

引用格式:

刘向东, 张力, 杨吉龙, 尹陈茜, 甘德欣, 于晓英. 2种有机废弃物基质对3种盆栽花卉生长的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2020, 46(4): 425–431.

LIU X D, ZHANG L, YANG J L, YIN C X, GAN D X, YU X Y. Matrix properties of two organic wastes and their effects on the growth of 3 kinds of potted flowers[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2020, 46(4): 425–431.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



2种有机废弃物基质对3种盆栽花卉生长的影响

刘向东^{1,2}, 张力^{1,2}, 杨吉龙^{1,2}, 尹陈茜^{1,2}, 甘德欣^{2,3*}, 于晓英^{1,2*}

(1.湖南农业大学园艺学院, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省中亚热带优质花木繁育与利用工程技术中心, 湖南 长沙 410128; 3.湖南农业大学风景园林与艺术设计学院, 湖南 长沙 410128)

摘要: 用自制园林废弃物基质(T1)和中药渣基质(T2)盆栽紫背天葵、景天三七和硫华菊(泥炭土 CK1、黄壤土 CK2), 测定植株生长指标、生理生化与光合特性、氮磷钾含量。结果表明: T1 栽植的紫背天葵株高增长较 CK1 高 199.84%, 景天三七、硫华菊茎粗增长较 CK1 高 57.05%、41.51%, T2 栽植的硫华菊单花花数分别较 CK1 和 CK2 多 89.57%和 125.14%, 单花直径分别长 28.85%和 17.54%; CK1、T1、T2 栽植紫背天葵和景天三七的净光合速率与 CK2 有极显著差异; T1 栽植景天三七含氮量较 CK1 高 14.38%, T2 栽植的紫背天葵含氮量较 CK1 高 124.22%, 含磷量较 CK1 高 41.94%, T1、T2 栽植的紫背天葵与景天三七含钾量都要低于 CK1。综合来看, 2种自制基质可以替代传统基质在紫背天葵、景天三七、硫华菊盆栽中使用。

关键词: 园林废弃物基质; 中药渣基质; 紫背天葵; 景天三七; 硫华菊; 盆栽

中图分类号: S688 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2020)04-0425-07

Matrix properties of two organic wastes and their effects on the growth of 3 kinds of potted flowers

LIU Xiangdong^{1,2}, ZHANG Li^{1,2}, YANG Jilong^{1,2}, YIN Chenxi^{1,2}, GAN Dexin^{2,3*}, YU Xiaoying^{1,2*}

(1.College of Horticulture, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2.Hunan Mid-Subtropical Quality Plant Breeding and Utilization Engineering Technology Research Center, Changsha Hunan 410128, China; 3.College of Landscape Architecture and Art Design, Hunan Agricultural University, Changsha Hunan 410128, China)

Abstract: Potted *Gynura bicolor*, *Sedum aizoon*, *Cosmos sulphureus* with homemade garden waste (T1), Chinese medicine residue matrix (T2), peat soil (CK1) and yellow loam soil (CK2) respectively, to determine plant growth indicators, physiological and biochemical characteristics, photosynthetic characteristics and the contents of nitrogen, phosphorus and potassium. Plant height of *Gynura bicolor* planted in T1 was 199.84% higher than that in CK1, and the stem growth of *Sedum aizoon* and *Cosmos sulphureus* in T1 were respectively 57.05% and 41.51% thicker than that of CK1. Flower numbers per plant of *Cosmos sulphureus* potted in T2 were respectively 89.75% and 125.14% more than that in CK1 and CK2, and the diameter of single flower was respectively 28.85% and 17.54% more than that in CK1 and CK2. Net photosynthetic rate of *Gynura bicolor* and *Sedum aizoon* planted in CK1, T1, and T2 showed no very significant difference, but the net photosynthetic rate in CK1, T1, and T2 were significantly different from that in CK2 ($P<0.01$). Nitrogen content in T1 planted *Sedum aizoon* was 14.38% higher than that in CK1, in T2 planted *Gynura*

收稿日期: 2019-07-18

修回日期: 2020-03-08

基金项目: 湖南省科学技术厅项目(2018TP2007); 湖南省科学技术厅重点研发计划项目(2016NK2100); 长沙市城市管理和行政执法局项目(17191); 湖南省教育厅项目(18B124、18A084)

作者简介: 刘向东(1995—), 女, 湖南岳阳人, 硕士研究生, 主要从事观赏植物栽培生理生态研究, 1125275210@qq.com; *通信作者, 甘德欣, 博士, 教授, 主要从事园林绿地生态系统服务功能与技术创新研究, 626501802@qq.com; *通信作者, 于晓英, 博士, 教授, 主要从事观赏植物资源与应用研究, 475705701@qq.com

bicolor was 124.22% higher than that in CK1. Phosphorus content in T2 planted *Gynura bicolor* was 41.94% higher than CK1. *Gynura bicolor* and *Sedum aizoon* planted with T1 or T2 all showed lower potassium content compared to CK1. The two self-made substrates could substitute the traditional substrates for potting *Gynura bicolor*, *Sedum aizoon* and *Cosmos sulphureus*.

