理的主蔓长与成熟期 A3 处理的叶面积显著大于 A0 处理。这表明在试验剂量范围内,菌剂施用量增加可进一步促进植株形态发育。

表 2 微生物菌剂对厚皮甜瓜农艺性状的影响
Table 2 Effect of microbial agents on morphological traits of muskmelon

生育期 Growth period	处理 Treatment	茎粗 Stem diameter/cm	主蔓长 Main vine length/cm	叶片数 Leaf number	叶面积 Leaf area/cm ²
苗期 Seedling stage	A1	0.49±0.01 c	5.2±0.1 b	5.4±0.2 b	42.823±0.251 c
	A2	0.52±0.01 b	5.6±0.1 a	6.1±0.1 a	45.840±0.182 b
	A3	0.54±0.01 a	5.6±0.1 a	6.1±0.1 a	48.823±0.173 a
	A0(CK)	0.47±0.01 d	4.9±0.1 c	5.4±0.2 b	41.407±0.485 d
伸蔓期 Elongation stage	A1	0.99±0.01 c	115.6±0.8 c	12.0±0.1 b	85.353±0.613 b
	A2	1.05±0.01 b	125.5±0.7 b	12.2±0.1 b	92.097±0.923 a
	A3	1.11±0.01 a	136.0±2.7 a	13.0±0.1 a	94.300±0.927 a
	A0(CK)	0.96±0.01 d	101.2±0.8 d	10.4±0.3 c	86.427±1.538 b
膨大期 Fruit expansion stage	A1	1.45±0.01 a	167.8±1.9 c	17.5±0.4 ab	144.797±0.470 b
	A2	1.59±0.01 a	176.9±3.8 b	17.5±0.2 ab	151.567±1.279 a
	A3	1.68±0.01 a	195.1±1.9 a	18.1±1.1 a	152.846±1.094 a
	A0(CK)	1.46±0.03 a	147.9±2.8 d	16.1±0.2 b	142.366±0.957 b
成熟期 Mature stage	A1	2.35±0.02 a	225.2±3.4 a	25.6±0.4 b	296.657±2.988 b
	A2	2.43±0.07 a	231.3±2.1 a	26.6±0.3 ab	305.221±3.686 b
	A3	2.44±0.02 a	234.5±3.3 a	27.5±0.4 a	326.168±4.871 a
	A0(CK)	2.35±0.01 a	227.9±1.8 a	25.8±0.2 b	298.157±7.240 b

注:同一生育时期同列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Note: Different lowercase letters in the same column at the same growing stage indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2 微生物菌剂对厚皮甜瓜干物质质量的影响

由表 3 可知,与对照 A0 相比,除成熟期 A1 处理地下部干质量、A1 和 A2 地上部干质量与对照无显著差异外,微生物菌剂施用均显著促进了厚皮甜瓜地上部与地下部干物质质量的积累,且随菌剂用量的增加呈剂量效应趋势。在地上部干物质质量方面,与对照 A0 相比,A3 处理(800 g·667 m²)在苗期、伸蔓期、膨大期和成熟期分别显著提高 17.47%、32.77%、37.66%和 26.17%;A2 处理(600 g·667 m²)在苗期与 A1 处理(400 g·667 m²)存在显著差异,其余生育

期均与 A1 处理无显著差异。在地下部干物质质量方面,A3 处理在各生育期均显著高于对照 A0,其中膨大期增幅达 18.39%,成熟期增幅为 17.62%。在根冠比方面,与对照 A0 相比,苗期施用菌剂后根冠比均显著提升,伸蔓期和成熟期仅 A3 显著提升,膨大期 A2 和 A3 显著提升。与对照 A0 相比,A3 处理在苗期根冠比提高 46.88%,在成熟期增幅为 18.18%。处理间比较显示,除伸蔓期 A2 与 A3 根冠比无显著差异外,A3 处理在其他生育期根冠比均显著高于 A1 和 A2 处理。剂量效应分析表明,菌

表 3 微生物菌剂对厚皮甜瓜干物质质量的影响
Table 3 Effects of microbial agents on dry matter mass of muskmelon

