



郑剑超. 化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄生长及肥料利用率的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2022(8):106-110.

化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄生长及肥料利用率的影响

郑剑超

(新疆生产建设兵团第十二师农业科学研究所, 新疆 乌鲁木齐 830088)

摘要:为了促进番茄产业的绿色健康可持续发展,在设施栽培条件下,以番茄品种园艺 504 为材料,设计常规施肥、基肥减 40%、追肥减 20%、追肥减 40% 和不施用任何肥料 5 个处理,研究减施化肥配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄生长发育和肥料利用率的影响。结果表明,番茄株高随着施肥量的减少而降低。与 CK 相比,基肥减施 40% 处理对番茄茎粗影响不大。叶节数和果穗数表现为 CK、基肥减 40% 和追肥减 20% 处理间差异不显著。化肥减施提高了番茄肥料利用率,肥料农学利用率以基肥减 40% 最高,与追肥减 20% 差异不显著。肥料偏生产力以基肥减 40% 最高,分别比 CK、追肥减 20%、追肥减 40% 处理高 20.70%、10.38% 和 19.70%。产量以 CK 处理最高,但与基肥减 40% 和追肥减 20% 处理差异不显著。综上所述,在适当增施生物菌肥和黄腐酸钾的条件下,减少基施化肥 40% 或者减少追肥 20% 对设施番茄生长发育和产量影响不大。

关键词:番茄;化肥减施;生物菌肥;黄腐酸钾;肥料利用率

番茄 (*Lycopersicon esculentum*) 为茄科番茄属的一年生或多年生草本植物,具有特殊风味,营养丰富。番茄是我国主要的蔬菜之一,随着我国现代化农业进程的逐渐加快,设施番茄种植面积逐年增加。番茄生长过程中对氮、磷、钾的需求量较大,现有番茄生产中以传统施肥方式较多,农户为了达到增产的目的,通常会盲目施入过量化肥^[1-3]。造成栽培土壤环境恶化,肥料利用率低等问题,致使番茄品质下降,严重制约了设施番茄产业的可持续发展。增施有机肥减少化肥,不仅能提高地力,改善土壤理化性状,提高肥料利用率,还能降低化肥过量施用对土壤带来的不利影响。刘小媛等^[4]研究发现化肥减量施用可有效减少土壤盐分积累,配施黄腐酸能有效降低土壤中的 Na^+ 和 Cl^- 含量,缓解盐碱胁迫对作物的影响,减施氮肥能够提高 0~10 cm 土层的有效磷含量。肥料的高投入和低肥料利用率会直接导致土壤退化,一般设施土壤连作 3~5 年就会出现不同程度的连作障碍,使蔬菜产量与品质严重下降^[5-7]。洪瑜等^[8]研究表明施用牛粪和鸡粪有机肥可增加作物产量及氮肥利用率。张国显等^[9]研究表明氮肥减施 25%,配施 25% 的生物有机肥可促进番茄植株生长、提高作用和增加产量及品质。张鹏等^[10]

研究表明施用生物有机肥能够显著增加番茄和辣椒产量,降低发病率,通过对作物根际土壤微生物群落结构的调控实现对番茄和辣椒病害的生物防治。施用微生物菌剂对土壤的全氮、碱解氮、速效磷和有效钾的含量均有一定程度的增加作用,能够有效改善土壤的供肥能力,有利于作物生长^[11-12]。目前大部分研究集中在增施有机肥替代部分化肥的研究,而对减施化肥配施生物菌肥和黄腐酸钾方面的研究较少。因此本研究通过增施生物菌肥和黄腐酸钾,研究化肥减施对番茄生长特性和肥料利用率的影响,以期番茄化肥减施提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2020 年在新疆生产建设兵团第十二师农业科学研究所园区进行 (43°57'45"N, 87°57'45"E)。试验地 0~20 cm 土壤耕层基本理化性状:EC 值 0.46, pH 8.27, 有机质 28.7 g·kg⁻¹, 碱解氮 192.2 mg·kg⁻¹, 有效磷 90.6 mg·kg⁻¹, 速效钾 902 mg·kg⁻¹。

1.2 材料

1.2.1 供试番茄 试验番茄品种为园艺 504,由辽宁园艺种苗有限公司提供。

1.2.2 供试肥料 硫酸钾复合肥(氮、磷、钾为 14-16-15),由湖北新洋丰肥业股份有限公司生产;菌肥为可施可力枯草芽孢杆菌颗粒剂,有效活菌数大于 5 亿·g⁻¹,由武汉科诺生物科技股份有限公司

