

有机肥与化肥不同掺混比对咸阳市设施大棚三种叶菜产量及品质的影响

杨静¹, 张俊鹏², 仝玉琴¹, 王晓娥¹, 高莹¹

(1.咸阳职业技术学院, 陕西 西咸新区 712046; 2.咸阳市土壤肥料工作站, 陕西 咸阳 712000)

摘要:为探索有机肥与化肥配施对咸阳市设施大棚三种叶菜产量和品质的影响,以小白菜、菠菜和生菜为供试材料展开研究,通过综合的数据分析,得出三种叶菜在生产中有机肥与化肥最佳比例。结果表明:有机肥与无机肥配合施用对小白菜、菠菜和生菜的株高、单株鲜重、最大叶宽以及叶片数等生物学性状都有很好地促进作用。配施40%有机肥提高三种叶菜产量的效果最为显著,与纯施化肥处理相比分别提高了15.31%、16.92%和20.62%,配施有机肥不同程度地提高了三种叶菜的维生素C、可溶性糖和可溶性蛋白含量,降低了硝酸盐的含量。

关键词:有机肥;化肥;叶菜;产量;品质

中图分类号: G712

文献标识码: A

文章编号: 2019-SY035-(2020)04-004

化肥的使用历史悠久,它在提高全球粮食产量,解决人类温饱问题上发挥了重要作用,然而长期大量单施化肥则会造成土壤理化性质变差,蔬菜作物营养失调、硝酸盐和亚硝酸盐含量累积甚至严重超标、品质下降、风味欠佳^[1-3],还会引起农业环境问题,造成水体污染。而有机肥能在土壤中分解释放有机酸,进而促进作物的养分吸收,提高肥料利用率,增加作物产量,并改良土壤结构、保护环境,在一定程度上可以缓解化肥过量施用带来的问题^[4-6]。用一定量的有机肥料替代部分化学肥料,对于保证作物产量、提高品质、改善土壤理化性质起着重要的作用^[7-8],有机肥在蔬菜生产上的应用越来越广,尤其随着2017年2月8日农业部《关于开展果菜茶有机肥替代化肥行动方案》的通知的印发,国家采取一系列措施进一步鼓励果菜茶生产基地或农户增加有机肥的施用,据调查咸阳地区有相当一部分菜农开始利用有机肥少量替代化肥,而有机肥的施用量及施用方法往往依赖菜农自身经验,缺乏科学依据。

为响应农业部印发《关于开展果菜茶有机肥替代化肥行动方案》的通知精神,探索如何减少化肥施用量,合理施肥,本试验以设施大棚小白菜、菠菜和生菜为材料,研究等氮条件下有机肥与化肥不同掺混比对三种叶菜生长情况、产量、维生素C含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、硝酸盐含量的影响,明确三种叶菜在生产中有机肥与化肥最佳比例,在保证产量和品质的前提下,减少化肥使用量,提高肥料利用率,改善土壤性状,为有机肥替代化肥在蔬菜上的应用推广提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试蔬菜品种及肥料:小白菜为北京盛丰地农业科技发展有限公司生产的‘绿美’青梗小白菜,菠菜为泰安市华泰种业有限公司生产的‘华泰傲冠6078’,生菜为山东华诺种业有限公司生产的‘美国皮托耐寒大速生’。复合肥、有机肥均购自当地经销商。

表1 试验地土壤基本理化性状

层次	pH	有机质 (g·kg ⁻¹)	碱解氮 (mg·kg ⁻¹)	速效磷 (mg·kg ⁻¹)	速效钾 (mg·kg ⁻¹)	全氮 (g·kg ⁻¹)	全磷(%)	全钾 (%)
5~20cm	7.73	13.87	54.37	54.83	131.77	0.86	0.15	0.60

收稿日期: 2020-08-20

基金项目: 陕西省教育厅2019年度专项科学研究计划(19JK0937)

第一作者简介: 杨静(1986—),女,硕士,讲师,主要从事资源环境教学与研究工作。

供试土壤: 试验于2018年9月在陕西省咸阳市曹家寨村进行, 供试土壤类型为黄土质壤土性土, 质地为中壤, 其土壤基本理化性状见表1。

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计, 设置5个不同有机肥和化肥配比处理, 三次重复, 各处理施肥情况如表2所示。有机肥带入的磷钾量不足的部分用过磷酸钙和硫酸钾补齐。共15个小区, 每个小区面积为 $2\text{m} \times 6\text{m}$, 株行距 $30\text{cm} \times 30\text{cm}$, 四周设保护行。在定植前一周对种植土壤进行施肥处理, 氮肥基肥占总氮量的80%, 追肥(在移栽后的第15天追肥)占20%, 有机肥作为基肥一次性施入。将肥料按比例混合均匀洒到小区地表, 而后将肥料翻入 $0 \sim 20\text{cm}$ 的表层土壤中。小白菜于2018年10月9日播种, 11月10日移栽, 11月25日追肥, 12月28日收获计产。菠菜于2018年10月8日播种, 10月25日定苗, 11月10日追肥, 11月28日收获计产。生菜于2018年9月26日播种, 10月30日定植, 11月15日追肥, 12月10日收获计产。其余栽培、灌溉和田间管理措施均按田间习惯方法统一管理, 各地块保持一致, 施肥和定植过程均由人工进行。