生育期 Growth period	处理 Treatment	地下部干物质质量 Dry matter mass underground/g	地上部干物质质量 Dry matter mass aboveground/g	根冠比 Root shoot ratio/%
苗期 Seedling stage	A1	0.341±0.001 a	7.336±0.028 b	0.042±0.001 b
	A2	0.354±0.002 a	8.336±0.059 a	0.043±0.001 b
	A3	0.354±0.010 a	8.405±0.016 a	0.047±0.001 a
	A0(CK)	0.232±0.001 b	7.155±0.034 c	0.032±0.001 c
伸蔓期 Elongation stage	A1	1.048±0.005 a	34.233±0.033 b	0.031±0.001 b
	A2	1.064±0.028 a	33.733±1.179 b	0.032±0.002 ab
	A3	1.070±0.019 a	36.733±0.318 a	0.035±0.001 a
	A0(CK)	0.953±0.018 b	27.667±0.067 c	0.029±0.001 b
膨大期 Fruit expansion stage	A1	1.629±0.026 b	94.633±1.281 b	0.017±0.001 c
	A2	1.752±0.022 a	93.533±1.233 b	0.018±0.001 b
	A3	1.809±0.009 a	104.533±0.546 a	0.020±0.001 a
	A0(CK)	1.528±0.035 c	75.933±0.829 c	0.017±0.001 c
成熟期 Mature stage	A1	1.862±0.037 ab	153.167±2.226 b	0.012±0.001 b
	A2	2.013±0.058 a	150.033±3.114 b	0.012±0.001 b
	A3	2.043±0.112 a	184.967±1.742 a	0.013±0.001 a
	A0(CK)	1.737±0.027 b	146.600±1.845 b	0.011±0.001 b

剂用量与地下部干物质积累呈正相关;苗期菌剂用量与地上部干物质积累呈正相关,但其他时期 A1 高于 A2;A3 和 A2 处理间地下部干质量差异不显著,苗期 A3 和 A2 处理间地上部干质量差异不显著,但其他时期二者之间差异显著。表明菌剂用量存在阈值效应,过量施用(600 g·667 m²)对干物质积累的边际效益递减。

2.3 微生物菌剂对厚皮甜瓜不同土层根系干物质质量的影响

微生物菌剂施用显著改变了根系干物质的空间分布格局,如图 1 所示,总体表现为浅层富集、深层递减,且菌剂处理对根系生长的促进作用随着土层加深而减弱,菌剂处理较对照组 A0 显著提高不同生育期根系干物质质量,其中 A3 处理(800 g·667 m²)促进效果最为显著(浅层根系)。

苗期(0~5 cm 土层):A3 处理 0~1 cm 土层根系干物质质量较对照显著增加 57.60%,占该生育期总干物质质量的 85.03%;伸蔓期(0~10 cm 土层):A3 处理 0~2 cm 土层根系干物质质量较对照增幅达 14.88%,占同期总物干质量的 57.60%;膨大期和成熟期(0~25 cm 土层):A3 处理 0~15 cm 土层根系占比分别为 84.62%(膨大期)和 83.04%(成熟期),深层土壤(15~25 cm)占比不足 17%。

