

园林废弃物堆肥用于青苹果竹芋栽培研究

张璐 孙向阳 田 赞

(北京林业大学水土保持学院, 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室)

摘要: 为减少花卉无土栽培对泥炭资源的依赖和提高园林废弃物的再利用率, 以泥炭和园林废弃物为原材料, 通过使用品氏泥炭(Y)、炭化园林废弃物(TY)、堆置园林废弃物(DZ)、泥炭+炭化园林废弃物(Y+TY)、泥炭+堆置园林废弃物(Y+DZ)、泥炭+炭化园林废弃物+堆置园林废弃物(Y+TY+DZ) 6 种基质来栽培青苹果竹芋, 探讨园林废弃物堆肥替代泥炭作为青苹果竹芋栽培基质的可行性。通过对青苹果竹芋总鲜质量、根鲜质量、叶鲜质量、烘干总质量、烘干根质量、烘干叶质量、冠幅、发枝数、株高和根长 10 项生长指标进行测定与分析, 得出 6 种基质对青苹果竹芋生长促进作用由大到小依次是: $Y + DZ > Y + TY > DZ > Y > Y + TY + DZ > TY$ 。可知经一定处理及配比的堆置园林废弃物能够全部或部分替代进口泥炭进行青苹果竹芋栽培, 且其中有 3 个处理均优于原有泥炭处理, 对青苹果竹芋生长具有明显的促进作用, 可作为青苹果竹芋无土栽培的代用基质。

关键词: 园林废弃物; 青苹果竹芋; 堆置园林废弃物; 基质; 生长发育

中图分类号: S725.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1522(2011)05-0109-06

ZHANG Lu; SUN Xiang-yang; TIAN Yun. **Application of green waste compost for *Calathea rotundifolia* cv. Fasciata cultivation.** *Journal of Beijing Forestry University* (2011) 33(5) 109-114 [Ch, 24 ref.] School of Soil and Water Conservation, Key Laboratory of Soil and Water Conservation & Desertification Combating of Ministry of Education, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China.

In order to reduce the dependence of soilless culture of flowers on peat and increase the recycling rate of green waste, we made a research to assess the feasibility of green waste composting replacing the peat as growing media. By using peat and green waste as raw materials, we utilized six kinds of growing media, including peat (Y), carbonized green waste (TY), composting (DZ), peat + carbonized green waste (Y + TY), peat + composting (Y + DZ), peat + carbonized green waste + composting (Y + TY + DZ) to cultivate *Calathea rotundifolia* cv. Fasciata. Through measuring and analyzing ten growth indexes, ie total fresh weight, fresh root weight, fresh leaf weight, total dry weight, dry root weight, dry leaf weight, total crown, branching number, plant height and root length, we could get the results of positive effects of six kinds of growing media on the cultivation of *C. rotundifolia* cv. Fasciata and the rank order was $Y + DZ > Y + TY > DZ > Y > Y + TY + DZ > TY$. It can be seen that green waste composting undertaken a certain treatment can replace all or part of the original imported peat to cultivate *C. rotundifolia* cv. Fasciata, and three of the six treatments were better than the original peat. The growth of *C. rotundifolia* cv. Fasciata was promoted after using three kinds of growing media. Thus, the green waste could be treated as an excellent growing media to the soilless culture of *C. rotundifolia* cv. Fasciata.

Key words green waste; *Calathea rotundifolia* cv. Fasciata; composting; growing media; growth and development

收稿日期: 2011-01-14

基金项目: 北京市科技计划重大课题(D0804090378080)、"948"国家林业局引进项目(2006-4-46)、北京市大兴区林业局项目"花卉栽培基质实用技术与试验"、北京市农村工作委员会科技推广示范项目。

第一作者: 张璐, 博士生。主要研究方向: 土壤生态。电话: 010-62338103 Email: muma_1211@yahoo.com.cn 地址: 100083 北京市清华东路 35 号北京林业大学 1001 号信箱。

责任作者: 孙向阳, 教授, 博士生导师。主要研究方向: 森林土壤与植物营养学。电话: 010-62338103 Email: sunxy@bjfu.edu.cn 地址: 100083 北京市清华东路 35 号北京林业大学 111 号信箱。

