

生态有机肥对露地土壤特性及番茄生育的影响

司东霞¹, 魏珉², 黄勇¹, 张敏¹, 蔡连捷¹

(1. 聊城大学农学院, 聊城 252000; 2. 山东农业大学园艺科学与工程学院, 泰安 271018)

摘要:“绿源”牌生态有机肥对露地土壤特性及番茄生长和产量有一定影响, 结果表明: 施用生态有机肥 2 500 kg/667 m²~3 750 kg/667 m² 并追施适量化肥有利于生育期内各速效养分的平衡供应。施用生态有机肥有利于提高土壤有机质含量, 降低土壤 pH, 防止土壤盐分积累; 同时可明显增加番茄植株叶片数, 但减小植株开展度, 对株高、茎粗影响不大; 施用生态有机肥 2 500 kg/667 m²~3 750 kg/667 m² 并配施适量化肥可使果实采收期提前 1 d~3 d(天), 同时明显增加单株采收果数和单株产量。

关键词:生态有机肥; 番茄; 土壤特性; 生长; 产量
中图分类号:S141.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2006)01-0011-04

我国是一个农业大国, 经历了漫长的传统农业阶段。20 世纪 50 年代开始应用化学肥料, 标志着农业生产由传统农业进入了石油农业阶段。化肥的施用在我国农业历史上发挥了巨大的增产作用, 但几十年的时间也暴露出它的许多弊端。长期不合理施用化肥不仅破坏了土壤结构, 导致土壤板结, 土壤肥力下降, 而且污染了环境, 降低了农产品品质。因此, 近年来国际上提出了可持续农业、生态农业、绿色农业、有机农业的概念。发展绿色农业, 生产绿色产品, 需要相应的农业生产技术, 其中, 有机肥的施用已成为其中的一项重要措施。

本试验所用的“绿源”牌有机肥是农业部无公害果品生产基地建立的有机肥生产示范厂, 利用日本“圆山”公司生产的酵素菌和国产化改造生产的全自动翻拌机, 以畜禽粪便和农作物秸秆等下脚料为主要原料, 经过 40 d(天)以上高温发酵生产的一种有机肥料。肥料中有机物料腐熟完全, 产品有机质、腐殖酸及养分含量均高于普通有机肥。该肥料的生产和施用对农产品品质及生态环境质量的改善具有重要作用, 故称之为生态有机肥。本试验研究生态有机肥在露地蔬菜栽培中不同用量及其与化肥配合施用对土壤肥力特性及作物生长的影响, 探明该肥料的肥效及合理施用方法, 可为生产上科学施肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 with 处理

1.1.1 试验材料 供试肥料为烟台市绿源有机肥有限公司出品的“绿源”牌有机肥, 经测定, 含全氮(N) 1.80%, 全磷(P₂O₅) 2.24%, 全钾(K₂O) 1.78%。对照所用的鸡粪全氮(N) 1.59%, 全磷(P₂O₅) 4.15%, 全钾(K₂O) 1.55%。番茄品种为 L402。

1.1.2 试验处理 试验于 2003 年 4 月至 9 月在山东农业大学蔬菜试验站进行。供试土壤为棕壤, 成土母质为酸性岩坡洪积物, < 0.01 mm(毫米)的矿质颗粒占 27.3%, 土壤质地为轻壤土, 基本肥力状况为有机质(C) 8.691 g/kg(克/公斤), 全氮 1.922 g/kg(克/公斤), 碱解氮 79 mg/kg(毫克/公斤), 速

效磷 111 mg/kg(毫克/公斤), 速效钾 110 mg/kg(毫克/公斤), 硝态氮 26 mg/kg(毫克/公斤), 全盐含量 0.116%, 电导率 0.26ms/cm, pH7.44。番茄于 2003 年 4 月 3 日播种, 5 月 18 日定植, 栽培密度 55 cm×35 cm(厘米), 6 月 29 日追肥。试验采用随机区组法, 共设 9 个处理(表 1), 2 次重复, 以施用鸡粪者为对照, 小区面积 4.5 m²(平方米)。

