

祝海燕,田素波,李春雷,等. 化肥减量配施生物有机肥对口感型番茄生长及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2023,51(19):125-130.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.19.019

# 化肥减量配施生物有机肥对口感型番茄 生长及品质的影响

祝海燕<sup>1</sup>, 田素波<sup>2</sup>, 李春雷<sup>1</sup>, 张荣焕<sup>2</sup>, 魏 宏<sup>2</sup>, 王鲲鹏<sup>2</sup>, 胡永军<sup>3</sup>

(1. 潍坊科技学院/山东省设施园艺生物工程研究中心, 山东寿光 262700; 2. 山东省寿光蔬菜产业集团, 山东寿光 262700;

3. 全国蔬菜质量标准中心, 山东寿光 262700)

**摘要:**为改善口感型番茄因过量施肥导致的生长不良及口感不佳问题,推动设施番茄种植的提质增效,以口感型番茄为研究对象,在其生长期设置化肥减施配施生物有机肥试验,共设不施肥(CK0)、化学肥料 100%(CK1)、化学肥料 75% + 生物有机肥 25%(T1)、化学肥料 50% + 生物有机肥 50%(T2)、化学肥料 25% + 生物有机肥 75%(T3)、生物有机肥 100%(T4),6 个不同处理。结果表明,化学肥料减施 25%~50% 配合 25%~50% 的生物有机肥不显著影响番茄植株的株高、茎粗、叶面积及植株鲜干质量,且有利于植株根系生长及产量的提高;T2 处理与 CK1 相比植株总根长增加了 53.16%,总根表面积增加了 36.15%,总根体积增加了 7.85%,单果质量提高了 30.27%,单株产量提高了 24.73%,畸形果率降低了 48.46%;随着化学肥料的适当减施及生物有机肥施用量的增加番茄果实维生素 C 含量、可溶性蛋白质及糖酸比提高,可滴定酸含量显著降低,T1 处理与 CK1 相比果实可溶性糖含量提高了 5.47%,可滴定酸含量降低了 22.54%,果实糖酸比提高了 36.88%,果实可溶性蛋白含量 T2 处理最高,果实维生素 C 含量 T3 处理最高。因此本研究结论为在常规施肥量基础上化学肥料减施 25%~50% 并配施 125~250 kg/亩(1 hm<sup>2</sup> = 15 亩)的生物有机肥不仅有利于口感型番茄的生长,也有利于番茄产量和品质的提高。

**关键词:**化肥减施;生物有机肥;口感型番茄;生长;品质

**中图分类号:**S641.206 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)19-0125-06

番茄是我国十分重要的一种蔬菜作物,近年来随着经济和社会的不断发展,对番茄的需求从数量不断向口感和品质方向转变,口感型番茄逐步成为未来番茄栽培的发展趋势。但生产口感型番茄对种植技术要求较高,农民传统的大水大肥管理常常导致口感番茄的优良性状不能充分发挥,导致栽培的失败,也限制了口感型番茄在生产上的推广。另外由于设施栽培施用过量的水肥,不仅降低了水肥利用率造成资源的浪费,也使大量养分残留在土壤中,并随着土壤水分蒸发上升到土表,造成表土层盐分积聚,导致土壤板结、次生盐渍化、土壤养分失衡、植株死棵及各种生理性病害频发等诸多问题<sup>[1]</sup>。李涛等在研究中指出山东全省设施菜地约 39.73% 出现不同程度的盐渍化现象<sup>[2]</sup>。过量施肥

造成的土壤环境恶化,已严重影响到设施蔬菜的产量、品质及可持续性发展,为此肥料减施增效行动已迫在眉睫。目前设施栽培中肥料减施研究已有较多报道,但针对口感型番茄进行化肥减施配施生物有机肥的研究还鲜有报道。

