

有机基质对番茄生长影响的研究

康胜乐¹, 刘建玲¹, 李志伟¹, 苏晓红¹, 李连海²

(1. 河北农业大学 资源与环境科学学院 河北 保定 071001; 2. 迁安市畜牧水产局 河北 迁安 064400)

摘 要:以草炭土(PS)、蚯蚓粪(ED)、牛粪(CM)做基质肥料, 炉渣做基质, 并加入蚯蚓(E), 按肥料与炉渣 2 : 3 的体积比组成 8 种有机基质配方, 分别是: 1 PS、2 ED、3 CM、4 CM+20E、5 ED : CM=1 : 1+20E、6 ED : CM=1 : 1+10E、7 ED : CM=1 : 2+20E、8 PS : ED : CM=1 : 1 : 1, 在光照室内利用盆栽试验研究了不同基质对番茄产量和品质的影响, 以筛选利于番茄生长的优质基质。结果表明: 番茄的产量处理 5 最高为 304.63 g, 其次是处理 7、4、8 分别为 146.15、140.40、136.45 g, 再次是处理 2、6、3 分别为 126.51、120.01、91.17 g, 最低是处理 1 为 31.32 g; 番茄的糖酸比以处理 8 最高为 7.23, 其次是处理 5 为 6.73, 再次是处理 2、1、6、7、4 分别为 3.98、3.71、3.66、3.63、2.79, 最低是处理 3 为 1.53。综上所述, 最好的基质和肥料配方为处理 5 基质肥料比例 1 : 1 的蚯蚓粪和牛粪并加入 20 条蚯蚓, 能够满足番茄生长的需要。

关键词: 番茄; 牛粪; 蚯蚓粪; 草炭土; 基质栽培

中图分类号: S 641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2010)16—0007—05

近年来, 随着农业和畜牧业的发展, 畜牧业废弃物的产量逐年增加, 畜禽粪便污染环境的问题日趋突出,

而人们要耗费人力、物力处理农牧业废料物对环境的污染问题。有机生态无土栽培探讨利用这些废物来栽培作物, 既减少了施用化肥量又有效地处理了农作物残渣以及各种垃圾, 使生产成为有机的、可持续的过程。从 1990 年起, 我国就开始对采用消毒有机肥进行无土栽培的研究^[1]。研究表明, 有机肥可以改善作物根系周围环境的水、肥、气、热等条件, 有利于作物的生长, 有机肥还有提高作物产量和改善产品品质的效应^[2]作用。但目前我国在基质保持和释放水分、养分的性能及对植物根系的影响等方面的研究还不够深入。不同种有机肥料,

第一作者简介: 康胜乐(1983-), 男, 河北保定人, 在读硕士, 现主要从事施肥与环境的研究。E-mail: ksl2293635@sina.com.cn。
通讯作者: 刘建玲(1962-), 女, 河北滦南人, 教授, 博士, 现主要从事植物营养及施肥与环境研究等方面的工作。
基金项目: 河北自然科学基金资助项目(C2009000593); 迁安市科技合作资助项目。
收稿日期: 2010-05-07

Effects of Spraying Micronutrients on the Growth and Nitrate Content of Chinese Chive in Sand Culture

SUN Shi-hai¹, LI Rui-xiang², FENG Li-yun², LI Hui¹, ZHANG Wei-hua¹

(1. Department of Horticulture, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; 2. Yangjiabo Town Agricultural Service, Binhai New Area, Tianjin 300480)

Abstract: The present investigation was carried out under solar greenhouse conditions, to study the effect of micronutrient foliar application on plant growth and nitrate content of Chinese chive while the seedlings was irrigated with nutrient solution of high level nitrate nitrogen in sand culture. The micronutrient used in this experiment included molybdenum (Mo), manganese(Mn), boron(B), iron(Fe), and zinc(Zn). The results showed that the nitrate content in Chinese chive leaves was significantly decreased by foliar application of Mo or B and had a fall of 20.4%~32.4%. But the biomass of Chinese chive was not improved by spraying either Mo or B. In spring spraying micronutrient of Mn or Fe could markedly reduce the nitrate content in Chinese chive leaves which went down by 14.7%and 13.9%respectively. Spraying either Mn or Fe could also increase the chive's biomass per plant, and the fresh mass per plant went up by 17.6%, 13.3%, and the dry mass per plant went up by 17.3%, 18.1% respectively. In low temperature time of late autumn to early winter Chlorophyll content in Chinese chive leaves could be improved by foliar application of Mo.

