

有机肥在番茄上的最佳施用量及经济效益研究

李艳宁¹ 李建波¹ 黄少辉² 张晓萌¹

(¹河北省石家庄市藁城区农业技术推广中心,河北石家庄 052160; ²河北省农林科学院农业资源环境研究所)

摘要 为探究有机肥在设施番茄生产中的合理施用量,本试验设置不同底施量的商品有机肥、生物有机肥,通过拟合二次曲线得出番茄的最佳施用量及最佳经济效益。结果表明,商品有机肥的最佳施用量为 24.46 t/hm²,最佳经济效益为 211 450.55 元/hm²;生物有机肥的最佳施用量为 10.60 t/hm²,最佳经济效益为 209 850.78 元/hm²。

关键词 番茄;商品有机肥;生物有机肥;最佳施用量;最佳经济效益

中图分类号 S641.2 **文献标识码** A **文章编号** 1007-5739(2019)11-0055-02

Study on the Optimum Application Amount and Economic Benefit of Organic Fertilizer on Tomato

LI Yan-ning¹ LI Jian-bo¹ HUANG Shao-hui² ZHANG Xiao-meng¹

(¹ Agricultural Technology Extension Center of Gaocheng District, Shijiazhuang City, Hebei Province, Shijiazhuang Hebei 052160;

² Institute of Agricultural Resources and Environment, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences)

Abstract In order to study the reasonable application amount of the organic fertilizer in the facility tomato production, commercial organic fertilizer and bio-organic fertilizer with different base application amount were set in this experiment, the optimum fertilizer amount and the best economic benefit of the tomato were obtained by fitting the quadratic curve. The results showed that the optimum application amount of the commercial organic fertilizer was 24.46 t/hm², and the best economic benefit was 211 450.55 yuan/hm². The optimum application amount of the bio-organic fertilizer was 10.60 t/hm², and the best economic benefit was 209 850.78 yuan/hm².

Key words tomato; commercial organic fertilizer; biological organic fertilizer; optimum fertilizer amount; optimum economic benefit

有机肥具有提高蔬菜产量及品质、改良土壤的作用,长期施用能改善土壤结构,提高地力,对农业可持续发展具有重要意义^[1-4]。合理施用有机肥,能够增加作物产量,提高农产品的市场竞争力^[5-6]。商品有机肥及生物有机肥是当前设施蔬菜主推的有机肥产品。藁城地处河北省西南部、太行山东麓、河北平原中南部^[7],设施蔬菜播种面积为 1.93 万 hm²。根据张彦才等^[8]的研究可知,河北省设施蔬菜普遍存在化肥、有机肥施用量偏高的问题,肥料的过量和不合理施用造成了巨大经济损失,生产效益下降。

近年来,国家越来越重视有机肥的示范推广,藁城区设施蔬菜有机肥的施用比例也逐年提高。但藁城地区农户施肥技术落后,对有机肥最佳施用量及最优经济效益的研究较少。本试验以大棚番茄为研究对象,探讨番茄生产中商品有机肥与生物有机肥的最佳施用量和最佳经济效益,以期为设施蔬菜合理施用有机肥、改善土壤质量、提高蔬菜产量提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验田设在石家庄市藁城区陈家庄一农户番茄大棚内(北纬 38.05019°、东经 114.77317°),试验田肥力水平中等,土壤类型为潮土,土壤质地为砂壤。试验田播种前土壤养分情况为有机质 19.87 g/kg、全氮 1.33 g/kg、速效氮 127 mg/kg、速效磷 88.4 mg/kg、速效钾 124 mg/kg, pH 值 7.7。

1.2 试验材料

供试肥料为商品有机肥(N+P₂O₅+K₂O≥5%、有机质≥45%)、生物有机肥(有效活菌数≥0.20 亿个/g、有机质≥40%)。供试作物为番茄,品种为天丰三号。

