

# 不同基质对针叶佛甲草生长的影响

李可<sup>1,2</sup>, 唐立鸿<sup>1</sup>, 曹芳怡<sup>2</sup>, 刘新鲁<sup>1</sup>, 张俊涛<sup>1\*</sup>

(1. 广州市林业和园林科学研究院, 广东广州 510405; 2. 广州市绿风生物技术有限公司, 广东广州 510410)

**摘要** [目的] 筛选出具有实用性、廉价性, 且能适应广州湿热天气的针叶佛甲草(*Sedum Lineare*)种植基质。[方法] 通过设计几种不同配方基质进行种植试验, 测定针叶佛甲草生物量及品质。[结果] T5 种植基质(园林废弃物堆肥产品: 挪威肥“苗乐”=150:1)的佛甲草生长情况最好, 品质评价得分为 7.65。[结论] 采用一定的基质配方, 提高基质的透气、透水性, 针叶佛甲草可以生长良好。

**关键词** 屋顶绿化; 针叶佛甲草; 基质; 园林废弃物堆肥产品

中图分类号 S606 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)30-0026-03

## Influence of Different Substrates on Growth of *Sedum lineare*

LI Ke<sup>1,2</sup>, TANG Li-hong<sup>1</sup>, CAO Fang-yi<sup>2</sup>, ZHANG Jun-tao<sup>1\*</sup> et al (1. Guangzhou Institute of Forestry and Landscape Architecture, Guangzhou, Guangdong 510405; 2. Guangzhou Green Wind Biotechnology Co. Ltd., Guangzhou, Guangdong 510410)

**Abstract** [Objective] The aim was to screen out the substrates for *Sedum lineare* in humid environmental conditions of Guangzhou. [Method] Through designing several different formula substrates, cultivation experiment was carried out. The biomass and quality of *Sedum lineare* were determined. [Result] The results showed that substrate T5 (cultivated substrate with garden waste; norwegian fertilizer Miaole = 150:1) had a remarkable effect on *S. lineare*'s growth. The quality score was 7.65. [Conclusion] Using a certain substrate formula can improve substrate permeability, water permeability, *Sedum lineare* can grow in good condition.

**Key words** Roof greening; *Sedum lineare*; Substrate; Garden waste composting products

2014 年 11 月 2 日住建部发布的《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》对海绵城市进行了定义: 城市能够像海绵一样, 在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”, 下雨时吸水、蓄水、渗水、净水, 需要时将蓄存的水“释放”并加以利用。从海绵城市的概念可以看出, 海绵城市是从城市雨洪管理角度来描述的一种可持续的城市建设模式, 其建设的重要思想是低影响开发(LID)。低影响开发作为一种重要的城市建设理念与方法, 其涉及的领域可以更加广泛, 不仅涵盖城市雨洪管理领域, 还涉及节能减排、生态城市、园林城市建设等领域<sup>[1]</sup>。广州市林业和园林科学研究院首席研究员张乔松认为: “海绵城市无法忽略屋顶绿化, 如果全面推进屋顶绿化, 就相当于将城市建成区的 2/3 归入绿地面积, 掌握着城市大半江山的城市园林绿化在海绵城市建设中不应被边缘化”<sup>[2]</sup>。屋顶绿化可有效减少屋面径流总量和径流污染负荷, 具有节能减排的作用, 有利于海绵城市建设<sup>[3]</sup>。

20 世纪 80 年代, 德国、捷克、西班牙、匈牙利等国家相继对屋顶环境中植物应用种类进行了研究<sup>[4-7]</sup>。他们已经基本形成了抗旱、抗寒、耐瘠薄等抗逆指标为主的地被植物选择标准体系, 并确立了景天类植物在屋顶绿化中的重要地位<sup>[8]</sup>。该研究以常用的屋顶绿化植物佛甲草为主要研究对象, 通过采用园林废弃物堆肥产品作为基质主要成分, 设计几种不同基质配比以及小范围种植试验, 筛选出适应广州潮湿高温天气的佛甲草种植基质, 为扩大屋顶绿化植物生产奠定基础。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 针叶佛甲草(*Sedum Lineare*), 由普通佛甲草引种驯化而成, 具有较强抗旱性。蓄水种植盆, 规格为 530 mm × 530 mm × 130 mm, 购自佛山市顺德区陈村镇绿科塑料厂。园林废弃物堆肥产品由广州市绿风生物技术有限公司生产, 主要由园林废弃物经粉碎及高温好氧堆肥而成, 具体理化性质为 pH 8.88、EC 值 2.16、有机质含量 49.29 g/kg、全 N 含量 2.31 g/kg、全 K 含量 0.93 g/kg、全 P 含量 0.58 g/kg。椰丝、陶粒(6 mm) 购自市场。雅苒挪威肥“苗乐”, 购自白云区市场; 日本 Konica Minolta 手持式叶绿素测定仪 SPAD-502, 广州市鸿洲实验器材科技有限公司。