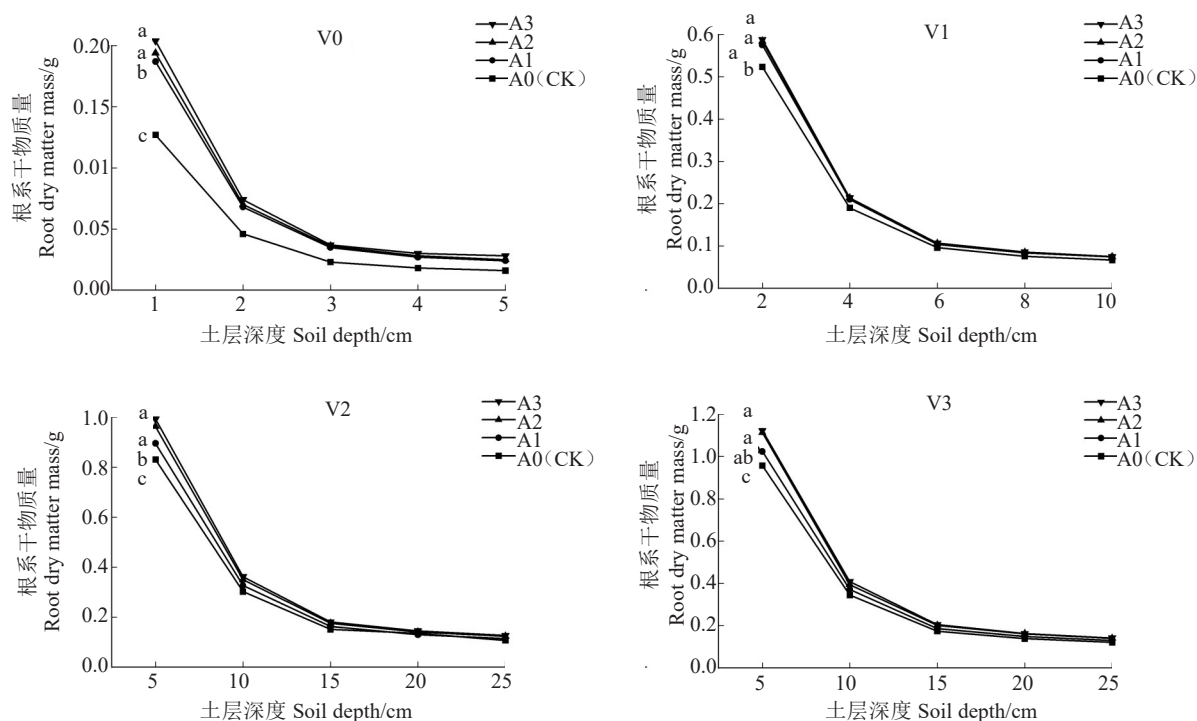
与对照 A0 相比,A1、A2、A3 处理土层根系干物质质量均显著增加,各处理在苗期 0~1 cm 土层与

A0 差异最大,说明菌剂处理苗期可使根系干物质质量显著增加,同时,各时期浅层根系 A3 与 A2 处理之间未见显著差异。表明微生物菌剂 A2、A3 施用量具有显著促进厚皮甜瓜根系生长的效果,但随着施用量的增加促进效果无显著差异。

2.4 微生物菌剂对厚皮甜瓜根系平均直径、根总长的影响

由图 2 可知,与对照 A0 相比,微生物菌剂处理在浅层根系显著改善厚皮甜瓜根系形态参数,表现为根系增粗与根网拓展,且浅层根系(0~15 cm)的响应强度高于深层(>15 cm)。苗期 A3 处理 1 cm 土层平均直径比对照 A0 增加 52.29%,5 cm 土层平均直径增幅达 91.04%;伸蔓期 A3 处理 8 cm 土层平均直径比对照 A0 增加 78.78%,8~10 cm 土层平均直径增幅达 92.34%;膨大期和成熟期 A3 处理 10 cm 土层平均直径比对照 A0 增加 34.63%和 44.82%,15 cm 土层平均直径比对照 A0 仅增加 9.61%和 3.42%,菌剂对深层根系(>15 cm)的增粗效应有限,成熟期 20~25 cm 土层 A3 处理增幅仅为 2.87%。

由图 3 可知,与对照 A0 相比,A1、A2、A3 处理的浅层根系厚皮甜瓜根总长均显著高于对照,苗期 1 和 2 cm 土层 A1、A2、A3 处理根总长较对照分别增加 14.18%、14.78%、56.55%和 13.26%、14.81%、56.53%;伸蔓期 2 和 4 cm 土层 A1、A2、A3 处理根总长较对照 A0 分别增加 29.51%、36.15%、37.45%



注:不同小写字母表示关键土层在 0.05 水平差异显著。V0 苗期;V1 伸蔓期;V2 膨大期;V3 成熟期。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference in key soil layers at 0.05 level. V0. Seedling stage; V1. Elongation stage; V2. Fruit expansion stage; V3. Mature stage. The same below.