本研究以口感型番茄为研究对象,探讨化肥减施配施生物有机肥对口感型番茄生长及品质的影响,以期为口感型番茄的栽培推广及肥料减施提供科学依据,促进设施番茄栽培的提质增效及可持续化生产。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试口感番茄品种为山东省寿光蔬菜产业集团有限公司提供的黄津番茄 3 号;试验所用肥料为生物有机肥(枯草芽孢杆菌有效活菌数 $\geq 0.2$  亿/g,有机质含量 $\geq 40\%$ ,N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 含量 $\geq 5\%$ ,江苏龙灯化学有限公司生产)和大量元素水溶肥(含 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 分别为 20%、20%、20% 和 18%、7%、30%,并含有 3% 的锌硼镁微量元素,河北圣德兰化

收稿日期:2023-01-06

基金项目:潍坊科技发展计划项目(编号:2021ZJ054)。

作者简介:祝海燕(1978—),女,河北保定人,硕士,副教授,主要从事蔬菜栽培与生理研究。E-mail:2427477316@qq.com。

通信作者:李春雷,博士,教授,主要从事园艺植物栽培生理与生化方面的研究。E-mail:lcl432@163.com。

肥有限公司生产)。

1.2 试验设计

试验于 2022 年 1—6 月在山东省寿光蔬菜产业集团基地蔬菜小镇温室内进行。试验采用盆栽,盆栽容器为上口径 23.5 cm,高 26.0 cm 的塑料花盆。试验用土取自设施番茄棚室,将设施土壤取回后充分混匀,风干后过 4 mm 筛,装入盆中,每盆装土 10.0 kg。试验土壤基本性质为:pH 值 7.02,EC 值 0.92 mS/cm,有机质含量 2.5%,速效氮含量 216.51 mg/kg,速效磷含量 226.35 mg/kg,速效钾含量 516.25 mg/kg。

生物有机肥料做基肥与盆栽土壤充分混匀,生物有机肥的施用量以常规施肥量 7 500 kg/hm<sup>2</sup> 为 100% 施用量,依次设 75%、50%、25%、不施生物有机肥共 5 个施肥标准。化学肥料采用水肥一体化形式追施,将农民常规施肥量设为 100%,并依次设 75%、50%、25%、不施化学肥料共 5 个施肥标准。

化肥减施与生物有机肥配合施用处理:设化学肥料 100%、化学肥料 75% + 生物有机肥 25%、化学肥料 50% + 生物有机肥 50%、化学肥料 25% + 生物有机肥 75%、生物有机肥 100%、不施肥共 6 个施肥处理,以化学肥料 100% 和不施肥为对照,各处理施肥量见表 1。1 月 15 日定植,每盆定植番茄 1 棵,定植植株大小 4~5 叶 1 心,每株留 5 穗果打顶。从植株定植到第 1 穗果开始膨大前,施用 N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O 养分含量为 20%、20%、20% 的平衡型水溶肥,CK1 灌溉液肥料浓度为 1.5 g/L,其他处理按要求减量施用,每 7~10 d 滴灌溉液 1 次,每次每盆灌溉量 1.0 L 左右。进入果实膨大期施用 N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O 养分含量为 18%、7%、30% 的高钾型水溶肥,CK1 灌溉液肥料浓度为 2.5 g/L,其他处理按要求减量施用,5~7 d 滴灌溉液 1 次,每次每盆灌溉量 1.5 L 左右。每处理 10 盆,重复 3 次,共 180 盆。

表 1 不同试验处理的施肥量

处理	施肥设置	生物有机肥施用量 (kg/hm <sup>2</sup> )	N 施用量 (kg/hm <sup>2</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 施用量 (kg/hm <sup>2</sup> )	K <sub>2</sub> O 施用量 (kg/hm <sup>2</sup> )
CK0	不施肥	0	0	0	0
CK1	化学肥料 100%	0	400.00	230.00	550.00
T1	化学肥料 75% + 生物有机肥 25%	1 875	300.00	172.50	412.50
T2	化学肥料 50% + 生物有机肥 50%	3 750	200.00	115.00	275.00
T3	化学肥料 25% + 生物有机肥 75%	5 625	100.00	57.50	137.50
T4	生物有机肥 100%	7 500	0	0	0