**1.2 试验设计** 该试验共设 6 个处理, 处理配方分别为 T<sub>1</sub> [园林废弃物堆肥产品: 挪威肥“苗乐”: 陶粒(6 mm) = 200:1:100]、T<sub>2</sub> (园林废弃物堆肥产品: 挪威肥“苗乐”: 椰丝 = 200:1:100)、T<sub>3</sub> [园林废弃物堆肥产品: 挪威肥“苗乐”: 椰丝: 陶粒(6 mm) = 200:1:25:75]、T<sub>4</sub> (园林废弃物堆肥产品: 挪威肥“苗乐” = 200:1)、T<sub>5</sub> (园林废弃物堆肥产品: 挪威肥“苗乐” = 150:1)、CK (园林废弃物堆肥产品), 每个处理设置 3 个种植模块重复。共需要准备 18 个种植模块, 每一个种植模块按照 5 株 × 5 株的要求种植针叶佛甲草。种植期间按照常规管理。

**1.3 园林废弃物堆肥产品理化性质测定** 参照《土壤理化分析》<sup>[9]</sup> 方法, 对混合基质的主要理化性质进行测定, 主要测定指标 pH、有机物总量、全氮、全磷和全钾含量。

## 1.4 针叶佛甲草生物量测定

**1.4.1 佛甲草肉质化程度测定** 每个种植模块随机选取 5 棵植株, 测定第 50 天时佛甲草的生物量。沿佛甲草基部剪取地上部分, 洗净后吸干表面水分佛甲草地上部鲜重。采茎中部成熟叶片, 测鲜重和干重, 并计算肉质化程度。肉质化程度 = 地上部鲜重/地上部干重<sup>[10]</sup>。

**基金项目** 广州市科技计划项目(201300000128); 广东省科技计划项目(2012A030600009)。

**作者简介** 李可(1990-), 女, 彝族, 云南景洪人, 硕士, 从事绿色废弃物资源化利用研究。\* 通讯作者, 高级工程师, 从事绿色废弃物资源化利用研究。

**收稿日期** 2016-08-24

**1.4.2 佛甲草盖度计算与评分方法。**从草坪上方看,小区完全由裸地、枯草或杂草组成时为 1 分;盖度 <50% 时为 2~3 分;盖度为 50%~80% 时为 4~5 分;盖度为 80%~100% 时为 6~7 分;盖度达到 100%,由较稀疏到很稠时为 8~9 分<sup>[11]</sup>。

**1.4.3 佛甲草叶绿素测定方法。**叶绿素采用植物叶绿素 SPAD 测定仪测定。

**1.5 针叶佛甲草生长品质评价** 品质评价采用美国 NTEP (The National Turfgrass Evaluation Program) 的 9 分制评价方法,以佛甲草生长第 50 天时地上部分的色泽、植株健壮程度、整齐度、分蘖能力、盖度和均一性等作为外观品质指标<sup>[12]</sup>。

**1.6 数据分析** 试验数值为平均值 ± 标准差,采用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 进行数据分析,并采用 Duncan 氏新复极差法(SSR 法)进行显著性检验。