图 1 微生物菌剂对厚皮甜瓜不同土层根系干物质质量的影响

Fig. 1 Effects of microbial agents on the dry matter mass of thick-skinned muskmelon roots in different soil layers

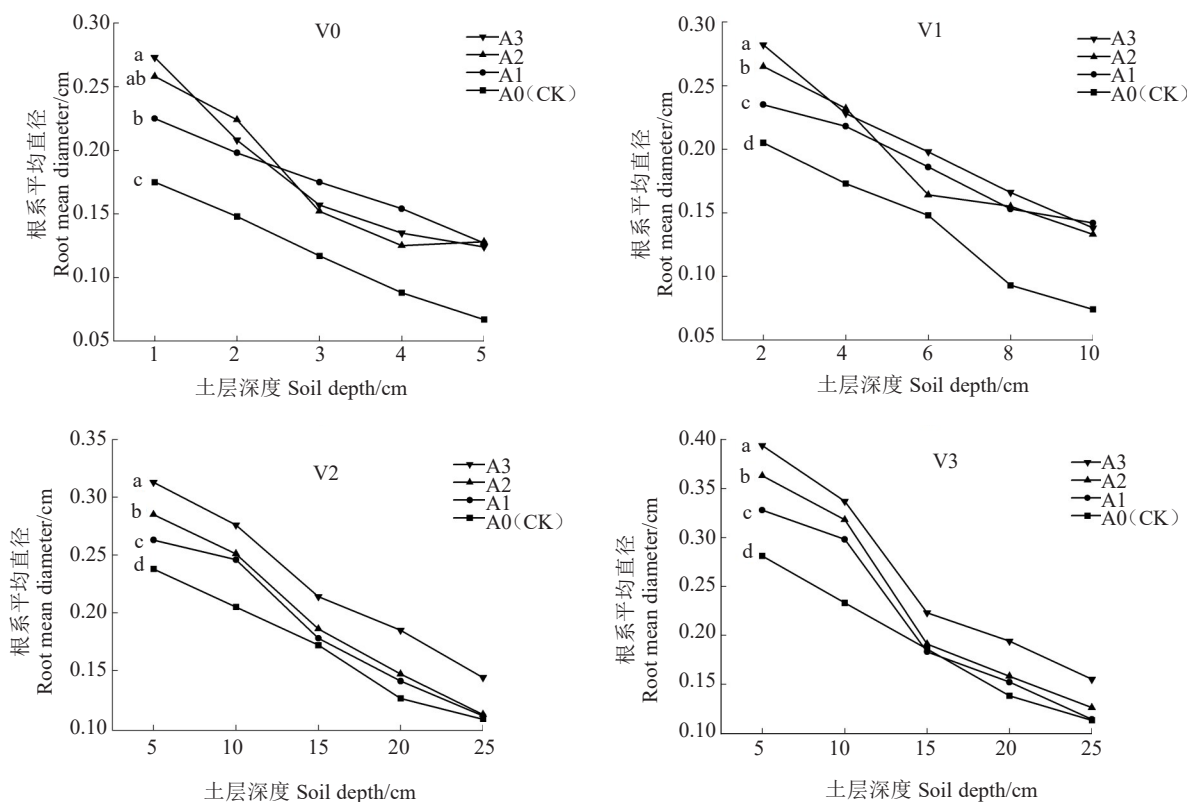


图 2 微生物菌剂对厚皮甜瓜根系平均直径的影响

Fig. 2 Effects of microbial agent on mean root diameter of muskmelon

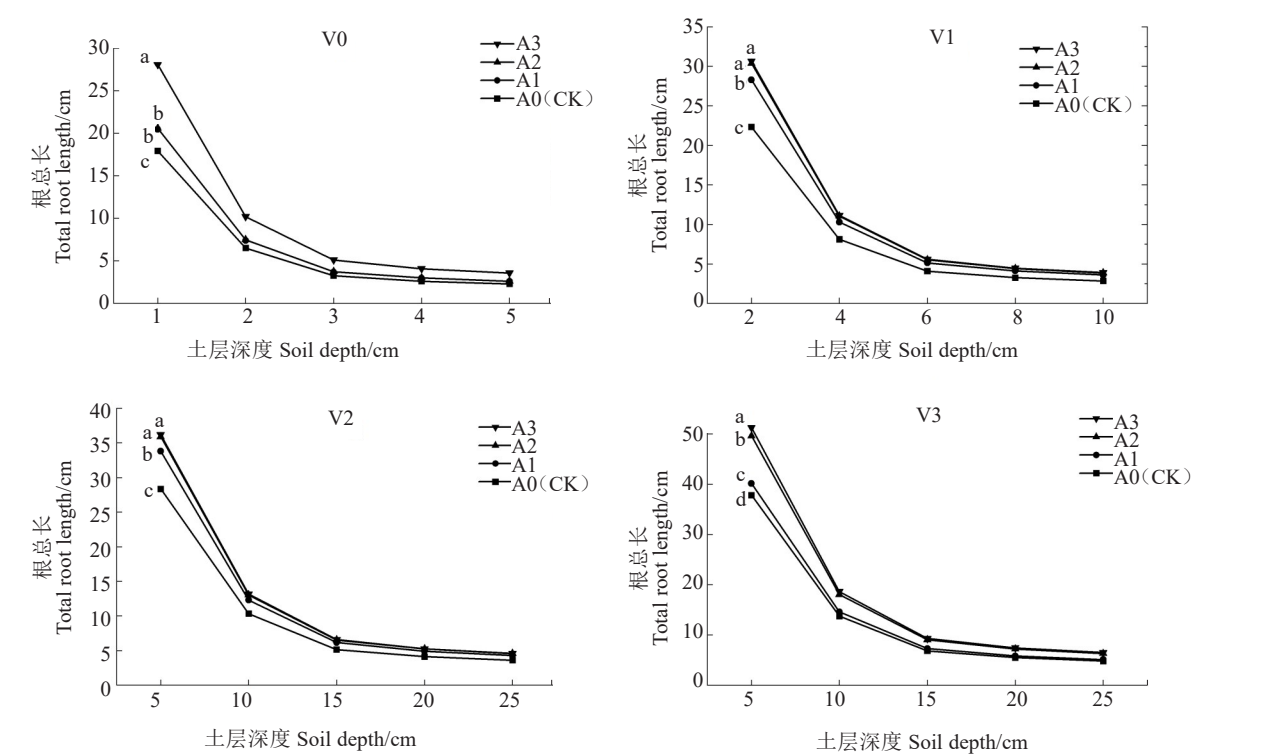


图3 微生物菌剂对厚皮甜瓜根总长的影响
Fig. 3 Effects of microbial agent on total root length of muskmelon

和 26.83%、36.19%、37.52%，膨大期 5 和 10 cm 土层 A1、A2、A3 处理根总长较对照 A0 分别增加 19.19%、26.5%、38.12%和 19.09%、26.48%、27.55%；成熟期 10 和 15 cm 土层 A1、A2、A3 处理根总长较对照 A0 分别增加 6.2%、31.26%、35.57%和 6.24%、31.67%、35.50%。除苗期外，浅层根系处理间各生育期根总长 A2、A3 与 A1 差异显著，A2 与 A3 处理之间未见显著差异，同时，苗期 A3 处理根总长与 A0、A1、A2 处理差异显著。

2.5 微生物菌剂对厚皮甜瓜果实性状的影响

由表 4 可知，微生物菌剂不同处理对厚皮甜瓜果实纵径、横径、果形指数、中心可溶性固形物含量无显著影响。厚皮甜瓜果实肉厚 A1、A2、A3 与对

照 A0 均差异显著，较对照分别增加 17.12%、27.03%、30.03%，A1、A2、A3 各处理间未见显著差异。厚皮甜瓜果实边部可溶性固形物含量 A1、A2、A3 与对照 A0 均差异显著，较对照分别增加 20.89%、32.24%、28.31%，A1、A2、A3 之间无显著差异。表明微生物菌剂对甜瓜可溶性固形物含量有积极的影响，特别是边部可溶性固形物含量有显著的提高。

