

刘新红,宋修超,罗佳,等.以中药渣有机肥为主要材料的番茄育苗基质筛选[J].江苏农业科学,2020,48(22):149-153.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.22.028

# 以中药渣有机肥为主要材料的番茄育苗基质筛选

刘新红<sup>1,2</sup>,宋修超<sup>1</sup>,罗佳<sup>1,2</sup>,马艳<sup>1,2</sup>,梁永红<sup>3</sup>,仇美华<sup>3</sup>

(1. 江苏省农业科学院资源与环境研究所/江苏省农业科学院农业部长江下游平原农业环境重点实验室,江苏南京 210014;

2. 江苏大学,江苏镇江 212013; 3. 江苏省耕地质量与农业环境保护站,江苏南京 210036)

**摘要:**番茄育苗基质每年的消耗量较大,而中药渣是养分丰富的农业废弃物,易于获得。在不添加其他肥料的情况下,采用正交试验方法,以中药渣为主要材料,开展番茄育苗基质筛选研究。结果表明,不使用无机或有机肥料,使用高比例中药渣进行配方的情况下,大部分配方处理基质养分含量能够实现番茄育苗,并显著优于对照市售基质。其中 T4 处理即中药渣:椰糠:草炭:蛭石:珍珠岩体积比为 7:2:2:1.5:1.5 时,番茄幼苗壮苗指数最高,是本研究的优选配方。此外,中药渣大量使用存在使用上限,使用比例高于 70% (体积比) 则显著抑制种子出苗,优选使用比例为 50% (体积比)。

**关键词:**中药渣;番茄;育苗;基质配方

**中图分类号:**S641.206 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)22-0149-04

番茄 (*Lycopersicon esculentum*) 是世界范围内消费量最多的蔬果之一<sup>[1]</sup>。长期以来,使用农业生产中产出量较大的农业废弃物作为育苗基质的原材料已经成为越来越多研究人员的共识<sup>[2-4]</sup>。据统计,我国中草药年消耗量达数百万吨,药渣废弃物几千万吨<sup>[5]</sup>,并有逐年上升的趋势<sup>[6-7]</sup>。这些中药渣通常以废弃物的形式作为垃圾丢弃,或者焚烧或者填埋,不仅造成了环境污染,而且一定程度上浪费了资源。中草药药渣是中药植物的根、茎、叶、花、全草等植物体,其中含有大量的氮、磷、钾和有机质,可以再次被利用作为营养物质使用<sup>[8]</sup>。青蒿和金银花是抗毒性中药的主要原料,在特定中药厂药渣中具有较高含量,其中除了含有丰富的养分外,还含有可能会对植物生长产生抑制作用的青蒿素和绿原酸<sup>[9-10]</sup>。本研究尝试在不添加其他肥料的情况下,使用青蒿和金银花为主要原料的中药渣有机肥为主要原料,针对性地开展番茄育苗基质筛选研究,对中药渣理化性质及育苗效果进行了研

究,以期对中药渣废弃物综合利用提供技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 番茄育苗基质配方所用材料

试验所使用中药渣原料来自于江苏省康缘药业中药渣废弃物,主要成分是金银花、青蒿、银杏叶及牡丹皮,草木比 1:2,经充分堆制腐熟形成有机肥。中药渣有机肥配方前,经过风干和过筛(2 mm 孔径)。配方所选用的辅料为草炭、蛭石、椰糠和珍珠岩,供试商品基质均购自南京市花卉物流中心。中药渣有机肥的主要理化性状见表 1。

### 1.2 试验方法

育苗试验安排在 2018 年 5 月 18 日至 6 月 18 日,环境最高温度 35.2℃,最低温度 19℃,平均温度 25.85℃,试验地点为江苏省农业科学院的连栋玻璃温室大棚。试验按照 5 因素 4 水平正交试验设计,各处理重复 3 次,配方用量见表 2。