1.2 测定项目与方法

试验过程中, 定期采集土壤、植物样品, 测定植株生长、生理、产量、品质及土壤肥力等各项指标。

1.2.1 生长与产量指标的测定 每小区选择代表性植株 5 株, 用卷尺和游标卡尺测定其株高、基部茎粗、叶片数目和植株开展度。果实采收时按单株分别记载果穗节位、果实数目和重量, 最终统计单株总产量。

1.2.2 土壤肥力指标的测定 土壤全氮采用半微量开氏法(K₂SO₄-CuSO₄-Se 蒸馏法); 土壤碱解氮采用碱解扩散法; 土壤速效磷采用钼锑抗比色法, 在 SP-2000UV 型紫外-可见分光光度计上测定; 土壤速效钾采用火焰光度法, 用 6400-A 型火焰光度计测定; 土壤有机碳采用丘林法; 土壤硝态氮采用紫外分光光度法; 土壤全盐采用烘干法、电导率采用电导率仪测定; 土壤酸碱度采用电位法测定。

表 1 试验设计		
试验处理	基肥(kg/667 m ²)	追肥(kg/667 m ²)
T1	风干鸡粪 3 750kg+复合肥 40kg	复合肥 20kg
T2	生态有机肥 1 250kg+复合肥 40kg	复合肥 20kg
T3	生态有机肥 2 500kg+复合肥 40kg	复合肥 20kg
T4	生态有机肥 3 750kg+复合肥 40kg	复合肥 20kg
T5	生态有机肥 5 000kg+复合肥 40kg	复合肥 20kg
T6	生态有机肥 2 500kg	复合肥 20kg
T7	生态有机肥 1 000kg	生态有机肥 250kg
T8	生物态有机肥 2 000kg	生态有机肥 500kg
T9	生态有机肥 3 000kg	生态有机肥 750kg

注: 复合肥(15-15-15)

2 结果与分析

2.1 生态有机肥对露地土壤肥力特性的影响

* 基金项目: 国家 863 课题(项目号 2002AA 241301)

收稿日期: 2005-09-12

2.1.1 对土壤碱解氮供应的影响 碱解氮是判断土壤有效氮素丰缺程度的指示。在番茄生长期间,土壤碱解氮的供应状况见表2。

表2 不同处理土壤碱解氮含量(mg/kg)

试验处理	测定时间			
	03.05.31	03.06.26	03.07.31	03.09.09
T1	127	111	120	97
T2	90	72	87	78
T3	93	78	91	84
T4	90	88	96	98
T5	89	96	103	110
T6	100	93	95	98
T7	87	66	91	86
T8	96	78	93	89
T9	89	79	91	97

表中数据表明,不同施肥条件下土壤中速效氮含量存在一定差异。定植初期,T2~T9的土壤碱解氮含量明显低于对照,说明鸡粪在土壤中的分解速度比生态有机肥快,释放氮素多且早,这可能与鸡粪中氮素养分的存在形态较简单,易于分解释放有关。随着时间的推移,土壤碱解氮含量发生了变化。追肥之前,除T5外,各处理碱解氮含量均比定植初期低,但降低的幅度不同,有机肥用量大的处理降幅较小,说明此期生态有机肥已开始大量释放氮素。番茄生长后期,土壤氮素含量高低顺序为T5>T4>T6>T1=T9>T8>T7>T3>T2,土壤碱解氮含量与生态有机肥用量正相关,并且生态有机肥用量在3750kg(公斤)/667m²(平方米)以上,不论是否配施化肥,碱解氮含量均略高于对照,但彼此间差异不显著。番茄全生育期内,施用鸡粪或生态有机肥3750kg(公斤)/667m²(平方米)并配施适量化肥,以及施用生态有机肥2500kg(公斤)/667m²(平方米)并追施少量化肥,土壤碱解氮含量均处于较高水平。

表3 不同处理土壤速效磷含量(mg/kg)

试验处理	测定时间			
	03.05.31	03.06.26	03.07.31	03.09.09
T1	184	197	161	129
T2	107	92	104	94
T3	101	96	103	97
T4	110	124	114	106
T5	108	129	122	118
T6	100	101	106	101
T7	85	88	93	91
T8	88	96	104	94
T9	91	113	111	99