## 2 结果与分析

**2.1 针叶佛甲草生物量测定** 从表 1 和图 1 可以看出,各

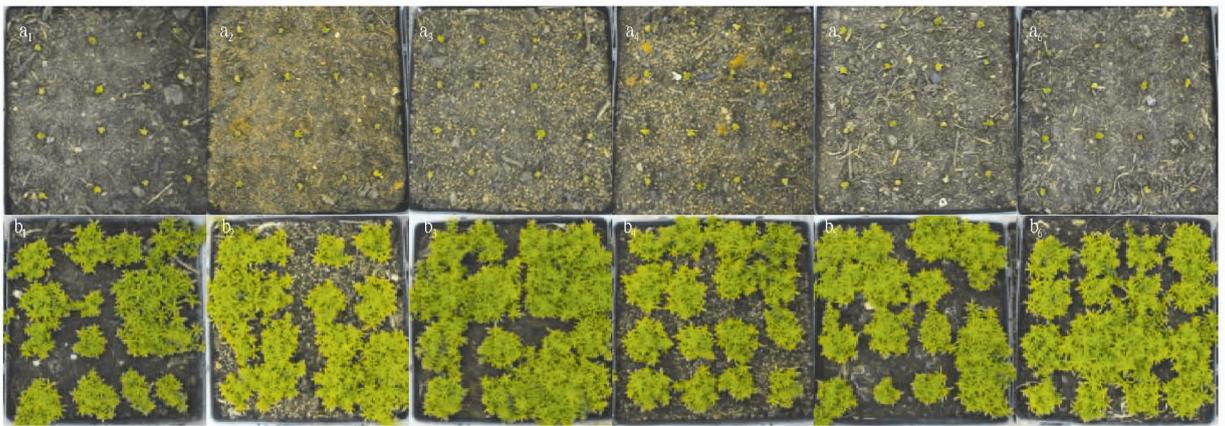
处理组株高、肉质化程度均高于对照组。其中, T<sub>1</sub> 处理组的株高及肉质化程度最高; T<sub>4</sub> 处理组的分蘖数以及 SPAD 值最高,但 CK 的 SPAD 值与 T<sub>4</sub> 处理无显著差异。从生物量整体数据分析来看, T<sub>4</sub>、T<sub>5</sub> 处理组的佛甲草表现较好。

表 1 针叶佛甲草生物量

Table 1 The biomass of *Sedum lineare*

处理 Treatment	株高 Plant height cm	分蘖程度 Tiller degree	SPAD 值 The value of SPAD	肉质化程度 Succulent degree
T <sub>1</sub>	7.00 ± 0.32 a	4.57 ± 0.45 d	28.51 ± 1.45 b	10.83 ± 0.32 a
T <sub>2</sub>	5.25 ± 0.24 bc	6.98 ± 0.50 abc	31.44 ± 1.50 ab	9.99 ± 0.74 ab
T <sub>3</sub>	4.65 ± 0.25 bc	6.03 ± 0.60 bcd	27.68 ± 1.20 b	9.85 ± 0.66 ab
T <sub>4</sub>	5.05 ± 0.39 b	7.98 ± 1.13 a	33.03 ± 0.99 a	10.40 ± 0.87 ab
T <sub>5</sub>	5.46 ± 0.31 b	7.12 ± 0.67 ab	28.74 ± 1.33 b	10.69 ± 0.49 a
CK	4.38 ± 0.28 c	5.38 ± 0.44 cd	29.60 ± 1.70 ab	9.04 ± 0.51 b

注:同列数据后的不同小写字母表示处理间差异性显著(P < 0.05)。  
Note: Data followed by different lowercases in the same column stand for significant difference among treatments (P < 0.05).



注: a<sub>1</sub>、b<sub>1</sub> 为 CK; a<sub>2</sub>、b<sub>2</sub> 为 T<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>、b<sub>3</sub> 为 T<sub>2</sub>; a<sub>4</sub>、b<sub>4</sub> 为 T<sub>3</sub>; a<sub>5</sub>、b<sub>5</sub> 为 T<sub>4</sub>; a<sub>6</sub>、b<sub>6</sub> 为 T<sub>5</sub>。

Note: a<sub>1</sub>、b<sub>1</sub> is CK; a<sub>2</sub>、b<sub>2</sub> is T<sub>1</sub>; a<sub>3</sub>、b<sub>3</sub> is T<sub>2</sub>; a<sub>4</sub>、b<sub>4</sub> is T<sub>3</sub>; a<sub>5</sub>、b<sub>5</sub> is T<sub>4</sub>; a<sub>6</sub>、b<sub>6</sub> is T<sub>5</sub>.

图 1 0 d(a) 和 50 d(b) 时各处理生长情况对比

Fig. 1 Comparison of growth in each treatment at 0d (a) and 50 d (b)

