

DOI:10.11937/bfyy.201523049

不同肥料处理对番茄产量、品质及经济效益的影响

田雪莲¹, 尹显慧^{1,2}, 龙友华^{1,2}, 王梅¹, 王英^{1,2}

(1. 贵州大学 作物保护研究所, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学 贵州山地农业病虫害重点实验室, 贵州 贵阳 550025)

摘 要:以番茄品种“红泽拉 118”为试材, 采用不同的肥料处理(微生物菌剂与化肥混施、微生物菌肥、常规施肥、化肥混施、大量元素水溶肥料等 5 种)对番茄进行田间试验, 测定其产量和品质, 并进行经济效益分析。结果表明:各处理对番茄植株形态均有促进作用, 番茄产量比对照提高 8.32%~33.30%, 维生素 C 含量提高 14.93%~23.38%, 总糖的质量分数提高 1.58%~5.35%, 糖酸比提高 9.47%~37.68%, 可溶性固形物质量分数提高 7.78%~22.96%, 番茄红素提高 1.89%~18.87%。综合产量及品质因素, 微生物菌肥、大量元素水溶肥料、微生物菌肥与肥料混配效果较好, 可作为番茄生产的高效肥料。

关键词:番茄; 微生物菌肥; 产量; 品质

中图分类号:S 641.206⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0178-04

番茄(*Solanum lycopersicum*)是全世界栽培最为普遍的果菜之一, 别名西红柿, 果实营养丰富, 随着蔬菜产业的发展, 番茄种植面积不断扩大, 生产效益日益显著。目前, 在番茄肥料施用上普遍存在化肥施用过量而有机肥施用不足的问题, 单靠增施化肥的增产方法不仅造成了农业投入的增加, 导致耕地土壤板结、土壤盐渍化程度加重及有机质含量偏低, 甚至加剧了农田环境污染, 降低农产品质量, 已经影响到我国农产品安全及农业生产的可持续发展^[1-2]。因此, 微生物菌肥、大量元素

水溶肥料、微生物菌肥混配、有机肥等环境友好型肥料的使用愈来愈引起人们的重视, 成为近年来我国肥料研究与开发的热点。微生物菌肥、有机无机复混肥在粮食作物、蔬菜、水果上应用研究报道较多^[3-5], 在番茄上主要集中生物有机肥及其混配方面, 徐立功等^[6]研究认为, 生物有机肥与化肥混施可显著促进番茄植株的生长, 提高产量, 同时亦可改善果实营养品质与风味, 尤其可显著增加果实的番茄红素含量, 降低果实硝酸盐含量。谢景观等^[7]研究了沼渣与化肥配合施用对番茄生长发育、产量和品质的影响, 发现沼渣与化肥配合施用有利于番茄生长发育, 其中 60%沼渣+40%化肥处理的植株生长发育状况良好, 果实维生素 C 含量为 91.09 mg/kg, 比对照高 21.32 mg/kg, 总糖含量比对照高 2.13%, 果实品质有明显改善。目前, 关于番茄养分管理的研究多集中在平衡施肥和单一营养要素作用方面, 关于微生物菌肥、微生物菌肥配施、常规混配等对番茄产量及品质的影响鲜有报道。该研究以番茄品种“红泽拉 118”为试材, 采用不

第一作者简介:田雪莲(1991-), 女, 硕士研究生, 研究方向为有害生物绿色治理及农产品质量安全。E-mail:591358886@qq.com.

责任作者:尹显慧(1978-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事有害生物绿色治理及农产品质量安全等研究工作。E-mail:agr_xhyin@gzu.edu.cn.

基金项目:贵州省农业攻关资助项目(黔科合 NY 字(2010)3066; 黔科合 NY 字(2012)3010 号; 黔科合 NY 字(2014)3034 号)。

收稿日期:2015-05-19

and lower middle level. For soil organic matter content, 87.9% soil samples fell in the scope of grade III-V. Totally, soil available P content was at higher levels, which was mainly at the grade I-III for 87.9% samples. But the variation coefficient of available P was 113.73% which showed that available P spatially varied greatly. Soil available K content was at the middle level. The results of correlation analysis showed that, five kinds of soil nutrient contents were correlated significantly. Comparing soil nutrient content of different type of farmland, the content of organic matter, total N, and available P were in following order greenhouse vegetable>open field vegetable>crop field>orchard. While the content of available K was performed by greenhouse vegetable>orchard>open field vegetable>crop field. With Ordinary Kriging method in the geo-statistic module of ArcGIS, the spatial distribution characteristics showed that soil nutrient was higher in the north and the central area than the south area of the town; especially the central region exhibited the highest levels.