本刊网址: <http://www.bjfujournal.cn>; <http://journal.bjfu.edu.cn>

随着无土栽培技术在世界各国的兴起,其在国内外花卉生产上的显著效益愈发受人瞩目。采用无土栽培技术可显著提高花卉产量、增进品质,减少多种土传病害,净化栽培环境,扩大花卉应用范围,具有广阔的发展前景^[1]。近年来,由于人们环保意识的加强,对于最适宜作为无土栽培基质的泥炭,其不可再生性和过度开采对湿地环境造成的破坏等弊端逐渐被人们重视,许多发达国家已开始限制对其开发利用^[2]。因此,目前发展无土栽培的关键在于需要寻找一种理化性质稳定、原材料来源广泛、价格低廉、对环境无污染和便于规模化生产的基质^[3]。Gerald^[4]认为无土栽培选用的基质原材料应以有机废弃物为主,既可有效处理废弃物又可实现资源的循环利用。国内外有不少学者先后用农业有机废弃物等材料进行堆肥,将堆肥产品全部或部分替代泥炭进行花卉栽培试验,取得了一些进展^[5-7]。目前,我国城市绿化发展较快,园林废弃物如枯枝落叶、草坪修剪物和残花等的量也越来越大,对其进行堆肥处理生产基质,不但减轻环保处理的压力,还可降低生产成本。除此之外,如炭化园林废弃物等处理方式也逐渐被人们认知。其中,

堆肥处理是利用微生物活动,将园林废弃物中易腐有机质分解成易被植物吸收的腐殖质和氮、磷、钾等营养元素,是城市绿色废弃物资源化利用的有效途径之一^[7-11];炭化处理是采用干馏法,将园林废弃物放置在炭化炉内,调至适宜温度(200~300℃),密闭炭化加工而成的类似泥炭、含碳量高的炭化物的过程^[12]。本文通过温室盆栽试验,将泥炭、堆置园林废弃物和炭化园林废弃物3种材料以不同比例配制成6种栽培基质,研究其对青苹果竹芋(*Calathea rotundifolia* cv. *Fasciata*)生长发育的影响,以期筛选出适合青苹果竹芋无土栽培且价格低廉的基质类型与配比,同时也为园林废弃物合理再利用于花卉无土栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

植物选择:青苹果竹芋原产于巴西,是竹芋科竹芋属观叶植物,性喜高温多湿的半阴环境,畏寒冷,忌强光^[13]。试验苗是由北京大兴苗圃提供的生长约3个月的青苹果竹芋幼苗。表1所示是青苹果竹芋幼苗在栽培前各项生长指标。

表1 青苹果竹芋幼苗的10项生长指标

Tab.1 Ten kinds of growth indexes of *C. rotundifolia* cv. *Fasciata* seedlings

总鲜质量 均值/g	根鲜质量 均值/g	叶鲜质量 均值/g	烘干总质量 均值/g	烘干根质量 均值/g	烘干叶质量 均值/g	冠幅均 值/cm ²	发枝数均值/ 枝(叶长>10 cm)	株高均 值/cm	根长均 值/cm
183.45	63.80	58.03	23.55	11.85	11.70	1 319.59	8	31.25	20.75

基质选择:品氏泥炭(Y)、炭化园林废弃物(TY)、堆置园林废弃物(DZ)、泥炭+炭化园林废弃物(Y+TY)、泥炭+堆置园林废弃物(Y+DZ)、泥炭+炭化园林废弃物+堆置园林废弃物(Y+TY+DZ)。品氏泥炭是荷兰丹麦进口、采用水藓泥炭制成的基质,pH值已调至5.5~6,EC值接近为671 μS/cm,持水能力达自身质量的15~20倍,保证了植物水肥的持续性和稳定性,透气性好,利于植物根系的生长及其周围氧气、二氧化碳等气体的充分交换;堆置园林废弃物是将春季园林废弃物,如柳树、槐树、杨树等修剪的枝进行堆肥处理得到的产品,制作过程为:人工粉碎树枝成约1 cm粒径,采用好氧堆肥法堆制,定期洒水,维持含水量在65%左右、C/N比为25,堆腐时间约为78 d至各指标显示为腐熟,即堆体温度达到稳定(呈室温),颗粒呈絮状,质地疏松且不扎手,无特殊气味,颜色为深褐色,此时判断为腐熟^[14];炭化园林废弃物是以园林废弃物为原料,经粉碎后进入炭化炉进行高温惰化处理(试验炭化温度为275℃)约3~5 min后制得的产品。各基质的具体特性如表2所示。