表2 不同处理的施肥量 ($\text{kg}/667\text{m}^2$)

处理	小区施肥量		
	养分 N	复合肥 (实际占比)	有机肥 (实际占比)
F_0M_0	0	0 (0%)	0 (0%)
F_1M_0	18	100 (100%)	0 (0%)
F_2M_1	18	80 (80%)	210 (20%)
F_3M_2	18	60 (60%)	421 (40%)
F_4M_3	18	40 (40%)	631 (60%)

1.3 测定指标及方法

(1) 生长情况及产量测定

在三种叶菜收获前1d(即出苗后第31天)每小区随机取样10株, 测定株高、单株鲜重、最大叶宽、叶片数; 收获各小区中间的1m中间的、植株地上部样品, 用以进行实测记产。

(2) 质量和品质的测定

维生素C含量采用2,6-二氯酚法测定, 可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定, 可溶性蛋白含量采

用考马斯亮蓝法测定, 硝酸盐含量采用分光光度计法测定^[9]。

1.4 数据分析

数据采用 Microsoft Excel 2007和 IBM SPSS Statistics 22软件进行单因素方差分析和 LSD、Duncan 多重比较检验。

2 结果与分析

2.1 不同处理对三种叶菜生物学性状及产量的影响

由表3可见, 与对照(F_0M_0)相比, 除最大叶宽以外, 4个处理对小白菜的生长指标均有不同程度的促进, 差异显著。从平均单株鲜重来看, 不同施肥处理分别比对照处理增加了34.77%、40.47%、42.93%和41.67%。 F_3M_2 处理的产量最高, 为 $12387.43\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 不同施肥处理的产量显著高于对照(F_0M_0), F_1M_0 、 F_2M_1 、 F_3M_2 和 F_4M_3 处理比对照分别增加了12.52%、25.41%、29.75%和29.43%, 而掺混不同比例有机肥处理的产量显著高于纯施化肥, F_2M_1 、 F_3M_2 和 F_4M_3 处理分别比 F_1M_0 处理的产量提高了11.46%、15.31%和15.03%。

与对照(F_0M_0)处理相比, 各施肥处理显著提高了菠菜的各项生物学性状及产量, 其中以 F_3M_2 处理表现最佳, 比 F_0M_0 、 F_1M_0 、 F_2M_1 和 F_4M_3 处理的株高分别提高了42.46%、6.83%、4.42%和3.43%, 单株鲜重分别提高了43.07%、12.99%、2.48%和2.33%, 最大叶宽分别增加了64.58%、12.86%、7.19%和9.27%, 叶片数分别增加了22.45%、10.51%、5.48%和2.00%, 产量分别提高了57.78%、16.92%、10.91%和7.25%, 施用有机肥与单施化肥相比可以显著提高菠菜的单株鲜重。

配施有机肥可以显著提高生菜的株高、单株鲜重以及叶片数。除了叶片数之外, F_3M_2 处理的各项指标都是最高的, 单株鲜重达到174.73g, 最大叶宽为18.20cm, 显著高于其他各处理, 产量为 $18676.33\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$, 比 F_0M_0 、 F_1M_0 、 F_2M_1 和 F_4M_3 处理分别提高了40.65%、20.62%、13.88%和6.20%。

表3 有机肥与化肥不同掺混比对三种叶菜生物学性状及产量的影响

种类	处理	株高 cm	单株鲜重 g	最大叶宽 cm	叶片数	产量 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$
小白菜	F_0M_0	13.86 a	22.47 a	5.77 a	5.70 a	9547.37 a
	F_1M_0	22.46 b	35.77 b	7.97 ab	7.17 b	10742.60 b