Keywords: farmland soil; nutrient content; spatial distribution; ArcGIS analysis

同的肥料处理(微生物菌剂与化肥混施、微生物菌肥、常规施肥、化肥混施、大量元素水溶肥料等 5 种)对番茄进行田间试验,测定其产量和品质,并进行经济效益分析,旨在为番茄高产优质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于息烽县西山乡鹿窝村,海拔 910 m,土壤类型为潮泥田,前茬作物为油菜,肥力水平中等。试验前在园区内随机、多点混合采集 0~60 cm 的土样作为土壤背景值,测得土壤 pH 6.17,有机质质量分数为 38.2 g/kg,碱解氮质量分数为 104.9 mg/kg,有效磷质量分数为 65.3 mg/kg,速效钾质量分数为 270.3 mg/kg。

1.2 试验材料

供试番茄品种为“红泽拉 118”,由贵阳庆丰农业种子有限公司提供。

供试肥料有过磷酸钙(上海酶联生物科技有限公司);美国钾肥(颗粒剂,上海美邦生物科技有限公司);无水氯化钙(汕头市西陇化工厂有限公司);巴西黑金(黑色液体,山东奥凯农业发展有限公司);金力钾(高钾 K_2O 33%,湖南邵阳顶盛科技发展有限公司);仙丰 168(山东海来宝生物工程有限公司提供,主效成分有枯草芽孢杆菌 *Bacillus subtilis*、拟康氏木霉菌 *Trichoderma pseudokoningii* 有益活菌数 ≥ 15 亿/g,硝酸稀土 $\geq 12\%$,壳聚糖 $\geq 40\%$,低聚寡糖 $\geq 30\%$);威采根道(主要成分腐植酸 ≥ 40 g/L,氮、磷、钾 ≥ 200 g/L、维生素 C、维生素 B_6 ,南宁土源农资有限公司)。

1.3 试验方法

试验设 6 个处理,每个处理重复 3 次,随机区组排列,小区面积 55 m²,株距 75 cm \times 60 cm,每 667 m² 种植 1 480 株。T1:过磷酸钙(10 kg/667m²);T2:美国钾肥(3 kg/667m²)+0.5%氯化钙;T3:巴西黑金(10 kg/667m²,稀释 600~800 倍)+金力钾(400 倍液灌根)+0.5%氯化钙;T4:仙丰 168(200 倍液灌根);T5:威采根道(5 kg/667m²,稀释 300~500 倍);T6:清水对照(CK)。不同肥料均在

6 月 20 日定植时灌窝处理。

1.4 项目测定

定植缓苗后,每隔 15 d 左右取样 1 次,每次每小区取样 5 株,分别测量番茄的株高、茎粗、开展度。在番茄盛果期采集每小区相同部位的果实 10 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、番茄红素含量,均重复 3 次。

维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定;总糖含量采用蒽酮比色法测定;总酸含量采用滴定法测定;可溶性固形物含量用手持折光仪测定,番茄红素含量采用分光光度计测定。

1.5 数据分析

试验结果以测定的平均值表示。试验数据采用 Excel 和 DPS 2000 数据处理系统进行分析 and 差异显著性检验(Duncan's 新复极差法)。

2 结果与分析

2.1 不同肥料处理对番茄植株形态指标的影响

从表 1 可以看出,不同肥料处理对番茄植株的茎粗影响不大,只有处理 T4(微生物菌肥)对番茄茎粗有促进作用,各处理间在 6 月 28 日、7 月 13 日的调查结果差异均不显著。不同肥料处理对株高、开展度的影响较大。对于株高,6 月 28 日调查结果表明处理 T1(常规施肥)、T2(化肥混施)、T3(微生物菌肥与化肥混施)、T5(大量元素水溶肥料)显著低于对照,而处理 T4 显著提高了番茄的株高,各处理间与对照 CK 差异显著。7 月 13 日,处理 T1 株高仍低于对照,而处理 T2、T3 的株高略高于对照,说明肥料处理 T2、T3、T5 对番茄株高的促进作用在生长后期;处理 T4 的株高最高,为 77.29 cm,其次为处理 T5,株高为 70.59 cm。番茄开展度的变化趋势基本同株高,处理 T1 的开展度均低于对照 T6,处理 T2、T3、T4、T5 均显著高于对照,其中处理 T4 开展度最大,2 次调查分别为 34.04、38.59 cm。综合分析,处理 T4 对番茄植株促进效果最好,其次为处理 T5、T3、T2,处理 T1 基本对番茄植株形态没有促进作用。