### 1.3 样品采集和指标测定

采用 50 孔标准穴盘进行番茄育苗,番茄品种为苏粉 11 号。各处理按照计划配方搅拌均匀,然后装盘播种,每穴 2 颗,清水喷淋浇灌。播种后第 15 天,统计出苗且子叶完全展开者为齐苗,齐苗率等于每穴盘齐苗数占播种总量(100 颗)的百分比。选取穴盘中部番茄苗 9 株,分别测定株高、茎粗和鲜质量。然后将番茄根系小心挖出,用流动水洗掉黏附的基质,再用吸水纸吸干称取鲜质量。之后将幼苗地上

收稿日期:2020-01-07

基金项目:江苏省科技支撑计划[编号:CX(17)2025];江苏现代农业(蔬菜)产业技术体系废弃资源利用创新团队项目(编号:JATS[2018]209)。

作者简介:刘新红(1978—),女,河南孟州人,副研究员,从事植物营养与农业废弃物资源化利用研究。E-mail:xhliu2011@126.com。

通信作者:马艳,研究员,从事植物营养与生物资源利用研究。

E-mail:myjaas@sina.com.cn。

表 1 中药渣有机肥主要物理化学性状

项目	数值
pH 值	7.61
EC( dS/m)	5.23
含水量( % )	13.21
容重( g/cm <sup>3</sup> )	0.49
总孔隙度( % )	52.45
通气孔隙度( % )	7.86
持水孔隙度( % )	44.59
水气比	5.68
最大持水量( % )	168.62
全氮含量( % )	2.45
全磷含量( % )	0.37
全钾含量( % )	1.07
速效磷含量( g/kg)	1.14
有效磷含量( g/kg)	0.52
速效钾含量( g/kg)	3.99
有机质含量( % )	60.20

表 2 番茄育苗基质各处理配方材料及用量

处理	配方材料及用量(L)				
	中药渣	椰糠	草炭	蛭石	珍珠岩
T1	7	0.5	0.5	0	0
T2	7	1.0	1.0	0.5	0.5
T3	7	1.5	1.5	1.0	1.0
T4	7	2.0	2.0	1.5	1.5
T5	6	0.5	1.0	1.0	1.5
T6	6	1.0	0.5	1.5	1.0
T7	6	1.5	2.0	0	0.5
T8	6	2.0	1.5	0.5	0
T9	5	0.5	1.5	1.5	0.5
T10	5	1.0	2.0	1.0	0
T11	5	1.5	0.5	0.5	1.5
T12	5	2.0	1.0	0	1.0
T13	4	0.5	2.0	0.5	1.0
T14	4	1.0	1.5	0	1.5
T15	4	1.5	1.0	1.5	0
T16	4	2.0	0.5	1.0	0.5
CK	市售草炭基质				

部和地下部杀青烘干,分别称取干质量。根据指标测定值计算幼苗的壮苗指数,壮苗指数 = 茎粗/株高 × 全株干质量<sup>[11]</sup>。

基质的容重和孔隙度采用环刀法测定,pH 值和 EC 值测定采用 1 : 5 的土水比获得浸提后分别采用 pH 计和电导仪测定。基质氮磷钾含量的测定参照鲁如坤的方法<sup>[12]</sup>。

1.4 数据分析

采用 Excel 2007 软件进行数据基础整理,采用 SPSS 18.0 软件进行显著性分析和极差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理中药渣基质理化特征