**2.2 针叶佛甲草品质评价** 从表 2 可以看出, T<sub>5</sub> 处理的平均分最高,为 7.65 分,与对照相比具有显著性差异,因此 T<sub>5</sub> 处理的针叶佛甲草品质最佳;而 CK 的平均分最低。综合来

看,各个基质配方均可在一定程度上促进佛甲草生长及提高其成坪品质,但 T<sub>5</sub> 配方组合的效果最佳。

表 2 针叶佛甲草品质评价

Table 2 Quality evaluation of *Sedum lineare*

处理 Treatment	盖度 Coverage	植株整齐度 Uniformity	色泽 Color	植株健壮程度 Fitness	分蘖能力 Tillering ability	平均分 Average
T <sub>1</sub>	5.81 ± 0.62 b	6.37 ± 0.36 a	7.20 ± 0 a	7.21 ± 0.35 a	6.89 ± 0.35 ab	6.70 ± 0.61 b
T <sub>2</sub>	6.50 ± 1.61 ab	7.16 ± 0.37 a	7.06 ± 0.58 a	7.44 ± 0.36 a	7.27 ± 0.59 a	7.09 ± 0.45 ab
T <sub>3</sub>	7.01 ± 0.36 ab	6.76 ± 1.17 a	6.56 ± 1.24 a	6.76 ± 0.34 ab	5.07 ± 0.00 c	6.43 ± 0.44 bc
T <sub>4</sub>	6.96 ± 1.16 ab	6.09 ± 0.34 a	7.71 ± 0.34 a	6.42 ± 0.68 ab	5.91 ± 0.44 bc	6.62 ± 0.37 b
T <sub>5</sub>	7.90 ± 0.89 a	7.23 ± 1.00 a	8.10 ± 0.54 a	7.98 ± 0.34 a	7.02 ± 0 a	7.65 ± 0.22 a
CK	5.86 ± 0.37 b	6.44 ± 0.59 a	7.69 ± 0.71 a	5.63 ± 0.35 b	5.35 ± 0.35 c	6.19 ± 0.23 c

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异性显著(P < 0.05)。

Note: Data followed by different lowercases in the same column stand for significant difference among treatments (P < 0.05).

## 3 结论与讨论

该试验结果表明,通过不同配比基质配方可以促进佛甲草生长及成坪品质。该研究试验地为广东省广州市,广州地

处亚热带沿海,属海洋性亚热带季风气候,平均相对湿度 77%,根据当地气象数据统计发现,试验进行期间,降雨天数达 34 d,占整个生长期的 76%,更有数次暴雨来袭。针叶佛

甲草非常耐旱,但容易遭受涝害。此次试验筛选出的基质可以让针叶佛甲草在湿度较大的环境条件下正常生长,可以适应广州湿热的天气。而生长中期时发现 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理组出现较多的杂草,T<sub>3</sub> 处理的基质最适合佛甲草生长且成本最低,为最佳种植基质配比,配方为园林废弃物堆肥产品:挪威肥“苗乐”=150:1。

针叶佛甲草是经过人工筛选培育的抗旱性较强的佛甲草品种,目前广泛被屋顶绿化工程使用。佛甲草不耐涝,湿度过大会导致根茎腐烂而死亡,因此在设计试验配方时首先需要考虑基质要有一定的通气性。汤聪等<sup>[13]</sup>曾针对广州高温高湿天气筛选出佛甲草专用基质,其中主要成分为园林废弃物、珍珠岩与椰丝。任雪<sup>[14]</sup>通过分析耐寒、耐热、抗旱特性,筛选出阔叶麦冬、大花六道木基本能够适应杭州市区屋顶绿化。胡佳佳等<sup>[15]</sup>评价佛甲草、沿阶草、高羊茅、白三叶4种屋顶绿化常用植物的耐热性发现,所有参试植物的生长和生理指标均随热胁迫的程度而变化,但植物之间差异显著。涂爱萍<sup>[16]</sup>分别从耐旱性、耐阴性和耐寒性对佛甲草、垂盆草、景天三七和白景天4种景天属植物展开了适应性研究,结果表明,供试品种均能适应当地气候,可以作为武汉地区屋顶绿化植物材料。赵歌等<sup>[17]</sup>从干旱、高温、低温逆境胁迫等角度研究,得出费菜可以作为华东地区屋顶绿化植物资源并可对其进行开发利用。该研究是首次对针叶佛甲草专用基质进行筛选,运用园林废弃物堆肥产品作为基质主要成分,具有一定的创新性与实践指导性。但基质的稳定性还需经过进一步的推广试验验证,下一步打算从基质厚度与栽培植物种类方面进行后续研究。

(上接第25页)

月季花多、花期也更长。6个品种杂交茶香月季中天堂花朵最大、最长,粉扇、绯扇和玛依柯次之,除染病严重的黄和平外节日礼花花径最小,但其花瓣数和花量值较高。丰花月季金玛莉82花径比霍尔恩大,但霍尔恩花瓣数较金玛莉82多,各有其观赏特点,两者盛花持续观赏时间均可达40d以上。