表 1 不同肥料处理对番茄植株形态指标的影响

Table 1 Effect of different fertilizer treatments on plant index of tomato

处理 Treatment	株高 Plant height/cm		开展度 Plant spread/cm		茎粗 Stem diameter/cm	
	06-28	07-13	06-28	07-13	06-28	07-13
T1	27.40 \pm 3.10 cC	61.83 \pm 4.15 dD	22.90 \pm 1.92 cdC	24.51 \pm 0.64 dD	0.64 \pm 0.06 aA	3.00 \pm 0.19 aA
T2	28.64 \pm 2.25 bC	67.42 \pm 3.85 bC	28.68 \pm 2.65 bB	30.75 \pm 2.17 cC	0.64 \pm 0.02 aA	3.12 \pm 0.06 aA
T3	28.92 \pm 1.64 bC	66.83 \pm 3.12 bC	28.62 \pm 3.88 bB	35.54 \pm 3.06 bB	0.67 \pm 0.08 aA	3.18 \pm 0.27 aA
T4	37.34 \pm 2.31 aA	77.29 \pm 3.01 aA	34.04 \pm 2.63 aA	38.59 \pm 1.19 aA	0.76 \pm 0.05 aA	3.60 \pm 0.28 aA
T5	28.78 \pm 3.12 bC	70.59 \pm 2.10 bB	29.54 \pm 1.37 bB	33.47 \pm 2.18 bcB	0.68 \pm 0.07 aA	3.24 \pm 0.21 aA
T6(CK)	30.72 \pm 2.29 bB	65.28 \pm 2.71 cC	23.44 \pm 2.53 cC	24.82 \pm 1.44 dD	0.68 \pm 0.04 aA	3.22 \pm 0.35 aA

注:同列不同小写字母表示 0.05 水平显著差异,大写字母表示 0.01 水平显著差异。下同。

Note: The different lowercase and capital letters mean significant difference at 0.05 and 0.01 level in the same list, respectively. The same below.

2.2 不同肥料处理对番茄产量及经济效益的影响

从表 2 可以看出,不同肥料处理对番茄产量的影响较大,番茄产量较对照提高了 8.37%~33.30%,其中处理 T4(微生物菌肥)番茄产量最高,为 3 078 kg/667m²,

表 2

不同肥料处理对番茄产量及经济效益的影响

Table 2

Effect of different fertilizer treatments on production and economic benefit of tomato

处理 Treatment	产量 Production/(kg·(667m ²) ⁻¹)	产值 Value/(元·(667m ²) ⁻¹)	增产率 The increased rate/%	肥料成本 Fertilizer cost/(元·(667m ²) ⁻¹)	纯收入 Net revenue/(元·(667m ²) ⁻¹)
T1	2 502.2	5 502.64	8.33	363.54	5 139.10
T2	2 723.0	5 991.04	17.95	605.27	5 385.77
T3	2 916.0	6 414.32	26.28	581.25	5 833.07
T4	3 078.0	6 772.48	33.33	761.49	6 010.99
T5	2 980.0	6 556.00	29.07	578.42	5 977.58
T6(CK)	2 309.0	5 079.36	—	—	5 079.36

注:番茄价格以 2.2 元/kg 收购。

Note: The price of tomatoes was 2.2 RMB/kg.

几种肥料处理番茄产值较对照提高了 8.33%~33.33%,其中处理 T4(微生物菌肥)产值最高,达 6 772.48 元/667m²,增产率为 33.33%,其次为处理 T5(大量元素水溶肥料)、T3(微生物菌肥与化肥混施)、T2(化肥混施)、T1(常规施肥),增产率分别较对照提高了 29.07%、26.28%、17.95%、8.33%。处理 T4 纯收入最高,为 6 010.99 元/667m²,较对照收入提高了 18.34%,处理 T5 与 T3 效益相当,而处理 T1 因成本较高,产量增加不大,纯收益比对照仅高 59.74 元/667m²。可见,并不是多施肥产量高收入就高,配方施肥与生物菌肥则能以较少的肥料资金投入获得最大的收益回报。