	F ₂ M ₁	22.36 b	41.47 bc	8.20 ab	8.50 c	11973.37 c
	F ₃ M ₂	23.16 b	43.93 c	9.40 b	8.67 c	12387.43 c
	F ₄ M ₃	24.43 b	42.67 bc	10.50 b	8.87 c	12357.23 c
	F ₀ M ₀	17.57 a	32.90 a	4.80 a	8.33 a	10356.00 a
	F ₁ M ₀	23.43 b	41.70 b	7.00 b	9.23 b	13975.67 b
菠菜	F ₂ M ₁	23.97 bc	45.93 c	7.37 bc	9.67 bc	14732.67 bc
	F ₃ M ₂	25.03 c	47.07 c	7.90 c	10.20 c	16340.33 d
	F ₄ M ₃	24.20 bc	46.00 c	7.23 b	10.00 c	15236.00 c
	F ₀ M ₀	15.80 a	117.10 a	14.17 a	12.77 a	13278.33 a
	F ₁ M ₀	19.70 b	139.43 b	15.87 b	14.60 b	15483.67 b
生菜	F ₂ M ₁	21.87 c	161.73 c	17.17 cd	16.33 c	16399.33 b
	F ₃ M ₂	22.03 c	174.73 d	18.20 d	16.40 c	18676.33 d
	F ₄ M ₃	21.87 c	167.63 c	16.13 bc	17.70 d	17586.67 c

注：表中同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著。下同。

2.2 不同处理对三种叶菜品质的影响

如表4所示，小白菜维生素C和可溶性糖含量均以F₃M₂和F₄M₃最高，显著高于对照（F₀M₀）及F₁M₀处理，说明有机肥和化肥配合施用可以提高小白菜中维生素C以及可溶性糖的含量。与对照（F₀M₀）处理

相比，施肥可以显著提高小白菜的可溶性蛋白含量，F₁M₀、F₂M₁、F₃M₂和F₄M₃分别比对照处理提高了68.24%、60.16%、89.37%和85.33%。F₃M₂和F₄M₃处理的硝酸盐含量最低，并且显著低于其他处理，说明施用有机肥可以降低小白菜的硝酸盐含量。

表4 有机肥与化肥不同掺混比对三种叶菜品质的影响

种类	处理	维生素C mg · kg ⁻¹	可溶性糖 g · kg ⁻¹	可溶性蛋白 g · kg ⁻¹	硝酸盐 g · kg ⁻¹
小白菜	F ₀ M ₀	65.23 a	11.93 a	7.43 a	2.92 b
	F ₁ M ₀	66.33 a	12.80 ab	12.50 bc	2.57 b
	F ₂ M ₁	82.87 b	13.93 b	11.90 b	2.63 b
	F ₃ M ₂	91.43 c	15.57 c	14.07 c	2.10 a
	F ₄ M ₃	90.60 c	15.77 c	13.77 c	1.97 a
菠菜	F ₀ M ₀	282.33 a	5.53 a	7.90 a	0.35 a
	F ₁ M ₀	293.00 a	6.83 b	8.80 a	0.43 c
	F ₂ M ₁	312.33 b	7.40 b	16.53 b	0.40 b
	F ₃ M ₂	319.67 b	10.00 c	22.30 c	0.39 b
	F ₄ M ₃	318.67 b	9.80 c	22.30 c	0.37 ab
生菜	F ₀ M ₀	53.50 a	4.63 a	16.73 a	0.55 bc
	F ₁ M ₀	59.33 b	6.30 b	18.10 a	0.58 d
	F ₂ M ₁	68.00 c	7.23 c	21.60 bc	0.577 cd
	F ₃ M ₂	71.50 d	7.53 c	22.37 c	0.54 ab
	F ₄ M ₃	70.33 cd	6.90 bc	20.37 b	0.52 a

施用有机肥之后菠菜的维生素C、可溶性糖及可溶性蛋白含量都有不同程度的增加，F₃M₂处理的维生素C和可溶性蛋白含量是最高的，分别达到了91.43mg · kg⁻¹和14.07g · kg⁻¹，与其他处理相比较差异达到了显著水平。纯施化肥菠菜的硝酸盐含量是最高的，达到0.43g · kg⁻¹，显著高于其他处理。

F₃M₂处理下生菜的维生素C、可溶性糖及可溶性蛋白含量都是最高的，分别达到了71.50mg · kg⁻¹、7.53g · kg⁻¹和22.37g · kg⁻¹，施用有机肥可以显著提高生菜的维生素C可溶性蛋白含量。F₄M₃处理的硝酸盐含量是最低的，为0.52g · kg⁻¹。说明施用有机肥还可以有效降低生菜硝酸盐含量。

3 讨论与结论

目前,国内外有很多试验涉及到不同比例有机肥与无机肥配施对产量及品质的影响^[5,10-13],大多数研究者认为并非有机肥施入越多效果越好,而是存在一个最佳配比。王艳博等^[14]研究发现,有机无机肥(商品)配施后菠菜收获期生物量显著高于纯化肥和有机肥处理。靳亚忠等^[11]研究发现,施用有机肥以及有机无机肥料配施,小白菜能获得与施用化肥更高或持平的单株产量。范美蓉等^[15]研究表明,有机无机复混肥(商品)能显著提高莴苣和小白菜的产量,增加可食部分维生素C、可溶性糖、蛋白质和氨基酸的含量。本试验发现,有机肥与无机肥配合施用对小白菜、菠菜和生菜的株高、单株鲜重、最大叶宽以及叶片数等生物学性状都有很好地促进作用,这与赵易艺等^[8]的研究结果一致。配施40%有机肥可以有效提高三种叶菜的产量,这与王冰清等^[16]研究结论一致。