收稿日期:2022-04-24

基金项目:兵团十二师科技攻关项目(SR2019010)。

作者简介:郑剑超(1989—),男,硕士,农艺师,从事作物高产高效栽培生理生态研究。E-mail:zgxxjzc@126.com。

限公司生产;高钾肥氮、磷、钾含量为 10-5-40+TE,由济宁市金益菌生物科技公司生产;黄腐酸钾菌动力肥,有机质 68%,氧化钾 13%,活性菌 2 亿·g⁻¹,由济宁市金益菌生物科技公司生产。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验设 5 个处理,分别为 CK(常规施肥)、基肥减 40%(基肥施用化肥减

40%)、追肥减 20%(追施水溶肥减 20%)、追肥减 40%(追施水溶肥减 40%)和空白处理(不施用任何肥料),各处理具体施肥情况详见表 1。试验采用随机区组设计,4 月 17 日定植,行株距为(80+40) cm×40 cm,定植株数 47 610 株·hm⁻²,各处理面积 120 m²。

表 1 各处理不同生育时期施肥情况

单位:kg·hm⁻²

处理	4 月 12 日		5 月 27 日		6 月 5 日		6 月 15 日		6 月 30 日		7 月 13 日		7 月 26 日	
	复合肥	生物菌肥	高钾肥	黄腐酸钾	高钾肥	黄腐酸钾	高钾肥	黄腐酸钾	高钾肥	黄腐酸钾	高钾肥	黄腐酸钾	高钾肥	黄腐酸钾
CK(常规施肥)	600	0	75	0	90	0	90	0	90	0	90	0	75	0
基肥减 40%	360	1200	75	7.5	90	15	90	15	90	15	90	15	75	7.5
追肥减 20%	600	1200	60	7.5	72	15	72	15	72	15	72	15	60	7.5
追肥减 40%	600	1200	45	7.5	54	15	54	15	54	15	54	15	45	7.5
空白(不施肥)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1.3.2 测定项目及方法 形态指标:各处理随机选点连续挂牌标记番茄植株 10 株,在 7 月 30 日分别测量株高、茎粗、叶长、叶宽、根长、叶节数和果穗数等指标。

干物质含量:在结果后期 7 月 30 日每处理取 5 株植株,按根、茎、叶和果实等不同器官分开,在 105 ℃杀青 30 min 后,80 ℃烘干至恒重,测定其干物质含量。

肥料利用率:烘干的植株样品经粉碎,过 0.5 mm 筛,用奈氏比色法测定全氮含量,钼钼黄吸光光度法测定全磷含量,火焰光度法测定全钾含量。

肥料利用率(%)=(施肥区番茄吸收养分量-无肥区番茄吸收养分量)/(肥料使用量×肥料中的养分含量百分比)×100

肥料农学利用率(kg·kg⁻¹)=(施肥区产量-无肥区产量)/施肥量

肥料偏生产力(kg·kg⁻¹)=施肥区产量/施肥量

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2010 和 DPS 7.05 进行数据的整理和分析,采用 Duncan's 新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄农艺性状的影响

由表 2 可知,化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄农艺性状影响显著。株高以 CK 处理最高,与基肥减 40%和追肥减 20%处理差异不显著,均显著高于其他处理。茎粗以 CK 和基肥减 40%处理较大,二者差异不显著,但显著高于其他处理。叶片长和叶宽均以 CK 处理较大,与基肥减 40%和追肥减 20%处理差异不显著,但显著高于其他处理。根长以基肥减 40%处理最大,显著高于其他处理。叶节数和果穗数表现为 CK、基肥减 40%和追肥减 20%处理间差异不显著,但显著高于其他处理。

表 2 化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄农艺性状的影响

处理	株高/cm	茎粗/cm	叶长/cm	叶宽/cm	根长/cm	叶节数	果穗数
CK(常规施肥)	204.00±5.35 a	0.70±0.01 a	29.80±0.52 a	26.30±0.64 a	32.00±1.42 b	34.40±1.21 a	9.80±0.45 a
基肥减 40%	201.60±6.87 a	0.70±0.02 a	28.20±0.58 a	25.30±0.51 a	35.60±2.41 a	35.00±2.54 a	9.08±0.31 a
追肥减 20%	197.00±9.24 a	0.67±0.01 b	27.90±0.76 a	25.01±0.71 a	30.20±1.84 b	35.80±2.11 a	9.20±0.51 a
追肥减 40%	185.40±3.42 b	0.66±0.01 b	26.80±1.92 b	24.81±0.31 b	28.00±2.41 c	31.80±1.98 b	8.60±0.57 b
空白(不施肥)	164.20±6.72 c	0.61±0.03 c	25.07±0.45 c	23.61±0.24 b	26.40±3.01 d	30.20±2.85 b	7.00±0.27 b