2.1.2 对土壤速效磷供应的影响 土壤速效磷是土壤在弱酸条件下可提供的有效磷,是判断土壤磷素丰缺程度的指标。由表3中数据可以看出,定植初期,施用生态有机肥的处理土壤速效磷含量均比对照要低,单施生态有机肥的最低,说明施肥初期生态有机肥的磷素供应不如鸡粪。施肥80d(天)后,除T2、T3速效磷含量降低外,其余处理均升高,以T9、T5升高最多,表明此时生态有机肥磷素释放的速度加快。生育末期,土壤有效磷的含量与生态有机肥的用量呈正相关,且生态有机肥配施化肥的处理土壤速效磷含量高于单施生态有机肥的

处理。番茄营养期内施用生态有机肥的处理土壤速效磷含量均低于对照,差异达极显著,特别是前期差异更明显。每667m²(平方米)施用生态有机肥2500kg~3750kg(公斤)并配施适量化肥,有利于番茄营养期内土壤有效磷的平衡供应。

2.1.3 对土壤速效钾供应的影响 土壤速效钾包括水溶性钾和交换性钾,是判断土壤钾素丰缺程度的指标。不同施肥条件下,土壤速效钾的供应状况见表4。从表中数据可以看出,土壤速效钾在番茄营养期内表现出明显的规律性变化。定植初期,单施生态有机肥的处理土壤速效钾含量随有机肥用量的增加而增加;施用生态有机肥并配施化肥的处理,土壤速效钾含量随生态有机肥用量的增加而增加,至3750kg(公斤)/667m²(平方米)达最高点,而后下降。植株生长中、后期,生态有机肥不论单施还是与化肥配施,土壤速效钾含量与施肥量均呈显著正相关,除T9外,其余处理与对照差异极显著。总体看来,施用生态有机肥2500kg(公斤)/667m²(平方米)以上并适量配施化肥,可使土壤速效钾含量在番茄整个营养期内保持较高水平。生态有机肥释放钾的时间早于氮、磷,可能与其在有机物质中以离子状态存在,易于释放有关。

表4 不同处理土壤速效钾含量(mg/kg)

试验处理	测定时间			
	03.05.31	03.06.26	03.07.31	03.09.09
T1	171	143	85	86
T2	89	69	61	67
T3	93	77	70	74
T4	96	87	71	81
T5	92	88	76	91
T6	83	68	62	70
T7	73	60	52	59
T8	79	64	58	67
T9	82	75	61	85

表5 不同处理土壤硝态氮含量(mg/kg)

试验处理	测定时间			
	03.05.31	03.06.26	03.07.31	03.09.09
T1	35.1	31.2	25.3	12.4
T2	30.4	20.0	21.0	17.2
T3	30.4	19.6	20.0	16.7
T4	29.6	18.7	19.2	11.0
T5	26.2	18.2	17.7	16.8
T6	26.4	17.8	19.3	16.1
T7	27.1	17.8	17.6	11.3
T8	23.1	16.7	17.5	14.0
T9	27.8	16.9	18.3	18.6

2.1.4 对土壤硝态氮含量的影响 土壤硝态氮(NO₃⁻)是土壤速效氮的一部分,是判断旱地土壤相对供氮量的指标,也是影响作物品质的重要因素。番茄生育期内土壤NO₃⁻的含量见表5。表中数据显示,在番茄生长中前期,生态有机肥配施化肥的处理土壤NO₃⁻含量随施肥量的增加而减少,单施生态有机肥的处理以T8土壤中NO₃⁻含量最低。施用生态有机肥的土壤中NO₃⁻含量均显著低于对照,说明生态有机肥具有降低土壤NO₃⁻含量的作用。这有利于降低番茄果实中的NO₃⁻含量,改善品质。番茄生长后期,除T4、T7土壤硝态氮

含量低于对照外,其余处理均不同程度的高于对照。推测其原因,可能是鸡粪的氮素释放时间较早,在土壤中经过硝化作用转化为 NO_3^- 后,灌溉和降雨将其淋洗到土壤耕作层以下。