Key words: micronutrient; Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottl.ex Spr.); nitrate content; biomass

同种有机肥料、同种基质配方中有机肥料用量的多少,相对应的基质—肥料—蔬菜三者之间养分的转化、运移、吸收利用的关系都会不同。蚯蚓可很好地处理畜禽粪便,蚯蚓使未腐解的有机肥料变成蚯蚓粪,加速有效养分的释放,疏松基质,有利植物根系生长,蚯蚓处理的副产品蚯蚓粪可做高效生物有机肥,蚯蚓粪富含有利于植物生长的腐殖质以及能刺激植物生长的激素,而腐殖质在提高保肥能力,避免肥分淋失方面起着积极作用。再次,施用蚯蚓粪可提高磷酸酶、脲酶、蛋白酶和蔗糖酶的活性,而这些酶对肥力的调控起重要作用^[3]。蚯蚓粪中还含有微生物可以抑制植物土传病害^[4-5],另外还含有一些特殊的植物生长激素,可以明显地促进植物的生长和发育^[6],并且蚯蚓躯体是含氮很高的动物性蛋白质,在土壤中死亡腐烂也是很好的有机肥料^[7]。但尚未有在无土基质栽培加入蚯蚓研究的报道。为了解在无土基质栽培中蚯蚓粪、牛粪、草炭土对番茄生长的影响,以及蚯蚓发挥如何作用,研究结合地区废弃有机资源特点,以来源丰富的炉渣作为主要的栽培基质,肥料以草炭土、蚯蚓粪和牛粪为主,在部分处理中加入蚯蚓,以期对不同有机肥在无土栽培过程中的广泛应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试植物:樱桃番茄“红美女”;试验盆钵:塑料盆,规格为 21 cm×18 cm(直径×高);试验基质肥料的养分含量见表 1。

表 1 肥料养分含量			
Table 1	fertilizer nutrient content		%
基质肥料	全氮	全磷	全钾
Fertilizer	Total N	Total P	Total K
蚯蚓粪	1.34	0.72	0.39
腐熟牛粪	1.52	0.44	0.79
草炭土	1.01	0.16	0.67

1.2 试验设计

处理 1:草炭土:炉渣(体积比 2:3);处理 2:蚯蚓粪:炉渣(2:3);处理 3:牛粪:炉渣(2:3);处理 4:牛粪:炉渣(2:3)+蚯蚓(20 条);处理 5:蚯蚓粪:牛粪

(1:1)+炉渣+蚯蚓(20 条);处理 6:蚯蚓粪:牛粪(1:1)+炉渣+蚯蚓(10 条);处理 7:蚯蚓粪:牛粪(1:2)+炉渣+蚯蚓(20 条);处理 8:蚯蚓粪:牛粪:草炭土(1:1:1)+炉渣。

1.3 试验方法

试验每盆装炉渣 2.4 L,有机肥料 1.6 L。按不同处理将肥料量好,将肥料与炉渣充分混匀后装盆。于 2008 年 12 月 21 日育苗,2009 年 1 月定苗 2 株/盆,每个处理 3 盆。植株生长期间采用称重法浇水(维持土壤田间饱和持水量)。于 4 月收获,自根颈部位剪下作为地上部分,根颈部以下作为根。后用水仔细洗根,尽量收集全部根系,后与地上部植株一同于 105℃杀青 30 min,65℃鼓风干燥恒温烘箱烘干。样品粉碎混合均匀后用于植物养分的测定。

1.4 测定项目及方法

栽培基质状况的测定参照文献[8]中的容重法,采用环刀法测定;EC 值:取风干基质 10 g,用电导仪测定;pH 值、植物养分的测定采用常规农化分析方法;VC:2,4-二硝基苯肼比色法测定;还原糖:氰化盐碘量法;有机酸:滴定法测定;根系活力:TTC 法测定。