Keywords: garden waster matrix; Chinese medicine residue matrix; *Gynura bicolor* D.C; *Sedum aizoon* L.; *Cosmos sulphureus*; potted plants

随着无土栽培技术的发展和都市园艺的兴起,市场对栽培基质的需求也在逐年加大。泥炭土、松针土、蛭石等天然基质的大量开采,造成了资源破坏、湿地减少等生态环境问题,因此,寻找其他可替代的资源,研究与开发性能优良、价格低廉的可再生基质,有利于生态环境的保护,同时还可增加经济和社会效益。

有研究^[1-2]表明,采用蚯蚓粪、树皮、蔗渣、芦苇末、菇渣、秸秆、药渣等有机废弃物替代或者部分替代泥炭基质,可应用于设施栽培。ZHANG等^[3]研究提出,菇渣可替代草炭而成为基质的主要成分。中药渣作基质栽培的秀珍菇的氨基酸种类齐全,必需氨基酸含量高,占氨基酸总量的43.7%^[4]。有研究^[5]认为,不同种类的中药渣均能促进紫苏生长。腐熟中药渣、泥炭、腐熟菇渣、蛭石、珍珠岩以5:1:1.5:2:1(体积比)并添加2 kg/m³ 45%缓释肥的基质培育的番茄在株高、茎粗、根系形态及根系活力等方面均优于其他配比的育苗基质^[6]。有研究者认为,园林废弃物堆肥能替代泥炭用于盆栽花卉栽培^[7-8]。胡嘉伟等^[9]认为,油松容器苗基质最佳配方为草炭占55%,珍珠岩占25%,园林废弃物堆肥占20%。

笔者选择发酵的中药渣与园林废弃物作基质,以黄壤土和泥炭土作对照,进行紫背天葵、景天三七、硫华菊的盆栽试验,测定植株的生长指标、氮磷钾含量、生理生化与光合特性,以期有机废弃物的基质化利用提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

园林废弃物基质(T1)和中药渣基质(T2)的制作:分别收集香樟、杜仲、垂柳、柿树等凋落叶和废弃中药渣(含甘草、党参、当归、黄芪、川木通等),晾干后粉碎,过孔径8.46 mm的筛,堆制发酵。发酵完成后,耙松备用。以生长健壮、株高4 cm的紫背天葵、景天三七当年生扦插苗和株高为10 cm硫华菊播种苗为材料进行盆栽。

1.2 试 验 设 计

试验在湖南农业大学花卉基地进行。以自制园林废弃物基质和中药渣基质为试验组,传统基质(泥炭土、黄壤土)为对照组(CK1、CK2),分别栽植紫背天葵、景天三七、硫华菊。共设12个处理。每个处理15盆。每盆1株。重复3次,采用随机区组排列。放置在全光照环境下养护,栽培环境与肥水管理保持一致。

分别在栽植后的第5天、第12天、第22天、第37天、第52天、第67天测定花卉的株高、茎粗;栽植后第37天时测定花卉植株的生理指标、氮磷钾含量以及光合特性。

1.3 测 定 项 目 及 方 法

基质容重、总孔隙度、持水能力采用蒲胜海方法^[10]测定;pH和电导率分别用PB-10酸度计^[11]和电导率仪测定;全氮采用元素分析仪测定(2400II CHNS/O Elemental Analyzer, Perkin-Elmer, 美国);碱解氮采用碱解扩散法测定;氨氮和硝氮用1 mol/L的氯化钾浸提,流动注射分析仪测定(FIAstar 5000 Analyzer, Foss Tecator, 丹麦);全钾采用氢氧化钠碱-火焰光度法测定;有效钾采用乙酸铵浸提-原子吸收法测定^[12];全磷采用氢氧化钠熔融-钼锑抗比色法测定;有效磷采用氟化铵浸提-钼锑抗比色法测定;有机碳采用重铬酸钾容量法-外加热法测定;腐殖质、富里酸、胡敏酸采用焦磷酸钠浸提-重铬酸钾氧化法,用总有机碳分析仪测定。

采用叶绿素含量测定仪SPAD-502测定叶片的SPAD值^[13],选择晴朗无风少云的天气,9:00—11:00采用LI-6400光合仪测定植株的光合特性;植株SOD、POD、CAT活性、丙二醛、可溶性糖、可溶性蛋白含量采用苏州欧科铭生物技术有限公司试剂盒测定;根系活力采用TTC氯化三苯基四氮唑法测定;植株的氮、磷、钾采用流动注射分析仪(Seal, AA3)测定。

1.4 数 据 分 析

用Excel 2010整理数据;用Origin Pro 2018作

图；用 SPSS Statistics 17.0 进行方差分析；采用 Duncan 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 有机废弃物基质的理化性质