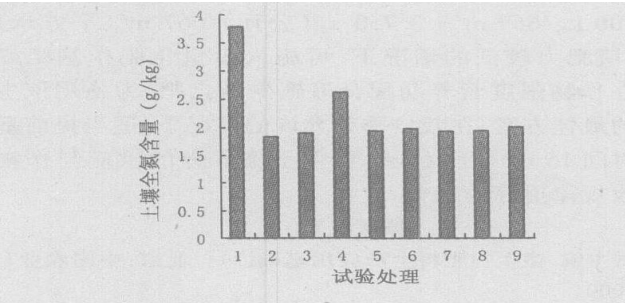


图1 不同处理土壤全氮含量变化

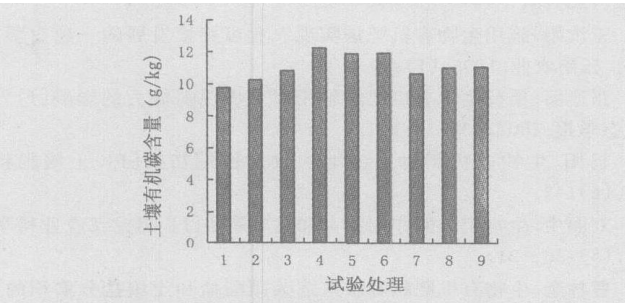


图2 不同处理土壤有机碳含量变化

2.1.5 对土壤全氮、有机质含量的影响 番茄生育末期,不同处理的土壤全氮、有机质含量见图1、图2。由图1可以看出,施用生态有机肥并配合施用化肥的情况下,土壤全氮含量随生态有机肥用量的增加而增加,至T4达到最高点,然后降低;单纯施用生态有机肥的各处理,土壤全氮含量呈现类似的变化规律,以T9最高,但各处理间差异不显著。施用生态有机肥的处理中,以每 667 m^2 (平方米)施用生态有机肥3 750 kg(公斤)并配合施用适量化肥时土壤全氮含量最高。施用生态有机肥的处理土壤全氮含量均明显低于对照,说明施用鸡粪比施用生态有机肥更有利于提高土壤全氮含量。从图2可以看出,在生态有机肥配合施用化肥的情况下,土壤有机质(C)的含量随生态有机肥用量的增加而显著增加,至T4达最高点,继续增加生态有机肥的用量,土壤有机质含量下降;单施生态有机肥条件下,土壤有机质的含量与生态有机肥的用量呈正相关,但处理之间差异不显著。施用生态有机肥的土壤有机质含量均明显高于对照,说明在提高土壤有机质含量方面施用生态有机肥比施用鸡粪的作用更大。每 667 m^2 (平方米)施用生态有机肥3 750 kg(公斤)并配施和追施适量化肥对增加土壤有机质含量的作用最大。

2.1.6 对土壤全盐含量、电导率及pH的影响 番茄生育末期,不同处理土壤的全盐含量及电导率见图3。从图中可以看出,施用生态有机肥有利于降低土壤的全盐含量。施用生态有机肥3 750 kg(公斤)/ 667 m^2 (平方米)并配合施用化肥或单施生态有机肥2 500 kg(公斤)/ 667 m^2 (平方米)抑制盐分积累的效果最明显。施用鸡粪的土壤盐分含量较高。土壤电导率的变化与土壤全盐含量的变化趋势基本一致,其数值的大小与盐分含量呈正相关。施用生态有机肥后,土壤微生物分解有机物质的过程中产生的有机、无机酸性物质,可引起土壤

酸碱度的改变。从图4可以看出,不论单纯施用生态有机肥还是与化肥配合施用,

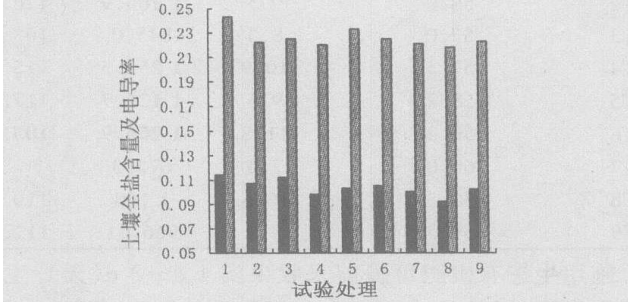


图3 不同处理土壤全盐含量及电导率的变化
■土壤全盐含量(%) □土壤电导率(ms/cm)

