

沼渣人工基质对番茄幼苗生长的影响

常 鹏¹, 张 英¹, 李彦明², 张笑千¹, 曲英华¹

(1. 中国农业大学 水利与土木工程学院, 北京 100083; 2. 中国农业大学 资源与环境学院 北京 100094)

摘 要: 该试验对沼渣在番茄人工基质育苗中的应用进行研究, 筛选出了适合番茄幼苗生长的沼渣人工基质配方。结果表明: 在人工育苗基质中, 沼渣的施用量不应大于 30%, 且以施用 10% 沼渣的配比最优。42 d 内施用 10%~20% 沼渣的处理组各生理指标均明显优于施用化肥的对照组。42~70 d 内施用 10% 沼渣的处理组表现出缺肥症状, 20% 沼渣处理组未出现明显缺肥症状。认为在番茄人工育苗基质中加入适量沼渣完全可替代目前育苗基质中化肥的使用, 达到减少环境污染、节约资源的目的。

关键词: 沼渣; 人工基质; 番茄育苗

中图分类号: S 641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)15-0134-04

20 世纪以来, 随着设施农业的快速发展, 番茄种植面积迅速扩大, 在蔬菜的周年均衡供应中发挥了重要作用。作为设施农业栽培的一个重要环节, 蔬菜幼苗在很多地方已经商品化, 实现了工厂化生产。人工基质育苗具有很多优点, 如适宜采用机械化、工厂化的方式, 大大减轻劳动强度; 苗壮苗齐, 苗龄缩短, 节省育苗时间; 利于幼苗根系发育, 定植后缓苗快, 成活率高。沼渣是沼气发酵固体残余物, 是农作物秸秆、人畜禽粪便等经沼气池发酵后产生的剩余物, 沼渣除了含有丰富的氮、磷、钾等元素外, 还含有对农作物生长起重要作用的硼、铜、铁、锰、钙、锌等微量元素, 以及大量的有机质、多种氨基酸和维生素等, 是一种养分含量全面、速效养分丰富、肥效稳定的有机肥^[1]。已有一些报道, 将沼渣作为基肥和追肥应用于番茄等蔬菜的生产, 其优点是可以改良品质、增加产量、增强抗逆性等^[2-4]。该试验研究了不同沼渣施用量及人工基质比对番茄幼苗生长的影响。旨在找到适合番茄幼苗生长的沼肥用量及人工基质配比。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试番茄品种 中杂 105 (北京中蔬园艺良种研究开发中心)。

1.1.2 基质材料 草炭、蛭石、珍珠岩。供试沼渣分 2 种, 一种取自北京市大兴区长子营镇留民营(发酵原料为鸡粪), 经 15 d 左右露天晾晒后(含水量约为 38%)取回作为试验材料; 另一种取自北京市顺义区东华山村(发酵原料为猪粪), 取发酵池底较粘稠部分, 经 15 d 左右晾晒, 粉碎后作为试验材料。试验材料的各种基本理化性质见表 1。

1.2 试验方法

1.2.1 穴盘育苗 试验于 2008 年 12 月 10 日至 2009 年 1 月 22 日在中国农业大学水利与土木工程学院顶楼温室进行。试验仅使用了发酵原料为鸡粪的沼渣, 设计了沼渣的 4 个不同用量水平与草炭、蛭石、珍珠岩按不同比例混合的 9 个处理, 对照组的基质配比采用草炭: 蛭石(质量比)2:1 的比例, 1 m³ 基质加尿素 1.2 kg 和磷酸二氢钾 1.2 kg, 肥料和基质搅拌均匀后使用。容器采用 72 孔穴盘, 每个处理 2 盘, 完全随机排列。当番茄幼苗子叶展平后开始调查, 以后每 7 d 取样 1 次。每次各组处理随机取样 10 株, 分别对其株高、茎粗、根长、地上部干鲜质量、地下部干鲜质量等生长指标进行测定。

1.2.2 营养钵育苗 试验于 2009 年 3 月 29 日至 2009 年 6 月 14 日在中国农业大学水利与土木工程学院顶楼温室进行。根据穴盘育苗结果, 试验使用了 2 种沼渣, 5 个处理, 对照组基质处理方法与试验一相同。对照组间隔浇营养液补充肥料, 施用沼肥处理组只浇自来水。每个处理栽培番茄 30 株, 容器采用 12 cm×12 cm 的营养钵, 每钵装基质 160 g, 基质含水率控制在 60%。试验于 2009 年 3 月 29 日催芽, 4 月 5 日播种。自播种之日起, 每 14 d 测量 1 次番茄植株的生理指标, 包括株高、茎粗、叶绿素含量等。

第一作者简介: 常鹏(1985-), 男, 硕士, 现主要从事设施园艺研究工作。E-mail: changpeng4@163.com.