基金项目 设施蔬菜有机肥替代化肥项目。

作者简介 李艳宁(1988-),女,河北石家庄人,助理农艺师,从事土壤肥料推广工作。

收稿日期 2019-02-21

1.3 试验设计

本试验共设 12 个处理,分别为底施商品有机肥 15 t/hm²(A₁)、18 t/hm²(A₂)、21 t/hm²(A₃)、24 t/hm²(A₄)、27 t/hm²(A₅)、30 t/hm²(A₆),底施生物有机肥 7.5 t/hm²(B₁)、9.0 t/hm²(B₂)、10.5 t/hm²(B₃)、12.0 t/hm²(B₄)、13.5 t/hm²(B₅)、15.0 t/hm²(B₆),其余施肥按农户常规施肥施用。不设重复,小区随机区组排列,小区面积 90 m²(7.5 m×12.0 m)。

1.4 试验过程

2018 年 7 月 3 日整地,底施硫酸钾复合肥(15-15-15) 600 kg/hm²。7 月 9 日定植,定植密度为 33 000 株/hm²。7 月 15 日冲施生根剂,用量为 30 kg/hm²;7 月 25 日、7 月 30 日、8 月 4 日冲施复合肥(16-6-23),每次施用量为 300 kg/hm²;8 月 10 日、8 月 18 日、8 月 25 日冲施高钾复合肥(16-0-32),每次施用量为 300 kg/hm²;8 月 25 日冲施黄腐酸钾,用量为 150 kg/hm²。根据病虫害发生情况进行病虫害综合防治。9 月 2 日开始采摘上市,11 月 4 日采摘结束。

2 结果与分析

2.1 最佳施用量及产量

以商品有机肥施用量为横坐标,以番茄产量为纵坐标,制作散点图(图 1),并进行两者关系的拟合,得到二元函数 $y = -160.86x^2 + 8\ 008.4x - 42\ 872$ ($R^2 = 0.994\ 0$)。经计算,商品有机肥最佳施用量为 24.89 t/hm²,最佳产量为 56 802.36 kg/hm²。

以生物有机肥施用量为横坐标,以番茄产量为纵坐标,制作散点图(图 2),并进行两者关系拟合,得到二元函数 $y = -546.31x^2 + 11\ 813x - 8\ 423.6$ ($R^2 = 0.944\ 5$)。经计算,生物有机肥最佳施用量为 10.81 t/hm²,最佳产量为 55 435.27 kg/hm²。

2.2 经济效益

按照 2.1 分析得出的商品有机肥最佳施用量(24.89 t/hm²)和最佳产量(56 802.36 kg/hm²)计,在常规施肥不变的情况下,可得出肥料投入成本为 27 223.70 元/hm²,经济效益为 211 346.21 元/hm²。用商品有机肥施用量与经济效益作散

表1 不同处理番茄产量

处理	产量/kg·hm ⁻²	处理	产量/kg·hm ⁻²
A ₁	41 115	B ₁	48 990
A ₂	49 170	B ₂	55 005
A ₃	54 330	B ₃	54 105
A ₄	56 160	B ₄	54 780
A ₅	56 895	B ₅	51 840
A ₆	52 275	B ₆	45 720