1.2 试验设计

本试验于2009年9月在北京大兴温室内进行,共设6个基质处理,每个处理进行60次重复。试验设计方案及基质特性见表2。

选取株高约7~8 cm,叶片生长健壮一致、根系完整、无病虫害的青苹果竹芋幼苗,置于180 mm×160 mm的塑料花盆内栽培。除栽培基质外,其他环境条件与栽培管理措施均保持一致。上盆后约180 d,对各处理随机选取10株,观察根部抓土能力并将植株取出洗净,测定生长指标,记录各处理的总鲜质量、根鲜质量、叶鲜质量、烘干总质量、烘干根质量、烘干叶质量、冠幅、发枝数(叶长>10 cm)、株高和根长。

1.3 试验指标测定方法

总鲜质量、根鲜质量与叶鲜质量测定:用精度为0.01 g的电子称称量洗净青苹果竹芋成株的总鲜质量和剪下的根鲜质量,叶鲜质量=总鲜质量-根鲜质量;

烘干总质量、烘干根质量与烘干叶质量测定:采用烘干法测定;

表2 试验设计方案及基质特性

Tab.2 Different percentage of growing media treatments and the illustration of growing media properties

处理	原泥炭 / %	堆置园林废弃物 / %	炭化园林废弃物 / %	干密度 / (g·m ⁻³)	湿密度 / (g·m ⁻³)	最大持水力 / (g·g ⁻¹)	pH	EC / (μS·cm ⁻¹)
Y (CK)	100			0.296 8	0.971 2	1.45	6.22	671
TY			100	0.444 7	0.945 8	0.64	7.95	916
DZ		100		0.393 8	0.888 8	0.92	7.34	688
Y + TY	50		50	0.373 0	0.945 2	1.13	7.11	726
Y + DZ	50	50		0.270 5	0.859 2	1.85	6.92	708
Y + TY + DZ	30	35	35	0.396 3	0.914 7	0.82	7.49	872

冠幅测定: 用量程为 0 ~ 100 cm 的软尺测量每盆青苹果竹芋成株的横向和纵向的冠幅直径(d), 计算冠幅面积 $S(S = \pi(d/2)^2)$;

发枝数(叶长 > 10 cm)测定: 记录青苹果竹芋成株的叶长 > 10 cm 的发枝数;

株高与根长的测定: 用量程为 0 ~ 100 cm 的软尺测量青苹果竹芋成株的株高、最长根的长度。

1.4 数据分析

试验数据采用 Microsoft Office Excel 2007 和 SPSS16.0 数据处理软件, 进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 基质对青苹果竹芋地下部分生长状况的影响

上盆 180 d 后, 青苹果竹芋均达到营养生长旺期, 但其地下部的生长存在较大差异(表 3)。通过方差分析和多重比较($P < 0.05$), 处理 Y 的根鲜质量最大, 与处理 DZ、Y + TY、Y + DZ 和 Y + TY + DZ 差异不显著; 处理 TY 根鲜质量最小, 与其他 5 个处理呈显著差异。根长分析: 处理 DZ、Y + TY 和 Y + DZ 效果均较好, 无显著差异, 均优于处理 Y; 处理 Y 的根长最短, 与处理 TY、Y + TY + DZ 差异不显著。通过对根部抓土能力分析, 发现其从强至弱依次是 Y + DZ + TY = DZ = Y + TY > Y = Y + DZ > TY。其

中, 经 Y + DZ + TY、DZ、Y + TY 处理的根部生长茂盛且根系分布均匀, 能较好抓牢基质; 经 TY 处理的根部生长最弱, 根系分布极其不均匀且有过多块状茎, 对基质的抓取能力最差。其他 2 个处理的根部生长状况良好且根系分布均匀。