1.5 数据统计与分析

试验数据采用 Excel 2003 和 SAS 8.1 软件分析,采用最小显著极差法(LSD 法)。

2 结果与分析

2.1 试验前后基质变化情况

不同处理基质的容重、孔隙度的变化如表 2 所示。试验开始时栽培基质的容重处理 6 最大,为 0.450 g/cm³,孔隙度为 46.7%,其次为处理 2,容重为 0.418 g/cm³,其余几种栽培基质的容重在 0.2~0.3 g/cm³ 之间,孔隙度均在 53%~56%,较适合作物生长。经过种植番茄和放置蚯蚓到试验结束时,处理 1、5、6 的孔隙度都显著增加,而处理 4、8 的孔隙度比试验开始时变小,容水、气能力也减少,不利于根系发育。

各处理基质的电导率的变化如表 2 所示。试验开始时栽培基质的电导率处理 4 最大,为 0.90,其次为处理 3、4,再次为处理 6、7,最小的是处理 1。经过种植番

表 2 栽培基质理化性质的分析

Table 2 Physical properties in substrate								
处理 Treatment	电导率 Conductivity/ms·cm ⁻¹		容重 Density/g·cm ⁻³		孔隙度 Porosity/%		pH	
	初始	结束	初始	结束	初始	结束	初始	结束
1	0.60 d	0.89 b	0.255 e	0.217 f	53.3 b	67.2 a	7.21 d	7.69 d
2	0.66 c	0.64 d	0.418 a	0.392 b	53.3 b	53.0 b	8.45 a	8.37 a
3	0.78 a	0.90 b	0.325 d	0.321 d	56.7 a	50.9 b	8.37 a	8.31 a
4	0.78 a	1.00 a	0.364 c	0.359 c	53.3 b	47.1 c	8.37 a	8.26 b
5	0.78 a	0.73 c	0.377 c	0.375 bc	53.3 b	64.6 a	8.29 b	8.19 c
6	0.78 a	0.89 b	0.377 c	0.428 a	53.3 b	64.9 a	8.29 b	8.17 c
7	0.72 b	0.79 c	0.383 b	0.360 c	53.3 b	53.0 b	8.17 b	8.13 c
8	0.78 a	0.94 b	0.321 d	0.299 e	56.7 a	45.3 c	7.99 c	8.18 c

茄和放置蚯蚓到试验结束时, 处理 1、3、4、6、7、8 的电导率都显著增加, 而处理 2、5 的电导率比试验开始时减少。

基质的 pH 变化如表 2 所示。试验开始时基质 2 的 pH 值最大, 为 8.45, 其次为处理 3、4, 再次为处理 5、6, 最小的是处理 1。经过种植番茄和放置蚯蚓到试验结束时, 处理 1、8 的 pH 增加, 而处理 2、3、4、5、6、7 的 pH 比试验开始时减少。

2.2 不同处理对番茄生育期的影响

不同处理对番茄生育期的影响如表 3。处理 8 开花期最早为 21 d, 处理 1 开花期最晚为 33 d; 处理 8、3 的坐果期最早为 40 d, 处理 1 的坐果期最晚为 55 d; 处理 8 的始收期最早为 78 d, 处理 1 的始收期最晚为 97 d; 其余处理的始收期在 83~97 d 之间。说明处理 8 的基质能促进番茄的发育过程, 提早了番茄开花、结果和采收的时间, 但坐果率低。处理 5 的番茄开花、坐果和采收的时间虽然较处理 8、3、7 的晚, 但坐果率高, 为 63.5%。

表 3 不同处理对番茄生育期的影响

Table 3 Effect of different treatments on plant growth and development of tomato

处理 Treatment	开花期 Blooming date/ d	坐果期 Fruit set date/ d	始收期 1st harvesting date/ d	坐果率 Set ting rate/ %
1	33d	55d	97e	41. 5e
2	31c	51c	94d	50. 0c
3	25b	40a	83b	45. 0d
4	30c	49c	89c	52. 5c
5	30c	49c	85b	63. 5a
6	24b	46b	84b	51. 5c
7	24b	45b	83b	56. 0b
8	21a	40a	78a	49. 0c

注: 开花期、坐果日期、始收期分别指从定植进入该期的天数。
Note: The blooming date, fruit set date and the 1st harvesting date are indicated by the days from transplanting to the corresponding period, respectively.

