

生态有机肥对日光温室西葫芦产量、品质及经济效益的影响

司东霞, 吕福堂, 戴保国, 张敏

(聊城大学 农学院, 山东 聊城 252059)

摘要:以西葫芦品种“碧绿”为供试作物,以单施化肥和鸡粪配施化肥的农民传统施肥为对照,研究了生态有机肥不同用量及其与化肥配施对日光温室西葫芦产量品质及经济效益的影响。结果表明:在栽培年限6年的高龄温室中,与鸡粪配施化肥的传统施肥方式相比,单施生态有机肥可获得与其相近的较高的产量,生态有机肥用量 37.5 t/hm^2 时,产量提高5.4%;大量施用生态有机肥并配施化肥,产量降低。不同的品质指标对施肥方式的反应存在差异。生态有机肥用量 56.3 t/hm^2 与化肥配施,果实的维生素C含量最高;传统施肥方式增加了果实的可溶性糖和可溶性蛋白质含量;单施化学肥料果实的 NO_3^- 含量最高,生态有机肥单施或与化肥配施均可有效降低 NO_3^- 含量。从施肥方式对果实品质的综合影响分析,生态有机肥用量 56.3 t/hm^2 并配施化肥,可获得较高的果实品质。除单施生态有机肥 18.8 、 37.5 t/hm^2 分别可产生0.66万、0.15万元/ hm^2 的纯收益增量外,其它生态有机肥处理均不同程度的降低了生产的纯收益,这与生态有机肥生产过程中附加了二次加工的成本有关。

关键词:生态有机肥;日光温室;西葫芦;产量品质;经济效益

中图分类号:S 141.4;S 642.526.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)01-0147-06

过量施肥是温室蔬菜栽培中存在的突出问题。近年对山东寿光的设施大棚的调查结果表明,在目前设施蔬菜栽培条件下,尤其在栽培年限较长的高龄温室中,化肥的施用对蔬菜生产已没有明显的增产作用,而有机肥的投入表现出明显的增产效果^[1]。由此,在设施蔬菜栽培中,有机肥料的施用越来越受到人们的重视。国内外已有较多的研究结果证明,施用有机肥料在温室蔬菜产量的提高和产品品质的改善方面具有重要作用^[2-4],但不同种类的有机肥料及其施用方式对蔬菜产量和品质产生的影响不同。

利用畜禽粪便、秸秆、农副产品和食品加工的固体废物以及城市有机垃圾等经微生物发酵、除臭和腐熟后加工而成的商品有机肥(生态有机肥),对提高有机肥料的养分含量、降低氮素养分损失、减轻环境污染、加快有机养分在自然界中的循环过程、改善土壤理化性质、保持土壤的可持续利用具有重要作用^[5-6]。生态有机肥的生产和施用已成为发展生态、可持续农业和生产绿色食品的一项重要措施。但由于不同生态有机肥产品的原

料、组分不同,肥效存在较大的差异,进行生态有机肥的应用效果与施肥技术研究具有重要的现实意义。

“绿源”生态有机肥是以家畜粪便及花生壳、玉米秸秆等农业废弃物为原料经高温发酵制成的商品有机肥。该试验以“绿源”生态有机肥为供试肥料,在日光温室栽培条件下,研究其不同用量及与化肥配施对西葫芦产量和果实品质的影响,并对其经济效益进行评价,为设施栽培中科学施肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试西葫芦品种为“碧绿”。试验于2013年10月至2014年4月在聊城市阳谷县石佛镇陈集村日光温室中进行。供试生态有机肥全氮(N)含量1.80%,全磷(P_2O_5)2.24%,全钾(K_2O)1.78%。鸡粪全氮(N)、全磷(P_2O_5)、全钾(K_2O)含量分别为1.59%、4.15%、1.55%。试验用尿素(46%)、二铵(18-46-0)和复合肥(15-15-15)为市售常规肥料。