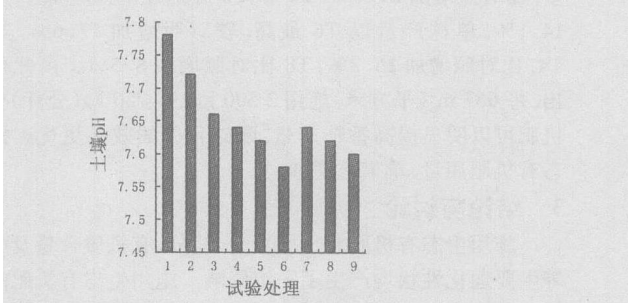


图4 不同处理土壤pH的变化

注:土壤全盐、电导率测定的水土比为5:1;土壤pH测定的水土比为1:1。

随生态有机肥施用量的增加土壤pH值均表现出下降趋势。施用生态有机肥的所有处理,土壤pH均低于对照。

2.2 对番茄生长及产量的影响

施用生态有机肥对番茄生长及产量的影响见表6、表7。

表6 不同处理番茄的生长状况

试验处理	株高 (cm)	茎粗 (cm)	茎粗/株高 ($\times 10^{-2}$)	叶片数	开展度 (cm)
T1	106.8	1.08	1.007	20.55	87.20
T2	107.9	1.05	0.973	22.50	83.25
T3	106.3	1.12	1.049	21.75	83.90
T4	103.3	1.12	1.080	21.95	86.75
T5	107.4	1.09	1.010	21.25	84.50
T6	104.3	1.11	1.060	22.00	80.50
T7	106.3	1.11	1.044	23.70	81.50
T8	104.5	1.09	1.043	21.15	81.15
T9	103.4	1.09	1.054	21.25	82.85

由表中数据可以看出,与对照相比,施用生态有机肥对番茄的株高、茎粗影响不大;施用生态有机肥可明显增加植株叶片数,但植株开展度减小;生态有机肥用量在2 500 kg/ 667 m^2 ~3 750 kg(公斤)/ 667 m^2 (平方米)并配合施用化肥,有利于番茄植株的营养生长,单纯施用生态有机肥,不利于植株发棵、生长。

表 7 不同处理番茄的产量状况

试验处理	定植至采收时间 (个)	单株果数 (个)	单株产量 (g)	单果重 (g)
T1	60.1	9.2	1 077.0	113.2
T2	58.0	9.5	1 104.9	116.5
T3	57.0	8.3	845.0	108.7
T4	57.5	10.9	1 251.3	115.0
T5	58.2	9.6	1 122.7	117.2
T6	59.2	11.8	1 266.9	105.8
T7	60.0	7.0	672.3	94.2
T8	58.5	10.5	1 168	110.6
T9	59.5	8.7	966.41	112.0

施用生态有机肥可提前采收果实 1 d~3 d(天),生态有机肥用量为 2 500 kg/667 m²~3 750 kg(公斤)/667 m²(平方米)并配合施用化肥的处理采收最早;单株采收果数以 T6 最多,比对照增加 27.7%,T4 和 T8 分别比对照增加 18.5%和 14.1%;单株产量以 T6 最高,较对照增加 17.6%,其次是 T4 比对照增加 16.2%,T8 比对照增加 8.5%。由此可以看出,每 667 m²(平方米)施用 2 500 kg~3 750 kg(公斤)生态有机肥可以明显提高番茄产量,配施化肥的效果更优。提高生态有机肥用量,单果重增加。