表 4 不同处理对番茄生长的影响

Table 4 Development of tomato in different treatment

处理 Treatment	株高 Height / cm	茎粗 Stem diameter / cm	叶面积 Leaf area / cm ²	根长 Root length / cm	根系活力 Root activity / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
1	126.40b	0.19c	18.20c	26.15b	3.81d
2	130.08b	0.40ab	23.50b	30.63ab	8.67b
3	125.20b	0.33b	22.68b	29.08ab	5.76c
4	128.16b	0.41ab	25.47ab	29.10ab	8.03b
5	122.50b	0.40ab	28.08a	34.90ab	7.07bc
6	136.97a	0.44a	26.50a	36.13a	9.70a
7	140.60a	0.45a	28.35a	35.90a	9.87a
8	140.50a	0.39ab	18.45c	35.45a	5.83c

2.3 不同处理对番茄生长的影响

不同基质对番茄生长的影响如表 4 所示。处理 1 在整个生育期内株高、茎粗、叶面积长势均较弱, 处理 4、5、6、7 在整个生育期内长势均较强, 处理 7 的叶面积最大, 其次为处理 5, 处理 4、6 的叶面积也比较大。处理 6 的根长最长, 其次为处理 7, 处理 5、8 的根长也比较长。

处理 7 的根系活力最大, 其次为处理 6, 处理 4、5 的根系活力也较大。处理 5 进入坐果期以后到收获时, 植株和根的增长开始减慢, 生长中心较早的开始向花和果实转移。

2.4 不同基质处理对番茄产量的影响

对番茄产量各项指标测定结果表明(表 5), 不同基质处理对番茄平均单果重、果径、单株果数及产量影响较大。处理 5 单株果数最多为 7 个, 单果重最高为 14.79 g, 与其它处理差异达显著水平, 而处理 1 单株果数最少为 1 个, 处理 3 单果重最低为 7.01 g, 与其它处理差异显著; 处理 5、4、7 的果径较大, 与处理 1、2、3、6、8 的差异达显著水平; 处理 5 产量最高为 304.63 g, 与其它处理均达显著水平, 处理 1 产量最低为 31.32 g。结果表明, 只施用草炭土使番茄单株果数、单果重和果径产量都较少, 只施用牛粪使得番茄单果重、果径较小, 只施用蚯蚓粪使得番茄单株果数较少, 混合施用牛粪和蚯蚓粪并加入蚯蚓的处理可以使番茄单果重、果径、单株果数及总产量增加。

表 5 不同基质处理对番茄产量的影响

Table 5 Effect of different substrate treatment on yield of tomato

处理 Treatment	产量 Yield/ g	果数 Fruits/ 个	单果重 Fruit weight/ g	果径 Fruit diameter/ cm
1	31.32e	1e	10.44c	2.18c
2	126.51c	3.7d	11.50b	2.30b
3	91.17d	4.37b	7.01d	1.99c
4	140.40b	3.7d	12.01b	2.51a
5	304.63a	7.0a	14.79a	2.53a
6	120.01c	3.7d	10.74c	2.20b
7	146.15b	4.0c	12.03b	2.44a
8	136.45b	4.0c	11.26b	2.30b

2.5 不同基质处理的番茄吸收的养分量

不同基质处理的番茄吸收的 N、P、K 全量进行测定见表 6。可以看出不同基质和肥料栽培条件下, 养分吸收总体表现为吸收 K 较多, 吸收 P 较少。这与钾促进茎秆维管束发育和光合产物向贮存器官转移有关。结果表明, 处理 5 植株 N、P、K 吸收量最多, 明显高于其它处理。吸收 N 量顺序为处理 5>处理 7>处理 6>处理 4>处理 3>处理 8>处理 2>处理 1, 吸收 P 量顺序为处理 5>处理 6>处理 7>处理 4>处理 2>处理 8>处理 3>处理 1, 吸收 K 量顺序为处理 5>处理 7>处理 4>处理 6>处理 3>处理 8>处理 2>处理 1。表明施用牛粪的基质处理中生长的番茄吸收的 N、K 营养较多, 施用蚯蚓粪的基质处理中生长的番茄吸收的 P 较多, 在混合施用牛粪和蚯蚓粪中加入蚯蚓可以促进植株对养分的吸收, 提高植株体内的营养水平。