综上可知, 处理 Y + TY 和 Y + DZ 的青苹果竹芋根部生长均较优, 表明添加一定比例的炭化和堆置废弃物可有效促进青苹果竹芋根系生长。一是因青苹果竹芋是喜湿植物, 经取样测定, 堆置园林废弃物的加入使 Y + DZ 的持水孔隙达到 50%, 比原有泥炭 41% 的持水孔隙还要高, 基质保水能力加强, 同时也改善了根际微生物区系, 为根部生长提供了良好的根际环境^[13,15-18]; 二是因炭化和堆置园林废弃物均具有较强的生物活性和缓冲性; 三是通过观察分析, 适宜比例的炭化、堆置园林废弃物和泥炭混合, 缩短了缓苗时间, 换盆后的青苹果竹芋能较快进入生长旺期, 增强根系同化和输送能力, 使青苹果竹芋向地上部输送的营养物质增多, 促进地上部生长。处理 TY 的基质由于通气孔隙过多, 导致保水性较差。同时, 由于处理 TY 中还含有一些小颗粒, 易在浇水时随多余水分从花盆底部流失, 导致基质塌陷, 根系生长受制约, 部分主根沿盆栽内壁盘旋生长, 盆栽内的根系数量显著低于其他处理^[19]。

表3 不同基质处理对青苹果竹芋根系生长状况的影响

Tab.3 Effects of different growing media treatments on the growth of *C. rotundifolia* cv. Fasciata roots

基质	根鲜质量/g	根长/cm	抓土能力
Y (CK)	311.10 ± 16.71 ^a	24.17 ± 5.63 ^b	良好, 基质上部没有被抓牢, 根部拿出时有少许基质掉落
TY	203.15 ± 0.49 ^b	31.50 ± 1.44 ^b	极差, 根部生长差, 基质无法被抓牢, 根部拿出时基质散落较多
DZ	294.03 ± 13.40 ^a	35.33 ± 2.33 ^{ab}	较强, 根部生长好, 基质基本被抓牢, 根部拿出时基质基本无掉落
Y + TY	279.67 ± 11.53 ^a	47.17 ± 2.13 ^a	较强, 根部生长好, 基质基本被抓牢, 根部拿出时基质基本无掉落
Y + DZ	301.73 ± 24.33 ^a	34.00 ± 1.15 ^{ab}	良好, 基质上部没有被抓牢, 根部拿出时有少许基质掉落
Y + DZ + TY	296.13 ± 9.56 ^a	32.50 ± 9.25 ^b	较强, 根部生长好, 基质基本被抓牢, 根部拿出时基质基本无掉落

注: ^{a,b,c} 表示各水平 $P < 0.05$ 的多重比较, 字母相同表示不显著, 字母不同表示显著。下同。

2.2 基质对青苹果竹芋地上部分生长状况的影响

栽培 180 d 后不同处理的青苹果竹芋株高、冠幅和发枝数(叶长 > 10 cm) 表现均有差异(表 4)。通过方差分析和多重比较($P < 0.05$), 处理 Y + DZ

的株高最大, 与处理 Y + TY 差异不显著, 但与处理 Y、TY、DZ、Y + DZ + TY 呈显著差异; 处理 Y、TY、DZ、Y + DZ + TY 效果一般, 无显著差异, 处理 TY 的株高最小。冠幅分析: 处理 Y 的冠幅最大, 与处理

DZ、Y + TY 和 Y + DZ 差异不显著; 处理 Y + TY + DZ 效果一般; 处理 TY 的冠幅最小, 与处理 Y、DZ、Y + TY、Y + DZ 呈显著差异。发枝数(叶长 > 10 cm) 分析: 处理 Y 效果较好, 与处理 DZ、Y + TY、Y + DZ 和 Y + TY + DZ 差异不显著; 处理 Y + DZ 的发枝数最多且枝叶生长粗壮, 色泽浓绿, 外观品质最好; 处理 TY 的发枝数最少, 经 TY 处理的青苹果竹芋在生长过程中有明显枝叶脱落、发黄、稀疏的现象。

表4 不同基质处理对栽培 180 d 后的青苹果竹芋株高、冠幅及发枝数的影响

Tab. 4 Effects of different growing media treatments on plant height, overall crown and the number of branches of *C. rotundifolia* cv. *Fasciata* after planting for 180 days

基质	株高 / cm	冠幅 / cm ²	发枝数 / 枝(叶长 > 10 cm)
Y(CK)	45.67 ± 2.20 ^b	2 695.23 ± 214.43 ^{ab}	24 ± 4.17 ^{ab}
TY	41.50 ± 0.87 ^b	1 821.20 ± 174.03 ^c	14 ± 0.87 ^c
DZ	45.33 ± 1.76 ^b	2 621.77 ± 248.20 ^{ab}	20 ± 1.00 ^{abc}
Y + TY	58.00 ± 4.16 ^a	3 321.27 ± 368.20 ^a	24 ± 2.52 ^{ab}
Y + DZ	59.33 ± 2.40 ^a	3 026.31 ± 232.64 ^a	26 ± 3.67 ^a
Y + DZ + TY	47.00 ± 2.08 ^b	2 133.63 ± 219.01 ^{bc}	17 ± 15.90 ^{bc}

