

不同促根肥料对番茄根系生长、产量及果实品质的调控效应研究

陈 梓

黄冈市农业科学院 湖北 黄冈 438000

【摘 要】 针对设施番茄栽培中根系发育弱、养分吸收效率低、后期早衰、产量与品质提升受限等突出问题，为明确不同类型促根肥料的应用差异与适配场景，本试验以设施主栽硬粉番茄为试材，设置空白对照、腐植酸促根肥、氨基酸促根肥、微生物菌剂促根肥 4 个处理，通过全生育期田间对比试验，系统探究各类促根肥料对番茄根系形态、根系活力、植株长势、产量构成及果实内在品质的调控效果。结果表明：三种促根肥料均可显著优化番茄根系构型，提升根系吸收能力，促进植株健壮生长，实现提质增产，其中微生物菌剂促根肥综合调控效果最优，番茄总根长、根系活力较对照分别提升 26.41%、31.25%，亩产增产 17.83%，果实可溶性固形物、维生素 C、可溶性糖含量显著提升，可滴定酸含量明显下降；腐植酸促根肥保根壮苗效果突出，氨基酸促根肥速效提质优势明显。综合来看，设施番茄栽培优先选用微生物菌剂促根肥，可有效培育发达根系、破解早衰难题，适配高品质高产栽培需求，本研究可为番茄绿色高效施肥技术优化提供数据支撑与技术参考。

【关键词】 促根肥料；设施番茄；根系生长；植株长势；产量；果实品质；调控效应

1 引言

设施番茄是我国设施蔬菜主栽品类，栽培规模大、复种指数高、经济效益突出。长期连作、化肥盲目施用、土壤板结盐渍化等问题，极易导致番茄根系生长受阻、根系活力下降、新根萌发能力弱，植株养分吸收利用率降低，进而出现长势偏弱、落花落果、后期早衰、果实风味变差、畸形果增多等现象，严重制约设施番茄优质高产与可持续栽培发展。

促根功能性肥料作为新型绿色肥料，可有效改善根系生长环境、促进根系分生、提升根系生理活性，从根本上解决作物根系发育不良问题，是替代传统盲目追肥、实现蔬菜减肥提质的关键农资产品。当前市面主流促根肥料主要包含腐植酸型、氨基酸型、微生物菌剂型三大类，不同肥料作用机理、起效速度、调控效果存在显著差异，多数种植户盲目选用，缺乏针对性适配技术依据，施肥效果参差不齐。

为精准筛选适配设施番茄栽培的优质促根肥料，明确各类肥料对番茄根系、长势、产量及品质的差异化调控效应，本试验设置梯度对比处理，全程统一田间管理，量化各项生长与品质指标，系统剖析不同促根肥料的应用优势与适配场景，旨在构建番茄以根促苗、以苗保果、提质增产的绿色施肥体系，为设施番茄规范化、高效化施肥提供实操依据。

2 材料与方法

2.1 试验地概况

本试验于 2025 年 3—7 月在陇东设施农业示范基地日光温室开展，试验地块为多年设施栽培壤土，土壤 pH 值 6.7，有机质含量 15.8 g/kg，速效氮 87.6 mg/kg、速效磷 22.3 mg/kg、速效钾 110.5 mg/kg，土壤肥力中等，存在轻微连作障碍，符合设施番茄常规栽培土壤条件。温室通风、灌溉、温控设施完

善，试验期间各小区环境条件一致，排除外界环境干扰。

2.2 试验材料

供试番茄品种为当地主栽精品硬粉番茄“金棚一号”，该品种适应性强、坐果率高、商品性优良，适配设施规模化栽培。供试促根肥料共 3 种：F1 为腐植酸促根水溶肥（腐植酸 ≥ 50 g/L，富含螯合微量元素）；F2 为复合氨基酸促根肥（总氨基酸 ≥ 120 g/L，植物源水解提取）；F3 为枯草芽孢杆菌微生物促根菌剂（有效活菌数 ≥ 2.0 亿/g）。

2.3 试验设计

试验采用完全随机区组设计，设置 4 个处理，3 次重复，小区面积 15 m²，每小区定植番茄 35 株，定植行距 60 cm、株距 35 cm，田间密度均匀一致。各处理具体设置如下：CK 为空白对照，常规施肥，不施用任何促根肥料；F1 常规施肥+腐植酸促根肥冲施；F2 常规施肥+氨基酸促根肥冲施；F3 常规施肥+微生物菌剂促根肥冲施。

促根肥料分别在番茄缓苗期、初花期、膨果初期随水冲施，共施用 3 次，各肥料严格按照产品推荐稀释浓度施用，单次用量统一标准化。各小区土壤基肥、追肥、病虫害防控、灌溉、整枝打杈等田间管理措施完全一致，保证试验变量唯一。