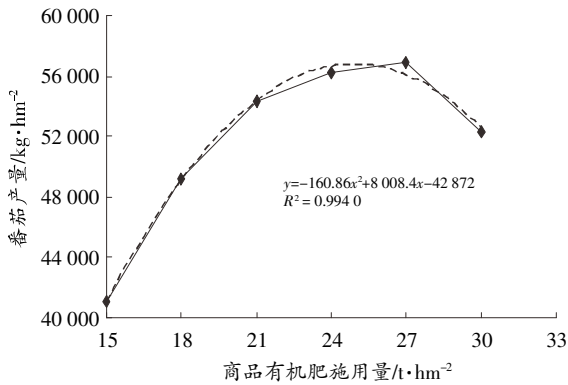


图1 商品有机肥施用量与番茄产量的关系

点图(图3),并进行两者关系的拟合,得到二元函数 $y =$

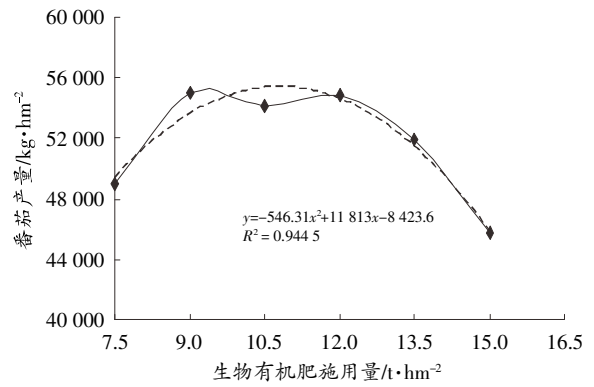


图2 生物有机肥施用量与番茄产量的关系

$-675.63x^2 + 33055x - 192851 (R^2 = 0.9928)$ 。经过计算得出,最佳商品有机肥的施用量为 24.46 t/hm²,最佳的经济效益为 211 450.55 元/hm²。较 2.1 得出的最佳施肥量减少 0.43 t/hm²,经济效益提高 104.34 元/hm²。

按照 2.1 分析得出的生物有机肥最佳施用量(10.81 t/hm²)和最佳产量(55 435.27 kg/hm²)计,在常规施肥不变的情况下,可得出肥料投入成本为 23 057.00 元/hm²,经济效益为 209 771.13 元/hm²。

表2 不同处理番茄经济效益比较

处理	产量/kg·hm ⁻²	番茄价格/元·kg ⁻¹	产值/元·hm ⁻²	化肥投入/元·hm ⁻²	有机肥投入/元·hm ⁻²	经济效益/元·hm ⁻²
A ₁	41 115	4.2	172 683	12 787.5	8 700	151 195.5
A ₂	49 170	4.2	206 514	12 787.5	10 440	183 286.5
A ₃	54 330	4.2	228 186	12 787.5	12 180	203 218.5
A ₄	56 160	4.2	235 872	12 787.5	13 920	209 164.5
A ₅	56 895	4.2	238 959	12 787.5	15 660	210 511.5
A ₆	52 275	4.2	219 555	12 787.5	17 400	189 367.5
B ₁	48 990	4.2	205 758	12 787.5	7 125	185 845.5
B ₂	55 005	4.2	231 021	12 787.5	8 550	209 683.5
B ₃	54 105	4.2	227 241	12 787.5	9 975	204 478.5
B ₄	54 780	4.2	230 076	12 787.5	11 400	205 888.5
B ₅	51 840	4.2	217 728	12 787.5	12 825	192 115.5
B ₆	45 720	4.2	192 024	12 787.5	14 250	164 986.5

注:商品有机肥 580 元/t,生物有机肥 950 元/t,硫酸钾复合肥(15-15-15)4.25 元/kg,生根剂 55 元/kg,复合肥(16-6-23)4.25 元/kg,高钾复合肥(16-0-32)4.75 元/kg,黄腐酸钾 3.25 元/kg。

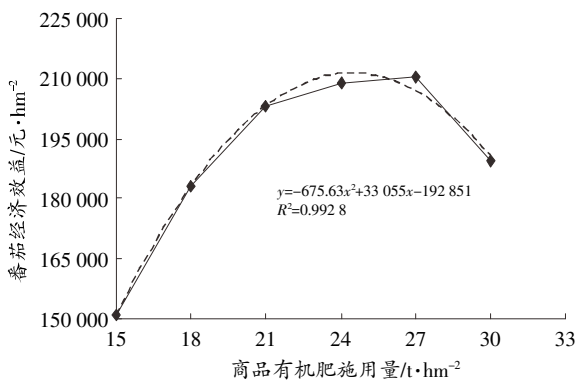


图3 商品有机肥施用量与经济效益的关系

用生物有机肥施用量与经济效益作散点图(图4),并进行两者关系的拟合,得到二元函数 $y = -2294.5x^2 + 48663x - 48167 (R^2 = 0.9518)$ 。经过计算得出,生物有机肥的最佳施用量为 10.60 t/hm²,最佳的经济效益为 209 850.78 元/hm²。较 2.1 得出的最佳施肥量减少 0.21 t/hm²,经济效益提高 79.65 元/hm²。