综上所述, 处理 Y + DZ 的青苹果竹芋地上部分生长最优。株高、冠幅和发枝数生长均较好, 说明此配比的混合基质比其他基质利于植株地上部生长, 此时处理 Y + DZ 的根部生长状况也为最优^[20-21]。李志强等^[22]研究指出: 地上部生长越好, 越会促进地下部增长, 地下生物量越多, 贮藏的营养物质越多, 越有利于地上部茎叶的生长和再生, 这样不断的循环才能使青苹果竹芋的生长指标逐渐达到优秀。结合其他处理, 笔者认为堆置园林废弃物替代部分泥炭的基质利于植株地上部分形态建成。

2.3 基质对青苹果竹芋生物量的影响

优良的栽培基质密度较小, 基质疏松孔隙多, 通气性好, 利于花卉的生长发育和基质养分的转化, 满足花卉生长对水、气、养分等的需求, 促进其在生长发育期间生物量的积累。所以, 栽培基质的好坏对植物根、叶的鲜质量与干质量的积累有较大的影响^[23]。

经显著性差异分析(图1), 堆置园林废弃物、炭化园林废弃物以不同比例替代泥炭基质对青苹果竹芋生物量积累的影响如下:

1) 总鲜质量与总干质量分析

总鲜质量分析: 处理 TY 的总鲜质量最小, 与其他 5 个处理呈显著差异; 处理 Y + DZ 的总鲜质量最大, 与处理 Y + TY 差异不显著, 但与处理 Y、DZ、Y + TY + DZ 呈显著差异。总干质量分析: 处理 Y + DZ 的总干质量最大, 与其他 5 个处理呈显著差异;

处理 Y 效果一般, 与处理 DZ、Y + TY + DZ 差异不显著, 但与处理 Y + DZ、Y + TY 呈显著差异; 处理 TY 的总干质量最小, 与其他 5 个处理呈显著差异。

2) 根鲜质量与根干质量分析

根鲜质量分析详见 2.1。根干质量分析: 处理 Y + TY + DZ 的根干质量最大, 与处理 Y + DZ、Y + TY、Y、TY 差异不显著, 但与处理 DZ 呈显著差异; 处理 Y 效果一般, 与其他 5 个处理差异不显著; 处理 DZ 的根干质量最小, 与处理 Y + TY + DZ 呈显著差异。

3) 叶鲜质量与叶干质量分析

叶鲜质量分析: 处理 Y + TY 与 Y + DZ 效果均较好, 与其他 4 个处理呈显著差异; 处理 Y 效果一般, 与处理 DZ、Y + TY + DZ 差异不显著, 但与处理 Y + TY、Y + DZ 呈显著差异; 处理 TY 的叶鲜质量最小, 与其他 5 个处理呈显著差异。叶干质量分析, 处理 Y + TY 和 Y + DZ 效果均较好, 与其他 4 个处理呈显著差异; 处理 Y 效果一般, 与处理 DZ、Y + TY + DZ 差异不显著, 但与处理 Y + TY、Y + DZ 呈显著差异; 处理 TY 的叶干质量最小, 与其他 5 个处理呈显著差异。

综上所述, 处理 Y + TY 与 Y + DZ 的青苹果竹芋生物量积累均较多, 且这 2 个处理的地下部分与地上部分的积累量也均处于较高水平, 效果均优于原有泥炭处理。原因是这两种混合基质中分别添加了部分炭化园林废弃物和堆置园林废弃物, 可能致使混合基质含有的大部分有机养分被直接吸收和利用, 如氨基酸、糖、核酸降解物等, 它们既是植物蛋白质、碳水化合物等的合成原料, 又是重要的有机氮源和有机磷源, 提高了基质中有效养分的比例, 为青苹果竹芋根部生长提供了一定的营养元素, 使根部积累量增大, 进而使地上部分积累也能达到一个较高的水平。可见, 青苹果竹芋地下部分与地上部分的生物量积累基本上是相辅相成的。