1.3 测定项目与方法

番茄株高、茎粗、叶片数量及叶面积的测定:定植后 60 d 左右,在植株打顶前用卷尺测定番茄植株的株高,精度为 0.1 cm。用游标卡尺测量茎粗,在距地面 1 cm 处量取,精度为 0.05 mm。在测定株高、茎粗的同时,记录植株叶片数量。采用 ADC 公司生产的 AM200 型便携式平板叶面积仪,测定植株叶面积,每株取中部 3 张完全成熟的叶片进行测量,每处理测量 3 株。

番茄植株鲜干质量及根系相关指标测定:定植后 30 d,每处理随机挑选 3 盆植株,用水将植株根系上附着的泥土冲洗干净,吸干水分,将植株分为地上部和地下部,用 1/100 的天平分别测量植株地上部和地下部的鲜质量。用 LA - S 型植物根系分析仪测定番茄植株根系总根长、总根表面积及总根体积。将测量了鲜质量及根系指标的番茄植株,按不

同处理做好标记,每株分地上部和地下部分别装入纸袋中,放入 80 ℃ 的烘箱中,烘至恒质量,用 1/100 的天平称量干质量。

叶片叶绿素含量测定:在番茄盛果期每处理随机选 3 株,选取同一高度、同一方向的成熟叶片,采用 95% 乙醇比色法测定叶片叶绿素含量。

品质测定:选取第 2 穗成熟度一致的果实测定品质。可溶性固形物含量采用手持折光仪测定,可溶性糖含量采用硫酸 - 蒽酮比色法测定,可滴定酸含量采用酸碱滴定法测定,糖酸比为可溶性糖含量与可滴定酸含量比值,维生素 C 含量采用 2,6 - 二氯酚酚滴定法测定,可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝比色法测定。

产量指标测定:开花期记录每花序开花数量,果实采收期记录每穗果结果数量及畸形果数量,并进行测产,记录每处理每次采收的果实数量及产

量。从开始采收日起进行累计,最后计算坐果率、畸形果率、平均单果质量和单株产量。

试验数据采用 SPSS 统计软件进行单因素方差分析,差异显著性分析( $\alpha=0.05$ )采用 Duncan's 法。

2 结果与分析

2.1 对株高、茎粗、叶片数量及叶面积的影响

由表 2 可知,不同处理番茄植株的株高在 111.00 ~ 131.00 cm 之间,其中各处理间株高 CK1 > T1 > T2 > T3 > T4 > CK0,与 CK0 相比,各处理植株株高都达到显著差异水平( $P < 0.05$ ,下同)。通过对各个处理间的株高进行比较,发现化学肥料

施用量的增加有利于株高的增长,但 T1、T2 与 CK1 间株高差异不显著,T3 与 CK1 相比,植株株高降低了 7.38%,差异达到显著水平。在茎粗方面各处理间表现为 T1 > T2 > CK1 > T4 > T3 > CK0,但各处理间及各处理与 CK 间无显著差异。不同处理番茄植株的叶片数量处于 21 ~ 22 张之间,各处理间及各处理与 CK 间叶片数量差异不显著。不同处理的番茄植株单叶叶面积 CK1 > T1 > T2 > T3 > CK0 > T4,其中 T1、T2 与 CK1 相比差异不显著,T3、T4 则比 CK1 分别降低了 16.50%、25.39%,差异达到显著水平,而处理 T1、T2、T3、T4 与 CK0 间差异不显著。

表 2 化肥减施配施生物有机肥对口感番茄植株生长的影响

处理	株高 (cm)	茎粗 (mm)	叶片数量 (张)	单叶叶面积 (mm <sup>2</sup> )
CK0	111.00 ± 3.56c	10.50 ± 0.94a	21.33 ± 0.94a	8 084.03 ± 459.5b
CK1	131.00 ± 2.94a	11.23 ± 0.29a	22.00 ± 0.82a	10 630.73 ± 1 576.0a
T1	126.33 ± 3.30ab	11.63 ± 0.17a	21.33 ± 0.47a	9 321.48 ± 1 429.1ab
T2	126.00 ± 1.63ab	11.43 ± 0.54a	21.33 ± 0.47a	9 288.88 ± 274.2ab
T3	121.33 ± 2.62b	11.00 ± 0.50a	21.67 ± 0.94a	8 876.68 ± 359.9b
T4	119.67 ± 2.87b	11.07 ± 0.61a	21.00 ± 0.82a	7 931.68 ± 549.1b