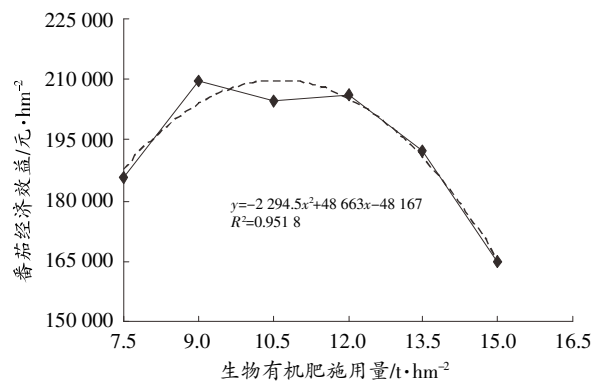


图4 生物有机肥施用量与经济效益的关系

3 结论与讨论

藁城区于 1986 年开始发展蔬菜生产,由于发展较早,加之菜农不合理施肥,导致土壤出现硬化、盐渍化等问题^[9],对农业生态环境和农业可持续发展造成严重影响。在合理施用化肥的基础上,积极推广应用有机肥对缓解土壤生产能力

(下转第 58 页)

表2 不同处理对苹果产量的影响

处理	小区产量/kg·m ⁻²			平均	折合产量 kg·hm ⁻²	较 CK ₁ ±		较 CK ₂ ±	
	I	II	III			增产/kg·hm ⁻²	增幅/%	增产/kg·hm ⁻²	增幅/%
A	4.20	4.20	4.23	4.21	42 100	3 200	8.23	2 500	6.31
B	4.15	4.30	4.21	4.22	42 200	3 300	8.48	2 600	6.57
CK ₁	3.91	3.86	3.91	3.89	38 900			-700	-1.77
CK ₂	3.86	3.92	4.10	3.96	39 600	700	1.80		

B)与清水对照处理(CK₂)、常规对照处理(CK₁)之间差异显著,清水对照处理与常规对照处理之间差异不显著。这说明供试叶面肥对苹果有显著的增产效果。

表3 产量结果方差分析

变异来源	平方和	自由度	方差	F值	F _{0.05}	F _{0.01}
处理间	0.256	3	0.085	16.398**	4.757	9.780
重复间	0.014	2	0.007	1.307	5.143	10.925
误差	0.031	6	0.005			
总和	0.301	11				

注: C=198.86, * 表示有显著差异, ** 表示有极显著差异。

表4 产量的差异显著性测定(LSR法)

处理	小区产量 kg·m ⁻²	差异显著性	
		LSR _{0.05}	LSR _{0.01}
A	4.21	a	A
B	4.22	a	A
CK ₁	3.89	b	B
CK ₂	3.96	b	B

3 结论与讨论

试验结果表明,于5月中旬、6月上旬和7月中旬分3次进行叶面喷施龙灯牌大量元素水溶肥料 b(N+P₂O₅+K₂O≥50.0%, B: 1.0%~3.0%, 产品形态为粉剂)和龙灯牌大量元素水溶肥料 a(N+P₂O₅+K₂O≥50.0%, B+Mn: 0.5%~3.0%, 产品形态为粉剂), 均对苹果有明显的增产效果。与常规对照处理相比, 喷施大量元素水溶肥料 a 增产 3 200 kg/hm², 增幅为 8.23%, 喷施大量元素水溶肥料 b 增产 3 300 kg/hm², 增幅为

8.48%; 与清水对照处理相比, 喷施大量元素水溶肥料 a 增产 2 500 kg/hm², 增幅为 6.31%, 喷施大量元素水溶肥料 b 增产 2 600 kg/hm², 增幅为 6.57%。这说明江苏龙灯农业科技有 限公司生产的大量元素水溶肥 a(N+P₂O₅+K₂O≥50.0%, B: 1.0%~3.0%, 产品形态为粉剂)和大量元素水溶肥 b(N+P₂O₅+K₂O≥50.0%, B+Mn: 0.5%~3.0%, 产品形态为粉剂)对增加苹果产量、改善品质有重要作用, 提高了苹果生产效益, 在生产中有较高的推广应用价值。