通讯作者: 曲英华(1957-), 女, 博士, 教授, 现主要从事设施园艺研究工作。E-mail: quyinhua@cau.edu.cn.

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2008BAD4B17)。

收稿日期: 2010-07-10

表 1 几种原料基质的物理特性和化学性状

Table 1 The physical and chemical properties of different substrates

处理 Treatment	容重 Bulk density / g · cm ⁻³	总孔隙度 Total porosity/ %	通气孔隙度 Aeration porosity/ %	持水孔隙度 Water holding porosity/ %	气水比 Air to water ratio	pH	EC/ mS · cm ⁻¹
猪粪沼渣 Pig manure residue	0.45	71.0	10.1	60.9	0.17	9.67	2.97
鸡粪沼渣 Chicken manure residue	0.41	75.2	16.6	58.6	0.28	8.80	3.08
草炭 Peat	0.24	82.4	6.2	76.2	0.08	4.85	1.19
蛭石 Vermiculite	0.19	72.2	7.8	64.9	0.12	7.37	0.09
珍珠岩 Perlite	0.12	63.2	38.1	25.1	1.52	7.14	0.08

1.3 数据采集与处理

株高、根长用直尺测量，株高起点自茎底部，终点到生长点；根长为最大根长；茎粗用游标卡尺测量，均取子叶下端位置；地上部鲜质量、地下部鲜质量用精确度为0.001的电子天平称量；将幼苗根部基质洗净后将幼苗的地上部和地下部分别放入烘箱，50~55℃烘3~4 h，然后100℃烘1~2 h至恒重，用电子天平(0.0001)称重^[9]。全部数据采用 Excel, SPSS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 穴盘育苗试验结果与分析

2.1.1 不同沼渣含量及基质配方对番茄发芽率影响
播种后第7天统计种子萌发的情况，从表2可看出，沼渣的不同用量水平及不同的基质配比对番茄种子的发芽率、出芽势有很大影响。含10%沼渣的人工基质最适宜种子发芽，F1、F2处理组发芽率均高于90%，F1达到最高的95.8%，比对照组高2.24%。而F6、F7、F8、F9处理组均低于90%，F9处理组(沼渣含量为40%)发芽率仅为41.7%，不到对照组的一半，说明基质中沼渣含量高于30%不利于番茄种子的萌发生长。结果还表明，相同沼渣含量条件下，不同的基质配比，对种子发芽率、出芽势的影响也不相同。以含20%沼渣的处理组为例，F3发芽率与F1相同，达到最高值，F4、F5却均低于对照组，且3个处理组发芽率、发芽势均不相同，差异明显。

表 2 不同配方基质对番茄种子发芽的影响

Table 2 Effects of different substrates on tomato seed germination

处理 Treatment	沼渣含量(质量比) Residue levels (Mass ratio)/ %	发芽率 Germination rate/ %	出芽势 Budding potential
CK	0	93.7	较强
F1	10	95.8	强
F2	10	92.4	强
F3	20	95.8	强
F4	20	90.3	较强
F5	20	88.9	中
F6	30	88.9	中
F7	30	79.9	弱
F8	30	77.8	弱
F9	40	41.7	弱

2.1.2 不同沼渣含量及基质配方对番茄幼苗株高和茎粗的影响
从图1、2可看出，F1、F2、F3处理组的番茄幼

苗的株高、茎粗均明显高于对照区。F4处理组的幼苗株高、茎粗与对照区无明显差异，而F5、F6、F7、F8、F9处理组番茄幼苗的株高、茎粗都显著小于对照区。结果表明，含10%沼渣配方最利于番茄幼苗生长，含20%沼渣的人工基质因配方不同，结果有显著差异，含30%及以上沼渣的配方对番茄幼苗生长有抑制作用，不利于幼苗生长。