2.2 对植株叶片叶绿素含量的影响

叶片是植物重要的光合器官,为植物生长提供物质和能量,因此叶片叶绿素含量是施肥效果最直接的评价指标。由表 3 可知,随着化学肥料施用量的降低各处理番茄叶片中叶绿素 a、叶绿素 b 及叶绿素总量都总体呈不断降低的趋势。就叶绿素总量而言,T1 ~ T4 各处理与 CK0 相比分别提高了 21.49%、22.31%、14.88%、14.88%,其中 T1、T2 显著高于 CK0,差异达显著水平;与 CK1 相比,各处理叶绿素总量显著降低,差异也达到显著水平。说明化学肥料施用量的增加有利于番茄植株叶片中叶绿素的形成,为植株果实品质和产量的形成打下良好的基础,但叶片中叶绿素含量并非越高越好,过高的叶绿素含量说明植株营养生长旺盛,易导致植株贪青晚熟,影响果实的产量和品质。

2.3 对番茄根系生长的影响

由表 4 可知,总根长方面,T2 表现最高,与 CK0、CK1 相比分别提高了 61.91%、53.16%,差异达到显著水平。其他处理与 T2 相比,除 T3 外都显著低于 T2。总根表面积表现为 T2 > T3 > T1 > CK1 > T4 > CK0,T2、T3 间差异不显著,但显著高于 CK0,也显著高于 CK1,T2、T3 总根表面积比 CK1 分别提高

表 3 化肥减施配施生物有机肥对口感番茄叶片叶绿素含量的影响

处理	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	叶绿素总量 (mg/g)
CK0	0.91 ± 0.00c	0.30 ± 0.01d	1.21 ± 0.01c
CK1	1.25 ± 0.08a	0.42 ± 0.01a	1.67 ± 0.09a
T1	1.11 ± 0.05ab	0.36 ± 0.00c	1.47 ± 0.05b
T2	1.09 ± 0.05abc	0.39 ± 0.01b	1.48 ± 0.04b
T3	1.03 ± 0.02bc	0.37 ± 0.01c	1.39 ± 0.02bc
T4	1.04 ± 0.06bc	0.35 ± 0.01c	1.39 ± 0.06bc

了 36.15%、25.67%,差异达到显著水平。总根体积 T2 最高,T4 最低,处理 T2、T3 与 CK1 间差异不显著,T2 显著高于 CK0。从以上可以看出,番茄植株无论是总根长、总根表面积还是总根体积都呈现随化肥不断减施生物有机肥施用量不断增加而先升高后降低的趋势。

2.4 对番茄生物量的影响

由图 1 可知,各处理植株地上部鲜质量表现为 CK1 > T2 > T1 > T3 > T4 > CK0,其中 T1、T2 与 CK1 处理间差异不显著,但都与 CK0 差异达到显著水平,分别比 CK0 提高了 30.22%、37.72%,T3、T4 显著低于 CK1,但与 CK0 间差异不显著。地下部鲜质

表 4 化肥减施配施生物有机肥对口感番茄植株根系生长的影响

处理	总根长 (cm/株)	总根表面积 (cm <sup>2</sup> /株)	总根体积 (cm <sup>3</sup> /株)
CK0	4 565.40 ± 542.38c	590.20 ± 7.72b	7.54 ± 1.32b
CK1	4 826.14 ± 649.02bc	651.42 ± 96.75b	10.19 ± 2.03ab
T1	5 798.78 ± 421.09bc	695.69 ± 20.34b	7.57 ± 1.03b
T2	7 391.94 ± 1 207.66a	886.89 ± 66.78a	10.99 ± 1.78a
T3	6 405.65 ± 724.42ab	818.63 ± 38.02a	10.05 ± 0.96ab
T4	5 476.24 ± 181.97bc	593.63 ± 30.14b	7.02 ± 0.72b

量 T2 处理最高,其次为 T1,但 T1 到 T4 各处理间差异不显著,T1、T2 与 CK0 相比差异显著,分别比 CK0 提高了 31.28%、42.92%,T1、T2 与 CK1 间无