2.4 基质配比比例对青苹果竹芋生长状况的影响

在植物形态发育中有很多生长指标值得研究, 各指标对植物的评价也都有重要意义, 但任何一个单一指标都不能准确反映植物的综合性状。本分析采用对青苹果竹芋的总鲜质量、叶鲜质量、根鲜质量、根长、株高及冠幅的数据, 综合分析堆置园林废弃物、炭化园林废弃物以不同比例替代泥炭基质对青苹果竹芋的影响。

DZ 与 TY 在其不同水平时, 对青苹果竹芋总鲜质量、叶鲜质量、根鲜质量、根长、株高及冠幅的影响均存在显著差异(图2)。DZ 和 TY 的添加比例分别在 0 ~ 50% 范围内时, 随着用量增大, 青苹果竹芋

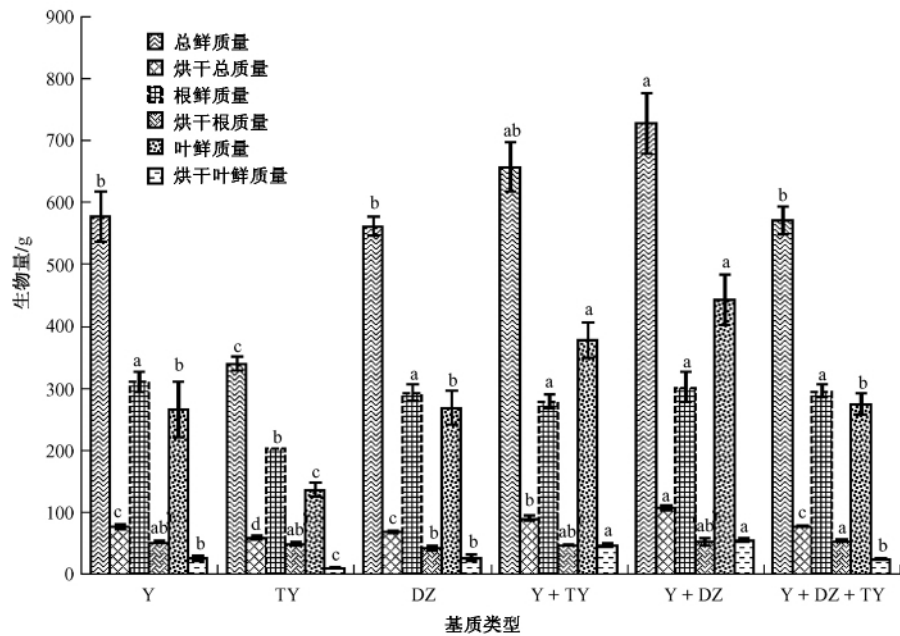


图1 不同基质处理对青苹果竹芋生物量的影响

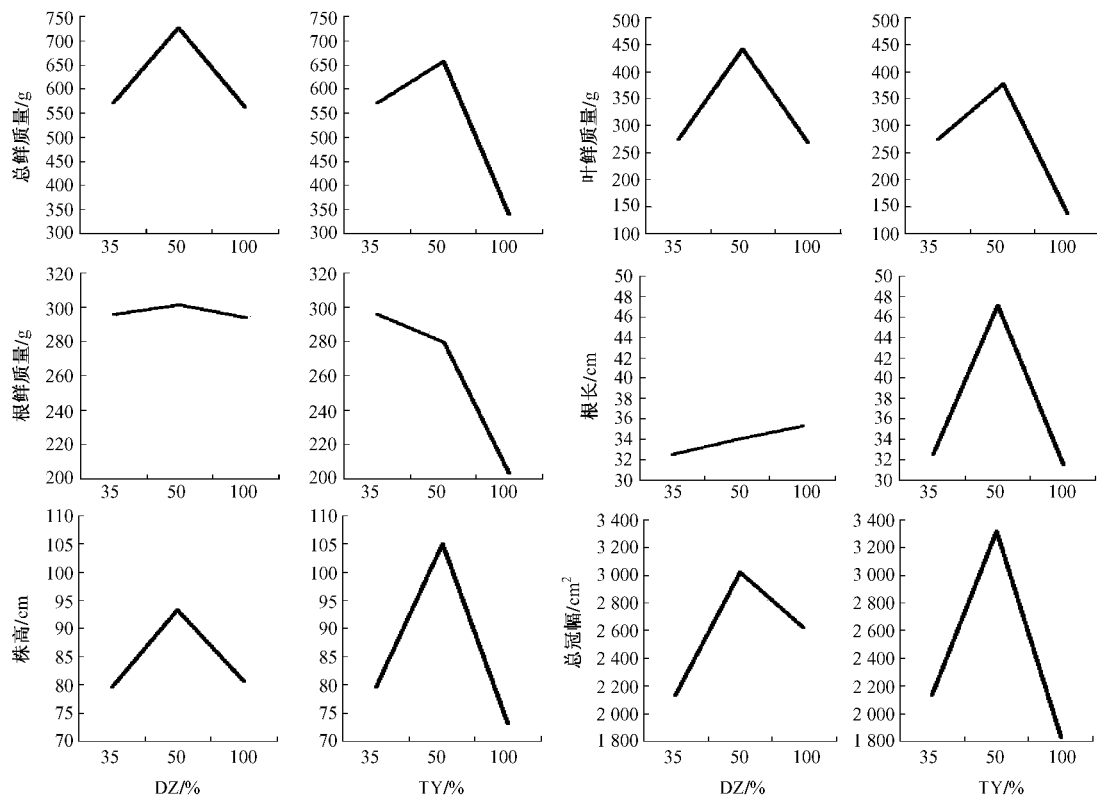
Fig.1 Changes of different growing media treatments on biomass of *C. rotundifolia* cv. Fasciata