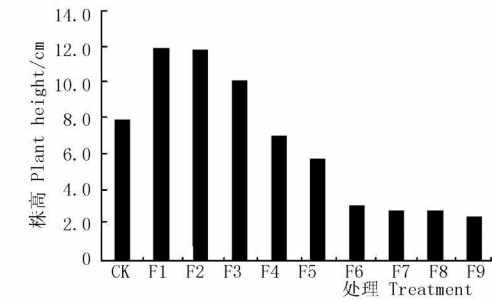


图 1 不同配方基质对番茄幼苗株高的影响

Fig. 1 Effects of different substrates on plant height of tomato seedlings

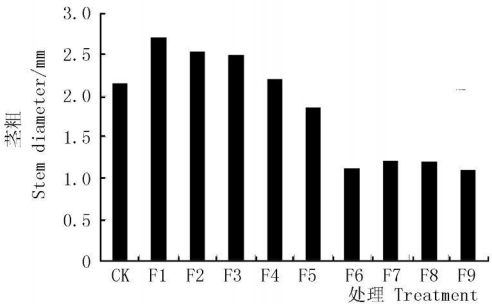


图 2 不同配方基质对番茄幼苗茎粗的影响

Fig. 2 Effects of different substrates on stem diameter of tomato seedlings

2.1.3 不同沼渣含量及基质配方对番茄幼苗最大根长的影响
从图3可看出，F1、F2、F3、F4处理组的最大根长明显高于对照及其它处理组，其中以F1最大，F3次之，但F1、F2、F3、F4之间并无明显差异，根系长的都很好。F5处理组幼苗的最大根长也大于对照组，但差异不显著。而F6、F7、F8、F9处理组的幼苗最大根长很小，均在对照区的一半以下，几乎没有侧根，且根系颜色发紫。分析原因，含10%~20%沼渣的配比均适宜番茄幼苗根系的生长，但不同沼渣含量及基质配方的影响不相同，

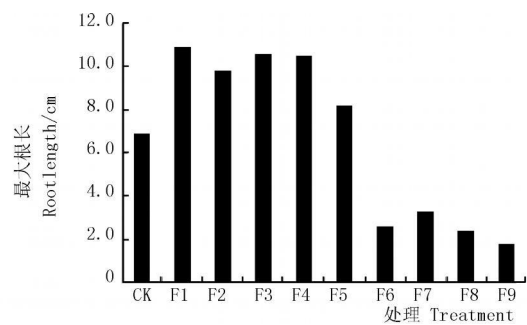


图 3 不同配方基质对番茄幼苗最大根长的影响

Fig.3 Effects of different substrates on maximum root length of tomato seedlings

而含 30%及以上沼渣的配方, 基质中养分过量, 阻碍了幼苗根系的正常生长。

表 3 不同配方基质对番茄幼苗生长的影响

Table 3 Qualities of tomato plug seedlings grown on different substrates

处理 Treatment	地上鲜质量 Ground fresh weight/ g	地下鲜质量 Under ground fresh weight/ g	地上干质量 Ground dry weight/ mg	地下干质量 Under ground dry weight/ mg
CK	1. 1491±0. 0944c	0. 1797 ±0. 0398cd	100. 7±11. 3c	32. 5 ±8. 5bc
F1	2. 2675±0. 3439a	0. 3407±0. 1324a	202. 5±46. 5a	70. 9±28. 8a
F2	1. 8386±0. 4173b	0. 2643±0. 0662b	148. 7±45. 1b	45. 6±15. 3b
F3	1. 9850±0. 4459b	0. 3772±0. 0823a	178. 0±18. 9ab	63. 2±16. 4a
F4	1. 0483±0. 2046c	0. 2405 ±0. 0941bc	78. 0±16. 3cd	35. 8±13. 9b
F5	0. 6033±0. 1745d	0. 1290±0. 0651d	49. 3±15. 5de	20. 3±9. 2c
F6	0. 1518±0. 0284e	0. 0290±0. 0079e	15. 6±2. 9e	4. 4±1. 3d
F7	0. 1280±0. 0397e	0. 0313±0. 0082e	14. 0±3. 8e	5. 2±1. 8d
F8	0. 1892±0. 2046e	0. 0264±0. 0091e	13. 9±3. 5e	4. 1±1. 8d
F9	0. 0777±0. 0250e	0. 0187±0. 0034e	10. 2±3. 7e	3. 0±0. 9d

注 相同字母表示没有显著性差异($P\leq 0.05$ Duncan 新复极差法)以下各字母相同。
Note: the "a" means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's test($P\leq 0.05$).