显著差异。各处理植株地上部干质量 CK1 处理最高,CK0 最低,T1、T2 与 CK1 间差异不显著,但都与 CK0 处理差异达到显著水平,T3、T4 与 CK0 间差异不显著。地下部干质量表现为 T2 > T1 > CK1 > CK0 > T3 > T4,T2 处理显著高于 2 个对照,比 CK0、CK1 分别提高了 25.81%、20.96%,T1、T3、T4 与 2 个对照间无显著差异,各处理与 T2 相比,T1 差异不显著,而 T3、T4 显著低于 T2。从以上可以看出随着化肥减施量的增加,地上部鲜质量、干质量整体呈降低的趋势,而地下部的鲜质量变化不显著,地下部干质量则呈先增加后降低的趋势。说明化学肥料的施用有利于地上部植株的生长,而生物有机肥施用量的增加有利于根系的生长。

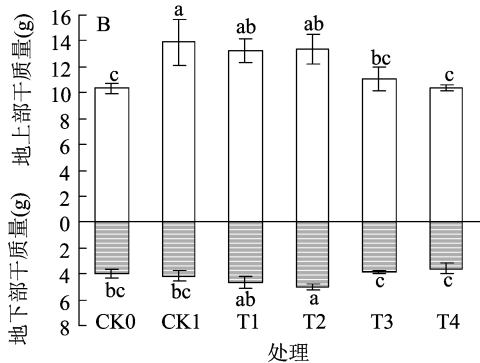
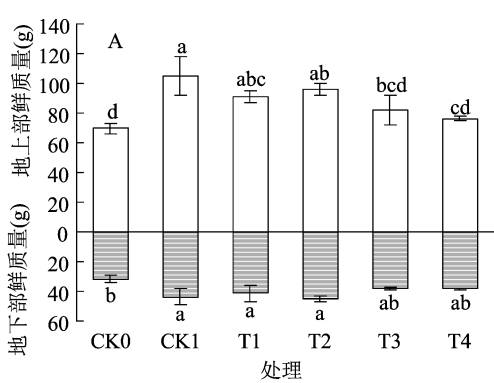


图1 化肥减施配施生物有机肥对口感番茄植株鲜质量(A)、干质量(B)的影响

2.5 对产量及其构成的影响

番茄植株每花序开花数量、坐果率、畸形果率、平均单果质量及单株产量是番茄果实早期产量及总产量的重要评价指标。由表 5 可知,番茄每花序开花数量各处理间差异不显著,说明番茄每花序开花数量主要由基因型决定,受不同施肥处理的影响较小。坐果率随化学肥料施用量的降低呈降低趋势,表现为 CK1 > T1 > T2 > T3 > T4 > CK0,处理 T1、T2、T3 与 CK1 间差异不显著,与 CK0 相比 T1 坐果率提高了 22.54%,差异达到显著水平,T2、T3、T4 与 CK0 相比无显著差异。

畸形果率表现为 CK1 最高,T4 最低,CK1 与其他各处理间差异都达显著水平,T1、T2、T3、T4 畸形果率分别比 CK1 降低了 48.38%、48.46%、46.22%、69.26%。各处理相比,T1、T2、T3 间差异不显著,但都显著高于 T4,畸形果率整体呈现出随化肥的不断减施生物有机肥施用量的不断增加而降低的趋势。

各处理平均单果质量表现为 T2 > T1 > T4 >

T3 > CK1 > CK0。T2 与各处理相比差异都达到显著水平,分别比 CK1 提高了 17.45%、15.37%、16.26%,表明适量的化肥减施并配施一定量的生物有机肥能显著提高番茄果实平均单果质量。

单株产量表现为 T2 > T1 > T3 > T4 > CK1 > CK0,T1、T2 间差异不显著,与 CK1 相比差异达显著水平,分别比 CK1 提高了 22.73%、24.73%。T3、T4 与 CK1 间差异不显著,但与 CK0 相比差异达到显著水平,分别比 CK0 提高了 35.55%、29.76%。