图2 不同水平的DZ与TY对青苹果竹芋生长的影响

Fig.2 Effects of different levels between DZ and TY on the growth of *C. rotundifolia* cv. Fasciata

各指标均呈上升趋势(除TY处理的青苹果竹芋根鲜质量外)。相比之下,DZ和TY的添加比例分别大于50%时,青苹果竹芋各指标均呈下降趋势(除DZ处理的青苹果竹芋根长外)。但是,在处理中有两个特例,一是随着TY比例的递增,青苹果竹芋根鲜质量是递减的;二是随着DZ比例的递增,青苹果

竹芋根长是递增的。可知,在一定的配比组合内,根长与DZ添加量呈正比,能显著促进根长增长;根鲜质量与TY添加量呈反比,TY的添加会抑制根鲜质量增加,这可能是由于TY碳含量过高,导致基质C/N比过高,使得根际微生物活性降低,抑制了基质养分的转化,使得根生长受到抑制。

试验表明,一定添加量的 DZ 与 TY 可显著促进青苹果竹芋生长,提高干物质量,改善外观品质,尤其是 DZ 对根长增加有极显著效果。本分析通过比较相同替代量的 DZ 与 TY 基质处理下的青苹果竹芋生长情况,发现添加较大比例 DZ 的基质处理下的青苹果竹芋生长更具优势。因此,可在基质配比中增大 DZ 的添加量,既可降低化肥使用量,又能减少资源的浪费。可见,合理使用园林废弃物既可实现绿色废弃物的循环利用,又可提高资源的有效利用率^[24]。

3 结 论

1) 试验得出 6 种基质对青苹果竹芋生长促进作用由大到小依次是: $Y + DZ > Y + TY > DZ > Y > Y + TY + DZ > TY$ 。可知,经一定处理及配比的堆置园林废弃物能够全部或者部分替代原有进口泥炭进行青苹果竹芋栽培,且 3 个不同配比替代处理均优于原有泥炭处理,对青苹果竹芋生长具有明显促进作用。其中,青苹果竹芋在 $Y + DZ$ 中生长的最好,其地上与地下生物量积累达到较高水平。

2) 试验得出 $Y + DZ$ 的基质配比最优,较其他基质配比利于青苹果竹芋地上部的生长及形态建成。

3) 经 $Y + TY$ 和 $Y + DZ$ 处理的青苹果竹芋在总鲜质量、总干质量、根长、冠幅和发枝数(叶片 > 10 cm) 指标中的水平明显优于其他处理,利于植物干物质量的积累。

4) 从栽培青苹果竹芋所得的综合指标考虑,DZ 的用量并不是越多越好,当用量超过 50% 时,青苹果竹芋大部分生长指标反而会下降(除根长量外)。所以,只有加入一定适宜比例的 DZ 基质,才可对青苹果竹芋各个形态指标建成有一定的积极作用。