各处理基质理化特征见表 3。不同处理中药渣育苗基质 pH 值、EC 值和容重显著高于对照基质,总孔隙度、通气孔隙度和最大持水量显著低于对照基质,大部分处理氮磷养分含量显著高于对照基质。不同含量中药渣处理的 pH 值介于 6.98 ~ 7.30 之间,极差最大为草炭 0.155,中药渣极差为 0.098,增加草炭用量 pH 值呈下降趋势,增加中药渣用量 pH 值上升。不同含量中药渣处理的 EC 值介于 3.07 ~ 4.21 ds/m 之间,极差最大为中药渣(0.49)和蛭石(0.56),中药渣使用量与 EC 呈显著负相关( $r = -0.62, P = 0.01$ )。影响各处理容重的主要材料为椰糠、珍珠岩、中药渣,极差分别为 0.047、0.032、0.038。各处理总孔隙度、通气孔隙度和最大持水量主要受中药渣使用量影响(极差 2.99、1.41、25.15),并与中药渣使用量呈负相关关系( $r = -0.57、-0.43、-0.48; P = 0.02、0.10、0.06$ )。中药渣使用量也是各处理氮、磷、钾总含量的主要影响因素,极差分别为第二极差(0.17)、第一极差(0.21)和第二极差(0.32),增加中药渣使用量后各处理总氮含量有增加趋势。

2.2 不同处理基质对番茄幼苗的影响

从表 4 可以看出,T4 处理株高、茎粗、地下部以及地上部鲜质量低于对照但差异不显著,齐苗率显著高于对照和除 T5、T6、T11、T15 处理外的其他处理,地上部干质量显著高于对照和除 T5、T15 处理外的其他处理,综合指标壮苗指数显著高于对照和除 T15 处理外的其他处理。中药渣用量比例升高对番茄幼苗的各个指标均产生了一定的抑制效应,T1 和 T2 处理(中药渣有机肥体积占比为 70% ~ 88%)成苗的茎粗、株高、地上部干质量均显著低于对照和除 T9 处理外的其他处理(中药渣有机肥体积占比为 58% ~ 60%)。所有处理的地下部鲜质量(T6 处理除外)、地下部干质量均低于对照。

3 讨论及结论

中药渣有机肥是中草药用植物经熬煮后的产物,具有充足的养分,能够作为栽培材料进行育

表 3 不同处理中药渣育苗基质理化性质

处理	pH 值	EC 值 (dS/m)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙度 (%)	通气孔隙度 (%)	最大持水量 (%)	全氮含量 (%)	全磷含量 (%)	全钾含量 (%)
T1	7.30a	4.21a	0.44a	58.14d	5.02g	178.32d	2.57a	0.17d	0.46d
T2	7.20b	3.90a	0.41ab	60.68c	6.37e	182.42d	2.44a	0.54b	0.93bc
T3	7.05c	3.67b	0.38bc	60.67c	5.36f	201.87cd	2.17bc	0.35c	0.75c
T4	7.05c	3.37c	0.35c	63.42b	5.23fg	218.44bc	2.14c	0.56ab	1.07b
T5	7.15b	3.62bc	0.38bc	62.86bc	5.89g	197.34cd	2.27b	0.60ab	1.1ab
T6	7.12bc	3.39c	0.39b	65.38ab	7.76b	173.87d	2.15c	0.67a	1.28a
T7	7.12bc	3.89ab	0.37bc	61.92c	6.29e	218.30bc	2.43a	0.62ab	1.08b
T8	7.24ab	3.43c	0.33c	62.97bc	6.45e	222.08bc	2.46a	0.55b	0.98b
T9	7.12bc	3.31c	0.39b	62.43bc	5.14fg	194.80d	2.12c	0.49bc	0.99b
T10	7.03cd	3.32c	0.38bc	63.01b	5.62g	207.01c	2.14c	0.59ab	1.08b
T11	7.23ab	3.59bc	0.36c	63.94b	5.60f	212.45c	2.29b	0.57ab	0.96b
T12	7.18b	3.68b	0.35c	62.31bc	6.46e	228.51b	2.47a	0.26cd	0.62cd
T13	6.98d	3.21c	0.36c	64.64b	7.39c	216.58bc	2.26b	0.45bc	0.83c
T14	7.03cd	3.58bc	0.33c	62.96bc	6.66de	239.75b	2.32b	0.65a	1.11ab
T15	7.08c	3.07c	0.40b	64.38b	7.89b	190.38d	1.95c	0.66a	1.33a
T16	7.15b	3.35c	0.35c	62.88bc	5.69g	234.92b	2.11c	0.30c	0.79c
CK	5.81e	2.31d	0.26d	68.55a	13.95a	288.92a	1.26d	0.24cd	0.95bc