有机废弃物基质的理化指标测定结果列于表

表 1 有机废弃物基质的理化指标

Table 1 Physical and chemical indexes of organic waste matrix

基质	容重/(g·cm ⁻³)	总孔隙度/%	持水能力/%	电导率/(ms·cm ⁻¹)	pH
CK1	(0.51±0.01)Aa	(70.53±0.002)Bb	(73.44±0.03)ABa	(2.06±0.02)Aa	(7.60±0.04)Bb
CK2	(0.53±0.002)Aa	(61.50±0.01)Cc	(75.68±0.02)Aa	(2.04±0.05)Aa	(7.00±0.02)Dd
T1	(0.43±0.01)Bb	(79.00±0.01)Aa	(61.90±0.01)Bb	(2.19±0.07)Aa	(8.28±0.06)Aa
T2	(0.41±0.02)Bb	(71.83±0.01)Bb	(69.09±0.07)ABab	(2.12±0.08)Aa	(7.24±0.10)Cc

同列不同大、小写字母分别表示处理间差异极显著($P<0.01$)和显著($P<0.05$)。

有机废弃物基质的有效养分含量测定结果列于表 2。T2 的全氮含量最高，与其他 3 种基质有极显著差异；T2 的全钾含量最高，为 15.36%，与 CK1 差异无统计学意义，与 CK2 和 T1 有极显著差异。T2 的碱解氮、有机碳含量较 CK1 高 101.97%、

1。各处理基质容重为 0.41 ~ 0.53 g/cm³；T1、T2、CK1 的总孔隙度为 70.53%~79.00%，CK2 的总孔隙度为 61.50%；各基质持水能力为 61.90%~75.68%；各基质的电导率为 2.04 ~ 2.19 ms/cm；各处理的 pH 值为 7.0 ~ 8.28。

83.53%。T1 的速效磷、硝氮、氨氮含量高，比 CK1 高出 94.84%、32.69%、225.74%，CK1 的速效钾含量最高，达 2 510.9 mg/kg。T1 和 T2 的腐殖质含量较对照高，T2 比 CK1 高 122.76%。综上，自制有机废弃物基质的养分含量较泥炭土和黄壤土高。

表 2 有机废弃物基质的有效养分含量

Table 2 Effective nutrient content of organic waste matrix

基质	全氮/%	全磷/%	全钾/%	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	速效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)
CK1	(0.81±0.01)Cc	(0.32±0.02)Aa	(15.30±0.57)Aa	(437.27±9.92)Cc	(37.43±1.16)Bb	(2 510.93±17.02)Aa
CK2	(0.04±0.00)Dd	(0.07±0.01)Bb	(3.18±0.03)Cc	(8.98±0.12)Dd	(14.60±1.12)Cc	(305.67±7.43)Dd
T1	(1.93±0.02)Bb	(0.31±0.02)Aa	(13.15±0.69)Bb	(714.23±5.89)Bb	(72.93±1.36)Aa	(1 716.80±20.09)Bb
T2	(3.30±0.16)Aa	(0.31±0.02)Aa	(15.36±0.35)Aa	(883.17±3.93)Aa	(68.53±3.79)Aa	(821.87±22.99)Cc

基质	硝氮/(mg·kg ⁻¹)	氨氮/(mg·kg ⁻¹)	有机碳/%	腐殖质/%	富里酸/%	胡敏酸/%
CK1	(8.29±0.32)Bb	(37.03±0.24)Bb	(17.61±0.58)Cc	(11.16±0.20)Cc	(9.90±0.16)Cc	(1.26±0.04)Cc
CK2	(31.34±2.40)Bb	(0.77±0.05)Dd	(0.50±0.03)Dd	(0.49±0.06)Dd	(0.42±0.06)Dd	(0.07±0.004)Dd
T1	(279.31±35.76)Aa	(120.62±12.41)Aa	(25.12±0.11)Bb	(21.22±0.37)Bb	(19.16±0.32)Bb	(2.07±0.05)Bb
T2	(5.14±0.54)Bb	(18.20±0.71)Cc	(32.32±0.91)Aa	(24.86±0.18)Aa	(22.52±0.14)Aa	(2.34±0.04)Aa

同列不同大、小写字母分别表示处理间差异极显著($P<0.01$)和显著($P<0.05$)。

2.2 有机废弃物基质对盆栽花卉生长发育的影响

2.2.1 对株高和茎粗的影响

由表 3 可知，栽植第 22 天前，紫背天葵株高增长比较缓慢，之后急速增长。栽植第 37 天前，景天三七株高增长平缓，之后急速增长。5 月 18 日

至 6 月 2 日，硫华菊株高迅速增长，6 月 2 日-7 月 2 日硫华菊株高增长缓慢。8 月 10 日，T1 紫背天葵株高较 CK1 高 199.84%。T2 栽植的景天三七株高较 CK1 高 201.29%。7 月 2 日，T1 栽植的硫华菊株高较 CK2 高 22.51%。

表 3 有机废弃物基质栽培花卉的株高

Table 3 Plant height of cultivated flowers in organic waste matrix

基质	紫背天葵株高					
	5 d	12 d	22 d	37 d	52 d	67 d
CK1	(7.83±0.24)b	(9.20±0.22)c	(9.77±0.16)b	(11.37±0.12)d	(11.87±0.09)d	(12.23±0.17)d
CK2	(10.83±0.62)a	(11.83±0.59)b	(12.70±0.37)a	(14.03±0.74)c	(15.37±1.11)c	(17.03±1.82)c
T1	(10.67±0.94)a	(11.93±0.90)a	(13.07±0.87)a	(19.90±0.92)a	(27.70±0.28)a	(36.67±0.94)a
T2	(9.53±0.05)a	(10.57±0.26)bc	(13.10±0.57)a	(16.10±0.14)b	(23.23±0.91)b	(33.90±0.29)b