试验用日光温室栽培年限6年,前茬作物为黄瓜。供试土壤为潮土,母质为黄河冲积物,富含碳酸钙,0~20 cm耕层土壤中, $<0.01\text{ mm}$ 的矿质颗粒为33.3%,土壤质地为中壤土,有机质(C)9.238 g/kg,全N含量0.955 g/kg,碱解氮含量80 mg/kg,速效磷131 mg/kg,速效钾266 mg/kg,硝态氮33 mg/kg,全盐0.122%,电

第一作者简介:司东霞(1969-),女,博士,副教授,现主要从事养分资源管理与植物营养等研究工作。E-mail:sidongxia@126.com

基金项目:山东省自然科学基金资助项目(ZR2011CM007)。

收稿日期:2015-09-24

导率 0.28 mS/cm, pH 7.84。

1.2 试验方法

试验采用随机区组设计,共设 10 个处理(表 1),重复 3 次,小区面积 9.2 m²。试验处理中鸡粪和化学肥料均按当地农民习惯用量施用,对照 1(CK_f)为仅施化肥的处理,对照 2(CK_{con})为农民传统处理,有机肥(鸡粪)和化肥配合施用,O_{1f}~O_{4f}为生态有机肥不同用量与化肥配合处理,O₁~O₄为单施生态有机肥不同用量的处理。

表 1

试验设计

Table 1

Experimental design

处理 Treatment	基肥 Basal/(t·hm ⁻²)				追肥 Topdressing/(t·hm ⁻²)		
	生态有机肥 Eco-organic fertilizer	鸡粪 Chicken manure	二铵 Diammonium phosphate	复合肥 Compound fertilizer	生态有机肥 Eco-organic fertilizer	尿素 Urea	复合肥 Compound fertilizer
CK _f	—	—	0.85	0.85	—	1.56	1.56
CK _{con}	—	37.5	0.85	0.85	—	1.56	1.56
O _{1f}	18.8	—	0.85	0.85	—	1.56	1.56
O _{2f}	37.5	—	0.85	0.85	—	1.56	1.56
O _{3f}	56.3	—	0.85	0.85	—	1.56	1.56
O _{4f}	75.0	—	0.85	0.85	—	1.56	1.56
O ₁	14.1	—	—	—	4.7	—	—
O ₂	28.1	—	—	—	9.4	—	—
O ₃	42.2	—	—	—	14.1	—	—
O ₄	56.3	—	—	—	18.8	—	—

1.3 项目测定

果实采收期间,每小区单独称重计产并统计果数,计算产量、单株结果数、单果重及单株产量,计产时间为 2014 年 1 月 13 日至 4 月 17 日。2014 年 3 月 18 日(盛果期),每小区选择代表性果穗 3 个,取果穗中段混合样,测定果实品质。维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定,可溶性糖含量采用蒽酮法测定,可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定,果实 NO₃⁻含量采用紫外分光光度法测定。同时,按照主要品质指标重要性次序,采用加权法进行综合评分(满分 100 分),各项指标满分分别为:维生素 C 40 分、可溶性糖 20 分、可溶性蛋白质 20 分、NO₃⁻ 20 分。收获结束后,根据试验当年的产品和肥料的市场价格按下式计算经济效益。纯收益=

追施的化学肥料分 4 次进行(包括 CK_f、CK_{con}、O_{1f}~O_{4f}共 6 个处理),每次用量相同,时间分别为 2014 年 1 月 12 日、1 月 26 日、2 月 14 日和 3 月 2 日。处理 O₁~O₄ 追施生态有机肥于 2014 年 1 月 12 日 1 次完成。西葫芦于 2013 年 10 月 10 日播种育苗,11 月 3 日移栽,栽培密度 72 cm×57 cm,折合 24 318 株/hm²,2014 年 4 月 28 日收获结束,全田间生育期 166 d。西葫芦生长期间,灌水和病虫害防治均按当地种植习惯进行。

总收入—总投入[有机肥投入+化肥投入];收益增加=各处理纯收益—传统处理纯收益;相对收益(%)=各处理纯收益/传统处理纯收益×100。

1.4 数据分析

试验数据均采用 Excel 进行处理,用 SPSS 20.0 统计软件进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 产量及其构成