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。表 4 同。

表 4 不同处理中药渣育苗基质对番茄幼苗的影响

处理	齐苗率 (%)	茎粗 (mm)	株高 (cm)	地下部鲜质量 (g)	地上部鲜质量 (g)	地下部干质量 (g)	地上部干质量 (g)	壮苗指数
T1	36f	2.893e	5.84e	0.036d	2.17d	0.016d	0.130f	0.007 3f
T2	64cd	3.307d	8.88d	0.060cd	2.56cd	0.030c	0.225d	0.009 6cd
T3	70b	4.310a	19.30a	0.099bc	4.93ab	0.037bc	0.371b	0.009 3d
T4	76a	4.042bc	15.55b	0.122ab	3.89bc	0.043ab	0.427a	0.012 6a
T5	74a	4.318a	19.39a	0.102b	5.19a	0.042ab	0.458a	0.011 3b
T6	74a	4.074b	15.60b	0.149a	4.19b	0.038b	0.389b	0.011 3b
T7	64cd	3.912bc	13.52b	0.096bc	3.93b	0.034bc	0.325bc	0.010 6b
T8	64cd	3.614c	13.32c	0.095bc	3.11c	0.027c	0.311c	0.009 7cd
T9	64cd	3.54cd	11.34cd	0.096bc	2.72c	0.028c	0.245cd	0.008 6e
T10	64cd	3.799c	12.16c	0.099bc	3.26c	0.026c	0.253c	0.008 9de
T11	74a	3.889bc	14.29b	0.052cd	3.21c	0.029c	0.277c	0.009 6cd
T12	62d	3.711c	11.41c	0.064c	3.20c	0.032c	0.270c	0.010 0c
T13	62d	4.097ab	15.42b	0.100bc	3.92b	0.037b	0.354b	0.010 5b
T14	68bc	4.091ab	17.20ab	0.075c	4.03b	0.034bc	0.350b	0.009 3d
T15	76a	4.179ab	16.93ab	0.115b	4.08b	0.043ab	0.422ab	0.011 5ab
T16	66c	4.166ab	16.82ab	0.077c	3.97b	0.039b	0.358b	0.009 8d
CK	68bc	4.011bc	15.80b	0.143a	4.35b	0.049a	0.354b	0.010 2c

苗<sup>[13-14]</sup>。中药渣废弃物根据来源不同,理化性质不同,在育苗中使用比例从 6% 到 75% 各不相同,而高比例药渣使用于育苗过程有抑制成品苗品质的风险<sup>[15-16]</sup>。为了更好地提供药渣废弃物在育苗过程中

的使用指导,本研究尝试在育苗配方中使用 50.0% ~ 87.5% 比例的中药渣进行番茄育苗,育苗过程不添加额外养分。综合来看,T4 处理即中药渣:椰糠:草炭:蛭石:珍珠岩体积比为 7:2:2:1.5:1.5 时,番

茄幼苗壮苗指数最高,并显著优于对照市场基质,是本研究的优选配方,其中主要是同等条件下提高了地上部物质累积量。因此,中药渣废弃物能够作为番茄育苗基质材料,本优选配方中的中药渣使用比例为 50%,能大幅度降低育苗成本。