2.2 营养钵试验结果与分析

2.2.1 不同基质配方对番茄营养钵苗株高的影响 由表 4 可看出, 施用沼肥的处理前期长势均优于对照组, 28 d 时优势最为明显, 且施用 10%沼渣的处理组均优于

施用 20%沼渣的处理组。试验后期(42 d 及以后)株高均以 B2 组为最大值, 且 70 d 时为对照组 1.36 倍。A1、A2、B1 处理组第 70 d 株高与对照组无显著性差异, 分析原因为沼肥后期养分不足, 植株生长速度减缓。

表 4 不同配方基质对番茄幼苗株高的影响

Table 4 Effects of different substrates on plant height of tomato seedlings cm

处理 Treatment	沼渣含量(质量比) Residue levels(Mass ratio)/ %	试验天数 Test days/d				
		14	28	42	56	70
CK	0	4.45±0.27c	18.91±1.86d	41.76±5.55c	49.31±4.14c	64.88±7.55b
A1	10	5.71±0.48a	28.79±1.85a	47.82±3.38a	52.34±4.20bc	64.17±4.81b
A2	20	4.14±0.40c	21.25±0.83c	43.80±5.93b	50.53±6.73c	63.67±0.22b
B1	10	4.82±0.34b	24.35±1.01b	47.52±3.54a	53.89±2.33b	61.20±2.96b
B2	20	4.10±0.21c	19.37±1.87d	48.27±2.26a	61.80±5.04a	88.25±5.50a

注 A 表示沼渣发酵原料为猪粪 B 表示沼渣发酵原料为鸡粪, 下同。
Note: A means pig manure residue, B means chicken manure residue, the same below.

2.2.2 不同基质配方对番茄营养钵苗茎粗的影响 由表 5 可看出, A1 处理组茎粗在整个试验过程中均为最大值, 14 d 时与对照组及其它处理组差异达极显著水平, 表明 A1 前期植株生长迅速。第 42、56 天数据显示, 施用沼肥的处理茎粗均高于对照组, 差异均达到显著性水平, 表明施用沼肥较化肥更利于番茄幼苗植株的生长。

2.2.3 不同基质配方对番茄营养钵苗叶绿素含量的影响 叶绿素含量可以反映植物的氮素营养情况, 由图 4 可看出, 试验初期, 沼肥中速效 N 含量丰富, 氮素供给能够满足植株生长需要。A1、B1 处理组第 56、70 天时叶绿素相对含量较低, 植株表现出明显的缺肥症状, A2、B2 未出现缺肥的症状, 且叶绿素相对含量均高于对照组, 表明沼渣含量为 10%的人工基质可满足育苗(42 d)氮素

表 5 不同配方基质对番茄幼苗茎粗的影响

Table 5 Effects of different substrates on stem diameter of tomato seedlings

处理 Treatment	试验天数 Test days/ d				
	14	28	42	56	70
CK	1.70±0.05b	4.33±0.20d	5.15±0.17b	5.57±0.07b	5.99±0.04b
A1	2.03±0.09a	5.36±0.06a	6.25±0.10a	6.27±0.13a	6.57±0.16a
A2	1.52±0.04c	4.98±0.15b	6.23±0.07a	6.13±0.04a	6.20±0.11ab
B1	1.75±0.07b	5.21±0.15a	6.11±0.10a	6.16±0.10a	6.25±0.18ab
B2	1.26±0.03d	4.72±0.19c	6.04±0.18a	6.26±0.03a	6.45±0.09a