2.6 不同处理对番茄品质的影响

不同处理对番茄品质的影响(表 7): 处理 5 的 VC 含量最高为 574.57 mg/kg, 与其它处理差异均达显著水

平,处理6的VC含量最低为304.48 mg/kg;处理7的还原糖含量最高为4.07%,与其它处理差异显著,处理2的还原糖含量最低为2.34%;处理3的有机酸含量最高为1.601%,与其它处理差异达显著水平,处理8的有机酸含量最低为0.51%;,其中处理5糖酸比值适中为6.73,风味较好,处理3的糖酸比值最低为1.53。

表6 不同处理的番茄(植株)氮、磷、钾量

Table 6 Amount of nutrients absorption of different treatment %

处理 Treatment	全氮 Total N	全磷 Total P	全钾 Total K
1	0.66 d	0.34 d	1.25 d
2	0.93 c	0.40 c	1.34 d
3	1.00 c	0.38 c	1.38 c
4	1.11 b	0.46 b	1.55 b
5	1.37 a	0.54 a	1.60 a
6	1.14 b	0.48 b	1.54 b
7	1.19 b	0.47 b	1.56 b
8	0.98 c	0.39 c	1.37 c

表7 不同基质处理对番茄品质的影响

Table 7 Effect of different substrate treatment on nutritive quality of tomato

处理 Treatment	VC Vitamin C /mg·kg ⁻¹	还原糖 Reducing sugar / %	有机酸 Organic acid / %	糖/酸 Sugat/ acid / %
1	430.16c	2.516b	0.673d	3.71b
2	432.36c	2.343b	0.589e	3.98b
3	370.63d	2.452b	1.601a	1.53d
4	388.26d	2.603b	0.933c	2.79c
5	574.57a	3.910a	0.581e	6.73a
6	304.48e	2.604b	0.712d	3.66b
7	528.27b	4.073a	1.222b	3.63b
8	392.67d	3.701a	0.512e	7.23a

3 讨论

3.1 基质理化性状对番茄生长发育的影响

在无土栽培条件下,基质来代替土壤,因此,基质的理化性状直接影响作物的生长发育。容重是评价基质通透性的重要指标,用于无土栽培的基质,其容重既不能太大,也不能太小。如果容重过大,则基质持水力和引水力均差,易干易渍,既操作、管理不便,又妨碍植株根系伸展;如果容重过小,则基质过轻,浇水是颗粒易被冲刷漂浮,植物根系不能固定而造成倒伏。孔隙度是评价基质好坏的另一项重要指标,孔性良好的基质能够同时满足作物对水分和空气的要求,有利于养分水分状况的调节和植物根系的伸展。一般以60%~80%为宜,在土壤中根系可以有较大的伸展范围,而无土基质栽培提供的伸展范围小,必须在这有限的范围内供给植物根系足够的氧、水分和养料,因此基质应比土壤孔隙度更大。EC值是基质水溶液的离子总浓度的指标。不同作物所适应的EC值不同,理想基质EC值应小于2.5 mS/cm。EC值过低,作物吸收矿质不足,难以正常生长,而EC值过高则会因矿质离子浓度过高,造成盐害,根系失水出

现烧根,作物无法正常生长。pH值的高低对养分有效性有很大的影响,目前无土栽培多用于种植蔬菜等经济价值较高的作物,而多数蔬菜属于微酸性植物。所以基质应该显微酸性。而该试验所用基质的pH略高,应采取相应的处理措施。

该试验中处理4、5、6、7生长状况良好,可能与牛粪中纤维素、蛋白质有关,而且牛粪通透性好,促进番茄根系生长^[9],蚯蚓通过作穴和排粪等活动对土壤物理性质有改善作用^[10],有机肥营养全面,有利于提高作物的产量和品质。

合理的施肥可以有效的提高番茄的产量,段崇香在黄瓜的有机基质栽培,陶正平等应用有机肥料进行番茄无土栽培的试验结果显示,氮对产量形成及果实品质影响最大,在适宜范围内随施氮量的增加产量明显增加,施氮过量产量变低,磷钾肥对番茄产量形成具有间接作用^[11]。