有机肥作为一种缓效氮肥,其氮源主要是有机氮,施入土壤经微生物逐渐分解成速效养分后,为蔬菜吸收利用,而可供作物吸收的硝态氮量不多,单独施用或与其他无机肥适量配合施用明显降低了蔬菜硝酸盐含量,有机肥能增加小白菜维生素C和可溶性糖含量^[17-19]。本研究发现配施有机肥可以提高三种叶菜的维生素C、可溶性糖和可溶性蛋白含量,降低硝酸盐的含量,提高了食用口感,从而改善了蔬菜的品质,尤以配施40%有机肥处理最佳。作物硝酸盐含量与土壤矿质氮含量呈正相关,有机肥配施不仅减少了化肥氮含量,而且提高了土壤微生物数量和活性,固定了一部分无机氮,避免了生菜吸收过多的氮素形成硝酸盐^[20]。

参考文献

- [1]田晋文,吴美玲.黔西北农业园区生菜最佳施肥配方研究[J].湖北农业科学,2019,58(05):39-41+46.
- [2]汤桂容,周旋,田昌,等.有机无机氮肥配施对蔬菜产量、品质及经济效益的影响[J].生态学杂志,2017,36(05):1292-1299.
- [3]Ju XT,Kou CL,Christie P,et al. 2007. Changes in the soil environment from excessive application of fertilizers and manures to two contrasting intensive cropping systems on the North China plain. *Environmental Pollution*, 145:497-506.
- [4]陈龙杰.小白菜施用不同有机肥的产量及效益比较分析[J].亚热带植物科学,2017,46(01):92-95.
- [5]周柳强,谭宏伟,黄美福,等.有机肥、化肥及其配施对生菜产量和质量的影响[J].广西农业科学,2008(02):192-195.
- [6]Zhang H,Xu M,Zhang F. 2009. Long-term effects of manure application on grain yield under different cropping systems and ecological conditions in China.*Journal of Agricultural Science*,147:31-42.
- [7]罗佳,黄兴学,林处发,等.有机肥替代部分化肥对生菜产量和品质的影响[J].农业开发与装备,2018(09):126-128.
- [8]赵易艺,张玉平,刘强,等.有机肥和生物炭对旱地土壤养分累积利用及小白菜生产的影响[J].中国农学通报,2016,32(14):119-125.
- [9]赵跃,黄楠,刘继培,等.优化施肥对京郊地区设施生菜产量、品质及土壤速效养分的影响[J].中国瓜菜,2019,32(09):42-44+53.
- [10]Worthington V.2001.Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains.*Journal of Alternative and Complementary Medicine*,7:161-173.
- [11]靳亚忠,何晓蕾,何淑平,等.2009.有机肥和无机肥配施对小白菜生长和硝酸盐积累的影响.北方园艺,(11):30-32.
- [12]Jones D L, Rousk J, Edwards-Jones G, et al. Biochar-mediated changes in soil quality and plant growth in a three year field trial[J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 2012,45:113-124.
- [13]Verheijen F,Jeffery S,Bastos A C,et al. Biochar application to soils: A critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions[J]. Joint Research Centre, Ispra, Italy, 2010.
- [14]王艳博,黄启为,孟琳,等.2006.有机无机肥料配施对盆栽菠菜生长和土壤供氮特性的影响.南京农业大学学报,29(3):44-48.
- [15]范美蓉,刘强,谢桂先,等.2006.有机无机复混肥对小白菜作用效果和机理的研究.土壤通报,37(4):732-736.
- [16]王冰清,尹能文,郑绵涛,等.化肥减量配施有机肥对蔬菜产量和品质的影响[J].中国农学通报,2012,28(1):242-247.
- [17]周焱,罗安程.2004.有机肥对大棚蔬菜品质的影响.浙江农业学报,16(4):210-212.
- [18]艾绍英,姚建武,黄小红,等.2002.蔬菜硝酸盐的还原转化特性研究.植物营养与肥料学报,8(1):40-43.
- [19]王建湘,周杰良.2007.不同有机肥种类对小白菜品质及产量的影响.上海蔬菜,(1):63-64.
- [20]高宝云,吴秀宁,张军,等.大量元素水溶肥料对生菜产量及生理特性的影响[J].陕西农业科学,2018,64(06):40-42.