从以上结果可以看出,口感型番茄植株每花序开花数量受施肥处理的影响相对较小,而化学肥料施用量的降低会在一定程度上影响植株的坐果率,却能提高果实的平均单果质量和单株产量,有利于口感型番茄总产量的提高,并且适量的化肥减施和生物有机肥增施可大幅度降低口感番茄畸形果率,提高果实的商品果率。

2.6 对番茄果实品质的影响

品质是口感型番茄栽培成功与否的关键,由图 2-A 可知各处理可溶性固形物表现为 CK1 > T1 >

表 5 化肥减施配施生物有机肥对口感番茄产量构成指标的影响

处理	每花序开花数 (朵)	坐果率 (%)	畸形果率 (%)	平均单果质量 (g)	单株产量 (g/株)
CK0	7.17 ± 0.17a	58.24 ± 3.67b	7.94 ± 0.32b	61.75 ± 2.26c	1 288.99 ± 52.62c
CK1	7.17 ± 0.42a	72.29 ± 8.64a	12.98 ± 2.26a	62.87 ± 2.01c	1 622.59 ± 20.88b
T1	7.04 ± 0.38a	71.37 ± 1.60a	6.70 ± 2.79b	73.84 ± 0.30b	1 991.42 ± 34.83a
T2	7.34 ± 0.39a	68.10 ± 1.23ab	6.69 ± 0.42b	81.90 ± 1.99a	2 023.83 ± 93.45a
T3	7.50 ± 0.16a	64.28 ± 4.91ab	6.98 ± 0.68b	72.53 ± 0.98b	1 747.23 ± 28.60b
T4	7.60 ± 0.22a	59.98 ± 4.85b	3.99 ± 1.09c	73.09 ± 1.25b	1 672.65 ± 39.59b

T2 > T3 > T4 > CK0, 呈现随化肥不断减施而降低的趋势, 其中 T1 与 CK1 处理间差异不显著, 但显著高于 CK0, T1 可溶性固形物含量比 CK0 提高了 17.97%, 差异达到显著水平。T2、T3、T4 处理虽比 CK0 有一定提高, 但与 CK0 相比差异不显著。

由图 2 - B 可知, 番茄果实可溶性糖含量 T1 表现最高, CK0 最低, T1 与 CK1 相比差异不显著, T1、T2、T3、T4 分别比 CK0 提高了 19.74%、24.87%、20.47%、11.66%, 除 T4 外差异达到显著水平, 处理 T2、T3、T4 间差异不显著, 但 T1 显著高于 T2、T3、T4。从以上结果可以看出化学肥料适量减施配施一定生物有机肥有利于口感番茄果实可溶性糖的积累。

由图 2 - C 可知, 可滴定酸含量表现为 CK1 > T1 > T3 > T2 > T4 > CK0, CK1 显著高于其他处理, T1、T2、T3、T4 分别比 CK1 降低了 22.54%、28.17%、27.46%、41.55%。T1、T2、T3 处理间差异不显著, 但显著高于 CK0。结果表明, 化学肥料的减

施及生物有机肥施用量的增加能显著降低果实可滴定酸含量。

由图 2 - D 可知, 果实糖酸比表现为 CK0 > T1 > T4 > T2 > T3 > CK1, 其中 CK0 糖酸比超过 6, T1 和 T4 超过 5, CK1 最低, 只有 3.85, T1、T4 与 CK0 间差异不显著, 但显著高于 CK1, 分别比 CK1 提高了 36.88%、34.29%。

由图 2 - E 可知, 果实可溶性蛋白含量 T2 最高, CK1 最低, T2 与 2 个对照相比差异都达到显著水平, T1、T3、T4 与 CK0 间差异不显著, 但 T3、T4 显著高于 CK1, 差异达到显著水平。由图 2 - F 可知果实维生素 C 含量表现为 T3 > T4 > T2 > CK0 > T1 > CK1, T2、T3、T4 显著高于 CK1, 比 CK1 分别提高了 10.17%、29.83%、16.77%, 差异达到显著水平。果实可溶性蛋白及维生素 C 含量都呈现出随化肥的不断减施生物有机肥施用量的不断增加而先升高后降低的趋势。