本研究中所用中药渣废弃物 EC 值较高(5.23),高于常见的农业废弃物如菇渣、椰糠、河沙、作物秸秆以及粉煤灰等<sup>[13,17]</sup>,中药渣使用量是基质 EC 值和氮磷钾养分含量的主要影响因素,大部分处理基质养分含量高于对照,这可能是由于本研究中中药渣的氮和磷含量远远高于其他废弃物或中药渣<sup>[13,18-20]</sup>。此外为保证试验材料的稳定性,本研究中使用中药渣经过风干处理,含水量仅为 13%,低于一般风干基质材料含水量(40%~50%),这有可能拉高实测值。从实测数据来看,各配方处理中药渣使用比例为 50%~88%(体积比)情况下,EC 值介于 3.07~4.21 之间,优选配方处理中药渣 EC 为 3.37 dS/m,使用比例在 50%~55%(体积比)时,EC 值符合 Warncke 的建议范围(0.75~3.5 dS/m)<sup>[21]</sup>,与 Manh 等优选配方 EC 值(3.32 dS/m)<sup>[22]</sup>接近,但高于 Noguera 等建议的 EC 值(<2.5 dS/m)上限<sup>[23]</sup>。因此,从基质 EC 考虑,中药渣有机肥使用比例应低于 55%。

各处理中药渣用量从 50.0%到 87.5%不等,齐苗率也有明显差异。T1 处理中药渣用量为 87.5%,齐苗率仅为正常基质的 53%,一方面可能是因为基质 EC 值略偏高,另一方面可能主要是因为本研究所使用的中药渣成分含有青蒿和金银花,药渣内残留的药物成分青蒿素和绿原酸可能对种子萌发产生了一定的抑制作用<sup>[9-10]</sup>。因此,为了保证成品苗齐苗品质,配方中中药渣废弃物的使用比例应小于 70%,并以 50%为最优。

相关性分析发现,中药渣废弃物的使用量是各处理总孔隙度、通气孔隙度和最大持水量的主要影响要素。优选中药渣育苗配方的总孔隙度与对照接近,但通气孔隙度仅为对照的 37%,可能是由中药渣材质引起的。总孔隙度测定是以总吸水量为指标,通气孔隙度以水分饱和后的渗流量为指标<sup>[11]</sup>。中药渣材料多为木本药材(草木比 1:2),水分吸收后牢牢锁定在内部不易析出,造成了总孔隙度不低而通气孔隙度很低的表观现象。但材料内部锁定的水分在基质环境干旱时仍然可以释放出来被幼苗吸收,由于育苗过程对基质持水量有较

宽的容忍范围<sup>[24-25]</sup>,因此中药渣材料孔隙度和持水性特征并不影响育苗成苗。

综上所述,中药渣可以作为穴盘番茄育苗基质的主要材料,从 EC 值、幼苗出苗率以及齐苗率考虑,中药渣使用比例为 50%,综合考虑壮苗指数指标的最优配方为中药渣:椰糠:草炭:蛭石:珍珠岩使用比例 7:2:2:1.5:1.5。