3 结论与讨论

施用生态有机肥对土壤养分、盐分、有机质含量及酸碱度等主要理化性状均产生了一定影响。施用生态有机肥的初期土壤碱解氮、速效磷含量相对较低,速效钾含量较高;后期碱解氮、速效磷的含量相对较高。每 667 m²(平方米)施用生态有机肥 2 500 kg~3 750 kg(公斤)并追施适量化肥有利于生育期内各养分的平衡供应。施用生态有机肥有利于提高土壤有机质含量,降低土壤 pH,防止土壤盐分积累。施用鸡粪比施用生态有机肥更有利于提高土壤全氮含量。

施用生态有机肥可明显增加番茄植株叶片数,但减小植株开展度,对株高、茎粗影响不大;施用生态有机肥 2 500 kg/

667 m²~3 750 kg(公斤)/667 m²(平方米)并配施适量化肥可使果实采收期提前 1 d~3 d(天),同时明显增加单株采收果数和单株产量。

生态有机肥在提高土壤肥力、促进作物生长、提高产量等方面具有一定作用,但生态有机肥不能替代化肥。以生态有机肥 2 500 kg/667 m²~3 750 kg(公斤)/667 m²(平方米)作基肥(土壤肥力较低的情况下,可施入少量化肥作基肥或种肥),并在作物强度营养期配合追施少量化肥,为施用该生态有机肥的最佳方案。在栽培季节允许的情况下,适当提前基肥的施用时间 15 d~20 d(天),可使土壤养分的供应与作物养分的吸收规律更好的吻合。

参考文献:

[1] 葛诚主编.微生物肥料生产应用基础[M].北京:中国农业科技出版社,2000.
[2] 张军民.蔬菜田施用鸡粪复合肥增产效益分析[J].北方园艺,1999,(126):81.
[3] 王汝娟.施用生物有机肥是实现农业可持续发展的一项重要措施[J].云南农业,1998,(1):20.
[4] 张亚丽.秸秆生物有机肥的施用对土壤供氮能力的影响[J].应用生态学报,2002,13(12):1575~1578.
[5] 杨阳.生物有机肥对老菜地的改良作用初报[J].土壤肥料,2002,(6),43.
[6] 刘丽生.生物肥料的作用特点和发展趋势[J].黑龙江农业科学,2001,(5):30~31.
[7] 曹林奎.生物有机肥料对温室蔬菜硝酸盐和土壤盐分累积的影响[J].农村生态环境,2001,17(3):45~47.
[8] 吕殿青,同延安,孙本华等.氮肥施用对环境污染影响的研究.植物营养与肥料学报,1998,4(2):8~15.
[9] 方荣.多元生物有机复合肥在蔬菜上的应用试验初报[J].江西农业科技,1998,(5):37~38.
[10] 秦光齐.生物有机肥料对马铃薯增产效果试验[J].马铃薯杂志,2000,14(1):14~16.
[11] 易小琳,李酉开.紫外分光光度法测定土壤硝态氮[J].土壤通报,1983,6,35~40.

Effects of Ecological Organic Fertilizer on Uncovered Soil Characters and Tomato Growth

SI DongXia¹, WEI Min², HUANG Yong¹, ZHANG Min¹, CAI Lianjie¹

(1.Agricultural College of Liaocheng University, Liaocheng 252000;

2.Horticulture Science and Engineering College of Shandong Agricultural University, Tai'an 271018)

Abstract: The effects of "Lu Yuan" organic fertilizer (Ecological organic fertilizer) on soil characters, growth and yield of tomato were studied. The results were as follows: Applying the ecological organic fertilizer at a rate of 2 500 kg/667 m²~3 750 kg/667 m² with proper inorganic fertilizer can keep every available nutrients balance during the whole growth stages. It was effective to promote organic matter of soil, lower pH, prevented from accumulation of salt. Applying this ecological organic fertilizer could obviously increase leaf numbers of tomato, but decrease plant expansion, and had little effect on plant height and stem diameter. Applying the ecological organic fertilizer at the rate of 2 500 kg/667 m²~3 750 kg/667 m² with proper inorganic fertilizer could make the harvest time earlier for 1~3 days, and the fruit numbers per plant and production per plant be increased.

Key words: Ecological organic fertilizer, Tomato, Soil characters, Growth, Yield