表 3(续)

基质	景天三七株高					
	5 d	12 d	22 d	37 d	52 d	67 d
CK1	(3.67±0.47)cd	(4.13±0.45)cd	(4.53±0.45)c	(4.80±0.43)c	(6.10±0.28)b	(6.97±0.45)c
CK2	(6.00±0.41)a	(6.73±0.46)a	(7.80±0.45)a	(8.90±0.43)a	(12.30±0.99)a	(14.17±1.31)b
T1	(4.17±0.85)b	(5.03±0.82)b	(6.07±0.63)b	(8.90±0.33)a	(12.53±0.60)a	(15.83±0.62)b
T2	(2.83±0.24)d	(3.40±0.22)d	(4.60±0.16)c	(7.80±0.16)b	(13.53±0.74)a	(21.00±0.82)a

基质	硫华菊株高					
	5 d	12 d	22 d	37 d	52 d	67 d
CK1	13.53±2.22	15.67±3.09	(26.73±1.33)ab	(51.00±1.41)a	(55.33±2.05)a	(56.67±1.25)a
CK2	11.97±2.59	13.30±1.61	(20.00±2.94)b	(43.83±4.48)b	(47.73±1.41)b	(48.43±1.82)b
T1	11.27±1.84	11.80±0.86	(27.80±4.45)a	(55.00±0.82)a	(56.00±1.41)a	(59.33±0.94)a
T2	10.73±0.98	12.30±1.67	(31.17±3.27)a	(51.67±1.70)a	(55.33±0.47)a	(57.00±0.82)a

同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

从盆栽花卉株高变化看,自制园林废弃物基质有利于紫背天葵、硫华菊株高的增长,自制中药渣基质有利于景天三七株高的增长。

如表 4 所示,第 52 天 T2 栽植的紫背天葵茎粗最粗,为 6.98 cm,CK1 栽植的景天三七茎粗最小,为 3.04 cm,与其他基质处理差异显著。第 67 天 T2 栽植的紫背天葵茎粗最粗,为 9.21 cm, T1 栽植的

景天三七茎粗最粗,为 7.13 cm。7 月 2 日 T1 栽植的硫华菊茎粗最粗,为 0.75 cm,CK2 栽植的硫华菊茎粗最细,为 0.39 cm。

从盆栽花卉茎粗变化看,自制中药渣基质有利于紫背天葵茎粗的增长,自制园林废弃物基质有利于景天三七、硫华菊茎粗的增长,都优于对照组。

表 4 有机废弃物基质栽培花卉的茎粗

Table 4 Stem thickness of flowers cultivated in organic waste matrix

基质	紫背天葵茎粗					
	5 d	12 d	22 d	37 d	52 d	67 d
CK1	1.59±0.04	2.09±0.04	(3.08±0.04)ab	(3.99±0.10)c	(5.37±0.08)b	8.06±0.48
CK2	1.61±0.12	2.20±0.03	(3.17±0.05)ab	(4.27±0.22)c	(6.25±0.47)ab	8.29±0.15
T1	1.71±0.07	2.40±0.24	(3.35±0.19)a	(5.25±0.10)a	(5.17±0.14)c	8.03±0.60
T2	1.86±0.20	2.39±0.25	(3.01±0.12)b	(4.69±0.12)b	(6.98±0.51)a	9.21±0.44

基质	景天三七茎粗					
	5 d	12 d	22 d	37 d	52 d	67 d
CK1	1.11±0.19	1.37±0.17	(1.92±0.03)ab	(2.55±0.16)c	(3.04±0.14)c	(4.54±0.22)c
CK2	1.12±0.07	1.42±0.13	(2.11±0.14)a	(3.23±0.05)a	(4.18±0.10)b	(6.08±0.31)b
T1	1.09±0.24	1.47±0.19	(1.83±0.10)b	(3.04±0.15)ab	(4.29±0.13)ab	(7.13±0.34)a
T2	0.95±0.17	1.38±0.02	(1.83±0.13)b	(2.90±0.16)b	(4.45±0.07)a	(6.42±0.13)b

基质	硫华菊茎粗					
	5 d	12 d	22 d	37 d	52 d	67 d
CK1	(0.24±0.04)a	(0.29±0.03)a	(0.41±0.01)b	(0.45±0.05)b	(0.48±0.03)b	(0.53±0.04)b
CK2	(0.17±0.02)b	(0.20±0.01)b	(0.36±0.03)b	(0.40±0.00)b	(0.44±0.03)b	(0.39±0.04)c
T1	(0.19±0.01)ab	(0.30±0.02)a	(0.57±0.05)a	(0.63±0.07)a	(0.65±0.04)a	(0.75±0.05)a
T2	(0.22±0.02)ab	(0.27±0.05)a	(0.51±0.11)ab	(0.65±0.02)a	(0.66±0.03)a	(0.70±0.04)a