4 参考文献

- 王竹良, 李宝忠, 闫振华, 等. 腐植酸水溶肥在苹果树上的施用方法及效果研究[J]. 腐植酸, 2015(3): 12-17.
- 明亮. 大量元素水溶肥对苹果增产效果的初报[J]. 农业与技术, 2016, 36(7): 25-26.
- 廖国蛟. 叶面施肥的作用及其注意事项[J]. 农民致富之友, 2018(17): 72.
- 杨爱华. 新型大量元素水溶肥在番茄上的肥效试验报告[J]. 农业科技与信息, 2018(13): 15-16.
- 杨飞雪. “苏州富美实”腐植酸水溶肥在苹果上对比试验报告[J]. 农业开发与装备, 2016(2): 70.
- 李娜, 李长领, 冯晓一, 等. 果树根外追肥技术[J]. 现代农村科技, 2018(10): 52.
- 孔晓君, 庄美琪, 胡姗姗, 等. 大量元素水溶肥在茶树上的应用效果[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(15): 121-123.
- 何流, 刘晓霞, 于天武, 等. 果实膨大期施用黄腐酸水溶肥对苹果叶片生长、果实品质及产量的影响[J]. 山东农业科学, 2018, 50(4): 79-83.
- 李治林, 李峰, 李文云, 等. 康勃大量元素水溶肥在玉米上的喷施效果分析[J]. 安徽农学通报, 2017, 23(18): 52-53.

(上接第 56 页)

退化、提高蔬菜产量及品质有重要意义^[10]。

本试验结果表明, 不考虑肥料成本的情况下, 将施用量与番茄产量作散点图, 进行两者关系的拟合, 商品有机肥最佳施用量为 24.89 t/hm², 番茄最佳产量为 56 802.36 kg/hm², 经济效益为 211 346.21 元/hm²; 生物有机肥最佳施用量为 10.81 t/hm², 番茄最佳产量为 55 435.27 kg/hm², 经济效益为 209 771.13 元/hm²。

考虑施肥成本的情况下, 将肥料施用量与经济效益结合散点图, 进行两者关系的拟合, 得出最佳商品有机肥的施用量为 24.46 t/hm², 最佳经济效益为 211 450.55 元/hm²; 生物有机肥的最佳施用量为 10.60 t/hm², 最佳经济效益为 209 850.78 元/hm²。

上述结果显示, 在研究作物最佳施肥量的问题时, 考虑施肥成本和考虑施肥成本, 得出的结果之间存在一定的差异。以往最佳施肥量的研究多是不考虑肥料的施用成本^[11-12], 取得最佳施肥量并不是最优施用量, 最佳施肥量应是在考虑施肥成本的前提下进行的研究, 只有这样才能取得最优的经济收益。

本次试验结果表明, 藁城区番茄生产中商品有机肥的

最佳施用量为 24.46 t/hm², 最佳经济效益为 211 450.55 元/hm²; 生物有机肥的最佳施用量为 10.60 t/hm², 最佳经济效益为 209 850.78 元/hm²。

4 参考文献

- 薛玉霞. 生物有机肥功效与优点[J]. 四川农业科技, 2013(10): 45.
- 褚剑峰, 吴爱芳, 叶国华, 等. 商品有机肥在蔬菜生产中的应用情况[J]. 长江蔬菜, 2013(3): 41-43.
- 张英杰, 焦雪辉, 王舒葵, 等. 中国设施果树区域发展[J]. 农业工程技术(温室园艺), 2010(8): 94-100.
- 李莉. 我国设施果树生产现状分析[J]. 山西果树, 2010(6): 41-43.
- 段丽丽, 朱有为. 浙江省商品有机肥发展现状及对策建议[J]. 浙江农业科学, 2013(8): 925-926.
- 杨文叶, 季淑枫, 李丹, 等. 连续施用商品有机肥对耕地质量及蔬菜产量的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2014, 8(31): 319-332.
- 张胜爱, 郝秀琴, 崔爱珍, 等. 不同播种措施对河北冬小麦产量影响研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(15): 98-102.
- 张彦才, 黄绍文, 王丽英, 等. 设施黄瓜番茄施肥技术[N]. 河北农民报, 2014-10-23(A03).
- 杜金钟, 郝月皎. 藁城市耕地资源评价与利用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 108.
- 过慈明, 惠富平. 近代江南地区化肥和有机肥使用变化研究[J]. 中国农史, 2012(1): 55-64.
- 彭艳华, 任可爱, 吴勇, 等. 湘阴辣椒氮肥施用量试验[J]. 中国农技推广, 2018(11): 58-59.
- 赖春莲, 曾宪强, 蓝开玉, 等. 早稻最佳施肥水平试验研究[J]. 江西农业, 2018(20): 16-17.