日光温室栽培条件下,单施生态有机肥不同用量的 4 个处理(O₁~O₄)与单施化肥的对照 1(CK_f)均可获得与农民传统处理 CK_{con}相近的产量(表 2),生态有机肥与化肥配施的处理 O_{1f}、O_{2f}、O_{3f}与农民传统处理的产量差

表 2

产量及其构成

Table 2

Fruit yield and components of different treatments

处理 Treatment	单株瓜数 Fruits number per plant	产量构成 Yield component		产量 Fruit yield (t·hm ⁻²)	相对产量 Relative yield (vs CK _{con}) /%
		单果重 Fresh weight per fruit/g	单株产量 Fruit yield per plant/(kg·株 ⁻¹)		
CK _f	15.1a	290.5ab	4.402a	107.1a	102.6
CK _{con}	14.4ab	297.4a	4.290a	104.3a	100.0
O _{1f}	14.3ab	281.1b	4.026ab	97.9ab	93.8
O _{2f}	14.1ab	289.1ab	4.084ab	99.3ab	95.2
O _{3f}	14.3ab	291.5ab	4.153ab	101.0ab	96.8
O _{4f}	13.2b	285.8ab	3.782b	92.0b	88.2
O ₁	14.9a	289.0ab	4.300a	104.6a	100.2
O ₂	15.2a	297.3a	4.523a	110.0a	105.4
O ₃	14.8a	295.4ab	4.368a	106.2a	101.8
O ₄	14.8a	292.9ab	4.330a	105.3a	100.9

注:相对产量(%)=各施肥处理产量/农民传统施肥处理 CK_{con}产量×100;同一列中相同的字母表示不同处理间差异不显著(P>0.05)。

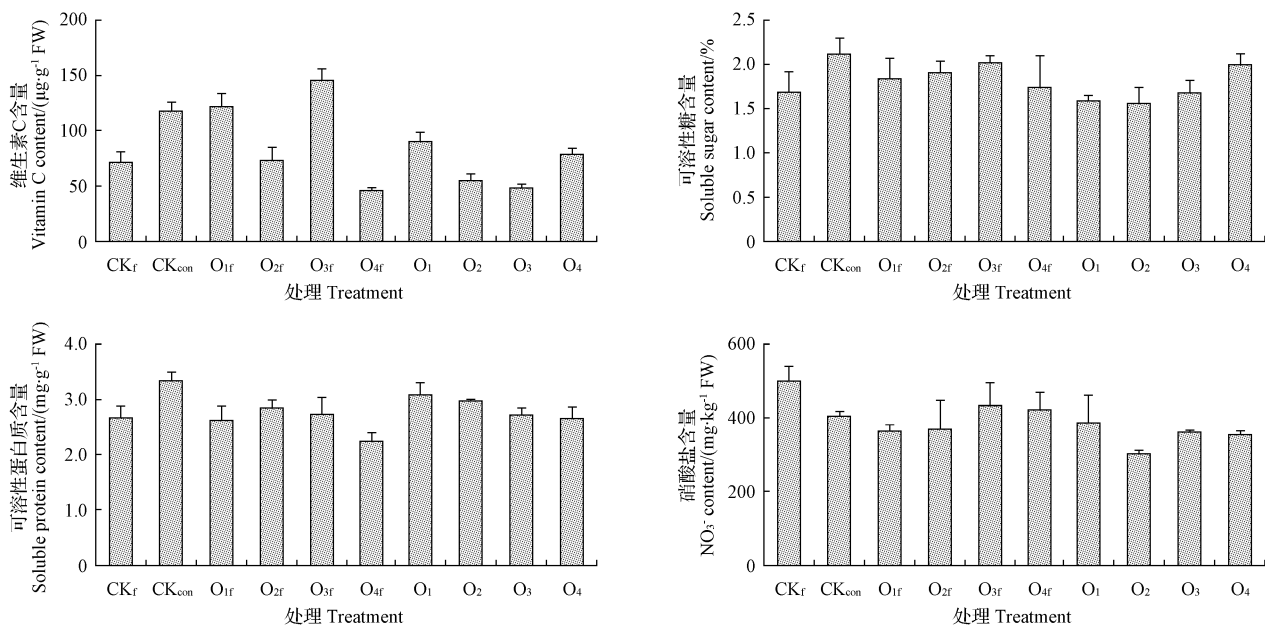
Note:Relative yield(%)=Yield of each fertilized treatment/yield of farmers' conventional fertilization treatment×100. The same letter in the same column means no significant difference between treatments (P>0.05).