同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

2.2.2 对硫华菊开花效果的影响

硫华菊单株花数、单花直径的测定结果如表 5 所示。CK2 的单花直径、单株花数都最小,这与基

质的养分状况有关。CK1 的开花效果与 T2 的开花效果差异显著。T2 的单株花数和单花直径最大,分别为 12 朵、6.70 cm, T1 的单花花数和单花直径分别为 10.33 朵、6.57 cm,观赏效果较佳。

表 5 有机废弃物基质栽培硫华菊的开花效果

Table 5 Flowering effect of *Cosmos sulphureus* cultivated in organic waste matrix

基质	单株花数/朵	单株直径/cm
CK1	(6.33±0.47)c	(5.20±0.28)bc
CK2	(5.33±0.47)c	(5.70±0.36)c
T1	(10.33±0.47)b	(6.57±0.52)ab
T2	(12.00±0.82)a	(6.70±0.36)a

同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

2.3 有机废弃物基质对盆栽花卉光合特性的影响

从表 6 可知, T1 和 T2 栽植的紫背天葵 SPAD 值较对照基质的高。T1、T2 和 CK1 栽植的紫背天葵净光合速率与 CK2 有极显著差异。

表 6 有机废弃物基质栽培花卉的光合特性

Table 6 Photosynthetic characteristics of flowers cultivated in organic waste matrix

盆栽花卉	基质	SPAD 值	净光合速率/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	气孔导度/ ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	胞间 CO_2 浓度/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$)	蒸腾速率/ ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	瞬间水分利用率/ ($\text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$)
紫背天葵	CK1	(31.43±0.15)Cc	(14.57±1.78)Aa	(0.13±0.01)Aa	(207.88±5.23)Aa	(4.34±0.39)Aa	(3.35±0.12)Ac
	CK2	(32.40±0.36)Dd	(9.67±1.25)Bc	(0.07±0.004)Bc	(144.25±26.41)Ab	(2.37±0.28)Bc	(4.10±0.43)Aab
	T1	(48.47±0.21)Aa	(13.05±0.59)ABab	(0.09±0.01)Bbc	(151.74±33.47)Aab	(3.02±0.40)Bbc	(4.37±0.62)Aa
	T2	(43.17±0.21)Bb	(11.77±1.72)ABbc	(0.09±0.02)Bb	(178.16±42.87)Aab	(3.22±0.44)Bb	(3.69±0.63)Aab
景天三七	CK1	(35.40±0.20)Cc	(17.18±1.62)Aa	(0.06±0.01)Bc	(108.78±3.08)Bb	(2.21±0.62)Ab	(6.57±0.47)Bb
	CK2	(35.37±0.25)Cc	(12.50±0.21)Bb	(0.08±0.01)ABab	(125.52±17.63)AaBb	(3.32±0.20)Aa	(3.77±0.28)Dd
	T1	(46.57±0.30)Aa	(18.99±1.13)Aa	(0.07±0.01)ABbc	(145.72±9.95)Aa	(2.15±0.19)Ab	(8.85±0.36)Aa
	T2	(42.50±0.20)Bb	(17.31±0.68)Aa	(0.09±0.01)Aa	(139.41±7.93)ABa	(3.10±0.65)Aa	(5.26±0.33)Cc
硫华菊	CK1	(38.17±0.49)Bb	(55.29±3.17)Bb	(1.37±0.41)Aab	(215.69±32.65)Aab	(18.49±5.57)Aab	5.20±1.05
	CK2	(33.43±1.25)Cc	(36.34±4.40)Cc	(0.87±0.14)Ab	(238.08±30.60)Aa	(15.46±2.06)Ab	2.35±0.10
	T1	(46.83±1.24)Aa	(65.81±3.74)ABb	(1.69±0.51)Aa	(189.95±26.66)Aab	(21.54±3.08)Aab	3.12±0.64
	T2	(45±0.95)Aa	(77.79±10.68)Aa	(1.64±0.36)Aa	(167.13±31.69)Ab	(22.25±0.61)Aa	3.50±0.54

不同大、小写字母分别表示处理间差异极显著($P<0.01$)和显著($P<0.05$)。

T1 和 T2 栽植的景天三七叶绿素含量高, T1 和 T2 栽植的景天三七净光合速率极显著高于 CK2, T2 的景天三七气孔导度最大, 气孔呈较大开放状态。T1 和 T2 栽植的景天三七胞间 CO_2 浓度较对照基质的高。各处理间的蒸腾速率无显著差异。各处理的瞬间水分利用率均有极显著差异。

T1 和 T2 栽植的硫华菊 SPAD 值、净光合速率、蒸腾速率、气孔导度较 CK 高。各处理的水分利用率无显著性差异。

综合来看, T1、T2 和 CK1 栽植的盆栽花卉的光合作用好于 CK2。

2.4 有机废弃物基质对盆栽花卉生理生化指标的影响

由表 7 可知, T1 栽植的紫背天葵的 SOD 和 CAT 活性、可溶性糖含量高。T2 栽植的景天三七的 SOD 活性、可溶性蛋白含量高, T2 栽植的硫华菊 SOD、POD、可溶性糖、可溶性蛋白活性高, 对照基质栽植的三种盆栽花卉 MDA 含量高。