注:同列不同字母表示处理间在 P<0.05 水平差异显著。下同。

2.2 化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄各器官生物量积累的影响

由图 1 可知,化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄各器官生物量积累影响显著。随着化肥施用量的减少,番茄各器官的生物量也逐渐减少。根以 CK 处理较高,与基肥减 40%处理差异不显著,但显著高于其他处理。茎以 CK 处理较高,显著高于其他处理。叶以基肥减 40%处理最高,与 CK 和追肥减 20%处理差异不显著,但显著高于其他处理。果表现为 CK>追肥减 20%>基肥减 40%>追肥减 40%>空白,CK、追肥减 20%和基肥减 40%处理间差异不显著,但显著高于其他处理。

2.3 化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄肥料利用率的影响

由表 3 可知,化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄肥料利用率影响显著。基肥减 40%、追肥减 20%和追肥减 40%处理的氮肥利用率分别比CK 提高 20.50%、16.14%和 18.50%。基肥减 40%、追肥减 20%、追肥减 40%处理的磷肥利用率分别比 CK 提高 13.93%、8.09%和 12.14%。基肥减 40%、追肥减 20%、追肥减 40%

处理的钾肥利用率分别比 CK 提高 14.44%、10.07%和 13.13%。肥料农学利用率以基肥减 40%处理最高,与追肥减 20%处理差异不显著,但显著高于其他处理。肥料偏生产力以基肥减 40%处理最高,分别比 CK、追肥减 20%处理、追肥减 40%处理高20.70%、10.38%和 19.70%。

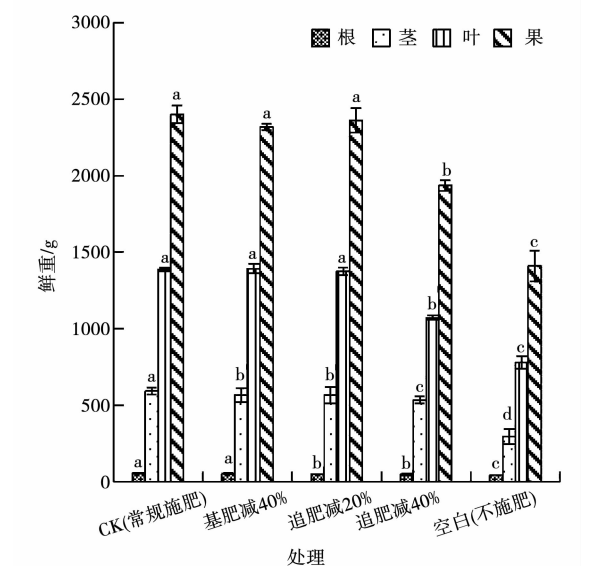


图 1 化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄各器官生物量积累的影响
注:不同字母表示处理间在 P<0.05 水平差异显著。

表 3 化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄肥料利用率的影响

处理	氮肥利用率/%	磷肥利用率/%	钾肥利用率/%	肥料农学利用率/(kg·kg ⁻¹)	肥料偏生产力/(kg·kg ⁻¹)
CK(常规施肥)	25.41±1.24 b	17.30±2.41 b	45.70±2.45 b	39.20±1.24 b	95.20±5.47 c
基肥减 40%	30.62±2.51 a	19.71±1.98 a	52.30±3.51 a	44.91±1.57 a	114.91±8.74 a
追肥减 20%	29.51±1.54 a	18.70±2.47 ab	50.30±2.87 a	41.90±2.47 a	104.10±6.45 b
追肥减 40%	30.11±2.11 a	19.40±1.72 a	51.70±1.98 a	26.01±2.11 c	96.00±7.81 c

2.4 化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄产量及产量构成因素的影响

由表 4 可知,化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄产量及产量构成因素影响显著。单株结果数以追肥减 20%处理最高,分别比 CK、基肥减 40%、追肥减 40%和空白处理高 2.96%、2.21%、14.88 和 33.65%。单果重以 CK 处理最高,其次为基肥减 40%和追肥减 20%处理,且两处间差异不显著,但显著高于追肥减 40%和空白处理。产量以 CK 处理最高,与基肥减 40%和追肥减 20%处理差异未达显著水平,但显著高于其他处理。