2.6 微生物菌剂对厚皮甜瓜产量的影响

由表 5 可知，与对照 A0 相比，施用微生物菌剂可显著增加厚皮甜瓜单瓜质量及提高经济产量。与对照 A0 相比，微生物菌剂不同施肥水平处理下参试厚皮甜瓜的单瓜质量和经济产量均显著提高，

表 4 微生物菌剂对厚皮甜瓜果实性状的影响
Table 4 Effects of microbial agents on the fruit traits of muskmelon

处理 Treatment	纵径 Longitudinal diameter/cm	横径 Transverse diameter/cm	果形指数 Fruit shape index	肉厚 Flesh thickness/cm	w(可溶性固形物) Soluble solids content/%	
					中心 Center	边部 Edge
A1	21.80±1.00 a	16.77±0.55 a	1.23±0.05 a	3.90±0.20 a	16.77±0.55 a	11.40±0.20 a
A2	20.50±1.05 a	17.57±0.71 a	1.22±0.12 a	4.23±0.25 a	17.27±0.31 a	12.47±0.31 a
A3	21.57±1.05 a	17.83±0.35 a	1.23±0.06 a	4.33±0.45 a	17.50±0.30 a	12.10±0.10 a
A0(CK)	20.60±1.01 a	16.90±0.20 a	1.22±0.06 a	3.33±0.25 b	15.20±0.40 a	9.43±0.21 b

注：同列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Note: Different lowercase letters in the the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

较对照分别增加 7.14%、17.86%、21.43% 和 10.19%、14.04%、15.11%。A3 处理下参试甜瓜单瓜质量、经济产量均达到最大,分别较对照显著增加 21.43%、15.11%。各处理间,A2、A3 与 A0 处理差异显著,而 A2 与 A3 处理间未见显著差异。表明微生物菌剂在一定施用范围内随着施用量的增加可显著增加厚皮甜瓜单瓜质量和提高经济产量。

表 5 微生物菌剂对厚皮甜瓜产量的影响
Table 5 Effects of microbial agents on the yield of muskmelon

处理 Treatment	单瓜质量 Single fruit mass/kg	小区产量 Yield per plot/kg	经济产量 Economic yield/(kg·hm ²)	比 CK+ More than CK/%
A1	3.0±0.1 a	277.9±4.8 a	46 319.96±1 060.25 a	10.19
A2	3.3±0.1 a	287.6±9.4 a	47 935.75±1 598.10 a	14.04
A3	3.4±0.1 a	290.3±10.9 a	48 385.77±603.56 a	15.11
A0(CK)	2.8±1.5 b	252.2±12.7 b	42 035.44±1 135.54 b	

3 讨论与结论

施用微生物菌剂会促使根系更加发达,根长、根粗、根毛数量增多,有研究证实,菌剂可改善土壤理化性质,增强根系对水分和养分的吸收能力^[21-25]。张萱等^[26]的研究表明,微生物菌剂可以有效促进幼苗生长,提高基质中的养分含量和酶活性,这会增强植株的抗逆性,提高作物产量^[26-32],在本研究中也有印证,其果实肉厚各菌剂处理与对照 A0 均差异显著,各菌剂处理间未见显著差异。厚皮甜瓜果实边部可溶性固形物含量 A1、A2、A3 与对照 A0 均差异显著。

微生物菌剂施用可促进作物株高(蔓长)、茎粗、叶片数、叶面积等农艺性状的提高及干物质量的积累。在本研究中,与对照 A0 相比,以 A3 处理为最优,其苗期和伸蔓期茎粗、主蔓长、叶片数、叶面积分别较对照显著增加 14.89%、14.29%、12.96%、17.91%和 15.62%、34.39%、25.00%、9.11%;A3 处理各生育期地上部干物质量最高分别为 8.41、36.73、104.53、184.97 g,较对照增幅均在 17.49% 以上。同时与汝甲荣等^[33]在玉米作物上研究结果一致,施用微生物菌剂,能显著增加植株株高、茎粗及叶面积。