表 7 有机废弃物基质栽培花卉的生理生化指标

Table 7 Physiological and biochemical indexes of organic waste matrix cultivated flowers

花卉	基质	SOD 活性/ ($\text{U}\cdot\text{mg}^{-1}$)	POD 活性/ ($\text{U}\cdot\text{mg}^{-1}$)	CAT 活性/ ($\text{nmol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$)	MDA 含量/ ($\text{nmol}\cdot\text{mg}^{-1}$)	可溶性糖含量/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	可溶性蛋白 含量/($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)	根系活力 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)
紫背天葵	CK1	(142.37±6.60)Dd	(411.34±69.60)Aa	(25.18±0.41)Bb	(6.50±0.46)Aa	(0.54±0.03)Cc	(0.68±0.02)Cc	(1.20±0.04)Bb
	CK2	(497.90±32.00)Cc	(47.22±2.92)Cc	(81.66±4.69)Aa	(6.10±0.01)Aa	(0.55±0.04)Cc	(0.14±0.01)Dd	(1.28±0.02)Cc
	T1	(881.29±81.30)Aa	(76.22±4.10)Cc	(92.13±7.86)Aa	(2.03±0.27)Bb	(1.13±0.14)Aa	(0.83±0.02)Bb	(1.37±0.02)Aa
	T2	(660.74±20.31)Bb	(255.53±24.69)Bb	(91.69±12.18)Aa	(2.18±0.16)Bb	(0.84±0.05)Bb	(1.35±0.72)Aa	(1.35±0.01)Aa
景天三七	CK1	(408.75±60.56)Bb	(548.12±27.32)Aa	(23.65±2.02)Aa	(0.65±0.10)Aa	(0.44±0.03)Aa	(0.62±0.03)Cd	(0.33±0.01)Cc
	CK2	(60.69±4.06)Cbd	(105.57±6.49)Cd	(22.81±2.76)ABa	(0.65±0.04)Aa	(0.42±0.13)Aa	(0.94±0.13)Cc	(0.38±0.01)Bb
	T1	(227.10±39.97)BCc	(221.11±8.21)Bb	(24.01±3.33)Aa	(0.56±0.21)Abc	(0.38±0.02)Aa	(1.38±0.08)Bb	(0.40±0.001)Bb
	T2	(1 375.46±137.85)Aa	(135.33±8.09)Cc	(14.54±4.22)Bb	(0.33±0.09)Ab	(0.42±0.00)Aa	(1.88±0.18)Aa	(0.49±0.02)Aa

表 7(续)

花卉	基质	SOD 活性/(U·mg ⁻¹)	POD 活性/(U·mg ⁻¹)	CAT 活性/(nmol·min ⁻¹ ·mg ⁻¹)	MDA 含量/(nmol·mg ⁻¹)	可溶性糖含量/(mg·g ⁻¹)	可溶性蛋白含量/(mg·mL ⁻¹)	根系活力/(mg·g ⁻¹ ·h ⁻¹)
硫华菊	CK1	(43.62±3.97)Cc	(42.13±1.07)BCb	(6.37±0.12)Cc	(2.71±0.13)Bb	(0.02±0.00)ABbc	(5.54±0.07)Bc	(0.94±0.03)Bc
	CK2	(44.25±3.68)Cc	(36.27±0.50)Cc	(2.76±0.09)Dd	(5.08±0.11)Aa	(0.02±0.00)Bc	(5.40±0.12)Bc	(0.80±0.06)Cd
	T1	(128.22±5.93)Bb	(46.13±0.77)ABb	(18.70±1.09)Aa	(2.14±0.47)BCc	(0.02±0.00)ABab	(5.81±0.01)Ab	(1.15±0.01)Aa
	T2	(184.60±13.40)Aa	(56.53±4.89)Aa	(9.53±0.43)Bb	(1.84±0.05)Cc	(0.03±0.00)Aa	(6.01±0.06)Aa	(1.03±0.03)Bb

不同大、小写字母分别表示处理间差异极显著($P<0.01$)和显著($P<0.05$)。

T1 和 T2 栽植的紫背天葵根系活力高, T2 栽植的景天三七根系活力较 CK1 高 48.48%, T1 栽植的硫华菊根系活力较 CK1 高 22.34%, 自制有机废弃物基质栽植的盆栽花卉根系活力高于对照。

2.5 有机废弃物基质对紫背天葵和景天三七植株氮磷钾含量的影响

如表 8 所示, 各处理紫背天葵和景天三七叶片的氮磷钾含量有显著差异, 紫背天葵的氮磷钾含量整体高于景天三七。T2 的紫背天葵含氮量最高, 为 2.87%。T2 栽培的紫背天葵含磷量最高, 为 0.44%。T1 栽植的景天三七含氮量最高, 为 1.67%。