表 4 化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄产量及产量构成因素的影响

处理	单株结果数/个	单果重/g	产量/(t·hm ⁻²)
CK(常规施肥)	13.50±1.14 a	177.75±5.12 a	114.25±1.22 a
基肥减 40%	13.60±1.85 a	170.42±9.24 b	110.35±1.10 a
追肥减 20%	13.90±1.01 a	169.87±6.85 b	112.42±0.90 a
追肥减 40%	12.10±0.94 b	160.00±8.31 c	92.17±1.54 b
空白(不施肥)	10.40±1.11 c	135.71±7.31 d	67.19±1.20 c

3 讨论

科学施用化肥的目标是最大限度发挥化肥的正面作用和减少化肥的负面影响。在番茄生产中化肥不合理和过量施用现象十分普遍,这直接降

低了肥料利用率且增加了番茄种植成本,还导致土壤有机质含量下降、速效养分(氮、磷、钾等)逐年积累、土壤次生盐渍化加重、果实和地下水硝酸盐超标等一系严峻的问题^[13-14]。前人研究表明增施生物有机肥可以降低化肥的施用量,有利于番茄生长和增加产量。刘金平等^[15]研究表明,化肥减量 10% 和 20% 增施有机肥,对番茄结果数和单果重影响不显著,有机和无机肥的配施可显著提高番茄株高、茎粗、产量和品质。本研究表明,番茄株高随着化肥施用量的减少而减低,表现为 CK>基肥减 40%>追肥减 20%>追肥减 40%,但 CK、基肥减 40%>空白、追肥减 20% 处理间差异未达显著水平,说明适当地减少化肥用量配施一定的生物菌肥和黄腐酸钾对番茄株高影响不大。基肥减施 40% 处理对番茄茎粗影响不大,同时有效增加了根长。叶节数和果穗数均表现为 CK、基肥减 40% 和追肥减 20% 处理间差异不显著。说明减施化肥增施生物菌肥和黄腐酸钾对番茄茎粗、叶节数和果穗数的影响与 CK 常规施肥处理差异不大。

化肥是保障蔬菜优质高产的基础,但过量施肥超过了番茄吸收需求,会降低肥料利用率和番茄品质,增加生产成本^[16-17]。本研究表明,适量减施化肥增施生物菌肥和黄腐酸钾可提高肥料利用率,肥料农学利用率以基肥减 40% 处理最高,与追肥减 20% 处理差异不显著。肥料偏生产力以基肥减 40% 处理最高,分别比 CK、追肥减 20% 处理、追肥减 40% 处理高 20.70%、10.38% 和 19.70%。生物菌肥的施入可以活化土壤中速效养分,促进番茄植株对养分的吸收积累。在温室连作土壤板结、耕层变浅和病虫害现象严重等情况下,增施生物菌肥和黄腐酸钾能活化、溶解土壤中的矿物质养分,提高连作土壤中的有效养分,增强温室土壤肥力。所以最终单株结果数以追肥减 20% 处理最高,单果重以 CK 处理最高,产量以 CK 处理最高,但与基肥减 40% 和追肥减 20% 处理差异未达显著水平。

4 结论

化肥减量配施生物菌肥和黄腐酸钾可提高肥料利用率,改善番茄生长发育,促进产量的积累。所以设施番茄生产中,在增施生物菌肥和黄腐酸

钾的条件下,减少基施化肥用量 40% 或者减少追肥化肥用量 20% 对设施番茄生长发育和产量影响不大。

参考文献:

- [1] 张洋,李旺雄,刘晓奇,等.施钾量对设施基质栽培番茄生长生理及其产量和品质的影响[J].西北植物学报,2021,41(10):1725-1735.
- [2] 孙晓,姜学玲,崔玉明,等.有机肥替代对设施番茄产量、品质与土壤性质的影响[J].中国瓜菜,2021,34(4):46-52.
- [3] 张丽丽,李继蕊,毕焕改,等.不同土壤 pH 和磷水平下黄腐酸对番茄产量和根际土壤微生态的影响[J].中国蔬菜,2021(11):45-52.
- [4] 刘小媛,杨劲松,姚荣江.化肥减量配施黄腐酸降低盐渍农田 NaCl 含量提高氮磷养分有效性的协同效应[J].植物营养与肥料学报,2021,27(8):1339-1350.
- [5] 郝利,张卫,姜鹏,等.设施番茄化肥农药综合效益与产业效率研究[J].中国农业资源与区划,2020,41(4):260-272.
- [6] 刘光新,张弛.浅析设施农业发展中的问题及对策[J].黑龙江农业科学,2011(11):157-159.
- [7] 辛闯.微生物菌剂在设施番茄上减肥增效的应用效果[J].中国农技推广,2018,34(6):53-55.
- [8] 洪瑜,王芳,刘汝亮,等.长期配施有机肥对灌淤土春玉米产量及氮素利用的影响[J].水土保持学报,2017,31(2):248-252,261.
- [9] 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.
- [10] 张鹏,韦中,朱震,等.生物有机肥对连作番茄和辣椒根际土壤微生物区系及茄科雷尔氏菌的影响[J].南京农业大学学报,2013,36(4):77-82.
- [11] 马慧媛,黄媛媛,刘胜尧,等.微生物菌剂施用对设施茄子根际土壤养分和细菌群落多样性的影响[J].微生物学通报,2020,47(1):140-150.
- [12] 赵晓美,秦义勇,侯丽英,等.EM 生物菌肥对辣椒生长及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2019(11):58-60.
- [13] 唐宇,包慧芳,詹发强,等.化肥减施条件下配施生物有机肥对番茄生长及品质的影响[J].新疆农业科学,2019,56(5):841-854.
- [14] 杨岩,肖建军,徐钰,等.化肥优化条件下设施蔬菜适宜堆肥用量研究[J].河北农业科学,2020,24(4):67-70.
- [15] 刘金平,孙菲菲,王夏,等.减量施肥对番茄生长和品质的影响[J].北方园艺,2021(8):52-56.
- [16] 刘长旭,张静,张云霞,等.化肥减量条件下配施有机肥对设施番茄产量和品质的影响[J].山东农业科学,2021,53(2):79-82.
- [17] 宋以玲,于建,陈士更,等.化肥减量配施生物有机肥对油菜生长及土壤微生物和酶活性影响[J].水土保持学报,2018,32(1):352-360.

Effects of Chemical Fertilizer Reduction Combined with Biofertilizer and Fulvic Acid Potassium on Tomato Growth and Fertilizer Utilization Rate

ZHENG Jian-chao

(Agricultural Science Research Institute of The Twelfth Division of The Xinjiang Production and Construction Corps, Urumqi 830088, China)

Abstract: In order to promote the green and healthy and sustainable development of tomato industry, Horticultural 504 variety of tomato was used as the material under the condition of facility cultivation. Five treatments were designed, including conventional fertilization (CK), basal fertilizer reduction by 40%, top dressing reduction by 20%, top dressing reduction by 40%, and no fertilizer application. The effects of chemical fertilizer reduction combined with biofertilizer and fulvic acid potassium on the tomato growth and fertilizer utilization were studied. The results showed that tomato plant height decreased with the decrease of fertilization basal fertilizer reduction by 40% treatment had little effect on tomato stem diameter. There was no significant difference in the number of leaf nodes and fruit ears between CK, basal fertilizer reduction by 40% and top dressing reduction by 20% treatments. The fertilizer use efficiency of tomato was improved by reducing fertilizer application. The fertilizer use efficiency of basal fertilizer reduction by 40% treatment was the highest, which was not significantly different from that of top dressing reduction by 20% treatment. The partial productivity of basal fertilizer reduction by 40% treatment was the highest, which was higher than that of CK, topdressing reduction by 20% and topdressing reduction by 40% treatments by 20.70%, 10.38% and 19.70%, respectively. The yield of CK treatment was higher, but there was no significant difference compared with the basal fertilizer reduction by 40% and topdressing fertilizer reduction by 20% treatments. To sum up, basal fertilizer reduction by 40% or topdressing fertilizer reduction by 20% treatment had little effect on the growth and yield of facility tomato under the condition of appropriate application of biofertilizer and fulvic acid.

Keywords: tomato; fertilizer reduction; biofertilizer; fulvic acid potassium; fertilizer utilization rate

(上接第 100 页)

Correlation Analysis of Amino Acid Content and Quality Traits in Maize Inbred Lines

NAN Zhi-run, HOU Lei, ZHANG Jie, TIAN Huai-ze

(Maize Research Institute, Shanxi Agricultural University, Xinzhou 034000, China)

Abstract: In order to analyze the components and content of amino acids in inbred lines with different serine contents and evaluate the nutritional quality of maize germplasm resources, 20 inbred lines of fine serine content and agronomic traits differences were selected from 500 maize inbred lines as the research object. Moisture, protein, starch, fat, crude fiber and amino acids of maize inbred lines were determined by near infrared analyzer. Free amino acid content were measured by amino acid analyzer. The quality characters and contents of free amino acids were analyzed. The results showed that the total amino acid content was significantly positively correlated with protein content, and negatively correlated with water content and starch content. Serine content was significantly positively correlated with protein content, lysine content and proline content. The content of free serine was significantly correlated with the limiting amino acids methionine and lysine. In conclusion while increasing the content of serine, the content of protein and lysine were also significantly increased.

Keywords: maize inbred line; serine; amino acid