异不显著,大量施用生态有机肥配合化肥施用的处理 O_{4f} ,产量显著降低。与农民传统处理 CK_{con} 相比,从各处理的相对产量来看, O_2 处理的增产的幅度最大,为 5.4%, O_{4f} 则可降低产量 11.8%。单施生态有机肥不同用量与单施化肥处理的单株结瓜数较多,与 CK_{con} 及 O_{1f} 、 O_{2f} 、 O_{3f} 差异未达显著水平,但显著多于 O_{4f} 处理。 O_2 和 CK_{con} 单果重显著高于 O_{1f} ,与其它处理无显著性差异。

2.2 果实品质

生态有机肥与化肥的施用显著影响了日光温室西葫芦果实的品质(图 1)。从不同处理的主要品质指标分

析,生态有机肥和化肥配施的 O_{3f} 处理的维生素 C 含量最高,其次是 CK_{con} 和 O_{1f} , O_{4f} 和 O_3 处理的维生素 C 含量最低。农民传统处理 CK_{con} 果实的可溶性糖和可溶性蛋白质含量较高,其可溶性糖含量与单施生态有机肥的 O_4 处理和其它 3 个生态有机肥和化肥配合的处理差异不显著,单施生态有机肥用量较低的 O_1 和 O_2 处理的可溶性糖含量最低,而 O_1 可溶性蛋白质含量与 CK_{con} 差异不显著。单施化学肥料(CK_f)果实 NO_3^- 含量最高,生态有机肥单施或与化肥配施均可有效降低 NO_3^- 含量, O_{3f} 与 O_{4f} 处理与 CK_f 差异未达显著水平。



注:各处理的误差线为3次重复的标准差。

Note: Bars were SD value of three replicates with each treatment.

图1 果实主要品质指标

Fig. 1 Fruit main quality indexes of different treatments

通过不同处理对果实品质的影响结果来看,生态有机肥不同用量及其与化肥配施对不同品质指标的影响存在差异,由此,根据主要品质指标重要性次序,采用加权法对果实的品质指标进行综合评分。由表3可知,生态有机肥与化肥配施的 O_{3f} 处理得分最高,为 58.1 分,其次为 CK_{con} 处理,生态有机肥用量最大且与化肥配施的处理 O_{4f} 综合得分最低,仅 25.7 分。单施生态有机肥的各处理得分在 31.1~43.1,与对照 1(CK_f) 得分持平或略高。

2.3 经济效益

由于生态有机肥生产过程中附加了 2 次加工的成本,与农民传统处理相比,生态有机肥配合化肥的 4 个处理纯收益减少 2.81 万~11.46 万元/hm²(表 4),随生态有机肥用量的增加,纯收益降低的幅度加大。单

施生态有机肥情况下, O_1 和 O_2 处理分别比 CK_{con} 增加 0.66 万、0.15 万元/hm² 的收入,继续增加生态有机肥的用量,纯收益减少。单施化学肥料的 CK_f 纯收益较高,比 CK_{con} 增加 2.37 万元/hm²。

3 讨论

施肥是温室蔬菜栽培重要的增产措施之一,随栽培年限的推移,也成为蔬菜生产中存在的突出问题。刘苹等^[1]对我国主要蔬菜生产基地山东省寿光市具有代表性的 51 个设施大棚进行问卷调查,分析了化肥和有机肥施用对蔬菜产量的影响,结果表明,寿光市设施大棚化肥施用量过大,肥料养分周年投入量平均为 N 3 338 kg/hm²、P₂O₅ 1 710 kg/hm²、K₂O 3 446 kg/hm²,是当地小麦-玉米轮作体系的 6~14 倍,且化肥的投入对蔬菜产量没有显著影响,而有机肥投入对蔬菜表现出明显的增产效