表 8 有机废弃物基质栽培紫背天葵和景天三七植株的氮磷钾含量

Table 8 Nitrogen, phosphorus and potassium content of *Gynura bicolor* and *Sedum aizoon* cultivated in organic waste matrix %

花卉	基质	N	P	K
紫背天葵	CK1	(1.28)c	(0.31±0.01)b	(1.92±0.01)a
	CK2	(0.83)c	(0.36±0.04)ab	(1.76±0.03)b
	T1	(2.20)b	(0.16±0.01)c	(1.41±0.08)c
	T2	(2.87)a	(0.44±0.05)a	(1.31±0.09)d
景天三七	CK1	(1.46)a	(0.42±0.03)a	(1.88±0.05)a
	CK2	(0.59)b	(0.22±0.01)c	(1.25±0.02)b
	T1	(1.67)a	(0.14±0.01)d	(0.41±0.04)d
	T2	(1.62)a	(0.38±0.01)b	(0.54±0.02)c

不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

3 结论与讨论

栽培基质的主要功能是固定植物、供水、供应养分、调节供氧, 其理化性质将直接影响植物根系的生长环境和养分的转运^[14]。本试验自制有机废弃物基质和传统基质容重都符合一般栽培基质容重要求, T1、T2、CK1 总孔隙度为理想栽培基质的 70%~90%, CK2 略低, 各基质持水能力符合花卉对栽培基质的理化指标的要求^[15]; pH 值达到农业应用要求^[16], 电导率在植物生长安全范围^[17]。黄壤土基质栽植的盆栽花卉生长情况较自制有机废弃物基质的差, 这与黄壤土质地黏重、总孔隙度低、

透水性较差有关, 而自制有机废弃物基质含有丰富的有机物, 质地疏松, 保水保肥性强, 利于盆栽花卉根系生长, 植株生长好^[18]。

在各种有机固体废弃物当中, 园林废弃物和中药渣废弃物由于易降解、有机成分含量高、无重金属污染等优点而备受关注^[19]。有机废弃物基质富含腐殖质且养分齐全, 栽植的花卉植株生长快、生理活性高、品质高, 优于其他基质栽植的花卉植株。赵霞等^[20]认为 N、P 缺乏和过量均会降低植株的苗高、地径、叶面积和生物量。本试验中, 黄壤土的养分含量最低, N、P、K、有机质等养分缺乏, 泥炭土基质的养分含量不均衡, 速效钾含量过高, 这 2 种基质栽植会造成盆栽花卉细胞的氧化损伤, 其生长情况不理想。本试验 2 种自制有机废弃物基质的含 N 量高, 在这 2 种基质中栽植的花卉植株生长快, 叶片 N 含量也高, 对照基质 N 含量偏低, 所以植株叶片的含 N 量也偏低, 这说明基质的含氮量与植株叶片含氮量呈正相关关系。

发酵后的园林废弃物和中药渣基质比泥炭土和黄壤土基质更适合景天三七、紫背天葵、硫华菊盆栽使用, 可以作为新型基质在相关花卉的盆栽中应用与推广。

参考文献:

- [1] 程艳, 张晓明, 吴春燕, 等. 秸秆灰型混合育苗基质对番茄秧苗质量的影响[J]. 北方园艺, 2015(18): 51-54. CHENG Y, ZHANG X M, WU C Y, et al. Effect of mixed substrates of straw ash on the quality of tomato plants[J]. Northern Horticulture, 2015(18): 51-54.
- [2] 董传迁, 尹程程, 魏珉, 等. 玉米秸秆、棉籽壳菇渣替代草炭作为番茄和甜椒育苗基质研究[J]. 中国蔬菜, 2014(8): 33-37. DONG C Q, YIN C C, WEI M, et al. Studies on using maize straw and mushroom residue to replace peat as nursery media for tomato and sweet pepper seedlings[J]. China Vegetables, 2014(8): 33-37.
- [3] ZHANG R H, DUAN Z Q, LI Z G, et al. Use of spent mushroom substrate as growing media for tomato and cucumber seedlings[J]. Pedosphere, 2012, 22(3):