该试验的肥料采用蚯蚓粪和牛粪的氮、磷、钾含量都较为丰富,草炭土、蚯蚓粪和牛粪中牛粪的氮、钾含量较高,蚯蚓粪的磷含量较高。单施蚯蚓粪的处理2的产量比单施牛粪的处理3的产量高,表明虽然牛粪比蚯蚓粪氮、钾含量多,但施用蚯蚓粪更有利于番茄生长,与郑金伟等在应用蚯蚓粪进行生菜基质栽培^[12],薛进军等在蚯蚓粪对龙眼断根生长及根际环境的影响的试验结果相符^[13]。

有机生态型无土栽培可增加番茄果实中还原糖和VC含量,降低有机酸含量,对环境无污染。蒋卫杰等指出氮磷钾配合施用可以提高番茄果实的含糖量和VC含量^[14],李远新等认为,氮对果实中还原糖含量的影响最大,随氮肥施用量的增加果实还原糖含量明显上升,氮磷钾施用量分别为中等时果实中VC含量最高,随着N、K施肥水平的提高,有机酸含量明显提高。试验施用蚯蚓粪增加果实还原糖、VC含量与郑金伟等^[12],吕振宇等^[15],蒋卫杰等,李远新等试验结果相符。

在采收后期植株老叶叶缘发黄,逐渐向内扩展,并使叶子卷曲,主要原因是番茄进入坐果期后养分需要量增大,而有机肥肥效特点是长而稳,基质养分释放缓慢不能跟上作物生长需要速度^[16]。因此,在这一方面还有待加深的研究。该研究的创新点就是引入蚯蚓和肥料相结合进行最佳配方的筛选。不足之处是肥料类型较少、施用方式单一,应增加肥料类型,进行更系统的研究,为生产绿色蔬菜提供更多的资料。目前以沼液、各种动物粪便、人粪尿代替营养液的试验也正在进行中,主要问题是如何消毒,并调整为适当的浓度,它们具有很大的发展前景。

3.2 蚯蚓及其粪肥的资源化利用

蚯蚓在生态农业中的重要作用应该在我国重新认

识并得到重视, 蚯蚓不仅能促进植物残枝落叶的降解、有机物质的分解和矿化, 并具有耕作土壤、改善土壤团粒结构, 提高土壤透气的能力, 改善了土壤的化学成分和物理结构。蚯蚓肠道分泌物种类很多, 这些天然酶制剂活性极高, 能够与微生物协同分解腐烂有机物, 并可有效阻止病原菌对土壤和农作物的危害。在传统高温堆肥系统中引入蚯蚓, 利用蚯蚓对大块固体废物的研磨、破碎预处理作用, 发挥其活体机械的效能, 省去了切割设备, 为微生物的有效分解提供条件。但蚯蚓的生物技术还存在一定的局限性, 应做进一步完善: 例如蚯蚓适宜的生存温度为 9~25℃, 相对湿度为 70%~80%, 并要避免出现长期缺氧的情况, 实际应用中要充分依据蚯蚓的这些特点, 创造最适宜条件以发挥其最大效用; 在蚯蚓分解有机物过程中, 可以接种功能性微生物菌剂, 通过强化蚯蚓与功能性微生物的协同作用, 提高污染物的转化效率, 并提高蚯蚓粪的应用价值; 采用分期饲养、薄饲勤除、适时采收、轮换更新等养殖技术和科学的养殖管理方法提高蚯蚓的产出率, 提高污染物的转化效率。

4 结论

草炭做基质(处理 1), 不能满足番茄生长对养分的需求, 表现出缺素症状, 开花、坐果差, 单株果数、单果重和果径都较少; 蚯蚓粪和腐熟牛粪的营养元素较为丰富, 以蚯蚓粪和腐熟牛粪做基质(处理 4、5、6、7), 番茄在整个生育期内长势均较强; 牛粪和蚯蚓粪混合施用并加入蚯蚓(处理 5)可以使番茄产量明显增加, 整个生育期内, 株高、茎粗、叶面积都长势良好, 根系活力强。