表 3

果实主要品质指标综合评价

Table 3

Comprehensive evaluation of main quality indexes of fruit

处理 Treatment	维生素 C Vitamin C	可溶性蛋白质 Soluble protein	硝酸盐 NO ₃ ⁻	可溶性糖 Soluble sugar	综合得分 Comprehensive scores
CK _f	19.6	16.1	-20.0	16.0	31.8
CK _{con}	32.2	20.0	-16.3	20.0	55.9
O _{1f}	33.4	15.8	-14.6	17.4	52.0
O _{2f}	20.1	17.2	-14.8	18.0	40.5
O _{3f}	40.0	16.5	-17.4	19.1	58.1
O _{4f}	12.7	13.5	-16.9	16.4	25.7
O ₁	25.0	18.6	-15.4	14.9	43.1
O ₂	15.1	17.9	-12.2	14.6	35.4
O ₃	13.3	16.4	-14.5	15.9	31.1
O ₄	21.6	16.0	-14.2	18.8	42.2

表 4

经济效益分析

Table 4

Economic return analysis of different treatments

处理 Treatment	总收入 Total income	投入 Input/(万 RMB·hm ⁻²)			纯收益 Economic return	收益增加 Economic return increase	相对收益 Relative economic return
	/(万 RMB·hm ⁻²)	有机肥 Organic fertilizer	化肥 Chemical fertilizer	总投入 Total	/(万 RMB·hm ⁻²)	(vs CK _{con})/(万 RMB·hm ⁻²)	(vs CK _{con})/%
CK _f	34.26	0.00	1.34	1.34	32.92	2.37	107.8
CK _{con}	33.39	1.50	1.34	2.84	30.55	0.00	100.0
O _{1f}	31.33	2.25	1.34	3.59	27.74	-2.81	90.8
O _{2f}	31.78	4.50	1.34	5.84	25.94	-4.61	84.9
O _{3f}	32.31	6.75	1.34	8.09	24.23	-6.32	79.3
O _{4f}	29.43	9.00	1.34	10.34	19.09	-11.46	62.5
O ₁	33.46	2.25	0.00	2.25	31.21	0.66	102.2
O ₂	35.20	4.50	0.00	4.50	30.70	0.15	100.5
O ₃	33.99	6.75	0.00	6.75	27.24	-3.31	89.2
O ₄	33.69	9.00	0.00	9.00	24.69	-5.86	80.8

注:用于计算经济效益的产品和肥料价格按当年市场价格计,西葫芦 3.2 元/kg,生态有机肥 1.2 元/kg,鸡粪(风干)0.4 元/kg,复合肥 3.0 元/kg,二铵 3.2 元/kg,尿素 2.2 元/kg。

Note: The products and fertilizer prices used to calculate economic return were according to its market prices in the experimental year, pumpkin price was 3.2 RMB/kg, eco-organic fertilizer 1.2 RMB/kg, chicken manure (air drying) 0.4 RMB/kg, compound fertilizer 3.0 RMB/kg, diammonium phosphate 3.2 RMB/kg, urea 2.2 RMB/kg.

果。已有很多国内外的研究结果证明,有机肥料的施用
在温室蔬菜产量的提高和品质的改善方面具有重要作用,但不同种类的有机肥料及其施用方式对蔬菜生产产生的影响是不同的。如 GRAVEL 等^[2]研究了日光温室施用堆肥和牛粪并配施适量化肥的有机栽培方式与单施化肥的传统施肥方式对番茄产量和品质的影响,结果表明,有机栽培可以获得与传统施肥相近的产量和品质。徐福利等^[7]报道,栽培年限为 3 年的日光温室,与单施化学肥料相比,单施有机肥可显著促进黄瓜植株生长,增加茎粗、蔓长、叶片数和结果数,提高叶片的光合作用,增加产量 5.1%。王鸿磊等^[3]对日光温室黄瓜的研究结果表明,施用有机物料与化肥配合生产的黄瓜专用生物有机肥的黄瓜产量较单施化肥提高 15.5%,并可明显提高果实维生素 C、可溶性糖、可溶性蛋白质和游离氨基酸的含量,显著提高黄瓜品质。崔新卫等^[8]报道,25%的有机氮肥和 75%的无机氮肥可增加茄果的产量。李吉进等^[9]研究表明,适量施用有机肥能显著地促进番茄的生长发育,增产效果显著,同时,增加了番茄果实的可溶性糖、可溶性固形物、维生素 C 含量以及糖酸比,降低了硝酸盐含量,从而提高了番茄的品质,但过多的有