#### 参考文献:

- [1] 尚乐乐,宋建文,王嘉颖,等. 番茄果实品质形成及其分子机理研究进展[J]. 中国蔬菜,2019(4):21-28.
- [2] 孙永明,李国学,张夫道,等. 中国农业废弃物资源化现状与发展战略[J]. 农业工程学报,2005,21(8):169-173.
- [3] 范如芹,罗佳,高岩,等. 农业废弃物的基质化利用研究进展[J]. 江苏农业学报,2014,30(2):442-448.
- [4] 孟宪民,王忠强,刘永和,等. 国外园艺泥炭利用现状与未来发展方向[J]. 腐植酸,2003(1):3-6.
- [5] Guo F Q, Dong Y P, Zhang T H, et al. Experimental study on herb residue gasification in an air-blown circulating fluidized bed gasifier[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2014, 53(34): 13264-13273.
- [6] 杨冰,丁斐,李伟东,等. 中药渣综合利用研究进展及生态化综合利用模式[J]. 中草药,2017,48(2):377-383.
- [7] 于明德. 中国医药统计年鉴[M]. 中国医药经济数据网,2007.
- [8] 贺超,王文全,侯俊玲. 中药药渣生物有机肥的研究进展[J]. 中草药,2017,48(24):5286-5292.
- [9] Eitshell F A. Mechanism of action of allelochemicals in allelopathy[J]. Allelopathy, 1994(9):96-116.
- [10] Yan Z Q, Wang D D, Ding L, et al. Mechanism of artemisinin phytotoxicity action: induction of reactive oxygen species and cell death in lettuce seedlings[J]. Plant Physiology & Biochemistry, 2015, 88:53-59.
- [11] 陈阳,林永胜,周先治,等. 不同育苗基质对番茄幼苗生长的影响[J]. 热带作物学报,2015,36(12):2149-2154.
- [12] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2000:146.
- [13] 唐懋华,成维东. 中药渣基质对蔬菜育苗及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2005(4):81-82.
- [14] 刘遂飞,张志红,孙桂琴,等. 不同中药渣组合替代棉籽壳栽培平菇试验[J]. 北方园艺,2013(12):155-158.
- [15] 王茂,郭鑫,韩峰,等. 发酵中药渣有机育苗基质配比对小白菜育苗的影响[J]. 绿色科技,2014(10):100-101.
- [16] 卢文伟,张锐,张文,等. 中药渣栽培平菇培养基配方筛选试验[J]. 食用菌,2015(4):29-30.
- [17] 张强,王顺利,曲明山,等. 以粉煤灰为主要原材料的黄瓜育苗基质配方筛选[J]. 北方园艺,2018(21):17-21.
- [18] 龚火根,李旭东. 西瓜工厂化中药渣基质育苗技术[J]. 南方农业,2014,8(12):17-19.
- [19] Zhang R H, Duan Z Q, Li Z G. Use of spent mushroom substrate as growing media for tomato and cucumber seedlings[J]. Pedosphere, 2012, 22(3):333-342.

刘燕,张凯鸣,孙萍,等. 添加矿质营养对蚓粪-蛭石育苗基质培育西红柿幼苗的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(22):153-159.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.22.029

# 添加矿质营养对蚓粪-蛭石育苗基质培育西红柿幼苗的影响

刘燕<sup>1</sup>, 张凯鸣<sup>3</sup>, 孙萍<sup>1</sup>, 毛伟<sup>2,3</sup>, 赵海涛<sup>3</sup>, 居静<sup>3</sup>

(1. 江苏省扬州市邗江区农产品质量监督检测中心, 江苏扬州 225009; 2. 江苏省扬州市耕地质量保护站, 江苏扬州 225101;

3. 扬州大学环境科学与工程学院, 江苏扬州 225127)

**摘要:** 蚓粪与蛭石 4:1 (体积比) 混合物中添加氮、磷、钾肥复混成育苗基质, 通过温室大棚培育西红柿幼苗, 探究育苗基质对西红柿幼苗生长的影响。结果表明, 蚓粪蛭石按照 4:1 体积混合育苗基质的容重、总空隙度, 持水空隙度显著小于对照基质, 而通气空隙度和气水比显著大于对照基质。蚓粪-蛭石育苗基质中添加氮磷钾有利于西红柿幼苗生长发育, 加入 0.5 kg/m<sup>3</sup> 尿素显著增大展宽、株高、根表面积、根直径、根体积、茎叶干质量、根干质量、总干质量和壮苗指数, 1.0 kg/m<sup>3</sup> 尿素处理的西红柿幼苗根干质量和根冠比显著大于 0.5 kg/m<sup>3</sup> 尿素处理, 同时添加过磷酸钙 10.0 kg/m<sup>3</sup>、硫酸钾 1.0 kg/m<sup>3</sup> 显著增大株高、根干质量和根体积, 混合添加尿素 1.0 kg/m<sup>3</sup>、过磷酸钙 10.0 kg/m<sup>3</sup> 和硫酸钾 1.0 kg/m<sup>3</sup> 显著增大西红柿幼苗茎叶发育、根系发育和物质累积分配等各项指标。育苗后, 添加尿素导致基质 pH 值显著下降, 添加过磷酸钙和硫酸钾导致基质 EC 值显著增大, 混合添加尿素 1.0 kg/m<sup>3</sup>、过磷酸钙 10.0 kg/m<sup>3</sup> 和硫酸钾 1.0 kg/m<sup>3</sup> 显著增大了基质有效氮含量、速效磷含量和有效钾含量。总之, 蚓粪蛭石按 4:1 体积比混合基质中添加尿素增大西红柿茎叶和根系各指标的效果优于添加过磷酸钙和硫酸钾, 育苗后混合基质的有效氮含量是反映基质质量优劣的重要指标。添加尿素 1.0 kg/m<sup>3</sup>、过磷酸钙 10.0 kg/m<sup>3</sup> 和硫酸钾 1.0 kg/m<sup>3</sup> 到 4:1 体积比的蚓粪蛭石混合物最有利于西红柿幼苗的生长发育。