微生物菌剂在花生、棉花、水稻等作物上均有较好的应用效果^[34-36]。在本研究中,与对照 A0 相比,A1、A2、A3 处理下的单瓜质量和经济产量均显著提高,各处理单瓜质量较对照均提高 7.14% 以上,且 A3 处理下单瓜质量、经济产量增幅均在 15.11% 以上。其原因可能是微生物菌剂会提高叶绿素含量,增加酶活性,光合作用增强导致糖分快速累积^[14]。同时,干物质量积累也是重要因素,微生物-植物共生机制^[18],有益菌通过竞争性排斥病原微

生物,促进根系健康,增加根系表面积,提高水肥捕获效率,极大提高地上、地下部干物质量,此外,微生物分泌的胞外多糖(EPS)作为胶结剂^[37],可促进水稳性团聚体形成,增加土壤孔隙度,改善通气性和持水能力,微生物菌剂在花生盐碱地改良有一定的应用,不同程度增加了花生的株高、主根长、茎叶和根干质量,有效促进了花生的生长发育^[34]。

综上所述,菌临天下微生物菌剂在 600~800 g·667 m² 范围内可实现根系构型优化与产量协同提升,结合菌剂剂量效应,各生育期干物质量、根系指标的累积变化,以及对果实品质和产量的影响程度,推荐 800 g·667 m² 为兼顾效益与稳定性的最佳施用量。

参考文献

[1] 王娟娟,李莉,尚怀国.我国西瓜甜瓜产业现状与对策建议[J].中国瓜菜,2020,33(5):69-73.

[2] 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.

[3] 国家统计局,新疆统计年鉴编委会.新疆统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2022.

[4] 李双雄,姚拓,柴加丽.促生复合菌剂添加对 3 种禾草混播生长及土壤特性影响[J/OL].草业科学,1-15(2024-10-24).
<https://link.cnki.net/urlid/62.1069.S.20241009.0847.002>.

[5] 周丽秀.黄河三角洲滨海盐碱地固氮和复合微生物菌剂制备和应用[D].济南:齐鲁工业大学,2023.

[6] 宋泽海,田沛.土壤微生物在土壤改良与修复中的作用概述[J].草业科学,2024,41(11):2622-2636.

[7] 韩政宇.土壤改良剂在南疆棉田“干播湿出”中的施用效应研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2023.

[8] 周泽,姚拓,史潭梅,等.菌剂对高寒地区土壤微生物群落结构及固氮菌群的影响[J].草地学报,2022,30(10):2609-2616.

[9] 李玉柱,谭智勇,刘艺,等.微生物菌剂对土壤养分及微生物群落结构影响的研究进展[J].中南农业科技,2024,45(3):222-226.