机肥投入无济于产量和品质的进一步增长,还可能存在着环境污染风险,相近的研究结果在温室黄瓜施肥研究中也得到了证明^[4,10]。

该试验在栽培年限 6 年的高龄温室中,与鸡粪配施化肥的传统施肥方式相比,单施生态有机肥即可获得相近的产量,生态有机肥用量为 37.5 t/hm² 时,西葫芦产量提高 5.4%。在不同施肥方式对西葫芦品质的影响方面,不同品质指标对施肥方式的反应存在差异,生态有机肥用量 56.3 t/hm² 与化肥配施,果实的维生素 C 含量最高,鸡粪配施化肥的传统施肥方式增加了果实的可溶性糖和可溶性蛋白质含量,单施化学肥料果实 NO₃⁻ 含量最高,生态有机肥单施或与化肥配施均可有效降低 NO₃⁻ 含量。从施肥方式对果实品质的综合影响分析,生态有机肥用量 56.3 t/hm² 并配施化肥,可获得较高的果实品质。

在施用生态有机肥的经济效益方面,闫宁等^[11]研究表明,施用生物有机肥配合施用少量化肥与传统单施化肥相比,日光温室黄瓜的产量和产值分别增加了 29.4% 和 72.6%,肥料投入的成本降低了 0.12 万元/hm²。朱红霞^[10]报道,与单施化肥相比,商品有机肥配合施用化

肥净收益增加 0.14 万~0.54 万元/hm²。该试验条件下,与农民传统施肥方式相比,除单施生态有机肥 18.8、37.5 t/hm² 分别可产生 0.66 万、0.15 万元/hm² 的纯收益增量外,其它生态有机肥处理均不同程度的降低了生产的纯收益,尤其是生态有机肥用量最大并配施化肥的处理,纯收益降低高达 11.46 万元/hm²,这与生态有机肥生产过程中附加了二次加工的成本有关。由此可见,生态有机肥在蔬菜生产中的经济效益仍具有不确定性,优质、廉价的生态有机肥有待于进一步研发。

日光温室蔬菜生产中,由于不合理的施用化学肥料,土温升高带来的有机质矿化速度加快等原因,土壤盐分累积、养分供应不均衡和土壤有机质下降等土壤退化现象随栽培年限的延长愈加严重,温室土壤的可持续利用受到威胁^[12],施用有机肥料成为改良温室土壤的重要措施。GE 等^[6] 3 年的连续试验结果表明,日光温室条件下,单施猪粪或商品有机肥的有机管理模式,土壤有机质、速效磷、全氮、阳离子代换量和蔗糖酶、碱性磷酸酶等均有所提高,改善了土壤质量,提高了土壤肥力。NETT 等^[13] 通过盆栽试验研究了农家有机肥料的短期氮素释放特性,发现与不施有机肥料的土壤相比,长期施用农家有机肥料的土壤对新加入有机肥料的短期氮素的总释放量影响不大,但显著提高了未被土壤微生物固定的氮素。ZHAO 等^[14] 研究结果表明日光温室番茄、黄瓜栽培中,减少氮肥用量配合有机肥可降低氮素的淋失,同时可获得较高的产量水平。VANDECASTEELE 等^[5] 报道,单施鸡粪可导致土壤磷的累积,C/P 和 N/P 降低,与小麦秸秆、碎木屑、杂草等绿色有机废弃物或圈肥堆沤,可提高土壤有机质含量及养分的平衡供应。单施化肥使土壤腐殖质能量水平降低,分子缩合程度和芳构化度增大,“老化”作用增强^[15],施用有机肥料有利于土壤团聚体内细颗粒有机碳的积累^[16]。由此可见,温室蔬菜栽培中,施用生态有机肥料不仅仅表现在产量和品质提高,其在对土壤生态环境的改善和对土壤肥力的维持与提升方面的作用,也是农业持续生产的重要关注点,生态有机肥的高效利用及其对温室土壤的长期效应,有待于进一步的试验验证。