### 3 结论与讨论

杂交茶香月季花色鲜艳、花朵大,应用于园林景观中可自然式种植或片植,具有较高的观赏效果。丰花月季花朵成束状花块,单次开花花期长,在园林设计中可应用于花坛或丛植、片植、行植均有较高的观赏效果<sup>[5]</sup>。赣南地区春季雨水较多,月季易得黑斑病,而黑斑病在影响月季观赏效果方面表现最为严重<sup>[6]</sup>。黄和平易感黑斑病,导致其生长状态最差。夏季赣南地区高温炎热,月季进入半休眠状态,植株长势渐缓,此时月季主要受蚜虫、蓟马等危害。赣南地区引进

### 参考文献

- [1] 王文亮,李俊奇,王二松,等.海绵城市建设要点简析[J].建设科技,2015(1):19-21.
- [2] 张乔松.海绵城市与园林规划建设[J].园林,2015(7):36-41.
- [3] 马华青.海绵城市建设途径研究:以园林绿化建设为例[J].林业科技通讯,2015(9):62-63.
- [4] 戎安.德国城市建筑环境大面积植被化[J].世界建筑,2002(12):60-64.
- [5] KUTKOVA T. Herbaceous plants for sites with extreme conditions in landscape architecture[J]. Acta universitatis agriculturae,1990,5(1):67-73.
- [6] GOMEZ-CAMPO C, GOMEZ-TORTOSA L. Plant species in green terrace roofs[J]. Agricultura,1996,65(773):1029-1031.
- [7] KERNER F, BORHIDI A, CZIMBER G, et al. Plant species suitable for establishing living roofs in Hungary. I. *Sedum* spp. [J]. Acta botanica hungarica,1999,42:193-198.
- [8] 衡静.郑州市屋顶绿化植物材料的筛选及适应性研究[D].郑州:河南农业大学,2010:8.
- [9] 中国科学院南京土壤研究所.土壤理化分析[M].上海:上海科学技术出版社,1980.
- [10] 王家利.自然干旱和盐处理对大叶落地生根肉质化和光合作用的影响[D].济南:山东师范大学,2006:6.
- [11] 赵辉,郭满玲,赵小花,等.国外草坪草坪用性状的适应性观察与评价[J].西北林学院学报,2007,22(1):190-193.
- [12] BARTEL T W, YANIV S L. Creep and creep recovery response of load cells tested according to U. S. and international evaluation procedures[J]. Journal of research of the national institute of standards & technology,1997,102(3):176.
- [13] 汤聪,郭微,蔡桂芬,等.高温高湿环境佛甲草栽培基质的研制[J].草业科学,2013,30(3):334-340.
- [14] 任雪.杭州市屋顶绿化植物的调查及抗逆特性研究[D].临安:浙江农林大学,2012:49-50.
- [15] 胡佳佳,裴宗平,刘田,等.几种常用屋顶绿化植物的耐热性评价[J].环境科学与技术,2011,34(1):187-190,205.
- [16] 涂爱萍.屋顶绿化景天属植物的适应性研究[J].湖北农业科学,2011,50(4):717-719,727.
- [17] 赵歌,袁红艳,魏灵芝,等.屋顶绿化候选植物:费菜的抗逆性研究[J].江西农业大学学报,2011,33(2):335-339.

月季还是需要选择耐热、抗病虫害强、长势强健的品种,且杂交茶香月季和丰花月季相互搭配。赣州市花卉研究所此次月季的引种,旨在丰富赣州市园林绿化品种的选择,增加色彩丰富的花木。综合分析引进的8个品种月季表明,绯扇、粉扇、天堂、玛依柯在赣南地区表现良好,抗病虫害能力较强,适合栽种;节日礼花、金玛丽82、霍尔恩表现一般,抗病虫害能力一般,可以栽种;黄和平抗病性弱,黑斑病频繁暴发,生长势弱,不适于赣南地区栽种。

### 参考文献

- [1] 陈俊愉,陈绪珂.中国花经[M].上海:上海文化出版社,1990:62-63.
- [2] 卢正言.花趣[M].上海:学林出版社,2003:193.
- [3] 孙霞枫.现代月季品种综合评价体系的初步研究[D].北京:北京林业大学,2009:16-19.
- [4] 李洪权.月季新谱[M].北京:科学普及出版社,1986:15-16.
- [5] 朱铮.月季专类园景观设计研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2013:32-33.
- [6] 李明哲,刘彦芬,徐源,等.月季黑斑病综合防治措施[J].新农业,2009(5):19.