**关键词:** 蚓粪; 西红柿幼苗; 氮磷钾; 育苗基质

**中图分类号:** S641.206 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)22-0153-07

设施农业因其高科技、高效益、环境可控性强和土地复种指数高等特点, 倍受生产者和农民的欢迎, 呈现继续发展的良好势头<sup>[1]</sup>, 育苗移栽是提高

设施农业蔬菜栽培效益的重要手段<sup>[2]</sup>。育苗基质是蔬菜育苗体系的关键一环, 传统的育苗基质以泥炭为主, 然而泥炭是不可再生资源, 因此发掘经济环保的泥炭替代物料得到越来越多的关注<sup>[3-5]</sup>。蚓粪是蚯蚓腔肠消解有机物料的产物<sup>[6-8]</sup>, 添加蚓粪能够显著提高土壤可溶性碳、碱解氮和速效磷含量, 提高土壤中微生物碳与氮的含量并降低微生物量 C/N<sup>[9]</sup>。蚓粪能够显著影响不同品种西红柿幼苗的成苗率、生长率和根冠比<sup>[10]</sup>, 提高玉米的叶片数、鲜质量、株高和茎粗<sup>[11]</sup>。1:1 体积比蚓粪与猪粪配合堆肥能增加氮素供应, 保证幼苗整个生育期

收稿日期: 2020-07-07

基金项目: 扬州市校企合作专项 (编号: YZ2019136); 扬州大学科技创新培育基金 (编号: 2019CXJ090); 扬州大学乡村振兴研究院科研课题 (编号: XH2018415)。

作者简介: 刘燕 (1974—), 女, 江苏扬州人, 高级农艺师, 主要从事耕地质量建设工作。Tel: (0514) 87866415, E-mail: yzhjtf@163.com。

通信作者: 赵海涛, 博士, 教授, 主要从事固体废弃物资源化利用与利用研究。Tel: (0514) 87979615, E-mail: htzhao@yzu.edu.cn。

[20] 柴文臣, 冯志威. 不同基质配比对番茄幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(16): 55-59.

[21] Warncke D D. Analyzing greenhouse growth media by the saturation extraction method[J]. Hortscience, 1986, 21(2): 223-225.

[22] Manh V H, Wang C H. Vermicompost as an important component in substrate: effects on seedling quality and growth of muskmelon (*Cucumis melo* L.) [J]. APCBEE Procedia, 2014, 8: 32-40.

[23] Noguera P, Abad M, Puchades R, et al. Influence of particle size on

physical and chemical properties of coconut coir dust as container medium[J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2003, 34(3/4): 593-605.

[24] 沈兵, 郭勤, 杨静. 基质持水量对番茄种子萌发及壮苗指数影响[J]. 北方园艺, 1999(1): 3-5.

[25] 宋鹏慧, 权明顺, 王晓燕, 等. 不同有机物料水稻育秧基质的持水性及对水稻秧苗素质的影响[J]. 中国农学通报, 2014(30): 217-221.