参考文献

- [1] 刘苹,李彦,江丽华,等. 施肥对蔬菜产量的影响:以寿光市设施蔬菜为例[J]. 应用生态学报,2014,25(6):1752-1758.
- [2] GRAVEL V, BLOK W, HALLMANN E, et al. Differences in N uptake and fruit quality between organically and conventionally grown greenhouse tomatoes[J]. Agronomy for Sustainable Development, 2010, 30: 797-806.
- [3] 王鸿磊,王红艳,崔丛光. 黄瓜专用生物有机肥对设施黄瓜生长及品质的影响[J]. 北方园艺, 2013(1): 29-31.
- [4] 张红梅,金海军,丁小涛,等. 有机肥无机肥配施对温室黄瓜生长产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(1): 247-253.
- [5] VANDECASTEELE B, REUBENS B, WILLEKENS K, et al. Composting for increasing the fertilizer value of chicken manure: effects of feedstock on P availability[J]. Waste and Biomass Valorization, 2014(5): 491-503.
- [6] GE T D, NIE S A, WU J S, et al. Chemical properties, microbial biomass, and activity differ between soils of organic and conventional horticultural systems under greenhouse and open field management: a case study[J]. Journal of Soils and Sediments, 2011(11): 25-36.
- [7] 徐福利,梁银丽,杜社妮,等. 不同施肥结构对日光温室黄瓜发育及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(1): 171-174.
- [8] 崔新卫,鲁耀雄,龙世平,等. 有机无机肥施用比例及氮肥运筹对茄果产量与品质的影响[J]. 华北农学报, 2014, 29(5): 213-217.
- [9] 李吉进,宋东涛,邹国元,等. 不同有机肥料对番茄生长及品质的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(10): 300-305.
- [10] 朱红霞. 商品有机肥在温室大棚黄瓜上的肥效试验[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(16): 73-75.
- [11] 闫宁,陈刚. 生物有机肥对日光温室黄瓜农艺性状和经济效益的影响[J]. 北方园艺, 2014(3): 30-32.
- [12] CHEN Y, HUANG B, HU W Y, et al. Environmental assessment of closed greenhouse vegetable production system in Nanjing, China[J]. Journal of Soils and Sediments, 2013(13): 1418-1429.
- [13] NETT L, AVERESCH S, RUPPEL S, et al. Does long-term farmyard manure fertilization affect short-term nitrogen mineralization from farmyard manure? [J]. Biology and Fertility of Soils, 2010, 46: 159-167.
- [14] ZHAO Y, LUO J H, CHEN X Q, et al. Greenhouse tomato-cucumber yield and soil N leaching as affected by reducing N rate and adding manure: a case study in the Yellow River Irrigation Region China[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2012, 94: 221-235.
- [15] 吕家珑,张一平,王旭东,等. 长期单施化肥对土壤性状及作物产量的影响[J]. 应用生态学报, 2001, 12(4): 569-572.
- [16] 安婷婷,汪景宽,李双异,等. 施用有机肥对黑土团聚体有机碳的影响[J]. 应用生态学报, 2008, 19(2): 369-373.

Effect of Eco-organic Fertilizer Application on Yield, Quality and Economic Return of Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) in Solar Greenhouse

SI Dongxia, LYU Futang, DAI Baoguo, ZHANG Min

(College of Agricultural Sciences, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252059)

Abstract: Taking pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) as test crop, and single application of chemical fertilizers and traditional fertilization of which chicken manure applied with chemical fertilizers as controls, effect of eco-organic fertilizer application or coordinated with chemical fertilizers on yield, quality and economic return of pumpkin in greenhouse were studied. The

DOI:10.11937/bfyy.201601041

大蒜秸秆还田对温室番茄连作土壤理化性质及其根系的影响

徐金强¹, 刘庆涛¹, 刘素慧¹, 徐 峥¹, 崔 凯¹, 于安军²

(1. 山东农业工程学院, 山东 济南 250100; 2. 山东省农业技术推广总站, 山东 济南 250013)