2.4 测定指标与方法

（1）根系生长指标：番茄膨果盛期，每小区随机选取 5 株长势均匀植株，小心完整挖出根系，清水冲洗干净，采用根系扫描仪测定总根长、根表面积、根体积，采用 TTC 还原法测定根系活力。

（2）植株长势指标：同步测定番茄株高、茎粗、功能叶片 SPAD 叶绿素值，综合评价植株营养生长状态与光合能力。

（3）产量指标：番茄成熟后分次分批采收，统计各小区总

产量、平均单果重，折算亩产量，计算各处理增产幅度。

(4) 果实品质指标：每小区随机选取 15 个成熟均匀、无病虫害、无机械损伤的果实，混合取样测定品质。手持糖度计测定可溶性固形物，蒽酮比色法测定可溶性糖，滴定法测定可滴定酸，紫外分光光度法测定维生素 C 含量。

(5) 数据处理：试验数据采用 Excel 2021 整理统计，计算平均值与增幅比例，完成对比分析。

3 结果与分析

3.1 不同促根肥料对番茄根系生长指标的影响

由表 1 可知，三种促根肥料均可显著改善番茄根系形态，提升根系活力，相较于空白对照，各处理总根长、根表面积、根体积、根系活力均大幅提升，根系发育质量显著优化。整体调控效果表现为 F3>F1>F2>CK。

F3 微生物菌剂处理效果最优，可有效活化土壤、破除连作障碍，促进须根大量分生，总根长、根系活力较对照分别提升 26.41%、31.25%，根系吸收能力大幅增强；F1 腐植酸促根肥可改良根际土壤环境、稳固根系，根系粗壮度优势突出；F2 氨基酸促根肥起效快，但对根系长效发育调控效果弱于菌剂与腐植酸肥料。

表 1 不同处理番茄根系生长指标对比

处理	总根长/cm	根表面积/cm ²	根体积/cm ³	根系活力/(μg·g ⁻¹ ·h ⁻¹)
CK (空白对照)	426.3	86.52	12.36	286.4
F1 (腐植酸促根肥)	512.7	102.37	14.89	352.7
F2 (氨基酸促根肥)	489.5	98.64	13.95	331.5
F3 (微生物菌剂促根肥)	538.9	109.85	15.62	375.9

配图说明：柱状图直观展示各处理番茄根系核心指标差异，凸显微生物菌剂促根优势。

3.2 不同促根肥料对番茄植株长势的影响

由表 2 可知，根系发育的优化显著促进了植株地上部营养生长，各促根肥料处理番茄株高、茎粗、叶绿素含量均优于空白对照，植株长势更加健壮，光合积累能力更强。F3 处理茎粗与叶绿素含量增幅最显著，有效避免植株徒长，培育健壮株型，抗逆性大幅提升；F2 氨基酸肥料速效性好，前期株高增长优势明显；F1 腐植酸肥料长势调控平稳，植株生长均匀度高。

表 2 不同处理番茄植株长势指标对比

处理	株高/cm	茎粗/mm	叶绿素 SPAD 值
CK (空白对照)	120.5	8.96	40.2
F1 (腐植酸促根肥)	131.2	9.87	44.3
F2 (氨基酸促根肥)	133.6	9.72	43.8
F3 (微生物菌剂促根肥)	134.1	10.15	45.7

3.3 不同促根肥料对番茄产量的影响

由表 3 产量数据可知，优良的根系构型与健壮株型可显著提升番茄坐果率与单果质量，减少落花落果、畸形果发生，实现稳产增产。各处理增产效果排序为 F3>F1>F2>CK。F3 微生物菌剂处理亩产达 6621.8 kg，较对照增产 17.83%，增产效果极显著；F1 腐植酸处理增产 14.25%，稳产性突出；F2 氨基酸处理增产 10.62%，速效增产效果良好。

表 3 不同处理番茄产量指标对比

处理	平均单果重/g	亩产量/kg	较 CK 增产/%
CK (空白对照)	236.8	5619.2	—
F1 (腐植酸促根肥)	268.3	6420.1	14.25
F2 (氨基酸促根肥)	259.6	6216.3	10.62
F3 (微生物菌剂促根肥)	275.4	6621.8	17.83