2.3 不同肥料处理对番茄品质的影响

维生素 C 是评价番茄品质的重要指标。从表 3 可以看出,不同肥料处理番茄其维生素 C 均高于对照 CK

表 3

不同肥料处理对番茄品质的影响

Table 3

Effect of different fertilizer treatments on quality of tomato

处理 Treatment	维生素 C Vitamin C/(g·(100g) ⁻¹)	总糖 Total sugar/%	总酸 Total acid/%	糖酸比 Sugar acid ratio/%	可溶性固形物 Soluble solids/%	番茄红素 Tomato red pigment/(g·kg ⁻¹)
T1	6.39±0.08 cC	5.13±0.10 bcB	0.48±0.02 abA	10.69±0.16 cC	5.54±0.17dD	0.54±0.03 bB
T2	6.63±0.12 bcB	5.18±0.04 bB	0.44±0.03 bB	11.77±0.05 bB	5.84±0.03 cdC	0.57±0.02 abA
T3	6.65±0.05 bB	5.21±0.03 bA	0.49±0.04 abA	10.63±0.14 cC	5.90±0.08 cC	0.59±0.03 abA
T4	6.86±0.07 aA	5.32±0.07 aA	0.41±0.05 cB	12.98±0.06 aA	6.32±0.13 aA	0.63±0.06 aA
T5	6.68±0.64 bB	5.27±0.03 abA	0.45±0.03 bB	11.71±0.08 bB	6.16±0.05 bB	0.61±0.04 aA
T6(CK)	5.56±0.07 dD	5.05±0.09 cC	0.52±0.04 aA	9.71±0.10 dD	5.14±0.05 eE	0.53±0.05 bB

不同肥料处理对番茄果实的可溶性固形物均有一定影响,各处理可溶性固形物质量分数极显著高于对照 CK(较对照提高 7.78%~22.96%),其中以处理 T4 可溶性固形物质量分数最高,达 6.32%,比对照 CK 提高了 22.96%。番茄红素是番茄中所含的一种天然色素,是迄今为止自然界中被发现的最强抗氧化剂之一。番茄红素的变化趋势基本同可溶性固形物(1.89%~18.87%),处理 T4 的番茄红素含量最高,为 0.63 g/kg,较对照提高了 18.87%,显著高于其它处理,其次为处理

较对照增加了 769 kg/667m²。其次产量较高的处理 T5(大量元素水溶肥料),为 2 980 kg/667m²,而处理 T1(常规施肥)的产量最低为 2 502.2 kg/667m²,仅比对照 T6 提高了 193.2 kg/667m²。

(14.93%~23.38%),处理 T4(微生物菌肥)较高,为 6.86 g/100g,其次是处理 T5(大量元素水溶肥料),维生素 C 为 6.68 g/100g,二者差异显著,处理 T4、T5、T3、T2、T1 分别较对照 CK 提高了 23.38%、20.14%、19.60%、19.24%、14.93%。说明微生物菌肥、大量元素水溶肥料、微生物菌肥与化肥混施等都能够提高番茄维生素 C 的含量。

总糖、总酸含量影响番茄的口感,5 种肥料处理均能提高番茄总糖的质量分数(较对照提高了 1.58%~5.35%),降低番茄总酸的质量分数,改善番茄口感。其中处理 T4 的番茄总糖质量分数最高,比 CK 提高了 5.35%,处理 T1、T2、T3 差异均不显著。糖酸比可以影响番茄的品质,延长番茄保质期,5 种处理糖酸比较对照提高了 9.47%~33.68%。

T5,较对照提高了 15.09%,处理 T1 与对照番茄红素含量变化不大,差异不显著。

3 结论与讨论

该试验研究表明,微生物菌肥、大量元素水溶肥料、微生物菌肥与化肥混施均可不同程度提高番茄产量,其中微生物菌肥产量和纯收入最高,产量为 6 772.48 kg/667m²,纯收入 6 010.99 元/667m²,较对照收入提高了 18.34%,番茄品质也有显著提高,而常规施肥产值最低,纯收入最少。微生物菌肥与化肥混施对番茄产量及品质的影

响较化肥混施效果好,说明微生物菌肥、大量元素水溶肥料、微生物菌剂与化肥混施均可较好提高番茄产量及品质,提高番茄的种植效益,但因采用的不是同一种微生物菌肥,无法得出在施肥中微生物菌肥优于大量元素水溶肥料及微生物菌肥与化肥混施。