- 333-342 .
- [4] 金茜, 令狐金卿, 李华刚, 等. 不同基质培养下秀珍菇中蛋白质营养价值评价[J]. 食品科技, 2017, 42(3): 79-83 .
JIN Q ,LINGHU J Q ,LI H G ,et al .Nutritive evaluation of *Pleurotus geesteranus* cultivated by different base[J]. Food Science and Technology , 2017 , 42(3) : 79-83 .
- [5] 陈美兰, 申业, 周修腾, 等. 不同中药渣对紫苏生长及酚类物质的影响[J]. 中国中药杂志, 2016(23): 4350-4355 .
CHEN M L ,SHEN Y ,ZHOU X T ,et al .Effect of herb residues compost on growth and phenols of *Perilla frutescens*[J] . China Journal of Chinese Materia Medica , 2016(23) : 4350-4355 .
- [6] 李伟明, 黄忠阳, 杜鹃, 等. 不同配方栽培基质对番茄苗期生长的影响[J]. 土壤, 2017, 49(2): 283-288 .
LI W M ,HUANG Z Y ,DU J ,et al .Effects of different formula substrates on seedling growth of tomato[J]. Soils , 2017 , 49(2) : 283-288 .
- [7] 李燕, 孙向阳, 龚小强. 园林废弃物堆肥替代泥炭用于红掌和鸟巢蕨栽培[J]. 浙江农林大学学报, 2015, 32(5): 736-742 .
LI Y ,SUN X Y ,GONG X Q . Use of green waste compost as a peat surrogate in substrates for *Anthurium andraeanum* and *Asplenium nidus* cultivation[J] . Journal of Zhejiang A and F University , 2015 , 32(5) : 736-742 .
- [8] 魏乐, 李素艳, 李燕, 等. 园林废弃物堆肥替代泥炭用于天竺葵和金盏菊栽培[J]. 浙江农林大学学报, 2016, 33(5): 849-854 .
WEI L , LI S Y , LI Y , et al . Growth of *Pelargonium zonale* and *Calendula officinalis* when utilizing green waste compost as a peat substitute[J] . Journal of Zhejiang A and F University , 2016 , 33(5) : 849-854 .
- [9] 胡嘉伟, 刘勇, 马履一, 等. 园林废弃物堆肥替代油松容器苗基质材料的研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2015, 39(5): 81-86 .
HU J W ,LIU Y ,MA L Y ,et al .Effects of garden waste compost additive in growing medium on *Pinus tabulaeformis* container seedlings[J] . Journal of Nanjing Forestry University(Natural Sciences Edition) , 2015 , 39(5) : 81-86 .
- [10] 蒲胜海, 冯广平, 李磐, 等. 无土栽培基质理化性状测定方法及其应用研究[J]. 新疆农业科学, 2012, 49(2): 267-272 .
PU S H ,FENG G P ,LI P ,et al .Studies on determination of the physical and chemical characteristics of soilless cultivation substrates and their application[J] . Xinjiang Agricultural Sciences , 2012 , 49(2) : 267-272 .
- [11] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000 .
LU R K .Soil Agricultural Chemical Analysis Method[M]. Beijing : China Agricultural Science and Technology Press , 2000 .
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000 .
BAO S D . Soil Agrochemical Analysis[M] . Beijing : China Agriculture Press , 2000 .
- [13] 安飞, 简纯平, 杨龙, 等. 木薯幼苗叶绿素含量及光合特性对盐胁迫的响应[J]. 江苏农业学报, 2015(3): 500-504 .
AN F F ,JIAN C P ,YANG L ,et al .Chlorophyll contents and photosynthetic characteristics of cassava seedlings in response to NaCl stress[J] . Jiangsu Journal of Agricultural Sciences , 2015(3) : 500-504 .
- [14] 马义胜, 洪春来, 王卫平, 等. 铁皮石斛栽培废料和菇渣配制基质对草莓生长、产量及品质的影响[J]. 浙江农业学报, 2018, 30(7): 1175-1181 .
MA Y S ,HONG C L ,WANG W P ,et al . Effects of substrates prepared from *Dendrobium officinale* cultivation waste and mushroom residue on growth ,yield and quality of strawberry[J] .Acta Agriculturae Zhejiangensis ,2018 , 30(7) : 1175-1181 .
- [15] DB 11/T770—2010 花卉栽培基质[S] .
DB 11/T770—2010 Growth media for ornamental plants[S] .
- [16] MASÓ M A ,BLASI A B .Evaluation of composting as a strategy for managing organicwastes from a municipal market in Nicaragua[J] . Bioresource Technology , 2008 , 99(11) : 5120-5124 .
- [17] 刘方春, 马海林, 马丙尧, 等. 菇渣用作无纺布容器育苗成型机配套基质的研究[J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(5): 477-481 .
LIU F C ,MA H L ,MA B Y ,et al .Use of used mushroom cultivation medium as raw material in making seedling pots of non-woven fabric[J] . Journal of Ecology and Rural Environment , 2010 , 26(5) : 477-481 .
- [18] 龚小强, 孙向阳, 田赞, 等. 复合型有机改良剂对园林废弃物堆肥基质改良研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(2): 196-201 .
GONG X Q , SUN X Y ,TIAN Y ,et al .Application of organic composite ameliorants on the green wastes compost substrate[J] . Journal of Northwest Forestry University , 2013 , 28(2) : 196-201 .
- [19] ZHANG L ,SUN X Y ,TIAN Y ,et al .Effects of brown sugar and calcium superphosphate on secondary fermentation of green waste[J] . Bioresour Technol , 2013 , 131(3) : 68-75 .
- [20] 赵霞, 徐大平, 杨曾奖, 等. 养分胁迫对降香黄檀幼苗生长及叶片养分状况的影响[J]. 生态学杂志, 2017, 36(6): 1503-1508 .
ZHAO X ,XU D P ,YANG Z J ,et al .Effects of nutrient stress on seedling growth and foliar nutrient status of *Dalbergia odorifera*[J] . Chinese Journal of Ecology , 2017 , 36(6) : 1503-1508 .

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维