参 考 文 献

- [1] 陈段芬,方正,肖建忠,等. 中国花卉无土栽培研究进展 [J]. 河北农业大学学报,2002,25(5):134-137.
- [2] 孙治强,赵永英,倪相娟. 花生壳发酵基质对番茄幼苗质量的影响 [J]. 华北农学报,2003,18(4):86-90.
- [3] 李谦盛,郭世荣,李式军. 利用工农业有机废弃物生产优质无土栽培基质 [J]. 自然资源学报,2002,17(4):515-519.
- [4] GERALD K. Quality control and use of composed organic wasters as components of growing media in the Federal Republic of Germany [J]. *Acta Horticulturae*, 1991, 294:89-99.
- [5] 康红梅,张启翔,唐菁. 栽培基质的研究进展 [J]. 土壤通报,2005,36(1):124-127.

- [6] POOLE H A,王中强,孟宪民. 椰糠与加拿大藓类泥炭作为园艺栽培基质的比较 [J]. 腐植酸,2003,24(1):35-38.
- [7] GIUSQUANI P L, PAGLIAI M, GIGLIOTTO G, et al. Urban waste compost: Effects on physical, chemical and biochemical soil properties [J]. *J Environ Qual*, 1995, 24: 175-182.
- [8] HE X T, TRAINA S J, LOGAN T J. Chemical properties of municipal solid waste composts [J]. *J Environ Qual*, 1992, 21: 318-329.
- [9] SHEN A L, LI X Y, KANAMORI T, et al. Effect of long term application of compost on some chemical properties of wheat rhizosphere and non-rhizosphere soils [J]. *Pedosphere*, 1996, 6(4): 355-363.
- [10] CHAW D, STOKLAS U, AGAASSI M, et al. Composting of cattle manure and hydrocarbon contaminated flare pit soil [J]. *Compost Science and Utilization*, 2001, 9(4):322-335.
- [11] DUO L A, ZHAO S L. Raising medium function of environmental engineering by using life rubbish to produce carpet turf [J]. *Environ Sci*, 2000, 12:498-505.
- [12] 高慧,马友华,沈周高,等. 安徽省秸秆原料炭化利用现状与展望 [J]. 安徽农业科学,2010,38(16):8612-8613, 8738.
- [13] 胡事君,郑芝波,赖永超,等. 盆栽竹芋的养护要点及老苗快速复壮技术 [J]. 北方园艺,2009(9):176-177.
- [14] 田赞,王海燕,孙向阳,等. 添加竹酢液和菌剂对园林废弃物堆肥理化性质的影响 [J]. 农业工程学报,2010,26(8):272-278.
- [15] MARTENS D A, FRANKENBERGER W T, Jr. Modification of infiltration rates in an organic-amended irrigated soil [J]. *Reprinted from Agronomy Journal*, 1992, 84(4):707-717.
- [16] 陈同斌,高定,李新波. 城市污泥堆肥对栽培基质保水能力和有效养分的影响 [J]. 生态学报,2002,22(6):802-807.
- [17] 赵树兰,多立安. 生活垃圾堆肥与园土基质草皮建植体系的生长参数比较 [J]. 生态学报,2008,27(6):962-967.
- [18] 刘艳鹏,蒋卫杰,余宏军. 无土栽培中应用有机肥料的研究进展 [J]. 内蒙古农业大学学报,2008,28(3):260-263.
- [19] 张启翔,孙向丽. 几种有机废弃物作为一品红代用基质的研究 [J]. 北京林业大学学报,2009,31(3):46-51.
- [20] 姚天举,王素荣,析峰. 堆肥在园林绿化中的应用研究 [J]. 安徽农业科学,2007,35(25):7889-7890.
- [21] 宋小英,罗军,梅忠,等. 施用污泥堆肥对旱荷花生长和土壤环境的影响 [J]. 华东森林经理,2009,23(4):16-19.
- [22] 李志强,韩建国,陈怀,等. 打孔和施肥处理对草地早熟禾草坪质量的影响 [J]. 草业科学,2000,17(6):71-76, 80.
- [23] 蔡艳萍,汪有良. 人工复合基质对微型盆栽月季生长发育影响的研究 [J]. 江苏林业科技,2003,30(3):12-15.
- [24] 徐立功,徐坤,刘会诚. 生物有机肥对番茄生长发育及产量品质的影响 [J]. 中国蔬菜,2006(4):8-9.

(责任编辑 李 翌)