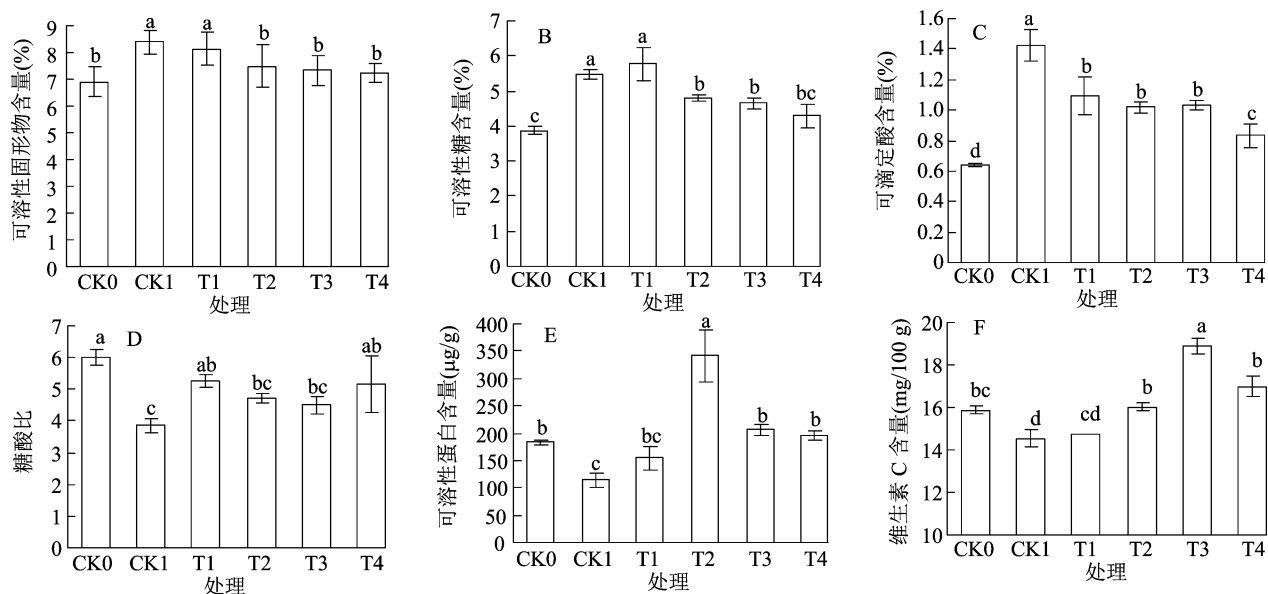


图2 化肥减施配施生物有机肥对口感番茄果实可溶性固形物含量(A)、可溶性糖含量(B)、可滴定酸含量(C)、糖酸比(D)、可溶性蛋白含量(E)及维生素 C 含量(F)的影响

从以上结果可以看出,适量的化学肥料减施及适量生物有机肥的施用有利于番茄果实中可溶性固形物、可溶性糖、可溶性蛋白及维生素 C 含量的积累,并适当降低果实中可滴定酸的积累,有利于提高番茄果实的糖酸比和风味品质。

### 3 结论与讨论

从本研究可以看出,在常规化学肥料施用量的基础上,减施 25% ~ 50% 并配施一定量的生物有机肥并不显著影响口感型番茄植株的株高、茎粗、叶片数量及单叶叶面积,不显著影响地上部植株的鲜质量及干质量,不显著影响叶片中叶绿素 a 的含量,一定程度降低了叶绿素 b 的含量。当化学肥料为常规施肥量的 50% 并配施 50% 的生物有机肥时植株根系总根长、总根表面积和总根体积都达到最大值,地下部鲜质量及干质量也基本达到最大值。化学肥料的减施并配合一定的生物有机肥会适当降低口感型番茄果实的坐果率和畸形果率,提高果实的单果质量和单株产量,当化学肥料减施 50% 并配施 50% 的生物有机肥时,植株果实单果质量和单株产量达到最高。当化学肥料减施 25% 并配施 25% 的生物有机肥时不显著影响口感型番茄果实中可溶性固形物和可溶性糖的累积,但可显著降低果实中可滴定酸的含量,提高了果实的糖酸比。但果实可溶性蛋白含量在化学肥料减施 50% 并配施 50% 的生物有机肥时达到最高,维生素 C 含量在化学肥料减施 75% 并配施 75% 的生物有机肥时达到最高。