参考文献

[1] 蒋卫杰, 余宏军, 刘伟. 有机生态型无土栽培技术在我国迅猛发展[J]. 中国蔬菜 2000(增刊): 35-39.
[2] 蒋卫杰, 刘伟, 郑光华. 蔬菜无土栽培新技术[M]. 北京: 金盾出版社, 1999.
[3] 李典友, 潘根兴, 向昌国 等. 土壤中蚯蚓资源的开发应用研究及展望[J]. 中国农学通报, 2005, 10(21): 340-347.
[4] 胡艳霞, 孙振钧. 蚯蚓粪对黄瓜苗期土传病害的抑制作用[J]. 生态学报 2002(7): 1106-1115.
[5] 胡艳霞, 孙振钧, 等. 蚯蚓粪中拮抗微生物分析[J]. 应用与环境生物学报 2004 10(1): 99-103.
[6] 胡佩. 蚓粪中的植物激素及其对绿豆插条不定根发生的促进作用[J]. 生态学报 2002(8): 1211-1214.
[7] 李典友, 潘根兴, 向昌国 等. 土壤中蚯蚓资源的开发应用研究及展望[J]. 农业资源与环境科学, 2005, 21(10): 340-347.
[8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
[9] 刘艳鹏, 余宏军, 蒋卫杰, 等. 不同有机肥料种类对无土栽培番茄生长及品质的影响[J]. 北方园艺, 2007(7): 1-3.
[10] 胡佩, 刘德辉, 胡锋, 等. 蚓粪中的植物激素及其对绿豆插条不定根发生的促进作用[J]. 生态学报 22(8): 1211-1214.
[11] 陶正平, 贾卫国, 程达武, 等. 利用有机肥料进行基质床式番茄无土栽培初报[J]. 吉林农业科学, 1995(3): 57-59.
[12] 郑金伟, 杨文霞, 李辉信, 等. 奶牛粪蚯蚓堆制物对生菜生长及品质的影响[J]. 农业环境科学学报 2006 25(6): 1423-1426.
[13] 薛进军, 林森业, 邓立宝, 等. 蚯蚓粪对龙眼断根生长及根际环境的影响[J]. 热带农业科学 2006 22(10): 436-438.
[14] 蒋卫杰, 郑光华, 汪浩, 等. 有机生态型无土栽培技术及其营养生理基础[J]. 园艺学报 1996 23(2): 139-144.
[15] 吕振宇, 马永良. 蚯蚓粪有机肥对土壤肥力与甘蓝生长、品质的影响[J]. 土壤肥料科学 2005 22(1): 236-240.
[16] 高贤彪, 卢丽萍. 新型肥料施用技术[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1997.

The Effect of Organic Substrate to Tomato's Growth

KANG Sheng-le¹, LIU Jian-ling¹, LI Zhi-wei¹, SU Xiao-hong¹, LI Lian-hai²

(1. College of Resource and Environmental Science, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001; 2. Animal Husbandry and Fishery Bureau of Qianan City, Qianan, Hebei 064400)

Abstract: In this study, to screen the best mixing formula of organic substrates for tomato cultivation, three organic substrates including peat soil(PS), earthworms dung(ED), cow muck(CM)were evaluated using pot experiment method. The substrates consisted of inorganic materials(slag)and organic materials(PS, ED, CM or the mixes)and the organic/inorganic volume ratio was 2 : 3 for all formulas. Eight mixing formulas for organic materials(1, PS; 2, ED; 3, CM; 4, CM+20E; 5, ED : CM(1 : 1)+20E; 6, ED; CM(1 : 1)+10E; 7, ED : CM(1 : 2)+20E; 8, PS; ED; CM(1 : 1 : 1) were conducted to evaluate their effects on tomato yield and fruit quality. Results showed; the highest tomato yield(304. 63 g/pot)were obtained in formula 5, followed by formulas 7, 4, 8(tomato yields 146. 15 g/pot, 140. 40 g/pot, 136. 45 g/pot), then by formulas 2, 6, 3(126. 51 g/pot, 120. 01 g/pot, 91. 17 g/pot), and the lowest yield(31.32 g/pot)was found in formula 1; The tomato sugar/acid ratios of eight formulas were in the order of formula 8(7. 23)>> formula 5(6.73)>> formulas 2, 1, 6, 7, 4(3.98, 3.71, 3.66, 3.63, 2.79)>> formula 3(1.53). In conclusion, the best mixing formula for tomato production was the formula 5 according to this study.

Key words: tomato; cow muck; earthworms dung; peat soil; substrate