[10] 夏渝静,卢树昌,张迎珂.微生物菌剂施用对设施萝卜产量、品

- 质与土壤性状影响研究[J].天津农学院学报,2024,31(4):1-7.
- [11] 马映辰,王佳童,冯燕飞,等.复合肥和配施微生物菌剂的后效对土壤理化性质及谷子品质的影响[J].作物杂志,2025(2):141-148.
- [12] 汪翔宇.生物炭与微生物菌剂协同的土壤固碳增质效应研究[D].河北保定:河北大学,2024.
- [13] 马健祯.配施微生物菌剂对膜下滴灌玉米生长及土壤理化性状的影响[D].银川:宁夏大学,2023.
- [14] 聂扬眉.膨润土和微生物菌剂对毛乌素沙地土壤的改良效应研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2023.
- [15] 郭陆垚,詹柳琪,黄佳华,等.氮肥减施条件下 ARC 菌剂对花生产量及品质的影响[J/OL].中国油料作物学报,1-7(2024-10-24).<https://link.cnki.net/urlid/42.1429.S.20241022.0902.001>.
- [16] 王丽丽,林乐志,陈宏宇.新型微生物菌剂对连作草莓生长及产质量的影响[J].农技服务,2024,41(10):42-44.
- [17] 刘希港.微生物菌剂和玉米蛋白酵素对长季节栽培番茄生长、产量及品质的影响[D].山东泰安:山东农业大学,2024.
- [18] 杨丽锦.复合微生物菌剂处理后不同土壤条件下芍药的生长发育及根际土壤变化的分析[D].山东泰安:山东农业大学,2023.
- [19] 宋士宇.Ft 菌剂的施用技术及其在玉米减肥增效中的作用效果研究[D].长春:吉林农业大学,2023.
- [20] 谢恒星.不同灌溉方式下温室甜瓜生长效应及植株液流研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2010.
- [21] 王思凡,陈维峰,马林,等.3种微生物菌剂不同配比对牡丹根系生长及叶片 POD、CAT 活性的影响[J].福建农林大学学报(自然科学版),2024,53(4):458-464.
- [22] 李岱黛,耿宗泽,李泽慧,等.不同微生物菌剂对烤烟漂浮育苗生长和养分吸收的影响[J].绿色科技,2024,26(1):144-149.
- [23] 陈嘉雨,杨小宇,徐正宏,等.不同浓度微生物菌剂对水稻幼苗生长的影响[J].高师理科学刊,2023,43(10):66-71.
- [24] 张智,景仕豪,周楠,等.不同复合微生物菌剂及施用量对番茄生长和品质的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2023,51(9):119-128.
- [25] 刘希港,李静,宋健丽,等.不同浓度微生物菌剂蘸根对茄子幼苗质量的影响[J].山东农业大学学报(自然科学版),2022,53(5):771-776.
- [26] 张萱,杨玉莹,王花,等.微生物菌剂对黄瓜幼苗生长及基质理化环境的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2025,53(3):49-61.
- [27] 孙一鸣,王宁,赵雅琦,等.复合肥配施黄腐酸微生物菌剂对小麦产量、土壤理化及微生物性质的影响[J].热带农业工程,2024,48(3):111-116.
- [28] 魏云飞,宋克光,王策,等.微生物菌剂调控连作番茄生长和养分吸收的效应[J].山东农业科学,2024,56(5):110-115.
- [29] 刘聪,万翠翠,宋旭,等.复合菌剂对新疆辣椒的促生效果和根际真核生物群落结构的影响[J].应用生态学报,2024,35(6):1599-1607.
- [30] 孙丽芳.秸秆还田与微生物菌剂施用对冬小麦氮素吸收利用及土壤生化特性的影响[D].郑州:河南农业大学,2024.
- [31] 罗林毅,陈瑞杰,阮向阳,等.微生物菌剂对滴灌棉田土壤养分和棉花产量及品质的影响[J].新疆农业科学,2024,61(1):26-33.
- [32] 张春楠,张瑞芳,王鑫鑫,等.硝化抑制剂和微生物菌剂对甜瓜产量及氮素利用的影响[J].水土保持学报,2020,34(6):281-287.
- [33] 汝甲荣,明立伟,李志新,等.壳寡糖微生物菌剂对玉米产量的影响[J].农业科技通讯,2024(5):56-59.
- [34] 徐婷,柳延涛,王海江.不同改良剂对盐碱地花生生长特性和产量的影响[J].西南农业学报,2023,36(1):62-74.
- [35] 王俊铎,龚照龙,梁亚军,等.3种微生物菌剂对源棉8号生长发育及产量的影响[J].中国棉花,2024,51(2):4-9.
- [36] 谢慧敏,吴可,刘文奇,等.海藻肥与微生物菌剂部分替代化肥对水稻产量及其构成因素的影响[J].作物杂志,2022(1):161-166.
- [37] 张静,刘沁珂,冯定胜,等.微生物菌剂对麦冬及其种植土壤的影响[J].广西师范大学学报(自然科学版),2025,43(5):195-206.