以上数据说明口感型番茄在常规施肥量的基础上化学肥料减施 25% ~ 50% 不会影响番茄植株的生长、产量及品质,还在一定程度上促进了植株根系的生长及产量品质的提高。这与许多前人的研究结果基本相一致,如韩宏伟等在研究中指出化肥减施 30% 可促进番茄植株的茎粗生长、增强番茄叶片的光合速率和叶片厚度,提高果实的产量和品质<sup>[3]</sup>。张国显等研究表明,在常规施肥量的基础上,化肥减施 25% 不会影响番茄植株生长、光合能力、产量及品质<sup>[4]</sup>。梁玉芹等在试验中指出,设施番茄栽培在常规追肥量的基础上减施 40% 表现为在节约成本的前提下产量最高<sup>[5]</sup>。何传龙等也在

研究中指出,在常规施肥的基础上,化肥减施 30% 对番茄产量无影响<sup>[6]</sup>。韩雪等也在研究中指出,肥料的适量施用有利于番茄果实内可溶性固形物及可溶性糖的积累,但过量施肥番茄果实中可溶性糖含量则呈下降趋势<sup>[7-8]</sup>。

另外从本研究可以看出,适当增施生物有机肥有利于口感番茄根系的生长、畸形果率及果实可滴定酸含量显著降低,有利于果实中维生素 C、可溶性蛋白质含量及糖酸比的提高,从而提高番茄的口感,且有利于番茄果实产量的增加,这与姜莉莉等的研究结果<sup>[9-11]</sup>基本一致。

从以上研究可以看出,口感型番茄实际栽培中在常规化学肥料施用量的基础上,减施 25% ~ 50% 并每亩(1 hm<sup>2</sup> = 15 亩)配施 125 ~ 250 kg 的生物有机肥不仅有利于口感型番茄的生长,也有利于番茄产量和品质的提高。

#### 参考文献:

- [1] 何文寿. 设施农业中存在的土壤障碍及其对策研究进展[J]. 土壤, 2004, 36(3): 235 - 242.
- [2] 李涛, 于蕾, 吴越, 等. 山东省设施菜地土壤次生盐渍化特征及影响因素[J]. 土壤学报, 2018, 55(1): 100 - 110.
- [3] 韩宏伟, 刘会芳, 王强, 等. 化肥减施对设施番茄生长生理、产量和品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2018, 55(5): 863 - 870.
- [4] 张国显, 范永怀, 赵凤艳, 等. 化肥减量配施有机物料对设施番茄生长、光合特性、产量及品质的影响[J]. 中国科技论文, 2018, 13(6): 698 - 703.
- [5] 梁玉芹, 董畔, 宋炳彦, 等. 肥料减施对设施番茄产量和品质的影响[J]. 河北农业大学学报, 2017, 40(1): 21 - 24, 53.
- [6] 何传龙, 马友华, 于红梅, 等. 减量施肥对保护地土壤养分淋失及番茄产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(4): 846 - 851.
- [7] 韩雪, 曲梅, 李银坤, 等. 不同施肥水平对温室番茄生长、氮吸收及产量品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2021(2): 162 - 169.
- [8] 贺会强, 陈凯利, 邹志荣, 等. 不同施肥水平对日光温室番茄产量和品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(7): 135 - 140.
- [9] 姜莉莉, 王开运, 武玉国, 等. 施用生物有机肥对番茄果实品质及土壤生物学特性的影响[J]. 华北农学报, 2020, 35(6): 141 - 147.
- [10] 孙利萍, 赵增寿, 高敏丽, 等. 不同有机肥种类及施用量对番茄产量和品质的影响[J]. 中国瓜菜, 2018, 31(6): 30 - 32, 60.
- [11] 李恕艳, 李吉进, 张邦喜, 等. 施用有机肥对番茄品质风味的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2017(2): 114 - 119, 135.