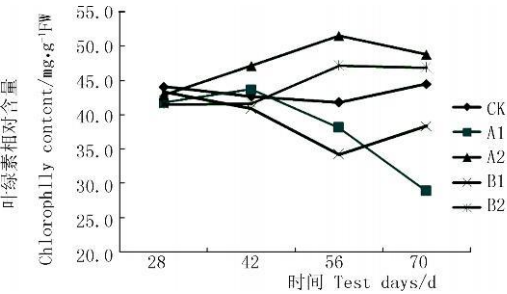


图 4 不同基质配方对番茄幼苗叶绿素相对含量的影响
Fig. 4 Effects of different substrates on the relative chlorophyll content of tomato seedlings

需求,沼渣含量为 20%的人工基质可基本供应番茄植株 70 d 生长。

3 结论

穴盘育苗试验结果表明,基质中沼渣含量的多少对穴盘番茄苗的生长有很大的影响。基质中沼渣含量在 30%以上时,穴盘中番茄种子的发芽率低,且在幼苗整个生长过程生长缓慢,幼苗矮小,主要由于基质中养分含量过高,产生了肥害,严重抑制了幼苗的正常生长。而沼渣含量为 10%的处理的种子发芽率很高,在整个生长过程中幼苗的株高、茎粗、地上部干鲜质量、地下部干鲜质量等生长指标都明显优于对照及其它处理组,生长后期幼苗没有出现缺肥症状,整个生长过程中的趋势是前期生长速度很快,后期速度较慢。而沼渣含量为 20%

的处理区的幼苗其生长状况都比沼渣含量为 10%的处理稍差,但在生长后期幼苗最大根长、地下部增长速度比沼渣含量为 10%的快,表明在幼苗生长后期 20%的沼渣处理具有一定的优势。总体来看培育 4、5 片叶的番茄苗时,基质中沼渣含量为 10%时更有益于幼苗的生长。

营养钵育苗结果表明,42 d 内施用沼肥的处理番茄苗株高、茎粗均明显优于对照组,后期由于养分不足,长势减缓。叶绿素变化趋势表明,施用 10%沼肥处理后期氮素供应不足,出现缺氮现象,而施用 20%沼肥处理氮素基本满足番茄植株 70 d 内需求。

该试验结果表明,在番茄育苗基质中,沼肥可以完全替代化肥,施用沼肥后番茄幼苗生长更优。因此,沼肥在无土栽培基质育苗中的应用是可行的。

参考文献

[1] 张宁珍,刘勇,刘善军.追肥沼肥对甘蔗增产效果研究[J].中国沼气,1999,17(4):31-33.
[2] 杨合法,范聚芳,郝晋琨,等.沼肥对保护地番茄产量、品质和土壤肥力的影响[J].中国农学通报,2006,22(7):369-372.
[3] 傅克兰,陈国.沼肥基质与施肥配方对生菜产量和品质的影响[J].湖南农业科学,2006(1):49-51.
[4] 艾天,刘庆玉,李金洋,等.施用沼肥对生菜生长特性及品质影响的研究[J].可再生能源,2006(6):51-53.
[5] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000:186.

Influence of Biogas Residue of Artificial Substrates on Tomato Seedling

CHANG Peng¹, ZHANG Ying¹, LI Yan-ming², ZHANG Xiao-qian¹, QU Ying-hua¹

(1.College of Water Conservancy and Civil Engineering Agricultural University, Beijing 100083; 2. College of Resources and Environmental Sciences China Agricultural University, Beijing 100094)

Abstract: This study investigated the biogas residue in the application of artificial matrix in tomato seedlings, and selected a suitable growth of tomato seedling residue artificial matrix formula. The results showed that the biogas residue dosage rate should not exceed 30% in the artificial matrix formula, and 10% was the best of the optimal ratio of biogas residue. Within 42 days, the treatment group, in which the application of 10% to 20% of the residue, were significantly better than the physiological control of fertilizer application. 42 ~ 70 days, the application of 10% of the biogas residue of the treatment group showed nutritional deficiencies symptoms, but 20% group did not. We concluded that the biogas residue could completely replace the use of chemical fertilizers in artificial substrate of tomato seedlings, to reduce pollution and save resources.

Key words: biogas residue; artificial substrate; tomato seedlings