摘 要:以“凯特二号”番茄为试材,研究了大蒜秸秆不同施用量对温室番茄连作土壤温度、容重、孔隙度、pH值和电导率等理化性质及其根系活力的影响。结果表明:施用大蒜秸秆后,温室番茄连作土壤0~15 cm内的最高和最低温度均与秸秆量成正比,最高和最低温度分别比对照高2.39℃和1.00℃;不同土层容重均随秸秆施用量增加而降低,孔隙度则随之而增加,0~10 cm土层的变化幅度最大,容重最大增幅和孔隙度的最大降幅分别为6.71%和6.18%;大蒜秸秆处理还可提高土壤pH值、降低土壤的电导率(EC),可减轻温室土壤酸化和遏制土壤次生盐渍化,0~20 cm土层内的效果较明显;施用大蒜秸秆提高了番茄生长前期的根系活力(最高为31.45%),延缓了后期根系衰老。因此,大蒜秸秆还田可改善温室番茄连作土壤理化性质和提高番茄根系活力。

关键词:大蒜秸秆;番茄;理化性质;根系活力

中图分类号:S 641.226.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)01-0152-05

日光温室生产迅猛发展既满足人民生活需求又使菜农获得较高收益。但是,随着设施栽培年限逐渐增加,长时间季节性或常年覆盖,打破了自然状态下的动态平衡。特别是近些年,生产者过度追求高产而盲目加大化肥投入,加剧了土壤环境破坏^[1],如土壤pH值下降^[2]、土壤微生物活性降低^[1]、生理病害加重^[3]等,导致

植物生长缓慢,产量下降,品质变劣^[4],连作障碍日趋严重,制约着日光温室的可持续性发展。目前,番茄是日光温室中明显表现连作效应的主栽蔬菜之一。因此,如何解决日光温室番茄连作障碍也就越来越受到人们的重视^[5-8]。

作物秸秆不仅富含各种养分和生理活性物质,而且能够改良土壤物理性状,提高土壤有效养分含量,改善土壤胶体组成^[9-11]。另外,大蒜秸秆不仅是重要的有机肥源,而且其腐解物所含的抑菌物质能抑制病原菌的生长和繁殖,进而改善了土壤微生态环境来缓解番茄的连作障碍^[12-13]。该试验从大蒜秸秆还田改善温室土壤理

第一作者简介:徐金强(1963-),男,山东高密人,本科,副研究员,现主要从事蔬菜栽培生理学等研究工作。E-mail:330730016@qq.com.

基金项目:济南市高校院所自主创新资助项目(201302057)。

收稿日期:2015-08-19

results showed that compared with traditional fertilization, chicken manure applied with chemical fertilizers, single application of eco-organic fertilizers were available to obtain an appropriate higher yields in a six-cultivated-year greenhouse. With eco-organic fertilizer applied at 37.5 t/hm², the production increased by 5.4%. Excessive using of eco-organic fertilizer coordinated with chemical fertilizers produced lower yields. There were differences in quality indexes reacted to fertilization. Eco-organic fertilizer applied at 56.3 t/hm² and coordinated with chemical fertilizers could get the highest vitamin C content of fruit. Traditional fertilization improved the fruit soluble sugar and soluble protein. Single application of chemical fertilizers increased fruit NO₃⁻ content. Eco-organic fertilizer applied alone or applied with chemical fertilizers could reduce NO₃⁻ of fruit significantly. Comprehensive evaluation of fruit quality response to fertilization,eco-organic fertilizer application rate at 56.3 t/hm² and coordinated with chemical fertilizers could obtain higher quality fruit. Either single applied or coordinated with chemical fertilizers,eco-organic fertilizer could reduce economic return, except single application at the rates of 18.8 t/hm² and 37.5 t/hm², which produced 0.66 × 10⁴, 0.15 × 10⁴ RMB/hm² profit,respectively. It associated with the additional costs from secondary processing.

Keywords:eco-organic fertilizer;solar greenhouse;pumpkin;yield and quality;economic return