配图说明：折线图展示各处理番茄增产幅度，直观对比三类促根肥料的增产差异。

3.4 不同促根肥料对番茄果实品质的影响

由表 4 可知，促根肥料可通过调控根系养分吸收，优化植株碳氮代谢，有效提升番茄果实营养品质与口感。各处理果实品质提升规律与根系、产量效果一致，F3 处理品质最优，可溶性固形物、维生素 C、可溶性糖含量大幅提升，可滴定酸显著降低，果实甜度高、风味纯正；F2 氨基酸肥料速效提质效果良好，适合短期提质需求；F1 腐植酸肥料长效提质优势明显。

表 4 不同处理番茄果实品质指标对比

处理	可溶性固形物/%	维生素 C/(mg/100g)	可溶性糖/%	可滴定酸/%
CK (空白对照)	4.06	16.05	2.65	0.415
F1 (腐植酸促根肥)	4.71	18.86	3.28	0.372
F2 (氨基酸促根肥)	4.65	18.52	3.21	0.379
F3 (微生物菌剂促根肥)	4.92	20.13	3.42	0.351

4 讨论

根系是作物吸收水分、养分的核心器官，根系形态结构与生理活性直接决定植株长势、产量形成与果实品质，是设施番茄优质高产的基础。设施连作栽培导致的土壤微生态恶化、根系生长受限，是番茄产量品质下滑的核心诱因，单一补充化肥仅能短期供给养分，无法从根本上解决根系发育短板。

本试验结果表明，三类促根肥料的调控机理存在明显差异：微生物菌剂促根肥可通过有益微生物繁殖活化根际土壤、分解土壤固化养分、抑制土传有害病菌，破除连作障碍，持续促进番茄新根分生，优化根系构型，长效提升根系吸收能力，同时改善植株光合代谢，实现长势、产量、品质全方位提升，综合

效果最优，与多数研究结论一致。腐植酸促根肥主要通过改良土壤理化性质、螯合土壤微量元素、保护根系细胞，实现壮根稳苗，长势调控平稳、稳产性好，长效应用价值突出。氨基酸促根肥可直接被植株吸收利用，速效补充营养、促进根系快速生长，短期提质增产效果显著，但对土壤微生态改良作用有限，长效调控效果弱于菌剂与腐植酸肥料。

生产中，不同促根肥料适配场景差异明显，单一肥料难以适配全生育期需求。苗期可选用氨基酸促根肥快速促根缓苗，生长期、膨果期搭配微生物菌剂与腐植酸肥料，长效改良土壤、养护根系，可最大化实现番茄提质增产，契合蔬菜减肥增效、绿色高质的栽培发展方向。

5 结论

参考文献：

- [1] 张倩倩, 付增朋, 慕兰兰. 生物有机肥对设施番茄产量、品质以及土壤理化性状的影响[J]. 肥料与健康, 2023 (5): 23-27.
- [2] 刘浩, 王雪丽. 腐植酸肥料对设施番茄根系特性及产量品质的影响[J]. 中国农学通报, 2024, 40 (12): 65-70.
- [3] 李娟, 张磊. 氨基酸生物刺激素对番茄根系生长及果实品质的调控效应[J]. 中国土壤与肥料, 2023 (4): 113-118.
- [4] 王佳, 陈阳. 微生物菌剂改良连作土壤及促生提质效果研究[J]. 江苏农业科学, 2025, 53 (9): 189-194.
- [5] 赵阳, 刘敏. 不同功能性肥料对设施番茄根系构型及光合特性的影响[J]. 中国瓜菜, 2024, 37 (8): 56-61.
- [6] 陈明, 周浩. 番茄根系发育调控及提质增产施肥技术优化[J]. 农业工程技术, 2024, 44 (24): 72-74.
- [7] 吴雨, 李建伟. 减肥条件下不同促根肥料在设施蔬菜上的应用效果[J]. 防护林科技, 2025 (2): 48-52.
- [8] 黄鑫, 王艳. 设施番茄根系早衰防控及优质高产施肥模式构建[J]. 安徽农学通报, 2025, 31 (10): 83-86.

三种促根肥料均可有效优化番茄根系生长、健壮植株长势、提升产量与果实品质，综合调控效应排序为：微生物菌剂促根肥>腐植酸促根肥>氨基酸促根肥。

微生物菌剂促根肥综合应用效果最优，可显著优化番茄根系形态、提升根系活力，有效解决设施番茄连作根系早衰问题，亩产增产 17.83%，果实营养品质与风味大幅提升，是设施番茄高品质高产栽培的首选促根肥料。

腐植酸促根肥土壤改良、护根稳苗效果突出，长效稳产优势明显，适合番茄全生育期长效养护根系；氨基酸促根肥速效性强，适合苗期快速促根缓苗、短期提质增产栽培场景。生产中可根据番茄生育阶段合理搭配施用，实现设施番茄绿色、优质、高效栽培。