早在1991年,YOUNG等^[8]就报道了微生物产生的细胞分裂素与植物根的生长有很好的相关性,表明微生物通过产生植物类激素,促进植物生长。微生物菌肥能够提高根系从土壤中吸收肥水的能力,对坐果率也有显著促进作用,其原因可能与激发根系代谢活力,同时也提高了幼胚征集营养的能力,对增施生物有机肥提高番茄的营养品质及果实风味也有相应报道^[9-10]。毕静静等^[11]研究表明,适当降低化肥用量并配施微生物菌肥,可以显著提高产量,还可显著提高番茄可溶性固形物、番茄红素和维生素C含量,改善产品风味品质。可见,该试验采用的微生物菌肥、微生物菌肥与肥料混配都提高了番茄的产量与品质,与毕静静等^[11]研究结果一致。综合产量和营养品质等因素,微生物菌肥、微生物菌肥与肥料混配,作为番茄生产的高效肥料,可以明显增加番茄种植效益。

参考文献

- [1] 张玉霞,张国平,钟攀,等.不同肥料组合对生姜产量和品质的影响[J].土壤,2007,39(6):973-977.
- [2] 张清友,蒋欣梅,于锡宏,等.不同肥料处理对洋葱生长及产量的影响[J].湖北农业科学,2013,52(24):6007-6010.
- [3] 李春明,熊淑萍,杨颖颖,等.不同肥料处理对豫麦49小麦冠层结构与产量性状的影响[J].生态学报,2009,29(5):2514-2519.
- [4] 文廷刚,江雨晴,杜小凤,等.不同肥料处理对辣椒产量和品质的影响[J].江西农业学报,2013(3):30-32.
- [5] 龙友华,吴小毛,尹显慧,等.有机肥对猕猴桃产量及品质的影响[J].西北农业学报,2013,22(9):108-113.
- [6] 徐立功,徐坤,刘会诚,等.生物有机肥对番茄生长发育及产量品质的影响[J].中国蔬菜,2006(4):8-11.
- [7] 谢景欢,陈钢,袁巧霞,等.沼渣与化肥配合施用对温室番茄生长发育、产量及品质的影响[J].应用生态学报,2010,21(9):2353-2357.
- [8] YOUNG S, PHARIS R P, REID D, et al. Is there a relationship between plant growth regulators and stimulation of plant growth or biological activity[J]. Bulletin-SROP, 1991, 14(8):182-186.
- [9] 田长平,高安妮,张福兴,等.微生物菌剂对设施甜樱桃产量和品质的影响[J].烟台果树,2015,129(1):12-14.
- [10] FERNANDEZ B G, MARTINEZ V, RUIZ D, et al. Changes in inorganic and organic solute in citrus growing under saline stress[J]. Journal of Plant Nutrition, 1988, 21(21):2497-2514.
- [11] 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,2014,44(7):61-66.

Effect of Different Fertilizer Treatments on Yield, Quality and Economic Benefit of Tomato

TIAN Xuelian¹, YIN Xianhui^{1,2}, LONG Youhua^{1,2}, WANG Mei¹, WANG Ying^{1,2}

(1. Institute of Crop Protection, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025; 2. The Provincial Key Laboratory for Agricultural Pest Management in Mountainous Region, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025)

Abstract: The 'Red Zela 118' of tomato species was used as the test material, the effect of different fertilizer treatments (conventional fertilization, fertilizer mixed, massive element water-soluble fertilizer, microbial fertilizer, microbial agents and fertilizer mixed) on yield, quality and net income of tomato were investigated. The results showed that after treatment with 5 fertilizer treatments, the yield, vitamin C content, total sugar content, sugar acid ratio, soluble solids content, and lycopene content of tomato were increased by 8.32%—33.30%, 14.93%—23.38%, 1.58%—5.35%, 9.47%—37.68%, 7.78%—22.96%, 1.89%—18.87% compared with CK. By comparing the yield and quality of the 'Red Zela 118' of tomato treated with 5 fertilizer treatments, both microbial fertilizer, a large number of water soluble fertilizer, microbial agents and fertilizer mixed had the better effects on the yield and quality, and they could be used as the efficient fertilizer for the tomato production.

Keywords: tomato; microbial fertilizer; yield; quality